# PAMUK/POLİESTER KARIŞIMI KUMAŞLAR İÇİN POLİESTER BOYAMA BANYOSUNDA PAMUĞUN AĞARTILMASI

**Yasin HACIOĞLU**

T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

# PAMUK/POLİESTER KARIŞIMI KUMAŞLAR İÇİN POLİESTER BOYAMA BANYOSUNDA PAMUĞUN AĞARTILMASI

Yasin HACIOĞLU
0000-0003-4082-8024

Prof. Dr. Pervin ANİŞ
0000-0002-6295-637X
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA– 2023
**Her Hakkı Saklıdır.**

# ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

PAMUK/POLİESTER KARIŞIMI KUMAŞLAR İÇİN POLİESTER BOYAMA BANYOSUNDA PAMUĞUN AĞARTILMASI

**Yasin HACIOĞLU**

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

**Danışman:** Prof. Dr. Pervin ANİŞ

Dünya lif üretimlerine baktığımızda pamuk (CO) üretimi çok yavaş bir artış gösterirken, poliester (PES) lif üretimi tamamen parabolik artmaktadır. Artan dünya nüfusu ve insan ihtiyaçları düşünüldüğünde, pamuk (CO) elyafın bu ihtiyacı karşılaması mümkün olmadığından, sentetik liflerin ve bunların doğal lifler ile karışımlarının kullanımı artmıştır. İşletmelerde bu kombinasyonların artması, liflerin farklı boyama koşullarından dolayı çift boya proseslerinin artmasına bu da üretim sürelerinin ciddi oranda uzamasına sebep olmuştur. Her iki lifide boyama işlemlerinde, poliester (PES) boyama banyolarında tasarruf sağlayan birçok süreç vardır. Buna rağmen toplamda çift boyama işlemi, ön işlem, boyama ve ard yıkamaları ile birlikte, işletmenin en uzun işlemlerinden biri olmaya devam etmektedir. Bu hem zaman hem enerji hem de su ve işçilik anlamında kayıplara neden olmaktadır. Bu gerekliliklerden yola çıkarak, pamuk/poliester (CO/PES) karışım kumaşların boyama işlemlerindeki ağartma (beyazlatma) adımında sisteme aktivatör dahil edilerek, poliester (PES) boyama şartlarında, yüksek sıcaklık ve asidik ortamda aktivatör ilavesi ile peroksit ağartması gerçekleştirildi. Böylelikle, toplam proses adımlarından biri olan ağartma işlemi, poliester (PES) boyama adımı ile birleştirilerek enerji, su ve zamandan tasarruf etmek üzerinde çalışıldı.

**Anahtar Kelimeler:** Pamuk, poliester, ön işlem, ağartma, aktivatör
**2023, xvi + 147 sayfa.**

## ABSTRACT

Master Thesis

BLEACHING OF COTTON IN POLYESTER DYEING BATH FOR COTTON/POLYESTER BLENDED FABRICS

**Yasin HACIOĞLU**

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of TextileEngineering

**Supervisor:** Prof. Dr. PervinANİŞ

When we look at world fiber production, cotton (CO) production shows a very slow increase, while polyester (PES) fiber production increases completely parabolic. Considering the increasing world population and human needs, since cotton (CO) fiber cannot meet this need, the use of synthetic fibers and their blends with natural fibers has increased. The increase in these combinations in enterprises has led to an increase in double dyeing processes due to different dyeing conditions of the fibers, which has led to a significant prolongation of production times. In both fiber dyeing processes, there are many processes that save money in polyester (PES) dyeing baths. Despite this, the overall double dyeing process continues to be one of the longest processes of the enterprise, together with pre-treatment, dyeing and post-washing. This causes losses in terms of time, energy, water and labor. Based on these requirements, peroxide bleaching was carried out by adding activator under polyester (PES) dyeing conditions, in high temperature and acidic environment, by adding activator to the system in the bleaching (whitening) step of the dyeing process of cotton/polyester (CO/PES) mixed fabrics. Thus, the bleaching process, which is one of the total process steps, was combined with the polyester (PES) dyeing step to save energy, water and time.



**Key words:** Cotton, polyester, pretreatment, bleaching, activator
**2023, xvi + 147 pages.**

## TEŞEKKÜR

Tezimin her aşamasında bilgi ve tecrübesini benden esirgemeyen ve bana her zaman anlayışla yaklaşan değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Pervin ANİŞ'e,

Yüksek lisans serüveninin başlangıcından itibaren yanımda olan ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen canım eşim Sevgi HACIOĞLU ve bu serüvenimin sürprizi olarak hayatımıza giren canım oğlum Ömer Asaf HACIOĞLU'na,

Tez çalışmalarım sırasında yardımını ve desteğini esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Çetin DOĞAR ile değerli büyüklerim Onur BİRGÜL ve Salih GEZEK'e gösterdiği ilgiden dolayı teşekkür ederim.

Yasin HACIOĞLU
03/07/2023

## İÇİNDEKİLER

**Sayfa**

ÖZET……..i
ABSTRACT……..ii
TEŞEKKÜR……iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ……..vi
ŞEKİLLER DİZİNİ……viii
ÇİZELGELER DİZİNİ……..xiii
1. GİRİŞ…….. .....1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI……2
2.1. Pamuk/Poliester……..2
2.2. Terbiye İşlemleri……3
2.3. Ağartma……...……..4
2.3.1. Hidrojen Peroksit ile Ağartma……5
2.3.2. Sodyum Hipoklorit (NaClO) ile Ağartma……...7
2.3.3. Sodyum Klorit ($NaClO_2$) ile Ağartma……7
2.4. Pamuk/Poliester Karışımlarının Ön Terbiyesi…….....8
2.5. Aktif Ağartma Sistemleri……..10
2.5.1. Perasit ile Ağartma……10
2.5.2. Ağartma Aktivatörleri……11
2.5.3. Ağartma Prosesindeki Stabilizatör Etkisi……..13
2.6. Pamuk/Poliester Karışımlarının Boyanmasında Kullanılan Boyarmaddeler……...15
2.6.1. Direkt Boyarmaddeler……...15
2.6.2. Küp Boyarmaddeler……...17
2.6.3. Kükürt Boyarmaddeleri……18
2.6.4. Reaktif Boyarmaddeleri……18
2.6.5. Dispers Boyarmaddeler……21
2.7. Pamuk/Poliester Karışımlarının Boyanması……23
2.7.1. Çektirme Yöntemine Göre Yapılan Boyamalar……....23
2.7.2. Yarı-Kontinü ve Kontinü Yöntemlerle Boyama……...38
2.7.3. Redüktif Yıkama……40
2.8. Endüstriyel Renk Fiziği……....40
2.8.1. Işık ve Renk Kavramı……....41
2.8.2. Metamerizma Kavramı……..45
2.8.3. Kubelka-Munk Denklemi……..46
2.9. Tekstil Materyallerinde Haslık Kavramı……..46
2.9.1. Yıkama Haslığı……..48
2.9.2. Sürtme Haslığı……...48
2.9.3. Tere Karşı Renk Haslığı……49
2.9.4. Işık Haslığı……49
2.10. Haslıkların Değerlendirilmesinde Kullanılan Skalalar……...49
2.10.1. Mavi Skala……...49
2.10.2. Gri Skala……..50
3. MATERYAL ve YÖNTEM……52
3.1. Materyal……52
3.1.1. Kumaşlar……....52
3.1.2. Boyarmaddeler……...52
3.1.3. Kimyasal ve Yardımcı Kimyasallar……..53

3.1.4. Alet ve Cihazlar…….54
3.2. Yöntem……..…55
3.2.1. Deneysel Tasarım……..55
3.2.2. Beyazlık (Berger) Derecelerini İncelemek İçin Yapılan Ağartma Deneyleri…...57
3.2.3. Boyama Deneyleri…….59
3.2.4. Yıkama Deneyleri……..65
3.2.5. Yıkama Haslığı Testi…….65
3.2.6. Asidik ve Alkali Ter Haslığı Testi…….66
3.2.7. Su Haslığı Testi…….67
3.2.8. Işık Haslığı Testi……67
4. BULGULAR……...……68
4.1. Ağartma.....68
4.2. PH Aralığı Geniş ve Peroksit Dayanımı Olan Dispers Boyarmaddeler ile Boyama.....70
4.3. %53 Pamuk %47 Poliester Kumaşın İşletmede Kullanılan Standart Dispers Boyarmaddeler ile Boyanması.....86
4.4. %53 Pamuk %47 Poliester Kumaşın PH Aralığı Geniş ve Peroksit Dayanımı Olan Dispers Boyarmaddeler ile Boyandıktan Sonra Bazik Redüktif (VesClear 640) Yıkama İşleminin Uygulanması.....91
4.5. %53 Pamuk %47 Poliester Kumaşın pH Aralığı Geniş ve Peroksit Dayanımı Olan Dispers Boyarmaddeler ile 110°C'de Boyanması.....97
4.6. Turkuaz Boyarmadde ile Boyama.....101
5. TARTIŞMA ve SONUÇ……. ..133
KAYNAKLAR……..142
ÖZGEÇMİŞ……...147

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

| Simgeler | Açıklama |
|---|---|
| N | Azot |
| Cu | Bakır |
| ΔE* | CIELAB Renk Farkı Formülasyonu ve Renk Farkı |
| Fe | Demir |
| H | Hidrojen |
| $H_2O_2$ | Hidrojen Peroksit |
| OH | Hidroksil |
| h° | Hue (Renk Açısı) |
| L* | Işıklılık (Açıklık-Koyuluk) Ekseni Değerleri |
| Ca | Kalsiyum |
| Kg | Kilogram |
| a* | Kırmızı-Yeşil Ekseni Değerleri |
| Cr | Krom |
| C* | Kroma (Renk Doygunluğu) |
| S | Kükürt |
| Mg | Magnezyum |
| $MgCI_2$ | Magnezyum klorür |
| $MgSO_4$ | Magnezyum sülfat |
| Mn | Mangan |
| O | Oksijen |
| X, Y, Z | Rengin Tristimulus Değerleri |
| °C | Santigrat derece |
| b* | Sarı-Mavi Ekseni Değerleri |
| NaOH | Sodyum Hidroksit |
| NaCIO | Sodyum Hipoklorit |
| $NaCIO_2$ | Sodyum Klorit |
| % | Yüzde değeri |

| Kısaltmalar | Açıklama |
|---|---|
| AOX | Adsorplanabilir organik halojenler |
| CIE LAB | CIE tarafından geliştirilen renk uzayı |
| CIE | Commission Internationale de I'Eclairage (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu) |
| Dk | Dakika |
| DTPA | Dietilen triamine penta asetik asit |
| EDTA | Etilen diamin tetraasetik asit |
| gr | Gram |
| g/l | Gram/Litre |
| $g/m^2$ | Gram/Metrekare |
| pH | Hidrojen gücü (Power of Hydrogen) |
| Me | Metal |

| | |
|---|---|
| ml/l | Mililitre/Litre |
| nm | Nanometre |
| NTA | Nitrilotriasetik asit |
| NOBS | Nonanoiloksibenzen sülfonat |
| TBLC | N-4-trietilamonyometil-benzoil kaprolaktam klorür |
| CO | Pamuk |
| PAA | Perasetik asit |
| PES | Poliester |
| C.I. | Renk indeksi (Colour Index) |
| K/S | Renk Kuvveti (Kubelka-Munk Fonksiyonu ve Değeri) (Renk Derinliği) |
| TAED | Tetraasetiletilendiamin |
| l/kg | Litre/Kilogram |

## ŞEKİLLER DİZİNİ


| | | Sayfa |
|---|---|---|
| Şekil 2.1. | Terbiye işlemleri…….. | 4 |
| Şekil 2.2. | Bazik ortamda gerçekleşen ağartma reaksiyonu…….. | 5 |
| Şekil 2.3. | Pamuk/poliester karışımı kumaşın hidrojen peroksit kullanılarak yapılan ön terbiye işlem grafiği……... | 9 |
| Şekil 2.4. | Perasit ile çift bağların epoksidasyonu……. | 11 |
| Şekil 2.5. | Perasit oluşturmak için ağartıcı aktivatörünün hidrojen peroksit ile reaksiyonu……... | 12 |
| Şekil 2.6. | Aromatik bazlı katyonik ağartıcı aktivatörü…… | 13 |
| Şekil 2.7. | Hidrojen peroksit tüketim eğrisi……..…… | 14 |
| Şekil 2.8. | Direkt boyarmadde örnekleri…… | 16 |
| Şekil 2.9. | Küp boyarmadde örnekleri……... | 17 |
| Şekil 2.10. | Reaktif boyarmaddenin şematik yapısı…… | 19 |
| Şekil 2.11. | Dispers azo boyarmaddenin genel yapısı……. | 22 |
| Şekil 2.12. | Antrakinon dispers boyarmaddenin temel yapısı……. | 22 |
| Şekil 2.13. | Pamuk/poliester karışımının dispers/direkt boyarmaddelerle tek banyo-tek adım yöntemine göre yapılan boyama grafiği……. | 26 |
| Şekil 2.14. | Sodyum bikarbonat varlığında CI Red ile CI Disperse Yellow 1'in reaksiyonu…… | 29 |
| Şekil 2.15. | Pamuk/poliester karışımının dispers/reaktif boyarmaddelerle iki banyo yöntemine göre yapılan boyama grafiği……. | 32 |
| Şekil 2.16. | Pamuk/poliester karışımının dispers/küp boyarmaddelerle iki banyo yöntemine göre yapılan boyama grafiği…… | 36 |
| Şekil 2.17. | Renk algılama genel gösterimi…… | 41 |
| Şekil 2.18. | Dalga boyu, frekans ve renk arasındaki ilişki…….. | 42 |
| Şekil 2.19. | CIE XYZ kromatisite diyagramı……. | 43 |
| Şekil 2.20. | CIELAB renk uzayı…….. | 44 |
| Şekil 2.21. | Sıcaklık kontrollü su banyosunda dönen yıkama haslığı test cihazı | 48 |
| Şekil 3.1. | Standart ağartma prosesi sıcaklık-zaman diagramı……. | 58 |
| Şekil 3.2. | PH 10 ve pH 4'te yapılan ağartma prosesi sıcaklık-zaman Diagramı…….. | 58 |
| Şekil 3.3. | 110°C'de çalışılan standart boyama prosesinin sıcaklık-zaman diagramı……. | 59 |
| Şekil 3.4. | 130°C'de çalışılan standart boyama prosesinin sıcaklık-zaman diagramı……. | 60 |
| Şekil 3.5. | PH 10'da ve pH 4'te çalışılan ağartma ve boyama prosesinin sıcaklık-zaman diagramı…….. | 61 |
| Şekil 4.1. | %40 pamuk %60 poliester karışımı kumaşın ağartılması ile elde edilen görseller ve beyazlık (Berger) dereceleri……..… | 68 |
| Şekil 4.2. | %50 pamuk %50 poliester karışımı kumaşın ağartılması ile elde edilen görseller ve beyazlık (Berger) dereceleri……..…. | 68 |
| Şekil 4.3. | %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın ağartılması ile elde edilen görseller ve beyazlık (Berger) dereceleri……..…. | 69 |
| Şekil 4.4. | %55 pamuk %45 poliester karışımı kumaşın ağartılması ile elde edilen görseller ve beyazlık (Berger) dereceleri……..…. | 69 |
| Şekil 4.5. | %60 pamuk %40 poliester karışımı kumaşın ağartılması ile elde edilen görseller ve beyazlık (Berger) dereceleri…….. | 69 |

Şekil 4.6. Ön işlem sonrası elde edilen beyazlık (Berger) dereceleri grafiği… 70
Şekil 4.7. %40 pamuk %60 poliester karışımı kumaşın Yellow AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri…..... 71
Şekil 4.8. %40 pamuk %60 poliester karışımı kumaşın Red AC-E 01 boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri…..... 72
Şekil 4.9. %40 pamuk %60 poliester karışımı kumaşın Blue AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri…… 72
Şekil 4.10. %40 pamuk %60 poliester karışımı kumaşın Black CC-R boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri…… 73
Şekil 4.11. %50 pamuk %50 poliester karışımı kumaşın Yellow AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri…… 74
Şekil 4.12. %50 pamuk %50 poliester karışımı kumaşın RED AC-E 01 boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri..... 74
Şekil 4.13. %50 pamuk %50 poliester karışımı kumaşın BLUE AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri..... 75
Şekil 4.14. %50 pamuk %50 poliester karışımı kumaşın BLACK CC-R boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri..... 76
Şekil 4.15. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Yellow AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri..... 76
Şekil 4.16. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Red AC-E 01 boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri..... 77
Şekil 4.17. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Blue AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri..... 78
Şekil 4.18. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Black CC-R boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri..... 78
Şekil 4.19. %55 pamuk %45 poliester karışımı kumaşın Yellow AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri..... 79
Şekil 4.20. %55 pamuk %45 poliester karışımı kumaşın Red AC-E 01 boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri..... 80
Şekil 4.21. %55 pamuk %45 poliester karışımı kumaşın Blue AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri..... 80
Şekil 4.22. %55 pamuk %45 poliester karışımı kumaşın Black CC-R boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri..... 81
Şekil 4.23. %60 pamuk %40 poliester karışımı kumaşın Yellow AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görseller..... 82
Şekil 4.24. %60 pamuk %40 poliester karışımı kumaşın Red AC-E 01 boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri..... 82
Şekil 4.25. %60 pamuk %40 poliester karışımı kumaşın Blue AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri..... 83
Şekil 4.26. %60 pamuk %40 poliester karışımı kumaşın Black CC-R boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri…..... 84
Şekil 4.27. PH aralığı geniş ve peroksit dayanımı olan dispers boyarmaddeler ile 130°C ve pH 10'da tek banyoda boyanan numunelerin standart numuneye göre renk kuvvet değerleri grafiği..... 84
Şekil 4.28. PH aralığı geniş ve peroksit dayanımı olan dispers boyarmaddeler ile 130°C ve pH 4'te tek banyoda boyanan numunelerin standart numuneye göre renk kuvvet değerleri grafiği..... 85

Şekil 4.29. PH aralığı geniş ve peroksit dayanımı olan dispers boyarmaddeler ile 130°C ve pH 10'da tek banyoda boyanan numunelerin standart numuneye göre renk farkı değerleri grafiği..... 85
Şekil 4.30. PH aralığı geniş ve peroksit dayanımı olan dispers boyarmaddeler ile 130°C ve pH 4'te tek banyoda boyanan numunelerin standart numuneye göre renk farkı değerleri grafiği..... 86
Şekil 4.31. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Yellow 4G boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri..... 87
Şekil 4.32. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Red F3BS boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri..... 88
Şekil 4.33. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Blue TFBL boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri..... 88
Şekil 4.34. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Black CE-RN boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri..... 89
Şekil 4.35. %53 pamuk %47 poliester kumaşın standart dispers boyarmaddeler ile 130°C ve pH 10'da tek banyoda boyanması sonucu standart numuneye göre renk kuvvet değerleri grafiği..... 89
Şekil 4.36. %53 pamuk %47 poliester kumaşın standart dispers boyarmaddeler ile 130°C ve pH 4'te tek banyoda boyanması sonucu standart numuneye göre renk kuvvet değerleri grafiği..... 90
Şekil 4.37. %53 pamuk %47 poliester kumaşın standart dispers boyarmaddeler ile 130°C ve pH 10'da tek banyoda boyanması sonucu standart numuneye göre renk farkı değerleri grafiği…… 90
Şekil 4.38. %53 pamuk %47 poliester kumaşın standart dispers boyarmaddeler ile 130°C ve pH 4'te tek banyoda boyanması sonucu standart numuneye göre renk farkı değerleri grafiği..... 91
Şekil 4.39. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Yellow AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyandıktan sonra bazik redüktif yıkama sonrası renk görselleri..... 92
Şekil 4.40. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Red AC-E 01 boyarmaddesi ile 130°C'de boyandıktan sonra bazik redüktif yıkama sonrası renk görselleri..... 93
Şekil 4.41. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Blue AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyandıktan sonra bazik redüktif yıkama sonrası renk görselleri..... 93
Şekil 4.42. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Black CC-R boyarmaddesi ile 130°C'de boyandıktan sonra bazik redüktif yıkama sonrası renk görselleri..... 94
Şekil 4.43. %53 pamuk %47 poliester kumaşın pH aralığı geniş ve peroksit dayanımı olan dispers boyarmaddeler ile 130°C ve pH 10'da tek banyoda boyanması ve bazik redüktif yıkanması sonucu standart numuneye göre renk kuvvet değerleri grafiği..... 94
Şekil 4.44. %53 pamuk %47 poliester kumaşın pH aralığı geniş ve peroksit dayanımı olan dispers boyarmaddeler ile 130°C ve pH 4'te tek banyoda boyanması ve bazik redüktif yıkanması sonucu standart numuneye göre renk kuvvet değerleri grafiği..... 95

Şekil 4.45. %53 pamuk %47 poliester kumaşın pH aralığı geniş ve peroksit dayanımı olan dispers boyarmaddeler ile 130°C ve pH 10'da tek banyoda boyanması ve bazik redüktif yıkanması sonucu standart numuneye göre renk farklı değerleri grafiği..... 96
Şekil 4.46. %53 pamuk %47 poliester kumaşın pH aralığı geniş ve peroksit dayanımı olan dispers boyarmaddeler ile 130°C ve pH 4'te tek banyoda boyanması ve bazik redüktif yıkanması sonucu standart numuneye göre renk farklı değerleri grafiği..... 96
Şekil 4.47. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Yellow AC-E boyarmaddesi ile 110°C'de boyanması sonrası renk görselleri..... 97
Şekil 4.48. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Red AC-E 01 boyarmaddesi ile 110°C'de boyanması sonrası renk görselleri..... 98
Şekil 4.49. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Blue AC-E boyarmaddesi ile 110°C'de boyanması sonrası renk görselleri..... 98
Şekil 4.50. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Black CC-R boyarmaddesi ile 110°C'de boyanması sonrası renk görselleri..... 99
Şekil 4.51. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın pH aralığı geniş ve peroksit dayanımı olan dispers boyarmaddeler ile 110°C ve pH 4'te tek banyoda boyanan numunelerin standart numuneye göre renk kuvvet değerleri grafiği..... 99
Şekil 4.52. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın pH aralığı geniş ve peroksit dayanımı olan dispers boyarmaddeler ile 110°C ve pH 4'te tek banyoda boyanan numunelerin standart numuneye göre renk farkı değerleri grafiği..... 100
Şekil 4.53. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın pH aralığı geniş ve peroksit dayanımı olan dispers boyarmaddeler ile 110°C ve 130°C sıcaklıklarda, pH 4'te ve tek banyoda boyanan numunelerin renk kuvvet değerleri..... 100
Şekil 4.54. %40 pamuk %60 poliester karışımı kumaşın Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri..... 101
Şekil 4.55. %50 pamuk %50 poliester karışımı kumaşın Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri……..... 102
Şekil 4.56. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri..... 103
Şekil 4.57. %55 pamuk %45 poliester karışımı kumaşın Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri..... 103
Şekil 4.58. %60 pamuk %40 poliester karışımı kumaşın Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri..... 104
Şekil 4.59. İşletmede kullanılan Turkuaz boyarmadde ile 130°C pH 10'da tek banyoda boyanan numunelerin standart numuneye göre renk kuvvet değerleri grafiği…….. 104

Şekil 4.60. İşletmede kullanılan Turkuaz boyarmadde ile 130°C pH 4'te tek banyoda boyanan numunelerin standart numuneye göre renk kuvvet değerleri grafiği..... 105
Şekil 4.61. İşletmede kullanılan Turkuaz boyarmadde ile 130°C pH 10'da Boyanan numunelerin standart numuneye göre renk farkı değerleri grafiği…….. 105
Şekil 4.62. İşletmede kullanılan Turkuaz boyarmadde ile 130°C pH 4'te boyanan numunelerin standart numuneye göre renk farkı değerleri grafiği..... 106

## ÇİZELGELER DİZİNİ

**Sayfa**


| | | |
|---|---|---|
| Çizelge 2.1. | Dünya lif talebi..... | 2 |
| Çizelge 2.2. | Hidrojen peroksit ile bazik ortamda ağartma reçetesi örneği…. | 7 |
| Çizelge 2.3. | Önemli reaktif boyarmadde grupları..... | 20 |
| Çizelge 2.4. | Dispers/direkt boyarmaddelerle boyama işleminde kullanılan kimyasal maddeler ve görevleri..... | 27 |
| Çizelge 2.5. | Dispers/reaktif boyarmaddelerle boyama işleminde kullanılan kimyasal maddeler ve görevleri..... | 33 |
| Çizelge 2.6. | Dispers/küp boyarmaddelerle boyama işleminde kullanılan kimyasal maddeler ve görevleri..... | 37 |
| Çizelge 2.7. | Mavi skala değerleri ve anlamları..... | 50 |
| Çizelge 2.8. | Gri skala değerleri ve anlamları..... | 50 |
| Çizelge 3.1. | Çalışmada kullanılan pamuk/poliester karışımı kumaşların özellikleri..... | 52 |
| Çizelge 3.2. | Çalışmada kullanılan boyarmaddelerin özellikleri..... | 53 |
| Çizelge 3.3. | Standart boyama deney bilgileri..... | 62 |
| Çizelge 3.4. | PH 10'da yapılan boyama deney bilgileri..... | 63 |
| Çizelge 3.5. | PH 4'te yapılan boyama deney bilgileri..... | 64 |
| Çizelge 4.1. | %40 pamuk %60 poliester karışımı kumaşın Yellow AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri. | 71 |
| Çizelge 4.2. | %40 pamuk %60 poliester karışımı kumaşın Red AC-E 01 boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri. | 71 |
| Çizelge 4.3. | %40 pamuk %60 poliester karışımı kumaşın Blue AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri. | 72 |
| Çizelge 4.4. | %40 pamuk %60 poliester karışımı kumaşın Black CC-R boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri. | 73 |
| Çizelge 4.5. | %50 pamuk %50 poliester karışımı kumaşın Yellow AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri. | 73 |
| Çizelge 4.6. | %50 pamuk %50 poliester karışımı kumaşın RED AC-E 01 boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri. | 74 |
| Çizelge 4.7. | %50 pamuk %50 poliester karışımı kumaşın BLUE AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri. | 75 |
| Çizelge 4.8. | %50 pamuk %50 poliester karışımı kumaşın BLACK CC-R boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri. | 75 |
| Çizelge 4.9. | %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Yellow AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri. | 76 |
| Çizelge 4.10. | %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Red AC-E 01 boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri. | 77 |
| Çizelge 4.11. | %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Blue AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri. | 77 |
| Çizelge 4.12. | %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Black CC-R boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri. | 78 |
| Çizelge 4.13. | %55 pamuk %45 poliester karışımı kumaşın Yellow AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri. | 79 |

Çizelge 4.14. %55 pamuk %45 poliester karışımı kumaşın Red AC-E 01 boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri. 79
Çizelge 4.15. %55 pamuk %45 poliester karışımı kumaşın Blue AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri. 80
Çizelge 4.16. %55 pamuk %45 poliester karışımı kumaşın Black CC-R boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri. 81
Çizelge 4.17. %60 pamuk %40 poliester karışımı kumaşın Yellow AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri. 81
Çizelge 4.18. %60 pamuk %40 poliester karışımı kumaşın Red AC-E 01 boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri. 82
Çizelge 4.19. %60 pamuk %40 poliester karışımı kumaşın Blue AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri. 83
Çizelge 4.20. %60 pamuk %40 poliester karışımı kumaşın Black CC-R boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri. 83
Çizelge 4.21. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Yellow 4G boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri. 86
Çizelge 4.22. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Red F3BS boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri. 87
Çizelge 4.23. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Blue TFBL boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri. 88
Çizelge 4.24. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Black CE-RN boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri. 89
Çizelge 4.25. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Yellow AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyandıktan sonra bazik redüktif yıkama sonrası renk değerleri…….. 91
Çizelge 4.26. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Red AC-E 01 boyarmaddesi ile 130°C'de boyandıktan sonra bazik redüktif yıkama sonrası renk değerleri..... 92
Çizelge 4.27. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Blue AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyandıktan sonra bazik redüktif yıkama sonrası renk değerleri..... 93
Çizelge 4.28. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Black CC-R boyarmaddesi ile 130°C'de boyandıktan sonra bazik redüktif yıkama sonrası renk değerleri..... 94
Çizelge 4.29. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Yellow AC-E boyarmaddesi ile 110°C'de boyanması sonrası renk değerleri 97
Çizelge 4.30. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Red AC-E 01 boyarmaddesi ile 110°C'de boyanması sonrası renk değerleri 97
Çizelge 4.31. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Blue AC-E boyarmaddesi ile 110°C'de boyanması sonrası renk değerleri 98
Çizelge 4.32. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Black CC-R boyarmaddesi ile 110°C'de boyanması sonrası renk değerleri 99
Çizelge 4.33. %40 pamuk %60 poliester karışımı kumaşın Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri……. 101
Çizelge 4.34. %50 pamuk %50 poliester karışımı kumaşın Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri..... 102

Çizelge 4.35. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri..... 102
Çizelge 4.36. %55 pamuk %45 poliester karışımı kumaşın Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri..... 103
Çizelge 4.37. %60 pamuk %40 poliester karışımı kumaşın Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri..... 104
Çizelge 4.38. 130°C'de boyanan %40 pamuk %60 poliester karışımı kumaşların yıkama, su ve sürtme haslığı değerleri..... 107
Çizelge 4.39. 130°C'de boyanan %40 pamuk %60 poliester karışımı kumaşların asit ve alkali ter haslığı değerleri..... 108
Çizelge 4.40. 130°C'de boyanan %50 pamuk %50 poliester karışımı kumaşların yıkama, su ve sürtme haslığı değerleri..... 109
Çizelge 4.41. 130°C'de boyanan %50 pamuk %50 poliester karışımı kumaşların asit ve alkali ter haslığı değerleri..... 110
Çizelge 4.42. 130°C'de boyanan %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşların yıkama, su ve sürtme haslığı değerleri..... 111
Çizelge 4.43. 130°C'de boyanan %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşların asit ve alkali ter haslığı değerleri..... 112
Çizelge 4.44. 130°C'de boyanan %55 pamuk %45 poliester karışımı kumaşların yıkama, su ve sürtme haslığı değerleri..... 113
Çizelge 4.45. 130°C'de boyanan %55 pamuk %45 poliester karışımı kumaşların asit ve alkali ter haslığı değerleri..... 114
Çizelge 4.46. 130°C'de boyanan %60 pamuk %40 poliester karışımı kumaşların yıkama, su ve sürtme haslığı değerleri..... 115
Çizelge 4.47. 130°C'de boyanan %60 pamuk %40 poliester karışımı kumaşların asit ve alkali ter haslığı değerleri..... 116
Çizelge 4.48. 130°C'de boyanan %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşların farklı boyarmaddeler ile işlem sonucu yıkama, su ve sürtme haslığı değerleri..... 117
Çizelge 4.49. 130°C'de boyanan %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşların farklı boyarmaddeler ile işlem sonucu asit ve alkali ter haslığı değerleri..... 118
Çizelge 4.50. 130°C'de boyanan %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşların bazik redüktif yıkama sonrası yıkama, su ve sürtme haslığı değerleri..... 119
Çizelge 4.51. 130°C'de boyanan %60 pamuk %40 poliester karışımı kumaşların bazik redüktif yıkama sonrası asit ve alkali ter haslığı değerleri..... 120
Çizelge 4.52. 110°C'de boyanan %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşların yıkama, su ve sürtme haslığı değerleri..... 121
Çizelge 4.53. 110°C'de boyanan %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşların asit ve alkali ter haslığı değerleri……... 122
Çizelge 4.54. 130°C'de boyanan %40 pamuk %60 poliester karışımı kumaşların Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile işlem sonucu yıkama, su ve sürtme haslığı değerleri..... 123

Çizelge 4.55. 130°C'de boyanan %40 pamuk %60 poliester karışımı kumaşların Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile işlem sonucu asit ve alkali ter haslığı değerleri..... 123
Çizelge 4.56. 130°C'de boyanan %50 pamuk %50 poliester karışımı kumaşların Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile işlem sonucu yıkama, su ve sürtme haslığı değerleri..... 124
Çizelge 4.57. 130°C'de boyanan %50 pamuk %50 poliester karışımı kumaşların Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile işlem sonucu asit ve alkali ter haslığı değerleri..... 124
Çizelge 4.58. 130°C'de boyanan %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşların Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile işlem sonucu yıkama, su ve sürtme haslığı değerleri..... 125
Çizelge 4.59. 130°C'de boyanan %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşların Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile işlem sonucu asit ve alkali ter haslığı değerleri..... 125
Çizelge 4.60. 130°C'de boyanan %55 pamuk %45 poliester karışımı kumaşların Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile işlem sonucu yıkama, su ve sürtme haslığı değerleri..... 126
Çizelge 4.61. 130°C'de boyanan %55 pamuk %45 poliester karışımı kumaşların Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile işlem sonucu asit ve alkali ter haslığı değerleri..... 126
Çizelge 4.62. 130°C'de boyanan %60 pamuk %40 poliester karışımı kumaşların Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile işlem sonucu yıkama, su ve sürtme haslığı değerleri..... 127
Çizelge 4.63. 130°C'de boyanan %60 pamuk %40 poliester karışımı kumaşların Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile işlem sonucu asit ve alkali ter haslığı değerleri..... 127
Çizelge 4.64. 130°C'de boyanan %40 pamuk %60 poliester karışımı kumaşların ışık haslığı değerleri..... 128
Çizelge 4.65. 130°C'de boyanan %50 pamuk %50 poliester karışımı kumaşların ışık haslığı değerleri..... 128
Çizelge 4.66. 130°C'de boyanan %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşların ışık haslığı değerleri……..... 129
Çizelge 4.67. 130°C'de boyanan %55 pamuk %45 poliester karışımı kumaşların ışık haslığı değerleri..... 129
Çizelge 4.68. 130°C'de boyanan %60 pamuk %40 poliester karışımı kumaşların ışık haslığı değerleri..... 130
Çizelge 4.69. 130°C'de farklı boyarmaddeler ile boyanan %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşların ışık haslığı değerleri…….. 130
Çizelge 4.70. 130°C'de boyanan ve bazik redüktif yıkaması yapılan %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşların ışık haslığı değerleri..... 131
Çizelge 4.71. 110°C'de boyanan %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşların ışık haslığı değerleri..... 131
Çizelge 4.72. 130°C'de Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile boyanan karışım kumaşların ışık haslığı değerleri..... 132

# 1. GİRİŞ

Günümüzde insan ihtiyaçlarının farklılaşması, sentetik liflere doğal liflerin özelliklerinin kazandırılması ve hatta diğer iyileştirmeler nedeniyle sentetik liflerin kullanımında önemli bir artış vardır (Doğru, 2013). Sentetik lif karışımları arasında en önemli yeri alan pamuk/poliester karışımına sıklıkla rastlıyoruz. Bu sayede hem pamuğun hem de poliesterin avantajları aynı üründe görülebilmektedir (Topalbekiroğlu ve diğ., 2007).

Poliester liflerinin ağartılmasına çok gerek duyulmamaktadır. Ancak poliestere uygulanan ön işlemler, boyamada oligomer problemlerini azaltmak için faydalıdır. Öte yandan pamuk, doğal bir elyaf olduğu için birçok yabancı madde içerir. Bu yüzden pamuğun hidrofilleştirilmesi ve ağartılması, kolay boyanabilme ve parlaklık özellikleri sağlar. Poliesterin dispers boyalarla boyanması veya pamuğun çeşitli boya sınıflarıyla boyanması konusunda çok sayıda çalışma varken, harman-karışım boyama konusunda yeterli kaynak bulunmamaktadır. Çünkü boyama sürecini etkileyen faktörlerin sayısı önemli ölçüde arttığından ve problem daha karmaşık hale geldiğinden bu hiç de şaşırtıcı değildir (Aniş ve Eren, 2003).

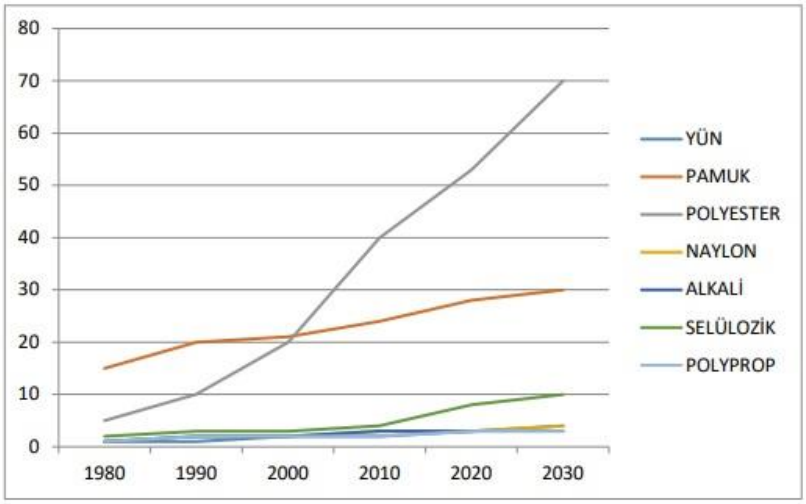
Poliester (PES) boya banyosunda pamuk (CO) ağartma işlemi için gerekli sıcaklık sağlanmakla birlikte, alkalite olmadığından ve birçok dispers boyanın peroksite karşı hassasiyeti olduğundan yapılması normal olarak mümkün değildir. Bu çalışmada peroksiti asidik ortamda aktive ederek, pamuk/poliester (CO/PES) boyamada uzun işlem süresini kısaltmaya yönelik uygulama prosesi üzerinde çalışılmıştır.

## 2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

### 2.1. Pamuk/Poliester

Dünya pazarına bakıldığında sentetik bir lif olan poliester ve doğal bir lif olan pamuğun baskın konumda olduğu görülmektedir. 2014 yılı itibariyle dünya lif üretiminin %63'ü sentetik lifler olup, bunun %82'lik bölümünü poliester lifleri oluşturmaktadır. Pamuk ikinci en önemli lif olup, tüm lifler içerisinde %29'luk bir orana sahiptir. Poliestere olan talep son yıllarda katlanarak artmaktadır. 2025 yılına gelindiğinde ise, pamuk lifi üretimi sabit kalırken, artan lif talebini karşılamak adına poliester lif üretiminin artacağı ve pamuk üretiminden 3 kat daha fazla olacağı öngörülmektedir (Eser ve diğ., 2016).

**Çizelge 2.1.** Dünya lif talebi (milyon ton) (Anonim, 2015).




Görüleceği üzere sentetik liflere ve bunların karışımlarına bakıldığında en çok kullanılan lifin poliester olduğu ifade edilebilir. Bundan dolayı poliester lifinin gelişimi ile ilgili pek çok çalışmalara rastlanmaktadır. Genel olarak terbiye prosesine bakıldığında, bu çalışmalar ağırlıklı olarak liflerin boyanabilme özellikleri ile ilgilidir. Poliester elyafın birçok özelliği, sentetik elyafın özelliğine benzediğinden, boyarmaddelere kimyasal bir biçimde bağlanabilecek uçlara sahip değildir. Bundan dolayı kimyasal olarak selüloz liflerinde olduğu gibi reaksiyonlar meydana gelmez (Balcı, 2010).

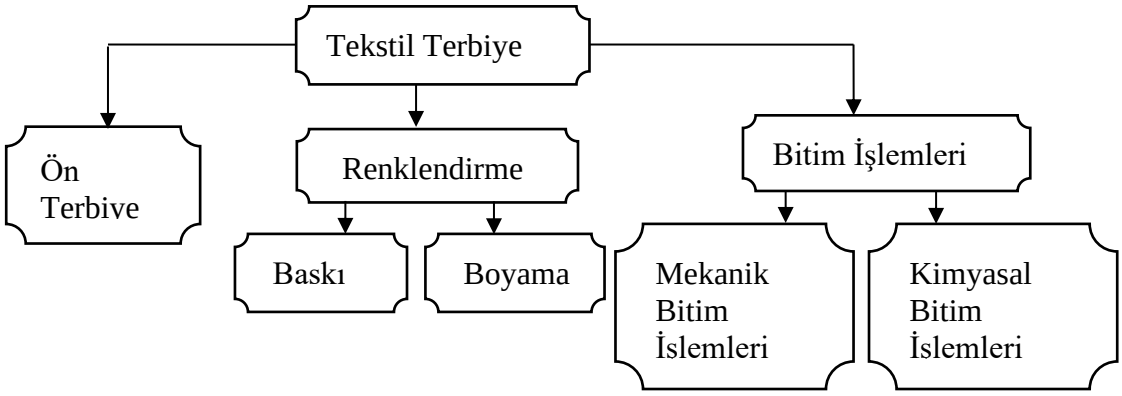
Pamuğun endüstride yaygın bir kullanım alanı mevcuttur. Pamuk lifinin bazı fiziksel özellikleri uzama, incelik, uzunluk ve mukavemettir. Ayrıca kıvrımların sayısı ile olgunluğu dikkate değer özelliklerdir. Sunduğu rahatlık, kolayca boyama ile yıkama kolaylığı gibi özellikler, pamuk elyafın giyim sektöründe yaygın bir alanda kullanılmasına olanak sağlamıştır. Kullanımı giyim ile sınırlı kalmamış, nevresim, döşemelik kumaş, perdelik kumaş ve havlu gibi geniş bir ürün yelpazesine yayılmıştır. Poliester elyafı, tekstil endüstrisinde farklı alanlarda giyim uygulamalarında kullanılmak üzere pamukla karıştırılmıştır. Karışım olmadan bile, poliester elyafının endüstriyel pazarlarda kullanım alanı vardır. Mukavemet ve aşınma direnci gibi özelliklerin mükemmel bir kombinasyonuna sahiptir. Özellikle poliester elyafların elastikiyeti kumaşın elastikiyeti üzerinde dikkate değer bir etki sağlar. Poliester elyafının nem emiciliği düşük, erime noktası yüksektir. Mukavemeti, kuruma özelliği ve elastikiyetinden dolayı pamuk karışımlarının kullanılabilirlik özelliklerini büyük ölçüde geliştirmiştir ve bu nedenle pamuk/poliester karışımları yaygın olarak kullanılmaktadır (Topalbekiroğlu ve diğ., 2007).

Yüksek öneme sahip olan pamuk/poliester karışımlarda, poliester kısım dayanıklılık, aşınmaya karşı direnç ve boyutsal stabilite kazandırırken, pamuk kısım ise boncuklanmayı azaltır, hidrofilite sağlar ve kullanımı rahattır. Pamuk/poliester karışımları için yaygın olarak bilinen oranlar %65-35 ve %50-50'dir (Aspland, 1993).

Pamuk/poliester harman-karışım ürünlerinin iplikleri dikiş ipliği olarak da kullanılmaktadır. Örme kumaşları tişört ve elbise, dokuma kumaşları ise çarşaflık, iş elbisesi, gömleklik, dış giyim olarak kullanılır (Shore, 1998).

## 2.2. Terbiye İşlemleri

Terbiye süreci, müşterinin ihtiyaçlarına göre oluşturulan süreçlerin bir kombinasyonudur. Terbiye işlemi bir diziden bağımsız olarak farklı bir amaç için gerçekleştirilir (Türkiye Tekstil Terbiye Sanayicileri Derneği, 2002).




**Şekil 2.1.** Terbiye işlemleri

Ham bir tekstil ürününün boyama, baskı ve terbiye işlemlerine hazır hale getirilmesi işlemine ön terbiye denir. Ön terbiye uygulamasından sonra boyama, baskı ve apre gibi terbiye işlemleri gelir. Ham tekstil ürünün ileriki adımlarda karşılaşacağı terbiye işlemine hazır hale getirmek ön terbiyenin amacıdır. Ön terbiye tam ve doğru yapılmazsa, renklendirmeden sonra hata olarak karşımıza çıkacaktır. Terbiye işleminde hata olmaması için ön terbiyeye özel dikkat gösterilmelidir. Çünkü terbiye sırasında oluşan hataların %70'i ön terbiyeden kaynaklanan hatalardır (Şenocak ve diğ., 2010).

### 2.3. Ağartma

Tekstil terbiyesinde ağartma işlemi önemli bir prosestir. Genellikle pamuklu kumaşlara uygulanmaktadır. Pamuk ham halde hafif sarıdır. Bu renk yapısı doğal pigmentlerden, yağlardan ve mumlardan kaynaklanmaktadır. Ağartma işleminin amacı bu renk yapısını bozundurarak liflere beyazlık sağlamaktır (Şenocak ve diğ., 2010).

Ürünler koyu renkte boyanması gerekiyorsa ağartma daha ılımlı yapılabilir. Materyal pastel renklerle boyanacaksa veya sonrasında baskı prosesi uygulanacaksa ağartma gerekli bir aşamadır. Bazı proseslerde koyu renkler için dahi ağartma işlemi gerekebilir. Fakat tam anlamıyla beyazlatma değildir. Dokuma, örme kumaş veya iplik gibi tüm formlarda ağartma işlemi gerçekleştirilebilir (Türkiye Tekstil Terbiye Sanayicileri Derneği, 2002).

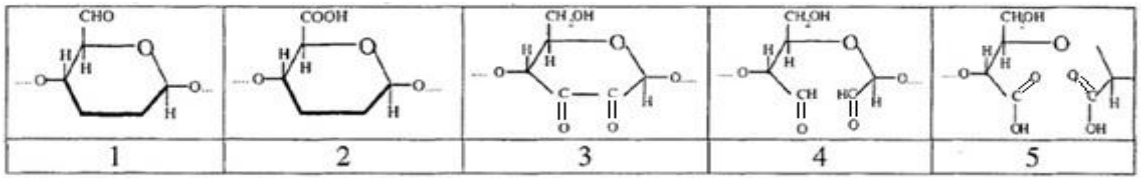
Pamuk lifleri için en sık kullanılan ağartma maddeleri oksidatif ağartma maddeleridir. En sık kullanılan ağartma maddesi ise hidrojen peroksittir ($H_2O_2$) (Altay, 2021).

### 2.3.1. Hidrojen Peroksit ile Ağartma

Pamuklu tekstillerin beyazlatılmasında en sık kullanılan oksitleyici madde olan hidrojen peroksit, tüm liflerin %85'inden fazlasını beyazlatır. Hidrojen peroksit diğer ağartma maddeleri arasında en düşük redox potansiyeline sahiptir. Bunun sonucu olarak da geniş bir ranj içerisindeki koşullar ve makinalarla çok çeşitli kumaşlara uygulanabilir (Aniş, 2005).

Hidrojen peroksit ile ağartma sayesinde herhangi bir tehlikeli atık oluşmaz ve kumaşta mukavemet kaybı veya sonradan sararma olmaz. Soğuk işlem ve sıcak işlem olmak üzere iki şekilde uygulanabilir. Beyazlatma prosesi asidik ya da alkali ortamlarda yapılabilir. Fakat alkali ağartma daha yaygın olarak kullanılmaktadır (Dursun, 2011).

Bazik ortamda yapılan bir ağartmada, primer ve sekonder hidroksil grupları; aldehit, keton ve karboksilik asite yükselgenir. Hidrojen peroksit ağartmasında aldehit ve karboksil grupları çok az miktarda bulunur. Böylece pH 9.5'de $H_2O_2$ bir ketoselüloz üretir. $H_2O_2$ ile okside edilmiş keto grupları aktif değildir ve bunun sonucu olarak sararmaya ve rengin geri dönüşüne sebep olmazlar (Aniş, 2005).




**Şekil 2.2.** Bazik ortamda gerçekleşen ağartma reaksiyonu (Akdoğan ve Kaya, 2002).

Bazı etkiler, pamuğun hidrojen peroksit ile reaksiyonunu katalize eder. Bu etkiler; konsantrasyon, alkalite ve reaksiyon süresidir. Bunların en önemlisi ortamdaki alkalilik ve peroksitin parçalanmasında rol oynayan metallerdir. Bakır (Cu) ve demir (Fe) bu metallerin en önemlileridir (Akdoğan ve Kaya, 2002)

**Hidrojen Peroksitin Dekompozisyonu**

$H_2O_2 \rightarrow 1/2\ O_2 + H_2O$

Bu dekompozisyonun aktivasyon enerjisi yüksektir (50 Kcal/mol). Bununla beraber, dekompozisyon ağır metaller tarafından kolaylıkla katalizlenebilir ve materyalleri kolayca okside edebilir.

$H_2O_2 + HO_2^- \rightarrow H_2O + OH^- + O_2$

$HOO^- \rightarrow OH^- + 1/2\ O_2$

Bu şekilde parçalanan $H_2O_2$ ağartmaya katılmadığından bir kayıptır. Ne moleküler oksijen ne de singlet oksijen hidrojen peroksitin aktif oksijeni değildir. Ağartma etkisinin gösterilmiş olan pH bağımlılığı hidrojen peroksitin bozulma hızının seyrini hatırlatır. Bu bozulmanın radikal-zincir reaksiyonundan geçtiği kabul edilir ve temperatürün artışıyla bunun prosese yardımı artar. Radikal reaksiyonu az bir miktar katalist tarafından başlatılabilir (Aniş, 2005).

$H_2O_2 + Fe^{+2} \rightarrow \bullet OH + OH^- + Fe^{+3}$

$OOH^- + Fe^{+3} \rightarrow \bullet OOH + Fe^{+2}$

$H_2O_2 + OH^- \leftrightarrow OOH^- + H_2O$

$\bullet OOH \rightarrow H^+ + \bullet O_2^-$

$H_2O_2 + OOH^- \leftrightarrow \bullet OH + H_2O + \bullet O_2^-$

$\bullet OH + \bullet O_2^- \rightarrow OH^- + O_2$

$H_2O_2$ ve $OOH^-$ iyonu arasındaki reaksiyon hidroksil radikalini, süperoksit radikalini ve suyu meydana getirir. Hidroksil radikali ve süperoksit radikali arasındaki reaksiyondan oksijen açığa çıkar. Böylece radikalik olmayan bir reaksiyonda hidroperoksit anyonunun bir molü tarafından hidrojen peroksitin bir molü dekompoze edilir (Aniş, 2005).

Bu radikallerin oluşmasında metallerin katalitik bir etkisi vardır. Kontrolsüz •OH oluşumunun neden olduğu katalitik hasarın önlenmesi, esas olarak katalizörleri nötralize eden kompleksleştirici ajanların (stabilizörler) kullanılmasıyla sağlanır. Kompleks oluşturucu/iyon tutucu maddeler (EDTA, NTA, DTPA, fosfonatlar, glukonatlar, ve

poliakrilatlar), Mg tuzları ($MgSO_4$ veya $MgCl_2$) ve sodyum silikat yaygın bir şekilde stabilizatör olarak kullanılmaktadır (Türkiye Tekstil Terbiye Sanayicileri Derneği, 2002).

**Çizelge 2.2.** Hidrojen peroksit ile bazik ortamda ağartma reçetesi örneği (Şenocak ve diğ., 2010).

| | |
|---|---|
| Flotte (banyo) oranı | 1:10 |
| Islatıcı | 1 g/l |
| Sodyum Hidroksit | 2 g/l |
| Peroksit stabilizatörü (Sodyum Silikat) | 3 ml/l |
| Hidrojen Peroksit | 6 ml/l |
| Sıcaklık / Süre | 90°C / 60 dk. |

### 2.3.2. Sodyum Hipoklorit (NaClO) ile Ağartma

Bu kimyasaldaki ağartma maddesi hipokloritteki aktif klordur. Bu ağartma işleminde dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, banyodaki klor miktarını ağartılacak kumaş miktarına eşit tutarak işlem boyunca kontrol altında tutmak ve banyodaki aktif klor biter bitmez prosesi durdurmaktır. İşlem durdurulmazsa selülozun yapısında bozulmalar başlar. Sodyum hipoklorit ile ağartma işlemi 18 ile 20°C'lerde gerçekleşmelidir. Optimum ağartma ortamı 9.5 ile 11 pH arasında sağlanır (Şenocak ve diğ., 2010). Avrupa'da hipoklorit kullanımı, örme kumaşların bazı özel durumları ve ekolojik nedenlerle yüksek derecede beyazlığın gerekli olduğu durumlarla sınırlıdır. Aslında, Sodyum hipoklorit ile ağartma, AOX olarak bilinen organik halojen bileşikleri oluşturan bir yan reaksiyona yol açabilir (Türkiye Tekstil Terbiye Sanayicileri Derneği, 2002).

### 2.3.3. Sodyum Klorit ($NaClO_2$) ile Ağartma

Ağartma, sıcak olarak ve pH 3-5 aralığında asidik bir ortamda gerçekleştirilir. Klorlu ağartma iyi bir beyazlık sağlar, ancak iyi bir temizlik sağlamaz. Ağartmanın pamuk liflerindeki mum ve yağlar üzerinde fazla bir etkisi yoktur. Lifler hala daha dolgun ve yumuşaktır. Temel işlemlerden sonra uygulanırsa beyazlatma daha etkili olabilir (Şenocak ve diğ., 2010).

Atık suda AOX oluşumunu sodyum klorit ağartması da etkiler. Ancak klorit ağartma esnasında meydana gelen AOX değeri, sodyum hipoklorittekinden oldukça azdır. Yapılan araştırmalarda meydana gelen AOX yükü, sodyum klorite bağlı olarak değil, pamuğun üzerindeki safsızlık miktarı arttıkça artmaktadır. Sodyum kloritin kullanımı, toksik olduğundan ve korozyon riski oluşturduğundan özel dikkat gerektirir. Sodyum klorit ile ağartma yapılırken havaya klor dioksit salınması da mümkündür (Türkiye Tekstil Terbiye Sanayicileri Derneği, 2002; Aniş, 2005).

### 2.4. Pamuk/Poliester Karışımlarının Ön Terbiyesi

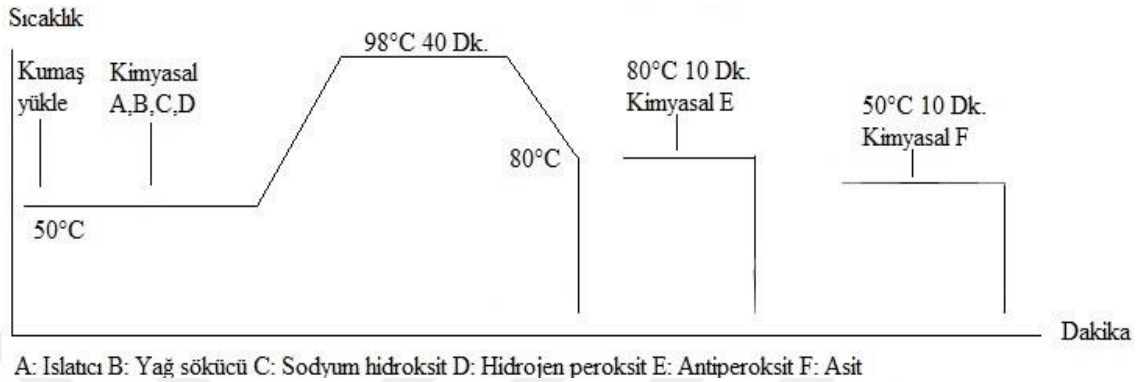
Pamuk/poliester karışımlarda, ham haldeki pamuğu boyaya hazır duruma getirmek için gerçekleştirilen ön terbiye işlemine, poliesterin oldukça dayanıklı olması çok önemli bir avantajdır. Özellikle kontinü yöntemlerde pamuk/poliester karışımının ön terbiyesi, başarılı bir boyama gerçekleşmesi için son derece önemlidir. Meydana gelebilecek herhangi bir lekelenme ya da düzgünsüzlük genelde ön terbiye işleminin iyi yapılmamış olmasından kaynaklanmaktadır. Çünkü bu lekelenme ve düzgünsüzlüklerin %70'i ön terbiyede uzaklaştırılmayan safsızlıkların, ürünün içine nüfuz etmesinden kaynaklanır.

Pamuk/poliester karışımlarına ön işlem uygulanırken kullanılan haşıl maddesi doğru tanımlanıp etkin bir şekilde uzaklaştırılmalıdır. Suda çözünen haşıl maddesi için nötr pH'da yıkamanın yeterli olduğu düşünülür fakat hidrofilleşme yapmadan önce enzimatik olarak haşıl sökme işlemi haşılın tamamen çıkarılması için faydalı olacaktır.

Pamuğa haşıl sökme, hidrofilleştirme, hidrojen peroksit ile ağartma ve merserizasyon işlemleri yapılarak gerekli olan ön terbiye işlemi gerçekleşmiş olur. Pek çok pamuk/poliester karışımları sodyum karbonat ve anyonik deterjan yardımı ile 70-80 °C'da hidrofilleştirilebilir (Aniş ve Eren, 2003).

Pamuk/poliester karışımlarda pamuk kısmı poliester kısma göre daha sarımtıraktır. Pamuk/poliester karışımı kumaşların ağartılmasında sodyum klorit ve sodyum hipoklorit, ekolojik nedenlerle günümüzde kullanılmamaktadır. Bunların yerine hidrojen peroksit kullanılmaktadır. Alkali ortam poliester ürüne zarar verdiğinden sodyum hidroksit

(NaOH) konsantrasyonuna dikkat edilmesi gerekmektedir (Şenocak ve diğ., 2010). Pamuklu mamullerin ağartma aşamasında en sık kullanılan ve bilinen metot hidrojen peroksit ağartma metodudur (Kumbasar ve diğ., 2011).




**Şekil 2.3.** Pamuk/poliester karışımı kumaşın hidrojen peroksit kullanılarak yapılan ön terbiye işlem grafiği

Soğuk pad-batch metodu hidrojen peroksit ağartması için elverişli ve ekonomik bir yöntemdir. Ağartma işlemini takiben soğuk merserizasyon uygulanırsa boyutsal stabilite, parlaklık, renk verimi ve absorbans gibi özellikleri arttırır. Karışımda pamuk değilde modal veya viskon elyaf kullanıldığında merserizasyon işlemi uygulanmaz. Pamuk/poliester karışımları ram makinesinden geçirilerek boyutsal stabilite, pilling ve buruşmazlık özelliklerinde iyileşme gerçekleşir.

Ram makinesinden geçirilme işlemi boyama işlemi yapılmadan veya yapıldıktan sonra genel olarak 180-200°C'da yapılmaktadır. Boyama prosesi jet makinelerde halat yönteminde uygulanacaksa fiksenin boyama prosesinden önce uygulanması önemlidir. Çünkü kırışıklığı azaltmasıyla birlikte poliesterin önceden gördüğü termal şartlardan kaynaklanan farklılıklar yüzünden meydana gelebilecek düzgünsüz boyama riskini de en aza indirir. Bunun da nedeni termik şartlardan kaynaklanan farklılıklar çektirme yöntemine göre yapılan boyamalarda belirli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır.

Fikse boyamadan önce yapılıyorsa kumaş içerisinde bir safsızlık kalmamalıdır. Kalabilecek herhangi bir safsızlık fikse sırasında life daha sağlam tutunur ve daha sonraki işlemlerde uzaklaştırılması güçleşir. Fikse işlemi boyamadan sonra yapılırsa halat şeklinde boyamadan gelen kırışıklıklar giderilir ve pamuk/poliester mamul son eninde sabitlenir (Aniş ve Eren, 2003).

Kesikli elyaf ile çalışılması durumunda pamuk/poliesterin mamulün iki yüzeyinin de yakılmasına dikkat edilmelidir fakat bu işlem boyama işleminin akabinde uygulanmalıdır. Makaslama ise başka bir yöntemdir (Shore, 1998).

## 2.5. Aktif Ağartma Sistemleri

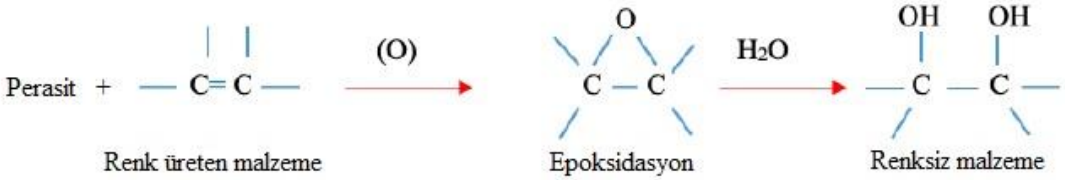
Ağartma, pamuk liflerinin ön terbiyesi için gerekli olan bir işlemdir. Bu yüzden kısa işlem süresi, düşük sıcaklık ve daha düşük kimyasal konsantrasyon gibi şartlar pamuk için yeni ve daha sürdürülebilir ağartma sistemleri geliştirmeye yönelik artan bir talep oluşturur. Endüstri ve akademik topluluklar, endüstriyel pamuk ağartma için kapsamlı araştırmalar yürütmüştür. Ağartma işlemi süresi kısaltılarak enerji tüketimi azaltılır ve daha fazla kumaş işleme kapasitesi arttırılır.

Araştırmacılar yirmi birinci yüzyılın başından beri geleneksel peroksit ağartmanın neden olduğu sorunları en aza indirmek için tekstil endüstrisinde aktifleştirilmiş peroksit sistemlerine odaklanmışlardır. Aktif ağartma sistemleri oksidasyon oranlarını artırarak daha verimli ağartma sağlamaktadır.

### 2.5.1. Perasit ile Ağartma

Perasetik asit (PAA), peroksikarboksilik asit, peroksiasetik asit veya perasit olarak da bilinmektedir. En çok kullanım alanı tekstil endüstrisidir. Ayrıca enerji tasarrufu sağlayan ve çevre dostu ağartma sistemleri için araştırılmıştır. Perasitler, hidrojen peroksitten daha güçlü oksitleyici ajan oldukları için düşük sıcaklıkta üstün ağartma özelliklerine sahiptir. Hafif koşullarda güvenli ve etkili ağartma maddesidirler (Altay, 2021).

PAA, asetik aside ve oksijene ayrıştığı için çevresel açıdan güvenlidir. Endüstriyel bir kimyasal olarak PAA kolayca temin edilebilir ve mevcut proseslere güvenle dahil edilebilir. PAA doğrudan ağartma banyosunda üretilebilir. PAA'nın ağartma etkisi Şekil 2.4'de gösterildiği gibi istenmeyen renkli bileşiklerdeki çift bağ epoksidasyonunun bir sonucu olarak meydana gelmektedir. Bu işlem ile düşük sıcaklıkta daha az elyaf hasarı ve daha yüksek beyazlık elde edilmektedir (İbrahim ve diğ., 2010).



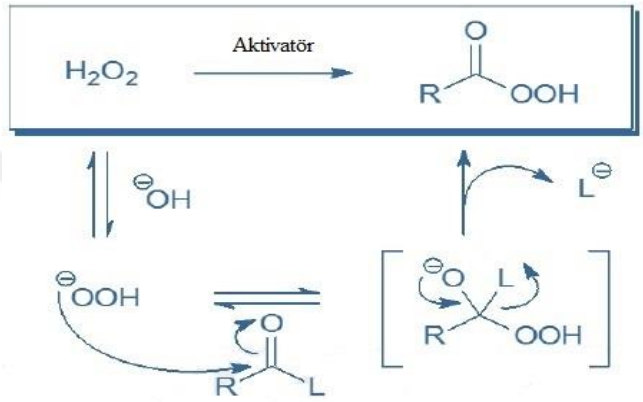

**Şekil 2.4.** Perasit ile çift bağların epoksidasyonu (İbrahim ve diğ., 2010).

PAA, %5, %15 ve %40'lık solüsyonlarda tekstil ağartma prosesleri için ticari olarak temin edilebilir. PAA, klor dioksite kıyasla toksik değildir ancak yüksek konsantrasyonlu çözeltiler patlayıcıdır. Asit uçucu olduğundan ve keskin, tahriş edici bir kokuya sahip olduğundan kullanımı zordur. Depolama sırasında PAA çözeltileri bir noktaya kadar ayrışmaktadır bunu engellemek için çözeltiye stabilizatör eklenebilir. Depolama için saklama kabı, ürün miktarı ve nakliye yöntemi gibi etkenler çok önemli rol oynamaktadır (Altay, 2021).

PAA, bir denge reaksiyonunda sülfürik asit gibi güçlü bir mineral asit kullanılarak hidrojen peroksit ve buzlu asetik asitten üretilebilir. Alternatif olarak kostik soda veya EDTA gibi katalizör kullanılarak oda sıcaklığında hidrojen peroksit ve asetik anhidritten üretilebilir. PAA'yı yerinde üretmek için aktivatörler kullanılabilir. Bu durum hidrojen peroksitin oksidasyon aktivitesinin artmasını dolayısıyla ağartma performansının iyileşmesini sağlar ayrıca enerji maliyeti, elyaf hasarı ve işlem süresinin azalmasına neden olur. Katyonik N-4-trietilamonyometil-benzoil kaprolaktam klorür (TBLC), anyonik nonanoiloksibenzen sülfonat (NOBS) ve iyonik olmayan tetraasetiletilendiamin (TAED) gibi ağartıcı aktivatörler düşük sıcaklık ve düşük sürede ağartmaya izin veren perasitler oluşturarak enerji tasarrufu ve daha az lif hasarı sağlarlar (Altay, 2021).

### 2.5.2. Ağartma Aktivatörleri

O veya N bağlı asetil gruplarına sahip organik perasit öncüleridirler. Oksidasyon oranını arttırmak için hidrojen peroksit çözeltisinde perasit üretirler. Oluşan perasitler, hidrojen peroksitten daha kinetik olarak aktif ağartma maddeleridir ve düşük sıcaklıkta ağartmada önemli bir rol oynar. Üretilen perasit oksidasyon hızını arttırır ve sonuç olarak ağartma sıcaklığını düşürür (Altay, 2021).

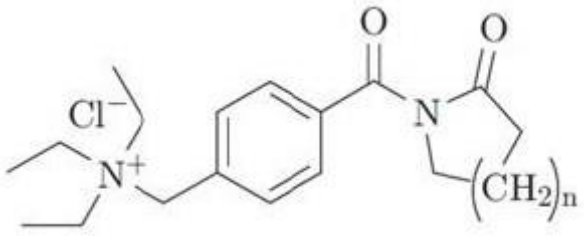



**Şekil 2.5.** Perasit oluşturmak için ağartıcı aktivatörünün hidrojen peroksit ile reaksiyonu (Altay ve diğ., 2019).

Nonanoilbenzensülfonik asidin (NOBS) sodyum tuzu ve tetraasetiletilendiamin (TAED) yaygın olarak kullanılan iki aktivatördür. Renklendirici kirleticilerin çıkarılması için çamaşır deterjanı formülasyonlarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Altay, 2021).

### Katyonik Ağartma Aktivatörleri

N-4-trietilamonyometil benzoil laktam klorürler (TBLC'ler) ve aromatik benzoil klorürden (aromatik asit klorür) oluşan aktivatörler, endüstriyel pamuk ağartma için umut verici bir katyonik ağartma maddesi aktivatörleri sınıfıdır. İlk olarak 1990'lı yılların ortalarında çamaşır ve bulaşık yıkama deterjanlarına dahil edilmek üzere geliştirilmiştir.




**Şekil 2.6.** Aromatik bazlı katyonik ağartıcı aktivatörü (n=1-5) (Xu ve diğ., 2011).

TBLC'ler diğer ağartıcı aktivatörler gibi aynı peroksidi aktive etme mekanizmasına sahiptirler. Bununla birlikte, anyonik ağartma aktivatörlerinden farklı olarak, TBLC'ler en az bir katyonik gruba sahiptir ve suda yüksek çözünürlük ve selülozik lifler gibi sulu çözeltilerdeki negatif yüklü malzemelere doğal afinite sağlarlar (Altay, 2021).

### 2.5.3. Ağartma Prosesindeki Stabilizatör Etkisi

Hidrojen peroksit, pamuk elyafının sarımsı renge sahip olmasını sağlayan pigmentlerin bozularak parçalanmasını sağlar. Sisteme stabilizatör ilavesiyle birlikte hidrojen peroksit parçalanmasının azaltılması, oksijen çıkış hızının ayarlanması ve aksiyon sonlanmadan hidrojen peroksidin parçalanıp yok olması engellenmiş olur. Stabilizatör ilavesi gerçekleşmezse elyaf zarar görebilir ve dayanımının düşmesine neden olabilir. Elyaf zararını engellemek için kullanılan stabilizatörün cinsi ve miktarı, sıcaklık, pH ve ağartma süresine özen gösterilmelidir (Soydaş, 2016; İlter, 2015).

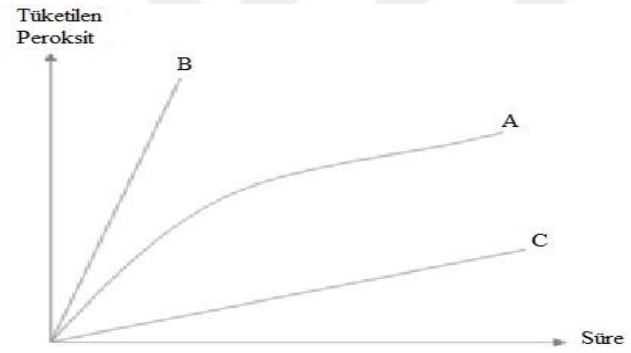
Hidrojen peroksidin parçalanma ürünlerinin ağartmaya katkısı olmayacağından dolayı etkili bir beyazlatma için hidrojen peroksidi stabil hâlde tutmak gerekir. Stabilizatör olarak karboksilatlar, akrilat esaslı ürünler, fosfonatlar ya da alkil aminasetat gibi ürünler kullanılmaktadır (Şenocak ve diğ., 2010; İlter, 2015).

Hidrojen peroksit ağartma sırasında meydana gelen ayrışma reaksiyonları sonucunda sadece su ve oksijen açığa çıkmaktadır. Bununla birlikte, çevresel açıdan bakıldığında, stabilizatörlerin kullanımıyla ilgili sorunlar dikkate alınmalıdır. Bu ürünler, biyolojik olarak zayıf şekilde parçalanabilen ve atık su arıtma sistemlerinden bozulmadan geçebilen EDTA ve DTPA gibi maddeler içerebilir. Daha da önemlisi, metallerle oldukça

kararlı kompleks oluşturma yeteneğidir. Çünkü atık sudaki ağır metalleri mobilize edebilir ve karışımı suya bırakabilir. Son yıllarda çeşitli organik stabilizatörler üretilmiştir fakat oldukça maliyetlidirler. Bu sebeple günümüzde dahi stabilizatör adına sodyum silikat yani cam suyunun yaygın bir kullanımı vardır (Koban, 2006).

**Hidrojen Peroksit Stabilizasyonu**

Yüksek sıcaklık ile yüksek pH, $H_2O_2$ bozunmasına ve ayrıca ağır metal iyonları aracılığıyla katalizlenen elyaf bozulmasına sebep olmaktadır. $H_2O_2$ flotteleri için üretilen stabilizatörler bu etkilere engel olur. En uygun $H_2O_2$ ağartma işlemi yalnızca doğru ayarlanmış stabilizatör, alkali ve $H_2O_2$ içeriğinin yanı sıra zaman ve sıcaklık uygunluğu ile elde edilir. Uygun bir hidrojen peroksit tüketim eğrisi şekil 2.7'de görüldüğü gibi A eğrisini izlemelidir.




**Şekil 2.7.** Hidrojen peroksit tüketim eğrisi (Aniş, 2005).

Uygun kullanım olan A eğrisi optimum stabilizatör ve alkali kullanımı ile elde edilir. Yetersiz stabilizatör ve fazla alkali kullanıldığında B eğrisi izlenime sebep olur. Düşük alkali veya fazla stabilizasyon ile C eğrisi elde edilmektedir. Bazı yönden stabilizatörler bir tampon görevi görecek biçimde hareket ederler. Tampon göreviyle pH'ın çok fazla artmamasına yardımcı olur. Farklı etkileri ise özellikle Cr, Cu, Fe, Mn gibi ağır metaller ve bunların tuzları ile kompleks yapabilme özelliğine sahip olmalarıdır.

## 2.6. Pamuk/Poliester Karışımlarının Boyanmasında Kullanılan Boyarmaddeler

Pamuk/poliester elyaf karışımlarının tekstil endüstrisindeki önemi, pamuk elyafının hoş tutumu ile poliester elyafın üstün teknik özelliklerinin birleşimine izin vermeleri nedeniyle artmaktadır. Elyaf karışımlarını boyamak, aynı elyaftan tek bir elyafı boyamaya kıyasla daima uzun ve karışık bir yöntemdir. Elyaf karışımlarını boyama işlemi için aşağıdaki metotlar kullanılmaktadır:

- Her ikiside aynı renkte boyanması veya iki farklı koyuluk derecesi için aynı boyanın kullanılması.
- Bir elyafın boyayı absorbe etmeyerek diğer elyafın boyanması.
- Farklı elyafların farklı renk tonları için boyanması.

Bazen aynı renkteki karışımları boyarken farklı elyaflar için aynı boyayı kullanmak mümkündür. Farklı sınıf boyaların kullanılması gerekiyorsa, sadece bir elyafa afinitesi olup, diğer elyafa karşı afinitesi olmayan boyalar seçilip kullanılırsa, boyama prosesinin kontrolünü sağlamak oldukça kolaydır. Doğrusu bu nadir bir durumdur ve bu karışımların boyama işlemi karışık bir metot olmaya devam etmektedir. Pamuk/poliester karışımlarının boyanmasında pamuk kısmı direkt, küp ve reaktif boyarmaddeler ile boyanmaktadır. Poliester kısmı için ise dispers boyarmaddeler kullanılmaktadır. Dispers boyalar pamuk elyafını azda olsa kirlettiklerinden sonraki yıkama işlemi veya indirgen ard-işlem ile bu kirlilik kolaylıkla uzaklaştırılmaktadır. Pamuk için kullanılan boyarmaddelerin geneli poliester elyafını az kirletmekte veya hiç kirletmemektedir (Türkiye Tekstil Terbiye Sanayicileri Derneği, 2002).

### 2.6.1. Direkt Boyarmaddeler

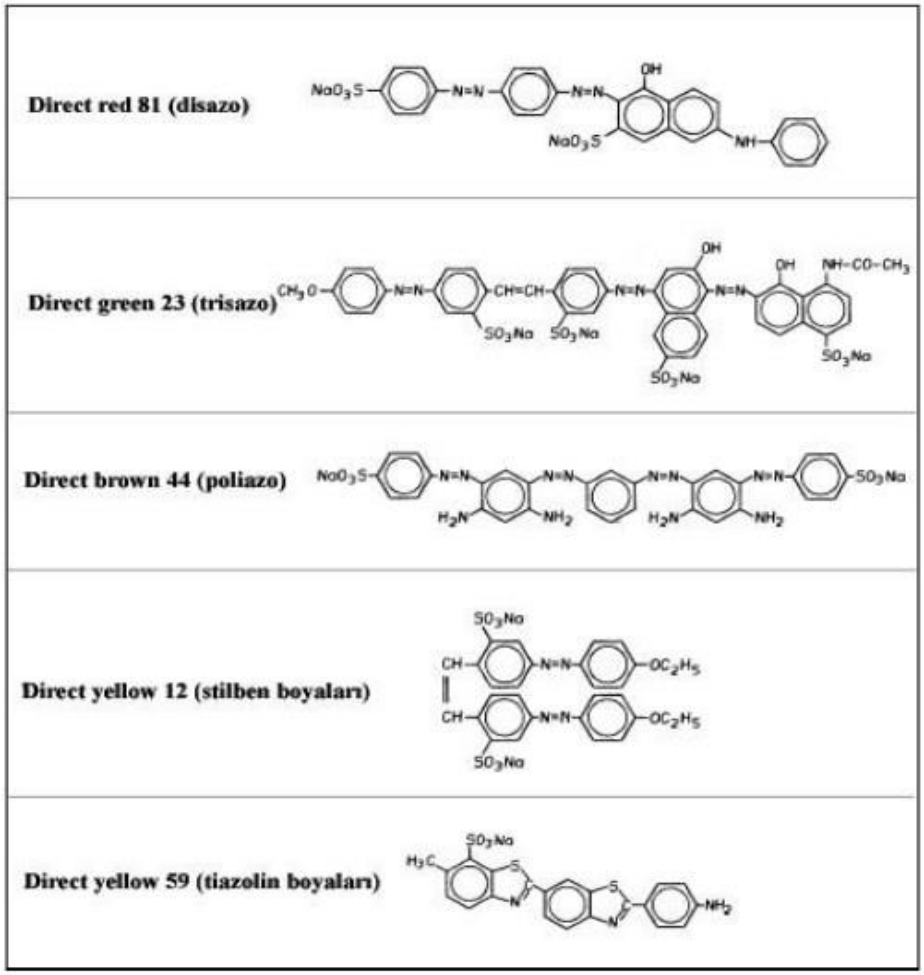
Pamuk, keten, viskoz, jüt, poliamid ve ipek elyaflarının boyanmasında kullanılan boyarmaddelerdir. Suda rahatlıkla çözünürler ve renkli anyon verirler (Türkiye Tekstil Terbiye Sanayicileri Derneği, 2002; Aspland, 1993).

Boya sınıfları arasında en ekonomik olanlardan biridir. Çeşitli elyaflara (pamuk, yün, ipek, poliamid vb.) fiziksel olarak yakınlığı olan kompleks sülfonik asitlerin tuzlarıdır. Sabit boyama, normal olarak ya glauber tuzu ya da sodyum klorür ilavesiyle, kaynama

noktasında ya da yakınında, hafif alkali ya da nötr bir boya banyosu içinde gerçekleştirilir (Bogoeva-Gaceva ve diğ., 2008).

En karakteristik özelliklerinden biri uygulamalarının kolay olmasıdır. Haslıkları genel olarak orta ve düşüktür. Parlak renkler için uygun değillerdir. Bu boyarmaddenin penetrasyonunda bir sıkıntı olması durumunda %1 anyonik ıslatıcı ilave edilebilir. Fotosenteze engel olarak ekolojik dengesizliğe neden olur (Shore, 1998; Bogoeva-Gaceva ve diğ., 2008).

Direkt boyalarla boyama işlemi sürekli (fular-buhar) veya çektirme (jigger, haspel, ower flow, jet) yöntemi ile gerçekleştirilebilir (Kaya, 1991).

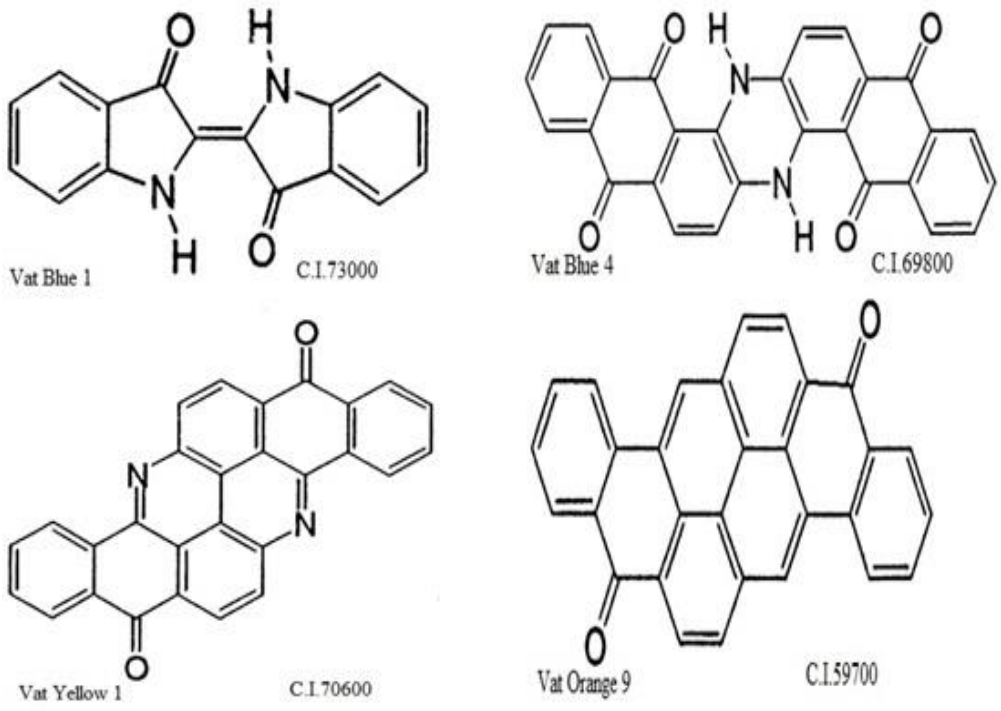



**Şekil 2.8.** Direkt boyarmadde örnekleri (Türkiye Tekstil Terbiye Sanayicileri Derneği, 2002).

### 2.6.2. Küp Boyarmaddeler

Küp boya denildiğinde akla; boyama ve baskıda kullanılan, genelde solventlerin hiçbirinde çözünmeyen ancak indirgeyici maddelerle birleştiğinde çözünebilen leuco bileşiğini oluşturan ve bu şekilde tekstil lifleri tarafından emilen ve bu bölgede tekrar okside olup eski rengine ve çözünmez haline dönüşerek daha hızlı boyama sağlayan organik bir pigment gelir. Bu boyarmaddeler daha çok pamuklarda kullanılır (Hacıarifkaptanoğlu, 1994; Taner, 2006).

Selüloz liflerinin poliester ve poliamid karışımlarında da kullanımı mevcuttur. Yaş ve ışık haslıkları iyidir. Kimyasal olarak bu boyalar iki gruba ayrılabilir: indigoid boyalar ve antropoid boyalar. Mavi denim üretiminde, çözgü ipliklerini boyamak için hemen hemen tüm indigo boyalar kullanılmaktadır (Türkiye Tekstil Terbiye Sanayicileri Derneği, 2002; Kaplan, 2019).




**Şekil 2.9.** Küp boyarmadde örnekleri (Anonim, 2012).

### 2.6.3. Kükürt Boyarmaddeleri

Fenollerin, aromatik aminlerin, sodyum sülfür ve kükürt veya sodyum polisülfür ile etkileşimi sonucu oluşan ve suda çözünmeyen boyarmadde sınıfıdır. Küp boyarmaddelerde olduğu gibi kükürt boyarmaddelerde de indirgen maddeler kullanılmaktadır. Pamuk bileşeninin boyanması için kullanılabilirler (Taner, 2006; Aniş ve Eren, 2003).

Kükürt boyarmaddeleri çok sınırlı bir renk gamına sahiptir. Siyah ve lacivert renkler için gayet uygundurlar. Işık haslıkları orta ile iyi arasında değişmekte olup, ağartma ve yıkama haslıkları çok iyidir. Kükürt renkleri diğer renk kategorilerine göre daha renksiz tonlar verir. Bu boyarmaddeler, polisülfid yan zincirlerinde ve kromoforun bir parçası olarak da kükürt içermektedirler (Aspland, 1993).

Kükürt boyaları disperse olabilen pigmentler veya amorf tozlar halinde bulunmaktadırlar. Amorf tozlar suda çözünmez veya kısmen çözünür. Bu yüzden su ve sodyum sülfür ile birlikte kaynatarak çözülür duruma getirilmektedir.

Disperse olabilen pigmentler dispergatör eklenerek emdirme yöntemine uygun olarak boyanabilmektedir. Sodyum sülfür ve sodyum hidrojen sülfür, boyayı çözmek için indirgeyici maddeler olarak yaygın olarak kullanılır. Tüm işlemler sonunda boya mamule oksidasyon yoluyla fikse olmaktadır. Kükürt boyalarının çoğu oksidasyondan sonra suda çözünmezler, bu nedenle atık su arıtma tesislerinin aktif çamurunda emilerek büyük ölçüde giderilebilirler (Türkiye Tekstil Terbiye Sanayicileri Derneği, 2002).

### 2.6.4. Reaktif Boyarmaddeleri

Reaktif boyarmaddeler, selülozik liflerin boyanmasında kullanılabilirler. Anyonik karakterlidirler ve suda çözünürler. Bazı şartlarda (nikotinik asit türevleri dışındakiler) alkali ortam gerekli olmaktadır. Reaktif boyaların molekül yapıları, üç işlevsel grup ile ayırt edilebilmektedir. Bu üç grup; hidrofilik gruplar, boyaya renk veren kromofor grupları ve tekstil lifi ile reaksiyona giren gruplardır (Wiesmann ve diğ., 2007).

Şekil 2.10'da reaktif bir boyarmaddenin özgün yapısı gösterilmiştir;




**Şekil 2.10.** Reaktif boyarmaddenin şematik yapısı (Başer ve İnanıcı, 1990).

**S:** (Suda çözünebilen grup)
**C:** (Moleküle renk veren grup)
**B:** (Köprü bağları)
**R:** (Reaktif grup)

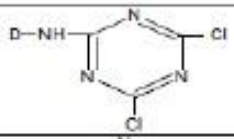
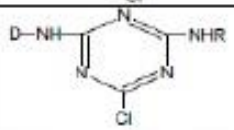
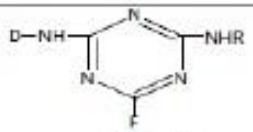
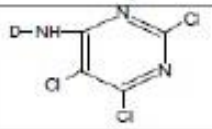
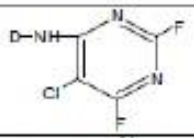
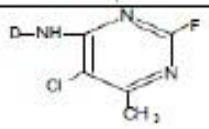
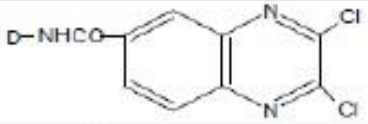
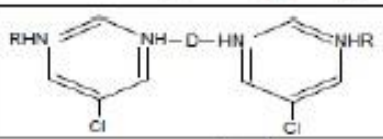
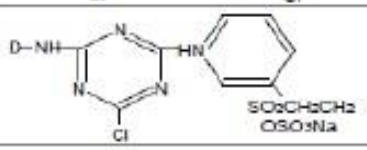
Kromofor olarak ftalosiyanin, antrakinon, azo, formazan ve oksazin gibi fonksiyonel grupları içerir. Bütün reaktif boyarmaddelerinin ortak özelliği, renkli kromofor grubun yanında reaktif grup ile moleküle çözünürlük kazandıran grup ihtiva etmesidir (Wiesmann ve diğ., 2007).

Boyama işlemi anında, ısının etkisiyle alkali koşullarda, boyarmaddenin reaktif bölgeleri, elyafın fonksiyonel bölgeleri ile reaksiyona girer. Ancak uygulanan reaktif boyarmaddenin çoğunluğu boşa harcanır, çünkü boyama sırasında reaktif boya bir dereceye kadar hidrolize olur ve reaktif boyarmaddenin bir kısmı bu rekabet eden hidroliz reaksiyonu ile inaktive olur. Sonuçta, selüloz liflerine boya fikse derecesi nispeten düşük olabilir ve reaktif boyarmaddelerin boya banyosu atık suyuna salınımı genellikle yüksektir (Hacıarifkaptanoğlu, 1994; Aspland, 1993; Bogoeva-Gaceva ve diğ., 2008).

Reaktif boyarmaddelerin yıkama haslığı, sürtme haslığı ile ışık haslıkları hayli iyidir. İyi olmasının sebebi kovalent bağ yapmasıdır. Renk gamı tamdır. Uygulamaları yıkama adımlarından dolayı uzun ve maaliyetlidirler. Tam renk gamına sahip olması, iyi haslık sonuçları ve reaktif boyaların poliesteri lekelememesi, pamuk/poliester karışımlarının pamuk bileşenini boyamak için reaktif boyarmaddeleri en önemli sınıf haline getirir. Zaman içinde rengin solması, boyama işlemi akabinde ard işlemlerin zaman kaybına sebebiyet vermesi ve diğer boyalarla karşılaştırıldığında reaktif boyarmaddelerin ciddi

kirleticileri temsil etmesi, reaktif boyarmaddelerin dezavantajları arasında yer almaktadır (Aspland, 1993; Bozdoğan, 1984).

**Çizelge 2.3.** Önemli reaktif boyarmadde grupları (Anonim, 2017).

| Reaktif | Grup |
|---|---|
| Vinilsülfon (VS) | D-$SO_2CH_2CH_2OSO_3Na$ (D-$SO_2CH{=}CH_2$) |
| Diklortriazin (DCT) |  |
| Monoklortriazin (MCT) |  |
| Monoflortriazin (MFT) |  |
| Triklorprimidin (TCP) |  |
| Diflormono-klorprimidin (DFMCP) |  |
| Flormetilklor-primidin (FMCP) |  |
| Diklorkinoksalin (DCQ) |  |
| Bifonksiyonel (MCT+MCT) |  |
| Bifonksiyonel (VS+MCT) |  |

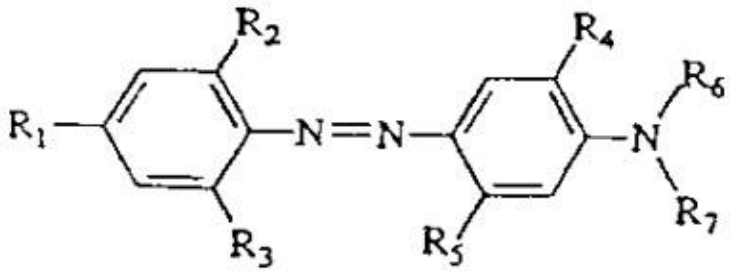
Reaktif boyarmaddenin yapısında bulunan gruplar birden fazla etkiye sahip olabilmektedir. Bu etkiler, reaksiyon koşulları, boyama yönteminin belirlenmesi, reaktiflik derecesi ve reaksiyon süresidir. Tüm bu etkiler boyarmaddenin sahip olduğu grup özelliklerine göre değişkenlik gösterebilmektedir (Kaplan, 2019).

### 2.6.5. Dispers Boyarmaddeler

Dispers boyarmaddeler sulu dispersiyonlar halinde oda sıcaklığında suda çözünmeyen, hidrofobik liflere substantiviteye sahip olan, non-iyonik ve küçük parçacıklı boyarmaddelerdir. Az miktarda çözünmüş boya içeren küçük tanecikli sulu dispersiyonlar halinde uygulanmaktadırlar. Dispers boya su içinde ideal olmayan çözeltiler olarak çözünürler ve aktivasyon katsayısı yüksektir. Dispers boyarmaddeler toz, granül ve sıvı formda bulunmaktadır (Becerir, 2006).

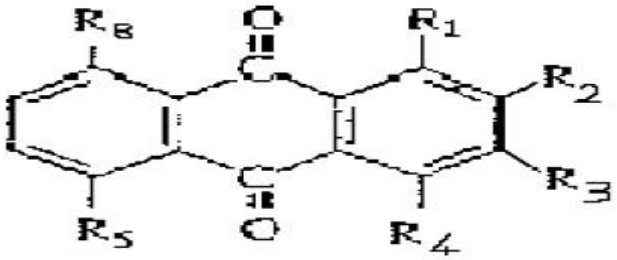
Bu boyarmaddeler alkali ortama karşı dayanıklı değillerdir. Bu sebeple normalde 3.5-5.5 pH'ta boyanırlar ve birçoğunun rengi alkali indirgeyici çözeltilerde bozulabilir. Poliester lifleri ile dispers boyarmaddeler arasındaki hidrofobik bağlanma liflerin bir miktar substantifliğine neden olsa da boyarmaddelerin liflere fiksajında hidrojen bağları ve Van der Waals kuvvetleri de oldukça önemlidir. Boyalar liflerle muamele edildiğinde, boya dispersiyon ortamından liflere difüzyonla aktarılır. Boyama işlemi, boyanın elyafta çözündüğü sırada gerçekleşmektedir (Başer ve İnanıcı, 1990; Taner, 2006; Becerir, 2006).

Yıkama sonucu haslık değerleri yüksek oranda boyanan elyafın türüne bağlıdır. Işık haslıkları ise genel olarak oldukça iyidir. Dispers boyarmaddelerin kimyasal açıdan %50'den fazlasını basit haldeki azo bileşikleri, %25'ini antrakinonlar ve kalan kısmını da nitro, metin ve naftokinon boyarmaddeleri meydana getirmektedir.




**Şekil 2.11.** Dispers azo boyarmaddenin genel yapısı (Aspland, 1993)

R1-R7 gruplarının kimyasal yapıları dispers boyarmaddenin, üretim kolaylığı, fiyat, boyama özelliği ve renk haslığı gibi karakteristiklerini belirler.




**Şekil 2.12.** Antrakinon dispers boyarmaddenin temel yapısı (Aspland, 1993)

R8, R5, R4 ve R1 grupları ile renk açısı kontrol edilmektedir. R2 ve R3 gruplarının renk açısı üzerindeki etkileri azdır ancak haslık ile boyama özellikleri üzerindeki etkileri yüksektir (Paydak, 2006).

Boya-lif afinitesi, aşağıdaki çekim kuvvetlerinin bir sonucudur:

- Van der Waals çekim kuvvetleri
- Hidrojen bağları
- Dipol-dipol çekim kuvvetleri

Dispers boya molekülleri, elyaftaki azot ve oksijen atomları ile hidrojen bağı yapabilen hidrojen atomları içermektedirler. Dipol-dipol çekim kuvveti boya moleküllerinde bulunan dipoller ile liflerde bulunan polarize olmuş gruplar arasındaki elektrostatik etkileşimlere olanak sağlayan asimetrik yapılardan meydana gelmektedir.

Van der Waals kuvvetleri, boyarmadde molekülleri ve elyaf makromolekülleri birbirlerine benzer biçimde oldukça yaklaştıkları anda meydana gelmektedir. Van der Waals kuvvetleri, boyarmaddelerdeki ile lifteki aromatik gruplar arasında meydana geldiğinden poliester liflerinde oldukça önemi bir yere sahiptir. Dispers boyarmaddeler sıvı ve toz formda bulunabilirler. Toz haldeki boyarmaddeler %40–60 oranında dispergatör içerirlerken, sıvı formdaki boyarmaddeler %10–30 kadar dispergatör içermektedirler. Dispers boyarmaddeler ile boyama işlemi için aşağıdaki yardımcı kimyasalların kullanımına ihtiyaç olabilmektedir:

- Dispergatör: Dispers boyarmaddelerin içerisinde yüksek oranda bulunmasına karşın, boyama flottesi ile son yıkama adımlarında sisteme eklenmektedir.
- Carrier: Dispers boyarmaddeler ile kimi elyafların 100°C altındaki sıcaklıklarda boyanmasında carrier kullanımına ihtiyaç duyulmaktadır. Fakat çevresel sorunlardan dolayı, poliester lifi tercih olarak carrier kullanmadan, gerekli basınç altında ve 100°C üzerinde boyanmaktadır.
- Kıvamlaştırıcı: Emdirme metotlarında boyarmadde çözeltisine aljinatlar veya poliakrilatlar eklenmektedir.

Atık su arıtma tesisleri için dispers boyarmaddelerin sudaki çözünürlükleri düşük olduğundan, absorpsiyon yoluyla aktif çamurdan büyük oranda giderilmektedirler. Birtakım dispers boyarmaddeler organik halojen içerebilirler. Ancak bunların arıtma işlemi sonucu atık suda bulunmaması gerekmektedir (Türkiye Tekstil Terbiye Sanayicileri Derneği, 2002).

## 2.7. Pamuk/Poliester Karışımlarının Boyanması

### 2.7.1. Çektirme Yöntemine Göre Yapılan Boyamalar

Pamuk/poliester karışımlarının büyük bir bölümü yaklaşık 130°C sıcaklıklarda jet boyama makinelerinde boyanmaktadırlar. Bunun ilk nedeni, poliesterin dispers boyamasında taşıyıcı ihtiyacı olarak carrier kullanımını ortadan kaldırmaktır. Farklı sebepleri ise hızlı poliester boyama rotasyonu, düşük flotte oranları, enerji tasarrufu ve boyamanın düzgün olma durumudur (Aspland, 1993).

Pamuk/poliester karışımlarında, karışımdaki liflerin yüksek sıcaklıklara karşı hassasiyeti oldukça önemlidir (Türkiye Tekstil Terbiye Sanayicileri Derneği, 2002).

Tüm boyama işlemlerinde olduğu gibi pamuk/poliester karışımlarının boyanmasında, ürünlerin boyama için uygun şekilde hazır hale getirilmesi gerekmektedir. Bu hazırlık dokuma ürünler için haşıl sökme, hidrofilleştirme ve ağartmayı içerebilir. Merserizasyon isteğe bağlı bir hazırlık işlemi olup viskon kumaşlar için önerilmez. Ürünlerin hem kesikli hem de sürekli olarak işlem gördüğü boyahanelerde bu hazırlık işlemleri daima gerçekleştirilir (Aspland, 1993).

Dispers/reaktif ve dispers/direkt boyarmadde kombinasyonları en sık kullanılan sınıflardır (Aniş ve Eren, 2003).

**Dispers/Direkt Boyarmaddelerle Boyama**

Basit ve ucuz tek adım metodu ile uygulanabilmektedir fakat haslık değerlerinin düşük olması genellikle sorun çıkarmaktadır. Arzu edilen haslıkların ve renk tonunun direkt boyarmaddeler vasıtası ile gerçekleşebileceğine kanaat getirilmişse burada iki banyo ve hızlı boyama/tek adım olmak üzere iki seçenek söz konusudur.

**İki Banyo Yöntemi**

Poliester jet içerisinde sıcaklık olarak 130°C'da, süre olarak 160 dakikada boyanmaktadır. Daha sonra selülozik elyafları, oluşabilecek dispers boya lekesinden temizlemek ve poliester yüzeyindeki dispers boyayı uzaklaştırmak için indirgen yıkama yapılmaktadır. Yıkama işlemini pH nötrleştirme aşaması takip etmektedir. Bu aşama yaklaşık 90 dakika sürmektedir (Milli Eğitim Bakanlığı, 2011).

Selüloz kısmının boyanması için 90°C, akabinde iki soğuk durulama ile birlikte süre olarak 210 dakika gerektirmektedir. Bu boyama döngüsü yaklaşık altı saatte tamamlanır. Jet boyama makinesinin performansı üst düzeye çıkarılmak istenirse, tüm süreç iki banyoya bölünebilmektedir. Açık tonlarda indirgen yıkama prosesten çıkartılabilir.

Bu tür boyamalarda selülozik kısmın yıkama haslığına ve boyutsal stabilizasyonuna yardımcı olmak için uygun bir şekilde apreleme işlemleri yapılabilmektedir. Ayrıca çoğu pamuk/poliester dokuma ürünün kırışmaya dayanıklı olması için de apreleme işlemi olumlu etki yapmaktadır. Bu apreler yırtılma ve gerilme mukavemet kayıpları nedeniyle %100 pamuklu kumaşlar için genelde kullanılmaz (Aspland, 1993).

**Hızlı Boyama/Tek Adım Yöntemi**

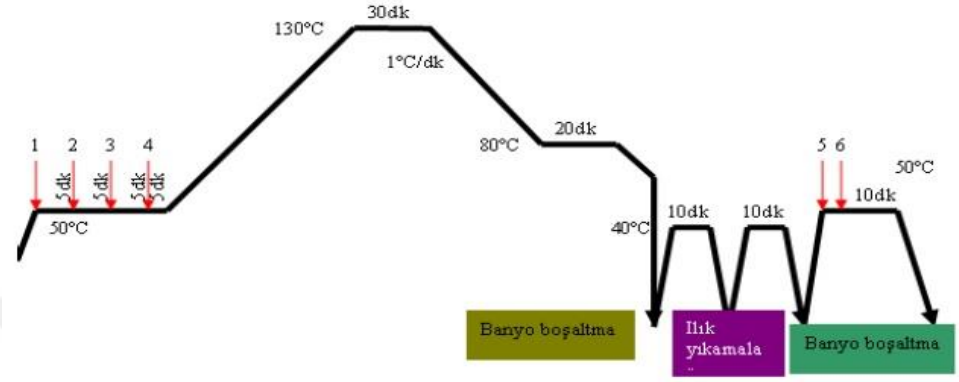
İlk işlem olarak direkt ve dispers boyalar eklenir. Daha sonra poliesterin boyama işlemi için sıcaklık 130°C'a çıkarılır. Bu sıcaklık direkt boyarmaddenin selülozik kısmının hızlı boyamasına sebep olmaktadır. Ayrıca normal boyama işlemindeki sıcaklığa göre elyafta daha az boyarmadde kalmasına, banyoda ise daha çok boyarmadde kalmasına sebep olmaktadır. Daha sonra banyo sıcaklığı 82-90°C'a düşürülür. Kimi durumlarda pH düzenlemesi yapılmaktadır (Aniş ve Eren, 2003).

C.I. Direct Black 22 gibi bazı boyalar için pH 8-9'a ayarlanabilir. Sisteme tuz ilave edilerek ve uygun sıcaklıkta direkt boyama tamamlanır. Banyo daha sonra 60-70°C arasındaki sıcaklıklara düşürülür ve banyo boşaltılıp ürünlere çift soğuk durulama uygulanır. Tüm boyama zamanı, iki banyo prosedürüne kıyasla iki saatlik bir zaman tasarrufu ile yaklaşık dört saattir.

Hızlı boyama işlemiyle ilişkili ekonomik kazançlar söz konusudur fakat bu işlemin getirdiği kısıtlamalara dikkat edilmelidir. İlk kısıtlama, uygulanan direkt boyarmaddenin yüksek sıcaklığa karşı mukavemeti olmasıdır. Diğer kısıtlama ise dispers boyarmadde selüloz kısmını lekelememesidir. Çünkü bir indirgen yıkama uygulanamamaktadır.

Bu kısıtlamaları karşılayabilen boyalar mevcuttur. C.I. Disperse Reds 65 ve 338 ve C.I. Dispers Blues 56 ve 79 gibi bazı dispers boyalar çapraz boyama özellikleriyle dikkat çekmektedir. Pamuk ve nylon boyamalarında bu boyalar önemli ölçüde gelişme göstermişlerdir.

Pamuk/poliester seçeneği için seçilen dispers boyalar reçine apresinin etkisi altında kalmamalı veya yumuşatıcı varlığında ne göç etmeli ne de kolayca desorbe edilmelidir. Bu durum karışımın selülozik kısmı için ne tür boyarmaddelerin kullanıldığına bakılmaksızın geçerlidir (Aspland, 1993).




**Şekil 2.13.** Pamuk/poliester karışımının dispers/direkt boyarmaddelerle tek banyo-tek adım yöntemine göre yapılan boyama grafiği

**1.** Dispergatör

**2.** Dispers boyarmadde

**3.** Direkt boyarmadde, kırık önleyici, asetik asit pH 5-5,5 ve mamul

**4.** Tuz

**5.** Asetik asit 5–6 pH

**6.** Fiksatör

**Çizelge 2.4.** Dispers/direkt boyarmaddelerle boyama işleminde kullanılan kimyasal maddeler ve görevleri (Milli Eğitim Bakanlığı, 2011).

| **Kimyasal Madde** | **Görevi** |
|---|---|
| Dispergatör | Boyamada kullanılan toz veya sıvı dispersiyon boyaların, zor ve kritik boyama koşullarında boyama işleminin sonuna kadar çok iyi dispersiyon elde edilmesinde kullanılır. |
| Kırık önleyici | Kumaş makineye halat olarak beslendiği için sonradan giderilemeyecek kırışık izleri oluşabilmektedir. Kırık önleyici kumaş üzerinde film tabakası oluşturur. Bu işlem sırasında kumaşı kırışmaya karşı korur. |
| Asetik asit | Ortamı asidik hale getirir. Nötralizasyon için de kullanılır. |
| Tuz | Sülfat ve sodyum tuzları, selüloz ve selüloz bazlı elyafların boyanmasında faydalıdır. Tuz, boyanın çekimini arttırır. Tuz, çözeltiye boya eklenmeden önce veya sonra eklenebilir. Pamuk/poliester karışımlı elyafların boyanmasında pamuk kısmın boyanmasında kullanılır. |
| Fiksatör | Sert suya karşı dayanıklıdır. Selüloz kısım boyandıktan sonra materyalin fiksatör ile işlem görmesi sonucu yıkama, klor, su, ter ve deniz suyu haslıklarını geliştirir. |

Boyama diyagramı ile buradaki değerler işletmelerde farklı şekil ve oranlarda uygulanabilmektedir. Dispers/direkt boyarmaddeler ile yapılan boyama sonrasında life bağlanamayan, banyo veya lif yüzeyinde kalan boyarmaddelerin akmaması ve renk değişimine uğramaması için art işlemler uygulanmaktadır. Art işlemler ile ürünün ütü, sürtünme, yıkama gibi özelliklerinin iyileştirilmesi sağlanır.

### Dispers/Reaktif Boyarmaddelerle Boyama

Zaman, enerji ve işgücü açısından, dispers/direkt boyarmadde kombinasyonu dispers/reaktif boyarmadde kombinasyonuna göre iyi sonuçlar vermektedir. Ancak, yüksek yaş haslıkları ve parlak renkler gerekli olduğunda direkt boyarmaddeler yeterli sonuçları verememektedirler (Aniş ve Eren, 2003).

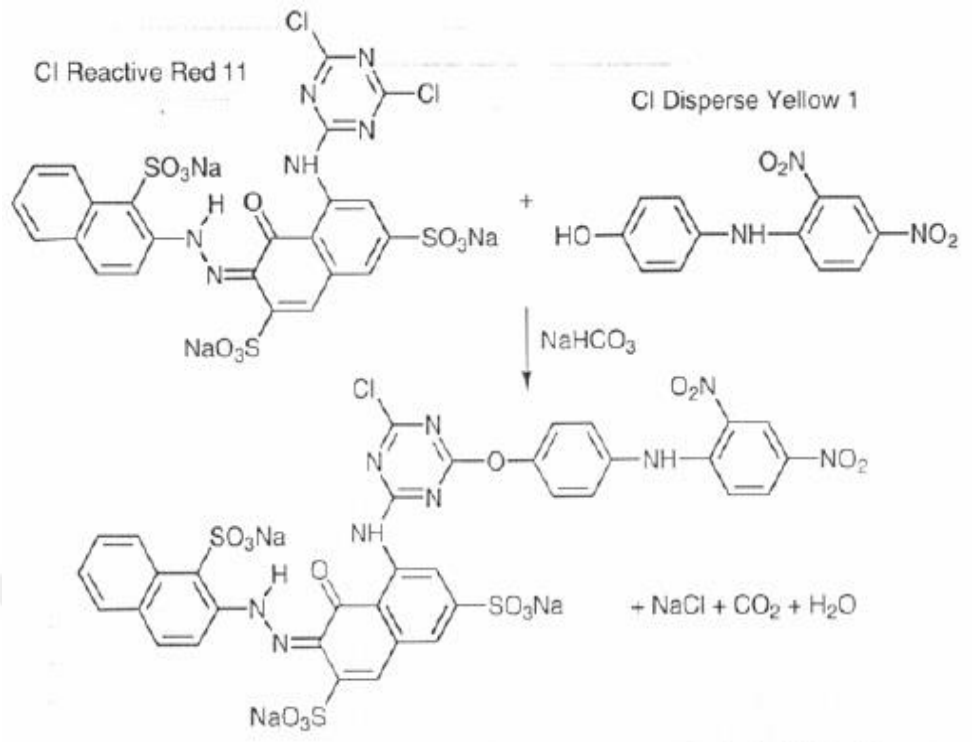
Dispers/reaktif boyamalarda boyarmadde etkileşimi önemlidir. Hem direkt boyaların hem de reaktif boyaların çok koyu tonlarda sorunları vardır. Koyu renkli doğrudan boyamalar zayıf yaş haslıklara sahiptir ayrıca koyu renkte reaktif boyamalar çok pahalı olabilir (Aspland, 1993).

### Dispers ve Reaktif Boyarmaddelerin Etkileşimi

Boyaların doğru ve tutarlı standardizasyonu, optimize edilmiş boyahane verimliliği ve ilk seferde doğru üretim için temel gereksinimdir (Bradbury ve diğ., 1995).

Pamuk/poliester karışımlarının pad-termofikse metoduyla ve çektirme yöntemine göre tek banyo yöntemiyle boyanması sırasında, boyanın seçim aşamasında iki boyarmaddenin reaksiyonu oldukça önemlidir. Meydana gelebilecek sorunların sebepleri; reaktif boya ile dispergatörlerin reaksiyonu, reaktif boyarmaddelerin belli dispers boyarmaddelerle kovalent bağ oluşturması veya elektrolit ile alkali durumlarda banyonun dispersiyon dayanıklılığını kaybetmesidir. Bu etkileşim iki lifin boyama sonuçlarının düşmesine ve kimi durumlarda fulard banyosunun jelleşmesine sebebiyet verebilir.

Reaktivitesi düşük olan reaktif boyarmaddeler elverişli değillerdir. Örnek vermek gerekirse CI Disperse Yellow 1 ve CI Red 11'in reaksiyonu ile sodyum bikarbonat varlığında meydana gelen monoklortriazin boyarmaddesi Şekil 2.14'te verilmiştir.




**Şekil 2.14.** Sodyum bikarbonat varlığında CI Red 11 ile CI Disperse Yellow 1'in reaksiyonu (Aniş ve Eren, 2003).

Dispers boyarmaddelerin amin ya da fenolik grupları ile reaktif boyarmaddelerin monoklortriazin grupları arasında meydana gelen başka reaksiyonlarda gösterilmiştir. Meydana gelen ürünler dayanıklı değillerdir ve alkali ortamda hızlıca bozunmaktadırlar. Böyle sorunlar özel boyarmaddelerin yapıları ile alakalı olduklarından hemen hemen hepsinin çözümü mümkün olabilmektedir. Muhtemel durumlarda fenolik ya da primer amino gruplara sahip olmayan dispers boyarmaddeler ile düşük reaktiviteli reaktif boyarmaddeler seçilmelidirler.

Fulard banyosunun pH kontrolü, iki boyarmadde sınıfı arasında meydana gelebilecek reaksiyonları önlemek için çok önemli bir etkendir. Reaktif ve dispers boyarmadde karışımları, grubu azo olan reaktif boyarmaddelerin redüksiyonuna önlem olması adına sodyumnitrobenzensülfonat ile migrasyon önleyici içeren nötr fulard çözeltilerinden emdirilebilir. Dispers boyarmaddenin poliestere difüze olması amacıyla uygulanan fikse ve kurutma işleminin akabinde materyal alkali fularddan geçirilir. Böylelikle reaktif boyarmaddenin mamulün yüzeyinden ayrılması önlenmiş olur.

Reaktif boyarmadde, buharlama yoluyla fikse yapılır, bu işlemi de soğuk durulama ile kaynar sabunlama izler.

İlaveten pamuk kısmın boyanması için kullanılan reaktif boyarmaddeler ile oluşan renk tekrarının iyi olması amacıyla kullanılan reaktif boyarmaddelerin kendi aralarında boyama profilleri iyi belirlenmelidir. Çektirmenin bir ve ikinci (alkali ilave edildikten sonra) adımında boyaların reaktiviteleri ile özellikleri bu belirlemeye etki eden maddelerdir (Bradbury ve diğ., 1995).

İki banyolu metot, ters iki banyolu metot, tek banyo hızlı boyama metodu ve tek banyo ters-hızlı boyama metodu olmak üzere pamuk/poliester karışımın dispers/reaktif boyarmaddeler ile boyanması dört farklı yöntemle gerçekleşebilmektedir. Genelde çift banyo yöntemi uygulanır (Anonim, 2013).

**İki Banyolu Metot**

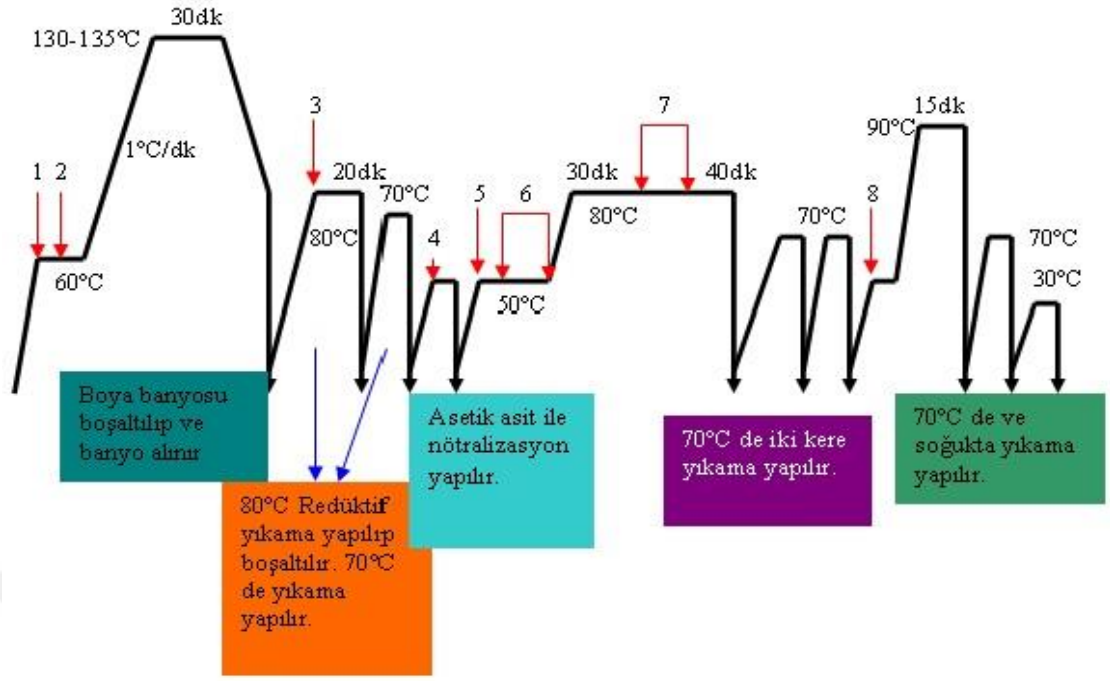
Pamuk/poliester karışımında öncelikle poliester kısmı boyanmaktadır. Çünkü poliester boyandıktan sonra redüktif yıkama yapılması gerekmektedir. Bu yıkama sırasında kullanılan kimyasallar, pamuğu boyayan boyarmaddeleri lif içerisinden dışarıya çıkmasını sağlamaktadır. Bu yüzden önce poliester lifi boyanır ve poliesterin redüktif yıkama işlemi yapılır. Daha sonra pamuk lifinin boyama işlemi gerçekleştirilir. Ayrıca poliester kısmın boyanması için gerekli olan sıcaklık, pamuğun boyanması için gerekli olan sıcaklıktan daha yüksek oluşu ve poliester boyarmaddesinin pamuk lifini kirletmesi de poliesterin öncelikli olarak boyanmasını gerektiren etkenler arasındadır.

Pamuğun boyanmasını sağlayan boyarmaddeler poliesteri kirletmezler. Karışımda poliester kısmının boyanması işlemi bittikten hemen sonra banyonun boşaltılması, boyanan üründe tekrar düzeltilemeyecek kırışık bir görüntüye sebep olabilir. Bu yüzden boya banyosu 80°C'ye kadar düşürüldükten sonra boşaltılır. Poliester kısmının boyama işlemi bittikten sonra ürün üzerinde kalan boyarmaddeleri uzaklaştırmak amacıyla redüktif yıkama ile nötralizason prosesleri uygulanmaktadır.

Pamuk kısmı boyanacağı zaman boyarmadde boya banyosuna bir kerede verilmemelidir. Makine içerisine çok miktardan az miktara doğru gidecek şekilde yaklaşık 10 dakikada verilmelidir. Boyarmaddeyi makineye verme işlemi bittikten sonra 45 dakikalık bir süre içerisinde, soda banyo içerisine eşit biçimde verilmelidir. Gösterilen prosese uyumlu olarak banyo boşaltılmalıdır. Akabinde ayrı ayrı banyolarda yapılmak üzere nötralizasyon, iyon tutucu ile yıkama, sıcak-ılık yıkama adımları uygulanmaktadır.

Poliester lifinin boyama işlemini takiben redüktif yıkama yapılmazsa, materyale fikse olmayan boyarmaddeler haslık değerlerinin düşmesine sebebiyet verir. Bu yüzden redüktif yıkama prosesinin dikkatli bir şekilde uygulanması çok önemlidir. Dispers-reaktif boyarmaddeler ile boyama işlemi ve ardından uygulanan art işlemler ile birlikte, boyama sırasında life tutunamayan, banyoda ya da lif üzerinde bulunan boyarmaddelerin daha sonra akma ve renk değişimi gibi sıkıntılara yol açmaması için yıkama işlemleri yapılmaktadır. Bu art işlemler ürünün ışık, ütü ve sürtünme gibi kullanım haslıklarını iyileştirir (Anonim, 2013).

İki banyolu işlemin en büyük dezavantajı, 2 saatinde ard işlemlerin yer aldığı toplamda 9-10 saat süren işlem süresidir. Boya seçiminde bir kısıtlama söz konusu değildir. Bunun sebebi redüktif yıkamanın yapılmasıdır. Dispersiyon boyalar yüksek elektrolit konsantrasyonlarına karşı dayanıksız olduklarından dolayı, banyoda dispers boya varsa glauber tuzu kullanılması önerilmektedir. Dispers boyarmaddeler alkali ortamlara karşı dayanıksızdır fakat life bir kez tutunurlarsa alkali hassasiyeti olan bu durum ortadan kalkmaktadır (Aniş ve Eren, 2003).




**Şekil 2.15.** Pamuk/poliester karışımının dispers/reaktif boyarmaddelerle iki banyo yöntemine göre yapılan boyama grafiği

**1.** Kumaş ilavesi, egalize maddesi, kırık önleyici, asetik asit pH 4,5

**2.** Dispers boyarmadde

**3.** Redüktif yıkama (sodyum karbonat, hidrosülfit, ıslatıcı)

**4.** Asetik asit pH 5,5-6,5

**5.** Tuz, egalize maddesi, kırık önleyici

**6.** Reaktif boyarmadde

**7.** Soda

**8.** İyon tutucu ile yıkama

Boyama diyagramı ve buradaki değerler işletmelerde farklı şekil ve oranlarda uygulanabilmektedir. Kimyasallardan kırık önleyici, dispergatör, asetik asit ve tuzun görevleri Çizelge 2.4'te yer almaktadır. Kullanılan diğer kimyasal maddeler ve görevleri Çizelge 2.5'te gösterilmiştir.

**Çizelge 2.5.** Dispers/reaktif boyarmaddelerle boyama işleminde kullanılan kimyasal maddeler ve görevleri (Milli Eğitim Bakanlığı, 2011).

| **Kimyasal Madde** | **Görevi** |
|---|---|
| Egalizatör | Boyarmaddeyi materyalin her yerine eşit bir biçimde dağıtarak düzgün bir boyama elde etmek için kullanılır. |
| Sodyum Karbonat (Soda) | Poliester materyallerin redüktif yıkama işlemi için kullanılan ve yıkama banyosunu bazik hale getiren maddedir. Genel olarak pH 10–10,5 alkali ortam için istenilen değerlerdir. Soda, banyo içerisine boyarmaddeden önce ya da sonra verilebilmektedir. |
| Hidrosülfit | Poliester materyalin boyama işleminden sonra redüktif yıkama prosesi için kullanılır ve indirgen bir maddedir. |
| Islatıcı | Pamuk/poliester karışım materyallerinde pamuk tarafının daha hızlı ve daha iyi hidrofil olmasını sağlamaktadır. Islatıcı ile uygulanan ön yıkama işlemi sonucunda, liflerin boyanması sırasında lifler daha hızlı ve iyi bir biçimde boyarmaddeyi çekmiş olacaktır. |
| İyon tutucu | Suya sertlik veren Mg ile Ca gibi iyonları tutmaktadır. Böylelikle suyun sertliğinden doğabilecek hataların önüne geçilmiş olur. Pamuk/poliester karışımlarını boyayabilen küp, reaktif ve direkt boyarmaddeler ile gerçekleşen boyama işlemlerinde kullanılır. |

**Ters İki Banyolu Metot**

Bu metotta öncelikle reaktif boyama işlemi uygulanır ve dispers boyama döngüsünden önce tuz ve alkali kalıntılarını uzaklaştırmak amacıyla 1 veya 2 ılık durulama yapılır. Bunun sebebi hidrolize olan reaktif boyanın uzaklaştırılması ilerleyen aşamalarda uygulanacak olan dispers boyama işlemine yardımcı olacaktır. Böylelikle proses süresi 7 saate kadar inecektir fakat devam eden birkaç problemler mevcuttur. Reaktif boyarmaddenin olumsuz etkilenmemeleri için dispers boyamadan sonra redüktif yıkama uygulanamayacaktır. Bundan dolayı az lekelenmeye sebebiyet veren ve materyale iyi tutunan dispers boyarmaddeler ile çalışma yapılması gereklidir. Reaktif boyama işlemi

önce yapılırsa sonradan poliesterin boyanması yüksek sıcaklıklarda olacağından dolayı vinilsülfon boyarmaddeleri tercih sebebidir. Çünkü bu tür boyalar nükleofilik adisyon reaksiyonuna göre bağ yaptıklarından, yüksek bağ kuvvetine sahiptir (Aspland, 1993; Aniş ve Eren, 2003).

**Hızlı Tek Banyo Boyama**

Bu metotta dispers ve reaktif boyalar başlangıçta ilave edilir ve pH 6.5 değerinde tamponlanır. Tuz ilavesi sıcaklık 80°C olduğunda gerçekleştirilir. Daha sonra poliesterin boyama adımına gelindiğinde, sıcaklık 130°C'a yükseltilir ve akabinde pamuk kısmın boyanmasını tamamlamak için alkali eklemek üzere sıcaklık düşürülür. Ard işlem için kaynar sabunlama gerçekleştirilir. Boyama işlemi 5 saat gibi bir sürede tamamlanır fakat zorunlu olarak uygun bir boyarmadde seçilmelidir. Reaktif boyarmaddeler çalışmadaki pH'a dayanıklı olmalıdırlar. Dispers boyarmaddeler de pamuğa leke yapmamalı ve tuzun ilavesi esnasında dispersiyonları dayanıklı olmalıdır.

Redüktif yıkama işlemi bu proseste de yapılamaz bu yüzden dispers boyarmaddelerin pamuğa leke yapmayacak şekilde seçilmesi önemlidir. Pamuk/poliester karışımlarının boyanması sırasında redüktif yıkama gereksinimi, çalışmadaki renk derinliğinin yanı sıra uygulanan dispers boyarmaddelerin pamuk tarafını lekeleme isteğiyle ilgilidir (Aspland, 1993).

**Ters-Hızlı Tek Banyo Boyama**

Burada boya banyosu 9-9.5 pH değerinde olacak şekilde ayarlanarak sıcaklık 125°C'a çıkarılarak dispers ve reaktif boyarmaddeler ile aynı anda boyama sağlanır. Bu koşullar için seçilecek reaktif boyarmadde tipi oldukça önemlidir. Bununla birlikte hafif alkali ortamda stabil olması gibi az miktarda dispers boyarmadde seçimini sınırlayan etkenler vardır (Aniş ve Eren, 2003).

Sistem pH'ı yükseltmeye yönelik geleneksel yöntemden farklı olarak sıcaklığı yükselterek reaktif boyarmaddelerin reaktifliğini arttırmaya dayanmaktadır. Boyarmadde kullanımındaki kısıtlamaların dışında avantajı işlem süresinin 5 saate düşürülmüş

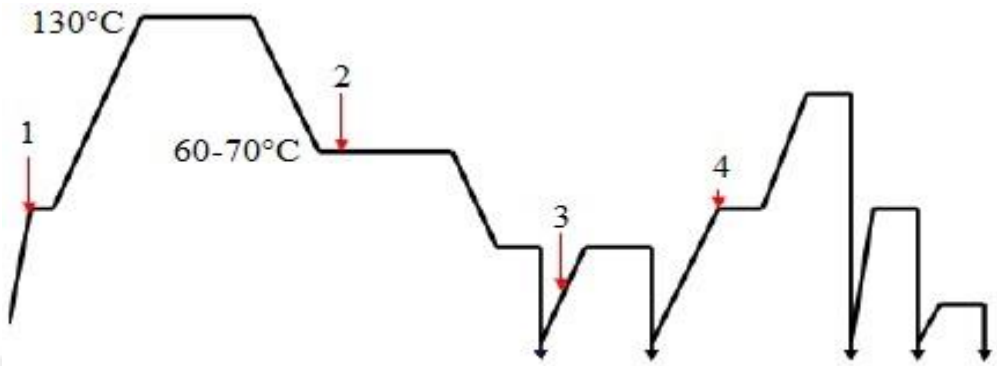
olmasıdır. Anlaşılacağı üzere dispers/reaktif boyarmaddeler ile boyama işleminin süresi dispers/direkt boyarmaddeler ile boyama işleminin süresine hayli yaklaşmıştır fakat boyarmadde seçimi hususunda kısıtlamalar vardır (Aspland, 1993).

**Dispers/Küp Boyarmaddelerle Boyama**

Dispers boyarmaddeler ile küp boyarmaddeler birbirine benzerlik göstermektedirler. Su ile etkileşimlerinde her ikisi de esasen iyonik olmayan renklerde çok ince anyonik dağılımlar verirler. Her iki durumda da suda çözünürlüğe sahip değiller. Küp boyarmaddeler boyama amacıyla suda çözünebilen (küpleme) antrakinon veya indigo türevleri meydana getirir. Çözünebilir duruma getirme işlemi, genel olarak sodyum hidroksit ve hidrosülfit ile bazik ortamda indirgeyerek yapılır. Bu esnada boyarmaddenin renginde değişiklik olur (Aspland, 1993; Milli Eğitim Bakanlığı, 2011).

Dispers ve küp boyarmaddeler ile pamuk/poliester karışımının boyama işlemi 130°C'da gerçekleşir. Dispersiyon stabilitesi için sisteme anyonik yüzey aktif maddenin ilave edilmesi gerekir. Aynı zamanda sertlik giderici maddeler de kullanılmalıdır. Küp boyarmaddelerin seçimi, yüksek sıcaklıklarda stabilizasyon sıkıntısından dolayı sınırlıdır. Poliesteri dispers boyarmadde ile boyarken, küp dispersiyon da pamuk tarafında ön pigmentleşmeyi sağlamaktadır. Kimi küp boyarmaddeler poliester tarafını çok fazla lekelemektedir. Bunun nedeni temel küp rengi molekülleri antrakinon dispers renklerine çok benzemektedirler. Daha sonra boya banyosu genel olarak 60-70°C'a soğutularak hidrosülfit (10 g/l) ile soda (30 g/l) eklenmektedir. Küp boyama için 85°C biraz yüksek bir sıcaklıktır fakat daha iyi renk alımı gerçekleşmesini sağlar. Küp rengin leuco haline gelmesi ve poliesterin redüktif yıkaması aynı anda gerçekleşir. Boyama işlemi 30 dakika sürdükten sonra yıkama, oksidasyon ve kaynar sabunlama işlemleri uygulanır. Bu proses yaklaşık olarak 4 ila 5 saat arası sürmektedir. Çok iyi yaş ve ışık haslıkları sağlanmış olur. Küp boyarmaddenin fazla indirgenmesini engellemek için sodyumnitrat eklenmeli veya tümüyle dolu banyoda işlemler gerçekleştirilmelidir (Nunn, 1979; Shore, 1998; Aspland, 1993).

Pamuk/poliester karışımlarının dispers/küp boyarmaddeler ile HT metoduna göre boyama işlemi genel olarak çift banyo, tek banyo-tek adım veya tek banyo-çift adım yöntemlerine göre uygulanabilir.




**Şekil 2.16.** Pamuk/poliester karışımının dispers/küp boyarmaddelerle iki banyo yöntemine göre yapılan boyama grafiği

**1.** Egalize maddesi, dispers boyarmadde, küp boyarmadde, kırık önleyici, iyon tutucu, asetik asit pH 4-5, mamul

**2.** Boyarmaddenin indirgenmesi (Küpleme), sodyum hidroksit, hidrosülfit, egalize maddesi

**3.** Peroksit ile yükseltgeme işlemi

**4.** İyon tutucu

Boyama diyagramı ve buradaki değerler işletmelerde farklı şekil ve oranlarda uygulanabilmektedir. Kullanılan kimyasallardan kırık önleyici ve asetik asidin görevi Çizelge 2.4'te, egalize maddesi, iyon tutucu ve hidrosülfitin görevi Çizelge 2.5'te yer almaktadır. Kullanılan diğer kimyasalların görevleri Çizelge 2.6'da gösterilmektedir.

**Çizelge 2.6.** Dispers/küp boyarmaddelerle boyama işleminde kullanılan kimyasal maddeler ve görevleri (Milli Eğitim Bakanlığı, 2018).

| **Kimyasal Madde** | **Görevi** |
|---|---|
| Sodyum Hidroksit | Küp boyarmaddeler ile pamuk kısmı boyanırken ortamı bazik hale getirir. |
| Peroksit | İndirgen halde bulunan boyarmaddeyi küpleme işlemiyle yükseltgemek için kullanılır. |

**Dispers/Kükürt Boyarmaddelerle Boyama**

Dispers/kükürt boyarmadde kombinasyonları ile tek banyoda çalışılması olanaksızdır. Çünkü azot içeren dispers boyarmaddeler, indirgen koşullara sahip kükürt boyarmaddeleri aracılığı ile bozuşturulabilirler. Durum böyle olduğunda geriye iki banyolu boyama yöntemi kalır. Bu proses iki adımda ve uzun sürede gerçekleşir fakat kimi kükürt boyarmaddeleri, bilhassa siyah renkler, oldukça iyi renk tonları verir ve oldukça ekonomiktir. Bu sayede prosesin uzun süresi göz ardı edilir. İki adımlı yöntemde yalnızca suda çözünen kükürt boyarmaddeleri ile boyama gerçekleştirilebilir (Shore, 1998; Aspland, 1993).

Renk seçimi sınırlıdır. Siyah, lacivert, kahverengi ve haki gibi mat ve koyu renkler için daha yaygın uygulanmaktadır. Ter ve ışık haslıkları iyidir ancak dispers/küp boyarmaddelere göre daha düşüktür. Sıcaklık ve kimyasal madde dirençleri genel olarak orta düzeydedir. Klor haslıkları genelde kötüdür. Dispers/küp boyarmadde ile boyanmış kumaşlar uzun süre depolanırsa kumaşın mukavemeti düşer ve renk nüansları değişebilir.

Dispers/kükürt boyarmaddeleri ile boyama işleminde ilk olarak dispers boyarmadde ile poliesterin boyanması, akabinde kükürt boyarmadde ile pamuğun boyanması gerçekleştirilir. Kükürt boyama işleminin gereksinimleri alkali ile indirgen yıkama adımına yardımcı olur (Toprak-Çavdur, 2021).

Boyarmadde kombinasyonlarının seçimi renk derinliğine, renk tonuna ve istenilen haslık özelliklerine göre yapılmaktadır (Nunn, 1979).

### 2.7.2. Yarı-Kontinü ve Kontinü Yöntemlerle Boyama

Yarı-kontinü boyama metotlarından en önemlisi soğuk pad-batch yöntemidir. Soğuk pad-batch prosesi alışılmış, kolay ve pratik bir yöntemdir. İyi bir fularlama ve makine parkuruyla oldukça seri boyama işlemi yapılabilmektedir. Seçilmiş direkt boyarmaddelerle ya da reaktif boyarmaddelerle çalışılabilir. Buraya elverişli direkt boyarmaddeler tuz içermeyen ve suda çözünürlüğü iyi olan boyarmaddelerdir.

Soğuk suda agregasyona uğrayanlar problem çıkarabilirler. Bu problem ile karşılaşmamak adına yaygın olarak 25-50 g/l üre kullanılır. Çözünmeyi arttırmak ve düzgün boyama sağlamak adına anyonik yapılı ıslatıcı sisteme eklenebilir. Adından da anlaşılacağı üzere soğuk boyama yöntemi olduğundan boyama sonrası kullanılan boyarmadde tipine göre 6-24 saat süre ile soğukta bekletilir ve pH 8-8.5'tir. Kullanılan boya ve kimyasal tüketimi açısından avantajlıdır. Enerji gereksinimi azdır ve makine denetimi oldukça rahattır. Buhar ile boyama işlemlerine göre oldukça basittir fakat pad-batch yönteminde buhar gereken hassas kumaşların boyama işlemi, buharlı boyama işlemlerine kıyasla çok iyi değildir. Karışımın poliester bileşeni daha önce jette boyanmış olabilir (Şahinli, 2005; Aniş ve Eren, 2003).

Üretimde tailing olarak adlandırılan baş-son renk ayrımı pad-batch boyama yönteminde sürekli karşımıza çıkmaktadır. Bu ayrıma sebep olan birçok etki vardır. İyi düzeyde ön terbiye yapılmamış bir kumaşın boyama işleminde daima sıkıntı çıkması çok doğaldır. Bu yüzden ön terbiye işlemlerinin oldukça iyi uygulanması gerekir. Yapılan yöntemler incelenerek, gereken test ve kontrollerin sürekliliği sağlanmalı, standartlar kontrol altında tutulmalıdır.

Pad-batch ile boyama işlemi dokuma kumaşların boyanmasında sıkça kullanılmaktadır. Fakat günümüzdeki teknoloji pad-batch boyama yönteminin uygulama alanını büyüterek daha geniş bir selüloz esaslı elyafların boyama işlemine olanak sağlar. Örgü tipi floş,

viskon, havlu ve kadife türü kumaşlar da günümüz teknolojisi ile boyanmaktadır. Aslında örgü türü kumaşların pad-batch'de boyama işlemi uzun süredir özellikle Türk sanayisi tarafından kullanılmaktadır. Bu husus makine imalatçılarında ilgi uyandırmış ve daha iyi kullanılabilir bir hale gelmesi sağlanmıştır.

Uygun kumaş rutubeti, boyanma öncesi kumaş sıcaklıkları, soğutma silindirleri öncesi kumaş sıcaklıkları, soğutma silindirleri sonrası ve fulara giriş öncesi kumaş sıcaklıkları, boyama sonrası fulardan çıkan kumaş sıcaklıkları, bekleyiş sonrası ve yıkama girişindeki kumaş sıcaklıkları, boyama teknesindeki sıcaklık ölçümleri ve fular banyosundaki pH ölçümleri soğuk pad-batch boyama prosesindeki önemli etkenlerdir (Şahinli, 2005).

Kontinü boyama, boyama işleminin kesintisiz olarak devam ettiği bir prosestir. İlk yatırım maliyetinin fazlalığı nedeniyle kontinü boyama işlemleri, daima büyük parti boyama çalışan işletmeler için daha elverişlidir. Yarı kontinü boyamada olduğu gibi, tüm kontinü boyama yöntemleri emdirme işlemi ile başlar. Ardından yönteme göre fiksaj ve yıkama işlemine geçilir (Milli Eğitim Bakanlığı, 2012).

Kontinü yöntemlerden pad-steam, pad-dry ve pad-thermosol hatlarının kurulum amacı pamuk/poliester kumaşların boyanması olmuştur. Küp, kükürt ve reaktif boyarmaddeler karışımın selülozik kısmı için iyi sonuçlar vermektedir. Direkt boyarmaddelerde kullanılmaktadır ancak çok yaygın değillerdir. Bu yöntemlerin genelinde ilk olarak termosolleme yöntemi ile poliester kısmı boyanmaktadır. İlk fulardda dispers boyarmadde ile antimigrasyon maddeleri birlikte verilmektedir. Daha sonra ön kurutmayla kurutulur ve termozolleme aşamasında 200-215°C sıcaklıkta 30-60 saniye süre sonunda poliester kısmın boyanma işlemi tamamlanmış olur. Bu noktadan sonra derhal dispers boyanın uzaklaşması gerekir. Aynı esnada da küp, kükürt ya da reaktif boyarmaddeleri life difüze olmuştur. Reaktif ve direkt boyarmaddelerin ısı stabilitesi olduğundan ilk fulardda işlenebilirler. Bunlar termozol adımını bitirdikten sonra selüloz üstünde kurumuş olurlar fakat hala boyama gerçekleşmemiştir. Buharlama işleminden önce tuz ve alkali içeren banyodan geçirilirler. Düzgünsüz boyama olasılığı vardır. İlk banyoda küp boyarmaddeler de ilave edilebilirler ancak poliesteri lekeleme ihtimalleri

vardır. İndirgenmiş durumda substantiviteleri yüksek ve stabiliteleri düşüktür. Bu yüzden düzgünsüz boyama olasılığı bulunur (Shore, 1998).

Küp boyarmaddeleri; reaktif, kükürt ile direkt boyarmaddelere kıyasla renk tekrarlılığı ile haslıklar bakımından oldukça iyi neticeler vermektedir. Başka bir avantaj da redüktif yıkamaya ihtiyaç duyulmamasıdır. Küp boyarmaddeleri için kullanılan redüksiyon maddeleri mevcudiyetinde poliesterin boyanması tatmin edici seviyelerde olmadığından kontinü dispers/küp boyamaların önemi artmıştır. Küp ile dispers boyarmadde uygulaması iki kademede yapılmalıdır, fakat iki kademeli yöntemde seçilmiş boyarmaddeler kullanıldığından tam renk gamına sahip olmaması ve boyarmaddelerin karşı lifi lekelemesi gibi problemler mevcuttur. Poliester/pamuk karışımlarının kontinü metotlarla boyanması hakkında daha yapılması gerekli birçok yorum vardır (Chao ve diğ., 1998; Shore, 1998).

### 2.7.3. Redüktif Yıkama

Tekstil ürünlerinde baskı, boyama gibi işlemlerden sonra lif üzerinde duran fikse olmamış boyarmadde artıklarını, yüzey aktif maddeleri, migrasyon inhibitörlerini veya materyalin yüzeyindeki çeşitli kirleticileri uzaklaştırmak amacıyla gereken yardımcı maddeleri kullanarak yıkama işlemi uygulanmaktadır. Bu yıkamanın amacı; yüzeyde kalan fikse olmamış boyarmaddeleri uzaklaştırarak, haslık değerlerini iyi hale getirmektir. Böylelikle işlem sonu rengine ulaşılması sağlanır (Balcı ve Oğulata, 2013).

Redüktif yıkama yöntemine ihtiyaç duyulma sebebi boyarmadde özelliği ve boyarmadde konsantrasyonuyla ilişkilidir. Ayrıca çektirme seviyesi, difüzyon, kimyasalın tipi, dispersiyon dayanıklılığı ve karışımdaki selüloz oranı redüktif yıkama yapılmasına karar verme aşamasında etkili olmaktadır (Mangur, 2006).

## 2.8. Endüstriyel Renk Fiziği

İnsan gözünün ışık enerjisi içeren fiziksel bir optik görüntüyü algıladığı konsept renk olarak isimlendirilmektedir. Rengi gözlemlemek ve oluşturmak amacıyla ışığa gereksinim duyulmaktadır.

### 2.8.1. Işık ve Renk Kavramı

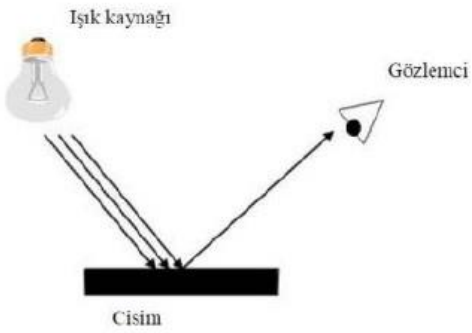
**Işık**

Kavram olarak ışık, fiziksel olarak incelendiğinde belli bir dalga boyuna ve frekansa sahip bir elektromanyetik dalga olarak tanımlanır. Ayrıca malzemelerin dış kaynaklar tarafından görünür ve algılanabilir hale getirilmesinin de bir ifadesidir (Kuloğlu, 2013).

**Renk**

Tekstil materyallerine albeni kazandırmak, satılabilir bir duruma getirilmesi maksadıyla terbiye proseslerini takiben boyarmaddeler vasıtasıyla renklendirme prosesi gerçekleştirilmektedir (Mangut, 2006).

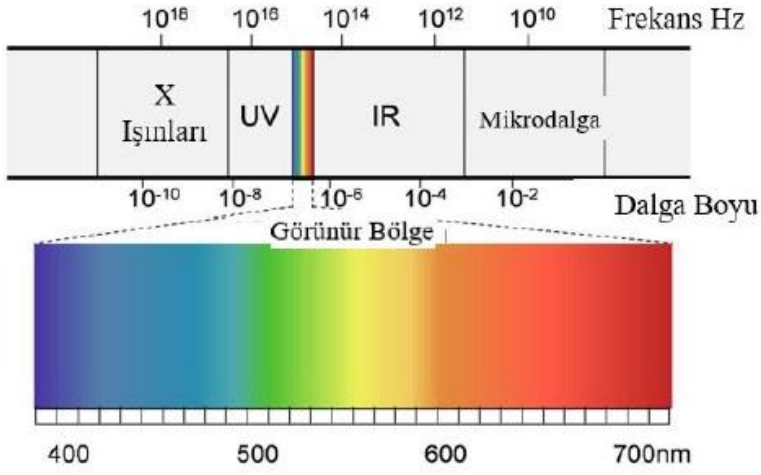
Renk fizyolojik, psikolojik, fiziksel ve kimyasal durumların neticesi olarak hissedilen ve bu durumlardan etkilenebilen bir izlenimdir. 400-700 nm aralığındaki elektromanyetik spektrum dalga boyları insanlar tarafından görülebilmektedir. İnsanların bir cismin rengini algılayabilmesi amacıyla bir ışık kaynağına, ışık kaynağının üzerine düştüğü bir cisme ve onu algılayan bir gözlemciye ihtiyacı vardır (Becerir, 2006; Dede, 2012).




**Şekil 2.17.** Renk algılama genel gösterimi (Dede, 2012).

Işık kaynağından gelen ve bir cisme çarpan ışığın bir bölümü cisim tarafından yansıtılırken bir bölümü ise cisim tarafından emilmektedir. Bu nedenle malzeme üzerinden yansıyan ve emilen ışıktan dolayı gözlemcinin algıladığı renkte farklılık ortaya çıkar. Işığın vurduğu noktanın düz mü yoksa engebeli bir zemin mi olduğu ile birlikte

ışığın vurduğu açı da gözlemcinin algıladığı renkte önemli bir etkendir. Rengi sayısal olarak ifade etmek için ölçümler standartlaştırılmalı, evrensel olarak uygulanabilir olmalı ve ışık kaynağı, nesne ile gözlemci tam olarak tanımlanmalıdır. 380-780 nanometre aralığındaki ışığı insan gözü algılayabilmektedir. Bu nm aralığı kızılötesi ile morötesi ışık bölgesinin arasına denk gelmektedir. En uzun dalga boyuna sahip ışık kızılötesi (IR), en kısa dalga boyuna sahip ışık ise morötesi (UV) olarak tanımlanır. Görünür ve görünmez bölgeler arasındaki ışık farkı, dalga boylarındaki farktan kaynaklanmaktadır. Ana renkler kırmızı, yeşil ve mavi'dir. Ana renklerden farklı olarak diğer renkler, bu ana bileşenlerin insan beyni tarafından çeşitli oranlarda karıştırılmasıyla meydana gelmektedir (Bulduk, 2005; Akgün ve diğ., 2012).



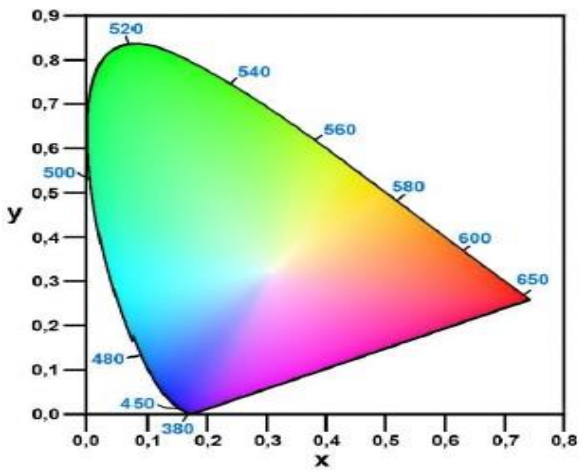

**Şekil 2.18.** Dalga boyu, frekans ve renk arasındaki ilişki (Hu ve diğ., 2020).

380-780 nanometre aralığındaki görünür ışığı insan gözü algılamaktadır. Görünür bölgenin alt kısmındaki ışık takriben 740 nanometreden daha uzun bir dalga boyundadır ve kırmızı olarak gözükmektedir (Şekil 2.18). Çeşitli kimyasal yapılara sahip maddelerin farklı dalga boyları için farklı yansıma kuvveti ve absorpsiyonu bulunmaktadır (Hu ve diğ., 2020).

**Tiristimulus Değerleri**

Tekstil materyalleri göz önüne alındığında renk kişisel bir bakış açısıyla ilgilidir. Renk ölçü terimlerindeki artışla birlikte oldukça fazla renk görünüm sistemleri türemiştir. Renk görünüm sistemleri ele alındığında tekstil dalında Hunter ve CIELAB sistemleri yaygın olarak kullanılmaktadır (Becerir, 2011).

CIELAB'a göre X, Y, Z koordinatlarıyla gösterilen tiristimulus değerlerinde; kırmızı olarak X, yeşil olarak Y ve mavi olarak Z değeri gösterilmektedir. Renk ölçümü için kullanılan radyasyon kaynağı ksenon ark lambalara, ihtiyaç duyulan parçaların eklenmesiyle C aydınlatıcısı, D65 gibi aydınlatıcılar kullanılmaktadır. Tiristimulus kolorimetrelerinde kullanılan aydınlatıcı yardımıyla ölçülecek nesneye gelen ve akabinde yansıyan ışınlar daha sonra dedektöre yönelmektedir. Dedektöre gelen ışınlar üç çeşit filtreden geçmektedirler (Üren, 1999; Şahinbaşkan, 2007).



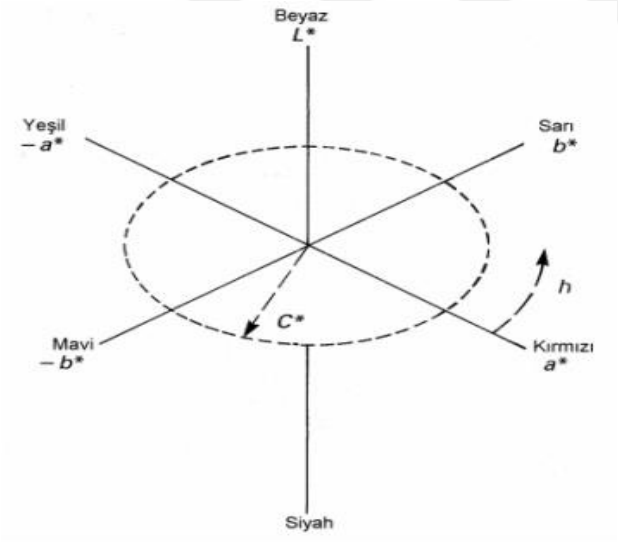

**Şekil 2.19.** CIE XYZ kromatisite diyagramı (Adamow ve diğ., 2020).

Renklerin nesnel bir şekilde incelenmesi ve sonuçlarının paylaşılabilmesi amacıyla CIE kromatisite şemasından yararlanılır (Şekil 2.19). Bu koordinat sistemine göre 600 nm aralığında olan kırmızı ışınlar X ışınlarını, 550 nm aralığında olan yeşil ışınlar Y ışınlarını ve 450 nm aralığında olan mavi ışınlar Y ışınlarını ifade etmektedir. İnsan gözündeki gibi görme işlemine benzer işlevi yerine getiren bu sistemde X, Y, Z filtreleri normal bir gözlemciyi simüle eder (Şahinbaşkan, 2007).

**CIELAB Renk Uzayı**

Uluslararası Aydınlatma Komisyonunun (CIE) amacı mürekkep, boyarmadde gibi renklendirici madde üreticilerinin, renk standartlarını belirlemesi için tekrarlanabilir bir yöntem meydana getirmektir. Aynı zamanda insan gözü ile görünen renklerin tümünü belirlemek amacıyla kullanılmaktadır. Global bir taslak meydana getirerek renk eşlemesini sağlar. Bu taslağın kaynağında, standart gözlemci ve CIELAB renk uzayı yer almaktadır. Ayrıca CIELAB uzayının balanssız doğası –xyY kromatisite diyagramında gösterildiği gibi bu standartın kolayca elde edilmesini zorlaştırmıştır (Köse ve Şahinbakan, 2008).

X, Y, Z tristimulus değerleri 1936 ile 1976 yılları arasında geliştirilen formüller olmakla birlikte daha üniform renk uzayını açıklayan a*, b* ve L* değerlerine dönüşüm işlemini kapsamaktadır (Özçelik, 2005).




**Şekil 2.20.** CIELAB renk uzayı (Becerir, 2006).

Burada;

Xn, Yn, Zn: Aydınlatıcının Tristimulus Değerleri,
h°: Renk Açısı (Renk Tonu),
C*: Kroma (Renk Doygunluğu),
b*: Sarı-mavi Ekseni Değeri,
a*: Kırmızı-Yeşil Ekseni Değeri,
L*: Işıklılık (Açıklık-Koyuluk) Ekseni Değeri (Becerir, 2006).

CIELAB renk uzayındaki eksenlerden a* ile b* eksenleri birbirleri ile dik açı yapmaktadırlar. Rengin parlaklığına göre gri veya beyaz (nötral) bir noktada kesişmektedir. Diğer bir ekseni ifade eden L* ekseni koyuluk ve açıklığı belirtmektedir. L* ekseninde yukarıya doğru çıkıldığında beyaz renge, aşağıya doğru inildiğinde siyah renge ulaşılmaktadır. Ayrıca a*+ doğrultusunda gidildiğinde kırmızılık, b*+ doğrultusunda gidildiğinde ise sarılık çoğalmaktadır. Kırmızıdan sarıya artan renk döndürme açısı h°, bir renk ölçü miktarıdır. Kırmızı rengi h°=0, sarı rengi h°=90 ve mavi rengi h°=270 belirtmektedir. Nötr noktadan uzak bir nokta kromayı gösterir. Kroma bir renk ölçüsüdür. Belli bir renk açısının doygunluğu ya da şiddeti olarak açıklanmaktadır. Ayrıca kromatik renge benzer değere sahip gri renkten uzaklığı olarak ifade edilmektedir. C* kromanın sayısal göstergesidir. ΔE* ise renk farkı denklemiyle hesaplaması yapılan toplam renk farkını temsil eder (Yeşil, 2010; Özçelik, 2005).

### 2.8.2. Metamerizma Kavramı

Günümüz şartlarında renk bilimi kozmetik, boya, plastik, tekstil, gıda ve ambalaj gibi pek çok alanda uygulanmaktadır. Tekstil endüstrisi incelendiğinde renk kavramı çok önemli parametrelerden biridir. Tekstil ve giyim üreticileri, son kullanıcının renk memnuniyetsizliği yaşamaması için ürünlerinin tüm parçalarının aynı renkte olmasını istemektedir. Metamerizm; farklı enerji oranlarına sahip iki rengin belirli bir dalga boyunda benzer renk anlayışı üretmesinden veya benzer ışığın çeşitli gözlemcilerde başka renk algıları oluşturmasından türetilen bir terimdir (Zjakic ve diğ., 2011; Setchell, 2012).

Bir nesnenin belirli bir ışık kaynağı altındaki tiristimulus değeri, başka bir ışık kaynağı altında aynı olmayabilir. Bu nedenle nesneler iki ışık etkisinde benzer gözükürken, farklı ışıklar etkisinde benzer görünmez. Tekstil endüstrisinde metamerizm olayı arzu edilmeyen bir olgudur. Renk konusunda yetkin bir kişi, iki farklı numuneyi belli bir aydınlatma etkisinde eşleştirse bile, son kullanıcı numuneleri farklı bir ışık kaynağı altında görüntülerken renk farkını görmek istemeyebilir. Değişkenlik gösteren ışık kaynakları ile renk uygunsuzluğunun meydana gelmesi, metamerizm olayına yeni bir boyut getirmektedir.

### 2.8.3. Kubelka-Munk Denklemi

Bir bilgisayar renk geliştirme programının çalışabilmesi için test boyama işleminde kullanılan boyaların konsantrasyonu ile üretilen renk arasında matematiksel bir ilişki olması gereklidir. Renk eşleme yazılımının matematiksel temelini oluşturan en yaygın kullanılan denklem Kubelka-Munk denklemidir. Kubelka-Munk denklemine göre ışık absorbsiyon katsayısının (K), ışık saçılma katsayısına oranının (S), ışığın fonksiyonel yansıması (R) ile orantılı olduğu bir bağlantı oluşturulmuştur. CIELAB sisteminde renk kontrolü genellikle a*, b* ve L* değerleri ölçülerek yapılıyor olsa da pigmentlerin konsantrasyonları arasında sistemli bir ilişki bulunmamaktadır. Kubelka-Munk denkleminin en etkili kullanım şekli boyarmaddenin maksimum absorbsiyon dalga boyudur. 1931 senesinde geliştirilen bu teori ve bu teoriden üretilen denklemler, boyalı malzemelerin ışık absorblama ve ışık yayma özellikleri ile yüzeyin reflektansı ve kullanılan boyarmadde arasındaki ilişkiyi açıklamaktadır (Özçelik, 2005; Becerir, 2005).

## 2.9. Tekstil Materyallerinde Haslık Kavramı

Tekstil endüstrisinde, materyallerin boyanması için boya ve pigment formda tonlarca boya harcanmaktadır. Ticari bakımdan kabul gören renkli tekstil materyallerinin üretiminde renk haslıkları ya da renk devamlılıkları önemlidir. Bu materyallerin üretimi veya genel kullanımı sırasında çeşitli etkiler altında kalması, renk tonlarının değişmesine ve diğer işlem görmüş kumaşlarda lekelenmeye neden olur. Bu durumda üreticilerin ve tüketicilerin uygulama parametrelerini iyileştirmeleri gerekmektedir. Japon Endüstri Standartları (Japanese Industrial Standards) (JIS), Amerikan Tekstil Kimyagerleri ve

Renk Uzmanları Birliği (The American Association of Textile Chemists and Colorists) (AATCC), Avrupa Standizasyon Komitesi (the European Committee for Standardization) (CEN) ve Uluslararası Standardizasyon Örgütü (International Organization for Standardization) (ISO) gibi ulusal standardizasyon kuruluşları aracılığı ile gelişimi sağlanan test metotlarının ortaya çıkmasıyla birlikte, renk haslığını iyileştirmek ve sürdürmek için ölçüm metotları oluşturulmuştur. Cenevre'de merkezi bulunan ISO, tekstil endüstrisini de içeren dünya genelinde endüstriyel ve ticari standartların kullanımını teşvik etmektedir. Genel olarak renk haslığı kavramı, tekstil materyallerinin maruz kaldığı dış etkenlere karşı rengin gösterdiği direnç olarak adlandırılabilir. Tekstil materyalindeki boyanın molekül yapısı, elyafın cinsi, boyama prosesi ve renk derinliği gibi etkenler materyalin haslık değerlerini etkiler. Boyanın çözünürlüğü molekül yapısına, molekül ağırlığına ve anyonik gruplardaki çözünürlüğüne bağlıdır. Çeşitli tekstil elyaflarına uygulanan aynı boyalar, farklı dayanıklılık özellikleriyle sonuçlanır. Haslık kavramı olarak bu husus elyaf tipinin etkisini göstermektedir (Valldeperas-Morell ve Carrillo-Navarrete, 2012).

Günümüz şartlarında renk değişimi ve lekelenmeyi değerlendirmek amacıyla gri skalalar veya enstrümental değerlendirme metotları uygulanmaktadır. Test sonucundaki küçük değişiklikler tüketici tarafından kabul görmektedir ancak büyük değişiklikler kabul görmemektedir. Renk haslığı testi, orijinal ve işlenmiş numuneler arasındaki renk değişiminin belirlenmesini içerir. Orijinal numune ile test edilen numunenin renk değişikliği, gri skala olarak adlandırılan ve yavaş bir şekilde daha zıt duruma dönen gri nüanslı çip çiftleriyle kıyaslanmaktadır. Çiftler arasında renk değişikliği yoksa '5' numara olarak değerlendirilirken, gittikçe değişen renkler '4, 3, 2, 1' numara olarak değerlendirmesi yapılır. Refakat kumaş olarak bilinen bitişik kumaşa renk verme işleminde de gri skala ölçümü kullanılmaktadır. Bu ölçümde '5' numara maksimum haslığı derecesini belirtmektedir. 1 numaraya gidinceye kadar azalan rakamlar ise koyu durumdaki gri nüansı belirtmektedir (Millington, 2017).

Tekstil materyallerinin farklı sebeplerinden dolayı renginde solmalar meydana gelmektedir. Solmaların tespit edilmesi ve renklerin yorumlanması amacıyla bazı haslık

testleri gerçekleştirilmektedir. Bu testler; ışık haslığı, yıkama haslığı, sürtme haslığı, asidik ve bazik ter haslığıdır.

### 2.9.1. Yıkama Haslığı

Renklendirilmiş olan bir tekstil materyalinde, ticari ve evsel yıkama sonucu meydana gelen değişikliklere karşı renk dayanımının bir ölçümüdür. Bu haslık testi paslanmaz çelikten yapılmış, bir su banyosu içerisinde gerçekleşir. İşlem sırasında çark dakikada 40 devir atabilen bir mekanizmadan oluşmaktadır.



**Şekil 2.21.** Sıcaklık kontrollü su banyosunda dönen yıkama haslığı test cihazı (Millington, 2017).

Çelik bilyeler çeşitli mekanik ve aşındırma etkilerinin simüle edilmesi amacıyla kullanılır. Yıkama işlemine karşı renk haslığının etkisi birkaç faktöre bağlıdır. Bunlar; yıkama çözeltisindeki sıcaklık, çözelti oranı, uygulanan deterjan türü, katkı maddesi kullanmak ve mekanik etkinin şiddetidir. Gri skala kullanılarak, yıkama sonrası meydana gelen renk değişimi değerlendirilir (Valldeperas-Morell ve Carrillo-Navarrete, 2012).

### 2.9.2. Sürtme Haslığı

Tekstil malzemesinin başka bir tekstil malzemesine sürtünme aracılığıyla renginin geçmesi olayıdır. Boyanın elyafa ne derecede bağlandığı ölçen bu haslık yöntemi, yaş ve kuru olmak üzere uygulanmaktadır. Tekstil materyaline bağlanmayan ve hidrolize olan boyanın elyaf üzerinden giderilmesi adına materyale ard işlemler yapılmaktadır. Sürtme haslığı testinde, materyal yüzeyine tutunan boyalar standart sürtme bezini kirletmektedir.

Standart olarak kullanılan ve 5x5 boyutlarındaki pamuklu sürtme bezi üzerindeki lekelenme derecesi gri skala ile değerlendirilir (Kır ve Benli, 2012).

### 2.9.3. Tere Karşı Renk Haslığı

İnsan vücudunda meydana gelen ter, tuzlu bir karışımdır ve insan metabolizmasına bağlı olarak asidik veya bazik olabilir. Tekstil materyallerinin rengindeki değişiklik, aynı zamanda terleme üzerinde de önemli bir etkiye sahip olan histidin amino asidini barındıran temel bir bileşenden kaynaklanmaktadır. Bu bileşeni içeren alkali ve asit çözeltilerle temas ettirilen tekstil materyalleri, plakalar arasına yerleştirilerek belirli bir basınç ve sıcaklıkta 4 saat bekletilirler. Daha sonra gri skala ile tekstil materyalinin refakat kumaşı lekeleme oranı değerlendirilir (Valldeperas-Morell ve Carrillo-Navarrete, 2012).

### 2.9.4. Işık Haslığı

Gün ışığı ya da hava şartları bir tekstil materyalinin renk görüntüsünü ciddi derecede etkileyen özelliklerdir. Işık haslığı, boyanmış olan tekstil ürünlerinin ışık dayanımını ölçerek, materyal üzerinde oluşan renk farklılığını değerlendirmek amacıyla uygulanan bir işlemdir. Bu haslık testinde doğal ışık veya doğal ışığı simüle edebilen bir ışık kaynağı (D65 ışık kaynağını simüle eden bir ksenon ark lambası) uygulanarak rengin değişimi mavi skala ile değerlendirilmektedir (Sarıduman, 2005; Valldeperas-Morell ve Carrillo-Navarrete, 2012).

## 2.10. Haslıkların Değerlendirilmesinde Kullanılan Skalalar

### 2.10.1. Mavi Skala

Sadece ışık haslığını değerlendirmek için kullanılır. 200g/m$^2$ ağırlığındaki yünlü kumaşların, seçilmiş özel boyalarla boyanması sonucu elde edilir. Sekiz kademeli olan bu skalada, en kötü değer bir, en iyi değer sekiz olarak açıklanmaktadır. Mavi skalanın değerleri ile bu değerlerin anlamları Çizelge 2.7'de gösterilmektedir (Kut, 2013).

**Çizelge 2.7.** Mavi skala değerleri ve anlamları (Kut, 2013).

| Kullanılan Boyarmaddeler | Haslık Değeri | Anlamı |
|---|---|---|
| C.I Acid Blue 104 | 1 | Çok kötü |
| C.I Acid Blue 109 | 2 | Kötü |
| C.I Acid Blue 83 | 3 | Orta |
| C.I Acid Blue 121 | 4 | Oldukça iyi |
| C.I Acid Blue 47 | 5 | İyi |
| C.I Acid Blue 23 | 6 | Pekiyi |
| C.I Solubilised Vat Blue 5 | 7 | Mükemmel |
| C.I Solubilised Vat Blue 8 | 8 | Harikulade |

### 2.10.2. Gri Skala

Gri skala, ışık haslığı haricindeki haslıkları değerlendirmek için kullanılır. Beş kademeden oluşan bu skalada en düşük değer bir, en yüksek değer ise beş olarak tanımlanmaktadır.

Gri skalanın değerleri ile bu değerlerin anlamları Çizelge 2.8'de gösterilmektedir (Yalçın, 2011).

**Çizelge 2.8.** Gri skala değerleri ve anlamları (Yalçın, 2011).

| Haslık Değeri | Anlamı |
|---|---|
| 1 | Kötü |
| 2 | Orta |
| 3 | Oldukça iyi |
| 4 | İyi |
| 5 | Pekiyi |

Boyanmış tekstil ürünlerinin haslıkları değerlendirilirken iki farklı gri skala kullanılır. Skalanın biri, boyanan parçanın rengindeki değişimi ölçmek amacıyla, diğeri ise

boyanmış parçanın içine dikilen refakat kumaşın kirlenme derecesini ölçmek için kullanılır.

Baskılı ya da boyalı materyalin refakat kumaşı, 6 farklı lif bölümünün (asetat, pamuk, poliamid, poliester, akrilik, yün) meydana getirdiği refakat kumaşı ile beraber sandviç şeklinde üretim veya kullanım sırasında maruz kalacağı şartlarda farklı maddelerle etkileştirilir. Materyalde oluşan renk değişimi ve boyalı olmayan multifiber kumaşa boyanın geçme durumu bu gri skalalar ile değerlendirilmektedir (Kut, 2013; Yalçın, 2011).

# 3. MATERYAL ve YÖNTEM

## 3.1. Materyal

### 3.1.1. Kumaşlar

Yapılan çalışmada elyaf kompozisyonları ve gramajları farklı olan pamuk/poliester karışımı kumaşlar kullanılmıştır.

**Çizelge 3.1.** Çalışmada kullanılan pamuk/poliester karışımı kumaşların özellikleri

| **Kullanılan Materyal** | **Kumaş Adı** | **Gramaj (g/m$^2$)** |
|---|---|---|
| %40 Pamuk %60 Poliester | DoubleFace | 232 |
| %50 Pamuk %50 Poliester | İnterlok | 142 |
| %53 Pamuk %47 Poliester | Pike | 168 |
| %55 Pamuk %45 Poliester | Pike | 146 |
| %60 Pamuk %40 Poliester | 3 İp Diyagonal | 270 |

Kullanılan kumaşlar yuvarlak örgü makineleri kullanılarak üretilmiştir. Çalışmada kullanılan %50 Pamuk %50 Poliester kumaş Dilek Tekstil Tic. San. Ltd. Şti'den, %60 Pamuk %40 Poliester kumaş Metin Tekstil Konf. San. Tic'den, %40 Pamuk %60 Poliester, %53 Pamuk %47 Poliester ve %55 Pamuk %45 Poliester kumaş Merlis Tekstil Boya ve Kimyevi Mad. San. Tic. Ltd. Şti'den temin edilmiştir.

### 3.1.2. Boyarmaddeler

Yapılan çalışmada Setaş ve Dystar firmalarında üretilmiş, molekül boyutları ve pH aralıkları ayrı olan sarı, kırmızı, mavi, siyah ile turkuaz renkte dispers boyarmaddeler kullanılmıştır. Bu boyarmaddelerin özellikleri ve pH aralıkları Çizelge 3.2'de gösterilmiştir.

**Çizelge 3.2.** Çalışmada kullanılan boyarmaddelerin özellikleri

| Üretici Firma | Boyarmadde | Kromofor Yapısı | pH Aralığı | Molekül Yapısı |
|---|---|---|---|---|
| Dystar | Yellow AC-E | Azo | 3-10 | Küçük |
| | Red AC-E 01 | Azo | 3-10 | Küçük |
| | Blue AC-E | Azo | 3-9 | Küçük |
| | Black CC-R | Azo | 3-9 | Orta |
| Setaş | Yellow 4G | Azo | 3-6 | Orta |
| | Red F3BS | Azo | 3-9 | Orta |
| | Blue TFBL | Azo | 3-7 | Orta |
| | Black CE-RN | Azo | 3-9 | Orta |
| | Brilliant Blue BG (Turkuaz) | Antrakinon | 3-9 | Büyük |

### 3.1.3. Kimyasal ve Yardımcı Kimyasallar

Çalışmada pamuk/poliester karışımı kumaşların ağartılması, boyanması ve redüktif yıkaması için kullanılan kimyasallar aşağıda verilmiştir.

- Verapers 460C: noniyonik yapıda dispers boyamalar için dispergatör, egalizatör ve oligomer önleyici madde,
- Setacid HB-KR: anyonik yapıda, banyo ve kumaş üzerinde pH değeri sağlayan nötralizasyon asidi,
- Combitex HT-Blue: alifatik yüzey aktifler, özel katalizörler ve kompleks yapıcı malzemelerin karışımı,
- Degapers Mikro: noniyonik/zayıf anyonik yapıda polyester boya egalizatörü,
- WelltexPower: noniyonik yapıda her türlü elyaf için yağ sökücü, yıkayıcı ve ön işlem malzemesi,
- Sodyum Hidroksit: sıvı kostik (%47-48'lik)
- Hidrojen Peroksit: hidrojen peroksit çözeltisi (%50'lik)
- Rucowet Bull: anyonik/noniyonik yapıda, selülozda veya selülozun tüm karışımlarında, boyama ve ön işlemi için kullanılabilen, az köpüren ve yüksek performanslı ıslatıcı madde,

- Rucorit HF: yüksüz, özel indirgen malzemeler karışımı olan redüktif yıkama maddesi,
- VesClear 640: sülfin asidi türevi redüksiyon maddesi,
- Veszym CAT 200F: Katalaz enzim preparatı.

Çalışmada boyanan pamuk/poliester karışımı kumaşlara yapılan haslık testleri için kullanılan kimyasal maddeler aşağıda verilmiştir.

- ECE referans deterjan: ISO 105-C06 yıkama haslığı test standardına uygun optik beyazlatıcı içermeyen deterjan seçilmiştir.
- L histidinmonohidrokloritmonohidrat ($C_6H_9O_2N_3.HCl.H_2O$)
- Disodyum hidrojen ortofosfatdihidrat ($Na_2HPO_4.2H_2O$)
- Sodyum dihidrojenortofosfatdihidrat ($NaH_2PO_4.2H_2O$)
- Sodyum klorür (NaCl)
- Sodyum perboratetetrahidrat ($NaBO_3.4H_2O$)
- Piridin ($C_5H_5N$)

### 3.1.4. Alet ve Cihazlar

**Numune Boyama Makinesi**

Laboratuvar tipi numune boyama makinesi olarak Sözdemir Tekstil Boya Apre San. Tic. A. Ş. laboratuvarında bulunan Termal Laboratuvar Aletleri San. ve Tic. Koll. Şti. firmasına ait EcoPolimat HT cihazı kullanılmıştır. Bu cihaz yağlı sistem olup 12 adet tüp kapasitesine sahiptir

**Reflektans Spektrofotometre**

Ağartma işlemi yapılan numunelerin beyazlık (Berger) derecelerinin ölçümü ile boyanan numunelerin renk ölçümleri için Sözdemir Tekstil Boya Apre San. Tic. A. Ş. laboratuvarında bulunan Datacolor SF600 PLUS-CT modelindeki reflektans spektrofotometre kullanılmıştır.

**Işık Haslığı Test Cihazı**

Işık haslığı testi için Setaş Kimya Sanayi A.Ş. laboratuvarında bulunan Atlas marka Xenotest 150 S + LM test cihazı kullanılmıştır.

**Yıkama Haslığı Test Cihazı**

Yıkama haslığı testi için Sözdemir Tekstil Boya Apre San. Tic. A. Ş. laboratuvarında bulunan Dyetechmarka programlanabilir ve sekiz tüp kapasiteli yıkama haslığı test cihazı kullanılmıştır.

**Ter Haslığı Cihazı**

Perspirometre; numune kumaşlara uygulanan asit, alkali ve su haslığı testleri Sözdemir Tekstil Boya Apre San. Tic. A. Ş. laboratuvarında bulunan Laborteks marka perspirometre cihazı kullanılmıştır.

**Sürtme Haslığı Test Cihazı**

Sürtme haslığı testi için Sözdemir Tekstil Boya Apre San. Tic. A. Ş. laboratuvarında bulunan Dyetech marka sürtme haslığı cihazı kullanılmıştır.

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Deneysel Tasarım

Farklı oranlardaki pamuk/poliester karışımı kumaşlara işletme reçetesi ile ağartma işlemleri yapılmıştır. Kombine ağartma ve boyama kapsamında ilgili kimyasallar ile pH 10 ve pH 4'te ağartma işlemleri gerçekleşmiştir. İşletme reçetesi ile gerçekleşen ağartma işleminin beyazlık (Berger) dereceleri standart olarak kabul edilip, pH 10 ve pH 4'te ki ağartma işlemlerinin beyazlık (Berger) dereceleri ile kıyaslanmıştır.

Standart ağartma işlemi yapılmış pamuk/poliester karışımı kumaşlara aşağıdaki işlemler uygulanmıştır:

- Tüm kumaş kompozisyonları, pH aralığı geniş ve peroksit dayanımı olan dispers boyarmaddeler ile 130°C'de işletme reçetesi ile boyanmış ve asidik redüktif (Rucorit HF) yıkaması yapılmıştır.
- %53 pamuk %47 poliester kompozisyonu, pH aralığı geniş ve peroksit dayanımı olan dispers boyarmaddeler ile 130°C'de işletme reçetesi ile boyanmış ve bazik redüktif (VesClear 640) yıkaması yapılmıştır.
- %53 pamuk %47 poliester kompozisyonu, işletmede kullanılan standart dispers boyarmaddeler ile 130°C'de işletme reçetesi ile boyanmış ve asidik redüktif (Rucorit HF) yıkaması yapılmıştır.
- %53 pamuk %47 poliester kompozisyonu, pH aralığı geniş ve peroksit dayanımı olan dispers boyarmaddeler ile 110°C'de işletme reçetesi ile boyanmış ve asidik redüktif (Rucorit HF) yıkaması yapılmıştır.
- Tüm kumaş kompozisyonları turkuaz dispers boyarmaddeler ile 130°C'de işletme reçetesi ile boyanmış ve asidik redüktif (Rucorit HF) yıkaması yapılmıştır.

Kombine ağartma ve boyama kapsamında ise ağartma işlemi yapılmamış kumaşlara yukarıdaki işlemlerin tümü uygulanmıştır. Uygulama esnasında sisteme aktivatör ilave edilmiştir. Tek banyo içerisinde pH 10 ve pH 4'te olacak şekilde 2 farklı kademede yapılmıştır. Daha sonra kumaşların renk ölçümleri yapılmıştır. İşletme reçeteleri ile gerçekleştirilen boyama numuneleri standart olarak kabul edilip, tek banyo içerisinde pH 10 ve pH 4'te olacak şekilde 2 farklı kademede gerçekleşen boyama numuneleri ile kıyaslanmıştır.

Renk ölçüm işlemlerinden sonra numunelere, ışık haslığı (TS EN ISO 105-B02:2014), sürtme haslığı (TS EN ISO 105-X12), su haslığı (TS EN ISO 105-E01), yıkama haslığı (TS EN ISO 105 C06), asidik ve bazik ter haslığı (TS EN ISO 105-E04) testleri uygulanmıştır.

### 3.2.2. Beyazlık (Berger) Derecelerini İncelemek İçin Yapılan Ağartma Deneyleri

Yapılan ağartmaların tümü, EcoPolimat HT laboratuvar tipi numune boyama makinesinde gerçekleştirilmiştir. 1:10 çözelti oranında çalışılmıştır.

Ağartma reçetelerinde uygulanan yardımcı kimyasalların miktarı, üretici firma (MYD Kimya) tarafından tavsiye edilen miktarlardır.

**Standart Ağartma Deneyi**

İşletme standartlarında yapılan ağartma deneyinde kullanılan reçete aşağıda verilmiştir:

1,2 gr/lt Islatıcı (Rucowet Bull / Rudolf Duraner)
2 gr/lt Sodyum Hidroksit (%47-48'lik)
2 gr/lt Hidrojen Peroksit (%50'lik)

pH 11,90 değerinde 98°C'de 40 dakika süreyle çalışılmıştır. Ardından 70°C'de 20 dakika banyo ve kumaş üzerinde pH değeri sağlayan nötralizasyon asidi (Setaş / 1 gr/lt Setacid HB-KR) ile asitleme yapılmıştır. Son adımda ise 50°C'de 10 dakika katalaz enzim preparatı (Veskim / 0,5 gr/lt Veszym CAT 200F) ile durulama yapılmıştır.

**PH 10 ve pH 4'te Yapılan Ağartma Deneyi**

PH 10 ve pH 4'te yapılan ağartma deneyinde kullanılan reçete aşağıda verilmiştir:

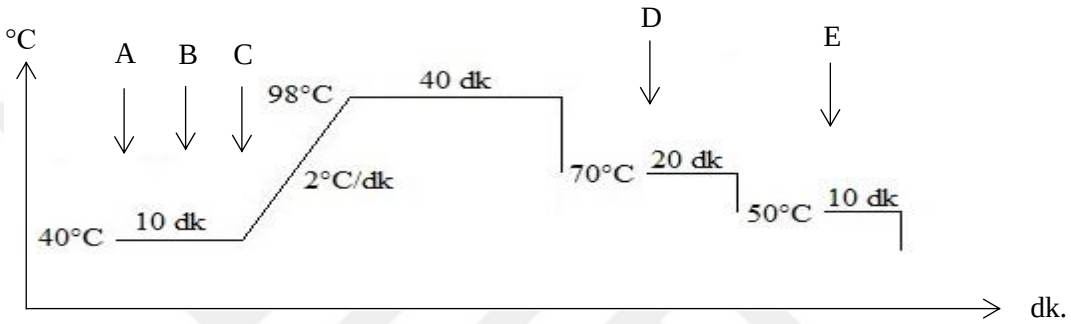
0,5 gr/lt Yağ sökücü (WelltexPower / MYD Kimya)
2 gr/lt Aktivatörlü kombine ağartma maddesi (Combitex HT-Blue / MYD Kimya)
3 gr/lt Hidrojen Peroksit (%50'lik)

98°C'de 40 dakika süreyle çalışılmıştır. Ardından 70°C'de 20 dakika banyo ve kumaş üzerinde pH değeri sağlayan nötralizasyon asidi (Setaş / 1 gr/lt Setacid HB-KR) ile

asitleme yapılmıştır. Son adımda ise 50°C'de 10 dakika katalaz enzim preparatı (Veskim / 0,5 gr/lt Veszym CAT 200F) ile durulama yapılmıştır.

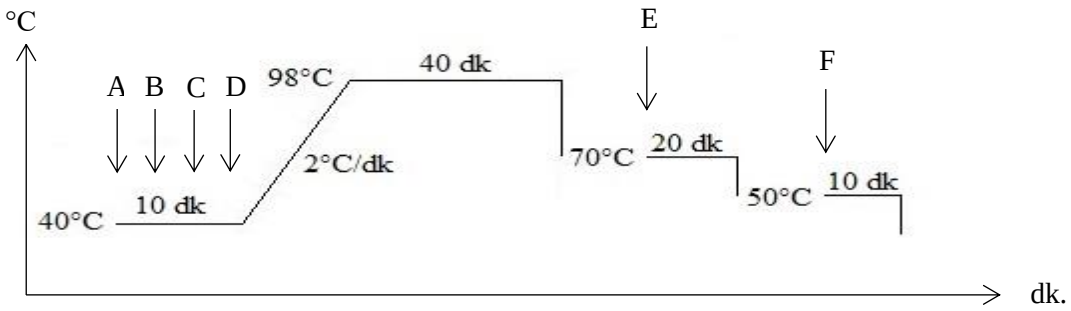
PH 10'da yapılan ağartmanın pH ayarlaması Sodyum Hidroksit (%47-48'lik) ile pH 4'te yapılan ağartmanın pH ayarlaması Setaş / Setacid HB-KR ile yapılmıştır.

Standart ağartma reçetesi için kullanılan ağartma grafiği Şekil 3.1'de, pH 10 ve pH 4'te yapılan ağartma reçetesi için kullanılan ağartma grafiği ise Şekil 3.2'de gösterilmiştir.




A: Islatıcı (Rucowet Bull) B: Sodyum Hidroksit C: Hidrojen Peroksit D: Nötralizasyon asidi (Setacid HB-KR) E: Katalaz enzim preparatı (Veszym CAT 200F)

**Şekil 3.1.** Standart ağartma prosesi sıcaklık-zaman diagramı




A: Yağ sökücü (WelltexPower) B: Aktivatörlü kombine ağartma maddesi (Combitex HT-Blue) C: Hidrojen Peroksit D: Sodyum Hidroksit/Setacid HB-KR E: Nötralizasyon asidi (Setacid HB-KR) F: Katalaz Enzim Preparatı (Veszym CAT 200F)

**Şekil 3.2.** PH 10 ve pH 4'te yapılan ağartma prosesi sıcaklık-zaman diagramı

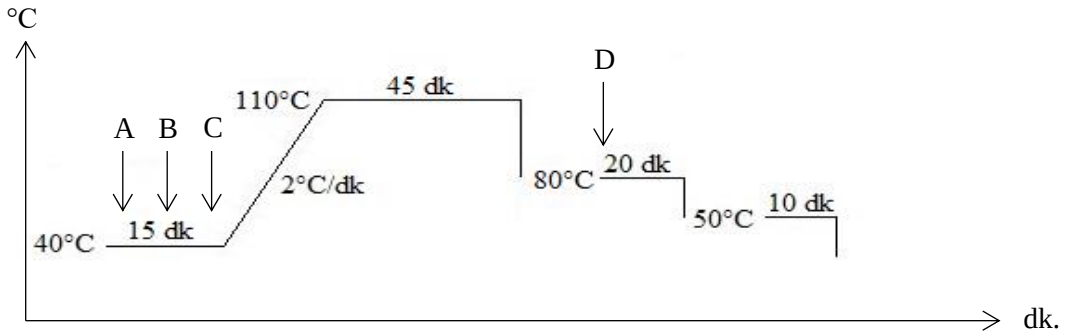
### 3.2.3. Boyama Deneyleri

Yapılan boyamaların tümü, EcoPolimat HT laboratuvar tipi numune boyama makinesinde gerçekleştirilmiştir. 1:10 çözelti oranında çalışılmıştır. Kullanılacak yardımcı kimyasallar için üretici firmanın önerdiği miktarlar hesaplanarak hazırlanmıştır. Pamuk/poliester karışımı kumaşların boyanmasında üç farklı proses üzerinde çalışılmıştır.

**Standart Boyama Deneyi**

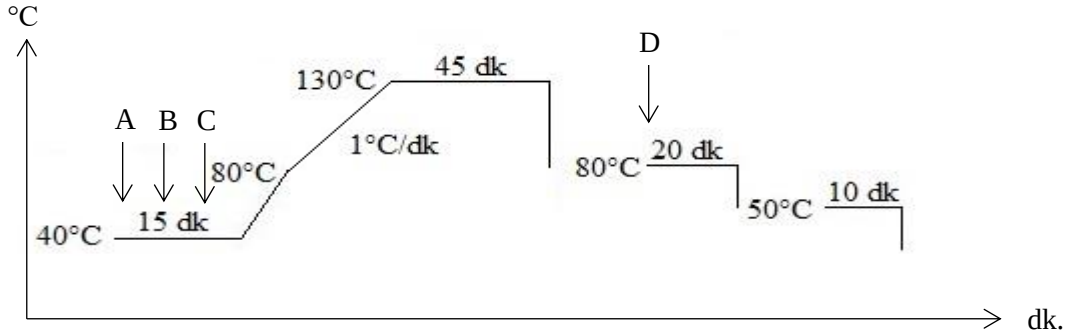
Ağartma işlemi yapılmış pamuk/poliester karışım oranları farklı olan kumaşlar, azo fonksiyonel grupları içeren iki adet farklı sarı, iki adet farklı kırmızı, iki adet farklı mavi ve iki adet farklı siyah dispers boyarmaddeler kullanılarak, %4 konsantrasyonda standart işletme reçetesi ile boyanmıştır. Ayrıca aynı boyama işlemi antrakinon fonksiyonel grubu içeren turkuaz dispers boyarmadde ile de gerçekleştirilmiştir. Boyaması yapılan numune kumaşlar kıyaslama sırasında standart olarak kabul edilmiştir.

Kullanılan boyama metotlarından 110°C ve 130°C'de yapılan standart boyama grafikleri Şekil 3.3 ve Şekil 3.4'te verilmiştir.




A: Boyarmadde B: Dispergatör (Verapers 460C) C: Nötralizasyon asidi (Setacid HB-KR)
D: Redüktif yıkama maddesi (Rucorit HF)

**Şekil 3.3.** 110°C'de çalışılan standart boyama prosesinin sıcaklık-zaman diagramı



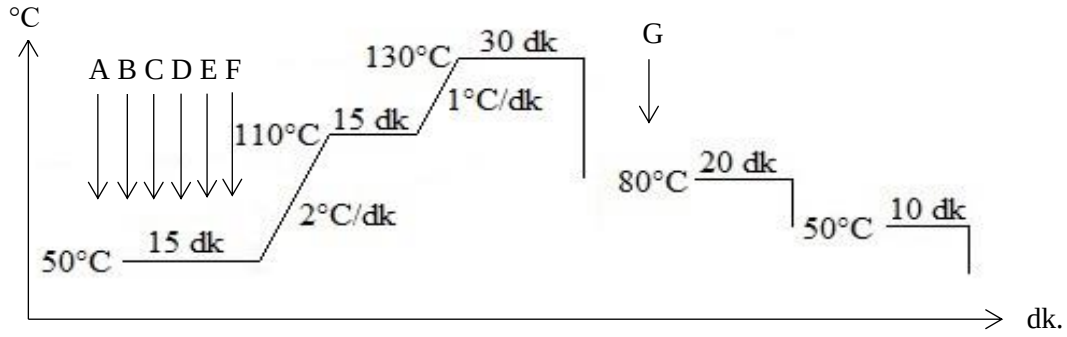

A: Boyarmadde B: Dispergatör (Verapers 460C) C: Nötralizasyon asidi (Setacid HB-KR)
D: Redüktif yıkama maddesi (Rucorit HF)

**Şekil 3.4.** 130°C'de çalışılan standart boyama prosesinin sıcaklık-zaman diagramı

**PH 10'da ve pH 4'te Yapılan Boyama Deneyi**

Deneysel çalışmada ağartma işlemi yapılmamış pamuk/poliester karışım oranları farklı olan kumaşlar, azo fonksiyonel grupları içeren iki adet farklı sarı, iki adet farklı kırmızı, iki adet farklı mavi ve iki adet farklı siyah dispers boyarmaddeler kullanılarak %4 konsantrasyonda, farklı bir diyagramda muamele edilmiştir. Ayrıca aynı boyama işlemi antrakinon fonksiyonel grubu içeren turkuaz dispers boyarmadde ile de yapılmıştır.

Pamuk/poliester karışımı kumaşların ağartma işlemi ve boyama işlemi tek banyoda gerçekleştirilmiştir. PH 10'da yapılan boyamanın pH ayarlaması Sodyum Hidroksit (%47-48'lik) ile pH 4'te yapılan boyamanın pH ayarlaması Setaş / Setacid HB-KR ile yapılmıştır.




A: Yağ sökücü (Welltex Power) B: Aktivatörlü kombine ağartma maddesi (Combitex HT-Blue) C: Hidrojen Peroksit D: Dispergatör (Degapers Mikro) E: Boyarmadde F: Sodyum Hidroksit/Setacid HB-KR G: Redüktif yıkama maddesi (Rucorit HF)

**Şekil 3.5.** PH 10'da ve pH 4'te çalışılan ağartma ve boyama prosesinin sıcaklık-zaman diagramı

Aşağıdaki Çizelge 3.3'te standart boyama deney bilgileri, Çizelge 3.4'te pH 10'da yapılan kombine ağartma ve boyama proses bilgileri ve Çizelge 3.5'da pH 4'te yapılan kombine ağartma ve boyama proses bilgileri verilmiştir.

**Çizelge 3.3.** Standart boyama deney bilgileri

| Kullanılan Kumaş | Kullanılan Dispers Boyarmadde | | Renk | Konsantrasyon | Sıcaklık | Yıkama |
|---|---|---|---|---|---|---|
| %40 Pamuk %60 Poliester | Yellow AC-E | PH ve peroksit dayanımı olan | Sarı | %4 | 130°C | Asidik Redüktif |
| | Red AC-E 01 | | Kırmızı | | | |
| | Blue AC-E | | Mavi | | | |
| | Black CC-R | | Siyah | | | |
| | Brilliant Blue BG | Standart | Turkuaz | | | |
| %50 Pamuk %50 Poliester | Yellow AC-E | PH ve peroksit dayanımı olan | Sarı | %4 | 130°C | Asidik Redüktif |
| | Red AC-E 01 | | Kırmızı | | | |
| | Blue AC-E | | Mavi | | | |
| | Black CC-R | | Siyah | | | |
| | Brilliant Blue BG | Standart | Turkuaz | | | |
| %53 Pamuk %47 Poliester | Yellow AC-E | PH ve peroksit dayanımı olan | Sarı | %4 | 110°C & 130°C | Asidik Redüktif |
| | Red AC-E 01 | | Kırmızı | | | |
| | Blue AC-E | | Mavi | | | |
| | Black CC-R | | Siyah | | | |
| | Yellow AC-E | PH ve peroksit dayanımı olan | Sarı | %4 | 130°C | Bazik Redüktif (VesClear 640) |
| | Red AC-E 01 | | Kırmızı | | | |
| | Blue AC-E | | Mavi | | | |
| | Black CC-R | | Siyah | | | |
| | Yellow 4G | Standart | Sarı | %4 | 130℃ | Asidik Redüktif |
| | Red F3BS | | Kırmızı | | | |
| | Blue TFBL | | Mavi | | | |
| | Black CE-RN | | Siyah | | | |
| | Brilliant Blue BG | | Turkuaz | | | |
| %55 Pamuk %45 Poliester | Yellow AC-E | PH ve peroksit dayanımı olan | Sarı | %4 | 130°C | Asidik Redüktif |
| | Red AC-E 01 | | Kırmızı | | | |
| | Blue AC-E | | Mavi | | | |
| | Black CC-R | | Siyah | | | |
| | Brilliant Blue BG | Standart | Turkuaz | | | |
| %60 Pamuk %40 Poliester | Yellow AC-E | PH ve peroksit dayanımı olan | Sarı | %4 | 130°C | Asidik Redüktif |
| | Red AC-E 01 | | Kırmızı | | | |
| | Blue AC-E | | Mavi | | | |
| | Black CC-R | | Siyah | | | |
| | Brilliant Blue BG | Standart | Turkuaz | | | |

**Çizelge 3.4.** PH 10'da yapılan boyama deney bilgileri

| Kullanılan Kumaş | Kullanılan Boyarmadde | Dispers | Renk | Konsantrasyon | Sıcaklık | Yıkama |
|---|---|---|---|---|---|---|
| %40 Pamuk %60 Poliester | Yellow AC-E | PH ve peroksit dayanımı olan | Sarı | %4 | 130°C | Asidik Redüktif |
| | Red AC-E 01 | | Kırmızı | | | |
| | Blue AC-E | | Mavi | | | |
| | Black CC-R | | Siyah | | | |
| | Brilliant Blue BG | Standart | Turkuaz | | | |
| %50 Pamuk %50 Poliester | Yellow AC-E | PH ve peroksit dayanımı olan | Sarı | %4 | 130°C | Asidik Redüktif |
| | Red AC-E 01 | | Kırmızı | | | |
| | Blue AC-E | | Mavi | | | |
| | Black CC-R | | Siyah | | | |
| | Brilliant Blue BG | Standart | Turkuaz | | | |
| %53 Pamuk %47 Poliester | Yellow AC-E | PH ve peroksit dayanımı olan | Sarı | %4 | 110°C & 130°C | Asidik Redüktif |
| | Red AC-E 01 | | Kırmızı | | | |
| | Blue AC-E | | Mavi | | | |
| | Black CC-R | | Siyah | | | |
| | Yellow AC-E | PH ve peroksit dayanımı olan | Sarı | %4 | 130°C | Bazik Redüktif (VesClear 640) |
| | Red AC-E 01 | | Kırmızı | | | |
| | Blue AC-E | | Mavi | | | |
| | Black CC-R | | Siyah | | | |
| | Yellow 4G | Standart | Sarı | %4 | 130℃ | Asidik Redüktif |
| | Red F3BS | | Kırmızı | | | |
| | Blue TFBL | | Mavi | | | |
| | Black CE-RN | | Siyah | | | |
| | Brilliant Blue BG | | Turkuaz | | | |
| %55 Pamuk %45 Poliester | Yellow AC-E | PH ve peroksit dayanımı olan | Sarı | %4 | 130°C | Asidik Redüktif |
| | Red AC-E 01 | | Kırmızı | | | |
| | Blue AC-E | | Mavi | | | |
| | Black CC-R | | Siyah | | | |
| | Brilliant Blue BG | Standart | Turkuaz | | | |
| %60 Pamuk %40 Poliester | Yellow AC-E | PH ve peroksit dayanımı olan | Sarı | %4 | 130°C | Asidik Redüktif |
| | Red AC-E 01 | | Kırmızı | | | |
| | Blue AC-E | | Mavi | | | |
| | Black CC-R | | Siyah | | | |
| | Brilliant Blue BG | Standart | Turkuaz | | | |

**Çizelge 3.5.** PH 4'te yapılan boyama deney bilgileri

| Kullanılan Kumaş | Kullanılan Dispers Boyarmadde | | Renk | Konsantrasyon | Sıcaklık | Yıkama |
|---|---|---|---|---|---|---|
| %40 Pamuk %60 Poliester | Yellow AC-E | PH ve peroksit dayanımı olan | Sarı | %4 | 130°C | Asidik Redüktif |
| | Red AC-E 01 | | Kırmızı | | | |
| | Blue AC-E | | Mavi | | | |
| | Black CC-R | | Siyah | | | |
| | Brilliant Blue BG | Standart | Turkuaz | | | |
| %50 Pamuk %50 Poliester | Yellow AC-E | PH ve peroksit dayanımı olan | Sarı | %4 | 130°C | Asidik Redüktif |
| | Red AC-E 01 | | Kırmızı | | | |
| | Blue AC-E | | Mavi | | | |
| | Black CC-R | | Siyah | | | |
| | Brilliant Blue BG | Standart | Turkuaz | | | |
| %53 Pamuk %47 Poliester | Yellow AC-E | PH ve peroksit dayanımı olan | Sarı | %4 | 110°C & 130°C | Asidik Redüktif |
| | Red AC-E 01 | | Kırmızı | | | |
| | Blue AC-E | | Mavi | | | |
| | Black CC-R | | Siyah | | | |
| | Yellow AC-E | PH ve peroksit dayanımı olan | Sarı | %4 | 130°C | Bazik Redüktif (VesClear 640) |
| | Red AC-E 01 | | Kırmızı | | | |
| | Blue AC-E | | Mavi | | | |
| | Black CC-R | | Siyah | | | |
| | Yellow 4G | Standart | Sarı | %4 | 130℃ | Asidik Redüktif |
| | Red F3BS | | Kırmızı | | | |
| | Blue TFBL | | Mavi | | | |
| | Black CE-RN | | Siyah | | | |
| | Brilliant Blue BG | | Turkuaz | | | |
| %55 Pamuk %45 Poliester | Yellow AC-E | PH ve peroksit dayanımı olan | Sarı | %4 | 130°C | Asidik Redüktif |
| | Red AC-E 01 | | Kırmızı | | | |
| | Blue AC-E | | Mavi | | | |
| | Black CC-R | | Siyah | | | |
| | Brilliant Blue BG | Standart | Turkuaz | | | |
| %60 Pamuk %40 Poliester | Yellow AC-E | PH ve peroksit dayanımı olan | Sarı | %4 | 130°C | Asidik Redüktif |
| | Red AC-E 01 | | Kırmızı | | | |
| | Blue AC-E | | Mavi | | | |
| | Black CC-R | | Siyah | | | |
| | Brilliant Blue BG | Standart | Turkuaz | | | |

### 3.2.4. Yıkama Deneyleri

Boyama deneylerinden sonra tüm numunelere iki farklı redüktif yıkama prosesi uygulanmıştır.

- Redüktif yıkama reçetesi (asidik)

2,5 g/l Rucorit HF: yüksüz, özel indirgen malzemeler karışımı olan redüktif yıkama maddesi

Çözelti hazırlandıktan sonra 80°C'de 20 dk yıkama ve durulama işlemi yapılmıştır.

- Redüktif yıkama reçetesi (bazik)

0,5 g/l VesClear 640: sülfin asidi türevi redüksiyon maddesi
1 g/l Sodyum Hidroksit
1 g/l Setacid HB-KR: banyo ve kumaş üzerinde nötr pH değeri sağlayan nötralizasyon asidi

Çözelti hazırlandıktan sonra 80°C'de 20 dk yıkama ve durulama işlemi yapılmıştır. Redüktif yıkamanın ardından kumaşlar 60°C'de 10 dk nötralize edilmiştir.

### 3.2.5. Yıkama Haslığı Testi

Boyanmış olan pamuk/poliester karışımı kumaşlara ISO 105-C06 A2S standartına göre yıkama haslığı testi uygulanmıştır. Yıkama metodu için 40˚C'de 150 ml çözelti kullanılmıştır. Çözelti içinde 4 g/l ECE deterjan ve 1 g/l sodyum perborat kullanılmıştır. Pamuk/poliester karışımı kumaş numuneleri 4 mm x10 mm hazırlanarak, aynı boyutlarda kesilen multifiber kumaşlar ile kısa kenarlarından dikilmiştir. Yıkama haslığı testi dyetech marka yıkama makinesinde gerçekleştirilmiştir. Pamuk/poliester karışımı kumaşların çok lifli refakat kumaş üzerine yaptığı lekeleme gri skala ile değerlendirilmiştir.

### 3.2.6. Asidik ve Alkali Ter Haslığı Testi

Boyanmış olan pamuk/poliester karışımı kumaşların hepsine ISO 105-E04 standartına uygun olarak ter haslığı testi uygulanmıştır. Bu yöntem insan vücudunda oluşan terin asidik halden zaman içinde bazik hale geçmesiyle kumaşın boya salma derecesinin değerlendirildiği test yöntemidir.

Asidik ter haslığı çözeltisi:

- 0,5 g L-histidinmonohidratklorürmonohidrat ($C_6H_9O_2N_3.HCl.H_2O$)
- 5 g sodyum klorür (NaCl)
- 2,2 g sodyum hidrojen ortafosfatdihidrat ($NaH_2PO_4.2H_2O$)

Çözelti pH 8,0 (±2)' e 0,1 mol/l sodyum hidroksit çözeltisi ile ayarlanır.

Bazik ter haslığı çözeltisi:

- 0,5 g L-histidinmonohidratklorürmonohidrat ($C_6H_9O_2N_3.HCl.H_2O$)
- 5 g sodyum klorür (NaCl)
- 2,5 g disodyum hidrojen ortafosfatdihidrat ($Na_2HPO_4.2H_2O$)

Çözelti pH 5,5 (±2)' e 0,1 mol/l sodyum hidroksit çözeltisi ile getirilir.

Asidik ve bazik ter haslığı için 4 mm x 10 mm ebatlarında hazırlanmış olan pamuk/poliester karışımı kumaş numuneleri ve multifiber kumaş, kısa kenarlarından dikilerek, 1:50 oranında çözelti içerisinde yarım saat bekletilmiştir. Fazla suyu üzerinden atılan kumaşlar akrilik plakalar arasına yerleştirilerek, perspirometre cihazı ile 37 ± 2˚C'de etüvde 4 saat süre ile bekletilmiştir. Pamuk/poliester karışımı kumaşların çok lifli refakat kumaş üzerine yaptığı lekeleme gri skala ile değerlendirilmiştir.

### 3.2.7. Su Haslığı Testi

ISO 105-E04 standartına uygun olarak yapılan su haslığı testinde, 4 mm x 10 mm boyutlarında hazırlanan numunelere 1:50 çözelti oranında yarım saat bekletilmiştir. Fazla suyu alınan kumaşlar, akrilik plakalara yerleştirilerek perspirometre arasında 37 ± 2˚C'de 4 saat etüvde bekletilmiştir. Pamuk/poliester kumaşların çok lifli refakat kumaş üzerindeki lekelemeleri gri skala ile değerlendirilmiştir.

### 3.2.8. Işık Haslığı Testi

Setaş Kimya Sanayi A.Ş. laboratuvarında pamuk/poliester karışımı kumaşlara ISO 105-B02:2014 standartına göre ışık haslığı testi yapılmıştır. 4 gün (96 saat) süren ışık haslığı testi sonunda kumaşlardaki renk solması mavi skala ile değerlendirilmiştir. Reflektans spektrofotometrede ölçüm yapılan kumaşların renk değerleri kaydedilmiştir.

# 4. BULGULAR

## 4.1. Ağartma

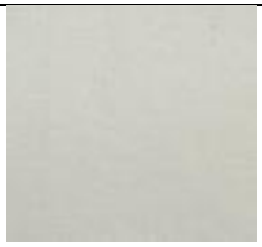
Pamuk/poliester karışımı kumaşlara işletme reçetesi, pH 4 ve pH 10'da yapılan ağartma işlemleri uygulanmıştır. Ağartma işlemi sonunda numunelere beyazlık (Berger) derecelerinin ölçüm işlemi yapılmıştır. Elde edilen görseller ve sonuçlar kaydedilerek karşılaştırma yapılmıştır.

| İşletme Reçetesi | pH 10 | pH 4 |
|---|---|---|
|  |  |  |
| Beyazlık: 70,371 | Beyazlık: 68,903 | Beyazlık: 55,765 |

**Şekil 4.1.** %40 pamuk %60 poliester karışımı kumaşın ağartılması ile elde edilen görseller ve beyazlık (Berger) dereceleri

| İşletme Reçetesi | pH 10 | pH 4 |
|---|---|---|
|  |  |  |
| Beyazlık: 71,362 | Beyazlık: 61,672 | Beyazlık: 57,421 |

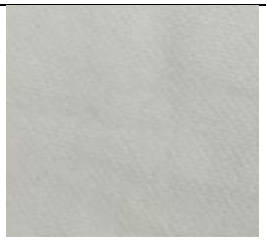
**Şekil 4.2.** %50 pamuk %50 poliester karışımı kumaşın ağartılması ile elde edilen görseller ve beyazlık (Berger) dereceleri

| İşletme Reçetesi | pH 10 | pH 4 |
|---|---|---|
|  |  |  |
| Beyazlık: 70,937 | Beyazlık: 67,148 | Beyazlık: 56,497 |

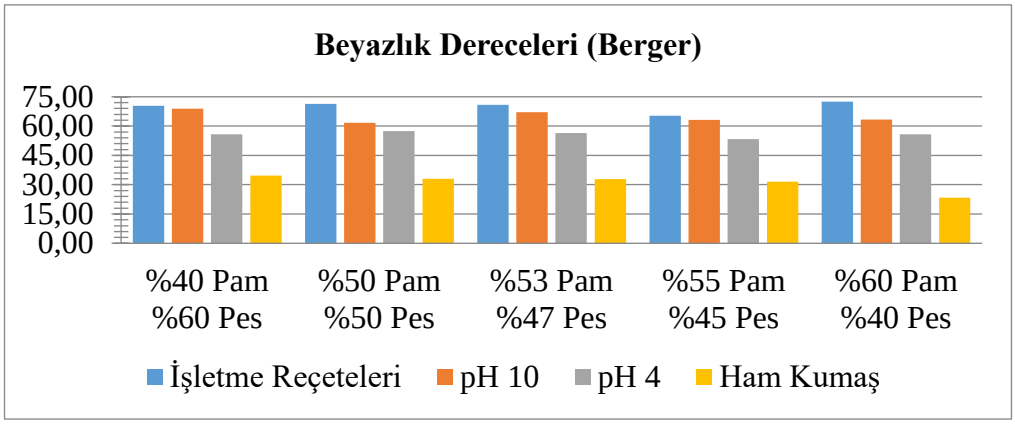
**Şekil 4.3.** %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın ağartılması ile elde edilen görseller ve beyazlık (Berger) dereceleri

| İşletme Reçetesi | pH 10 | pH 4 |
|---|---|---|
|  |  |  |
| Beyazlık: 65,312 | Beyazlık: 63,197 | Beyazlık: 53,308 |

**Şekil 4.4.** %55 pamuk %45 poliester karışımı kumaşın ağartılması ile elde edilen görseller ve beyazlık (Berger) dereceleri

| İşletme Reçetesi | pH 10 | pH 4 |
|---|---|---|
|  |  |  |
| Beyazlık: 72,437 | Beyazlık: 63,384 | Beyazlık: 55,847 |

**Şekil 4.5.** %60 pamuk %40 poliester karışımı kumaşın ağartılması ile elde edilen görseller ve beyazlık (Berger) dereceleri




**Şekil 4.6.** Ön işlem sonrası elde edilen beyazlık (Berger) dereceleri grafiği

Şekil 4.6 incelendiğinde karışımlarda pamuk oranı arttıkça, işletme reçetesi ile yapılan proses ile pH 10 ve pH 4'te gerçekleştirilen ağartma prosesleri arasında beyazlık değerlerinde farklılıklar artmıştır. En iyi beyazlık derecesine işletme reçetesinde ulaşılırken daha sonra pH 10'da yapılan ağartma işlemi ve onu da pH 4'te yapılan ağartma işlemi takip etmektedir. 65 beyazlık derecesine kadar normal, 70 beyazlık üzerindekiler ise mükemmel olarak ifade edilmektedir. İşletme reçetelerinin beyazlık dereceleri ile pH 10'da ağartması yapılan %40 pamuk %60 poliester ve %53 pamuk %47 poliester'in beyazlık dereceleri 65 üzerinde olduğu gözlenmiştir. PH 4 prosesinin beyazlık dereceleri ile pH 10'da ağartması yapılan %50 pamuk %50 poliester, %55 pamuk %45 poliester ve %60 pamuk %40 poliester beyazlık dereceleri 65 altında olduğu gözlenmiştir. PH 10 ve pH 4'te gerçekleştirilen ağartma prosesleri beyazlık dereceleri, işletme reçeteleri ile gerçekleştirilen ağartma işleminin beyazlık dereceleri ile kıyaslandığında boyama işlemi için yeterli seviyede olduğu gözlenmiştir.

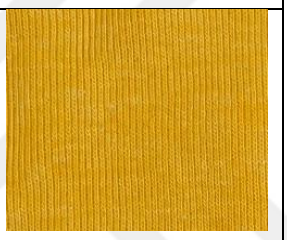
## 4.2. PH Aralığı Geniş ve Peroksit Dayanımı Olan Dispers Boyarmaddeler ile Boyama

Pamuk/poliester karışımı kumaşlara işletme reçeteleri ile boyama işlemi uygulanmıştır. Kombine ağartma ve boyama kapsamında ise tek banyo içerisinde 130°C sıcaklıkta, pH 10 ve pH 4'te olmak üzere 2 farklı boyama işlemi uygulanmıştır. Boyama işlemleri sonunda renk numunelerine renk ölçüm işlemi yapılmıştır. Elde edilen görseller ve renk ölçüm değerleri kaydedilerek karşılaştırma yapılmıştır.

**Çizelge 4.1.** %40 pamuk %60 poliester karışımı kumaşın Yellow AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri

| Proses | L* | a* | b* | C* | h° | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| İşletme | 77.503 | 10.102 | 56.357 | 57.255 | 79.838 | ΔE* | %K/S |
| pH 10 | 79.821 | 9.513 | 61.519 | 62.350 | 81.210 | 0.309 | 2.02 |
| pH 4 | 77.444 | 9.663 | 56.426 | 57.248 | 80.282 | 2.257 | 2.53 |

Çizelge 4.1 incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %2.02 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %2.53 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

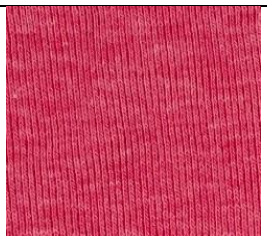
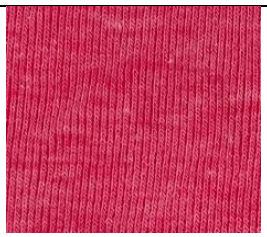
| İşletme Reçetesi | pH 10 | pH 4 |
|---|---|---|
|  |  |  |

**Şekil 4.7.** %40 pamuk %60 poliester karışımı kumaşın Yellow AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri

**Çizelge 4.2.** %40 pamuk %60 poliester karışımı kumaşın Red AC-E 01 boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri

| Proses | L* | a* | b* | C* | h° | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| İşletme | 53219 | 39124 | 2926 | 39233 | 4277 | ΔE* | %K/S |
| pH 10 | 52854 | 39934 | 1423 | 39960 | 2041 | 1.068 | 0.59 |
| pH 4 | 51036 | 43729 | 5037 | 44018 | 6571 | 2.545 | 27.46 |

Çizelge 4.2 incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %0.59 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %27.46 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

| İşletme Reçetesi | pH 10 | pH 4 |
|---|---|---|
|  |  |  |

**Şekil 4.8.** %40 pamuk %60 poliester karışımı kumaşın Red AC-E 01 boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri

**Çizelge 4.3.** %40 pamuk %60 poliester karışımı kumaşın Blue AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri

| Proses | L* | a* | b* | C* | h° | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| İşletme | 42.354 | 2245 | -22.545 | 22.657 | 275.688 | ΔE* | %K/S |
| pH 10 | 45.920 | 0.540 | -22.031 | 22.037 | 271.404 | 1.526 | 0.32 |
| pH 4 | 42.177 | 0.782 | -21.412 | 21.426 | 272.090 | 2.453 | 2.95 |

Çizelge 4.3 incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %0.32 daha daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %2.95 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

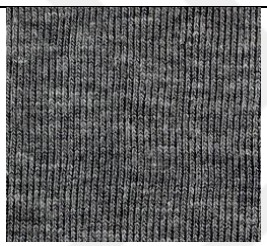
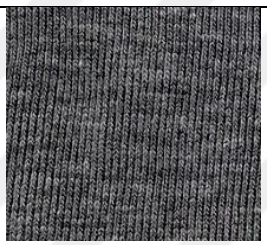
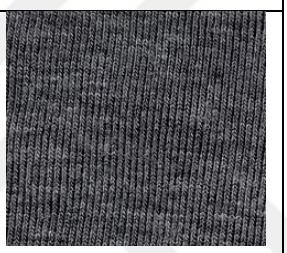
| İşletme Reçetesi | pH 10 | pH 4 |
|---|---|---|
|  |  |  |

**Şekil 4.9.** %40 pamuk %60 poliester karışımı kumaşın Blue AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri

**Çizelge 4.4.** %40 pamuk %60 poliester karışımı kumaşın Black CC-R boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri

| Proses | L* | a* | b* | C* | h° | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| İşletme | 38.035 | 0.271 | -1.102 | 1.135 | 283.830 | ΔE* | %K/S |
| pH 10 | 36.909 | 0.239 | -2.234 | 2.247 | 276.103 | 1.708 | 4.80 |
| pH 4 | 33.953 | 0.878 | -2.870 | 3.001 | 287.022 | 3.425 | 25.66 |

Çizelge 4.4 incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %4.80 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %25.66 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

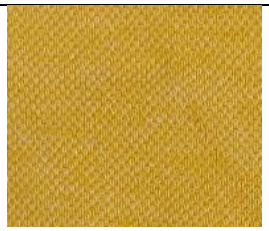
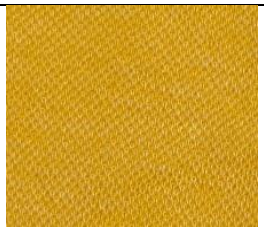
| İşletme Reçetesi | pH 10 | pH 4 |
|---|---|---|
|  |  |  |

**Şekil 4.10.** %40 pamuk %60 poliester karışımı kumaşın Black CC-R boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri

**Çizelge 4.5.** %50 pamuk %50 poliester karışımı kumaşın Yellow AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri

| Proses | L* | a* | b* | C* | h° | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| İşletme | 77.677 | 9.637 | 55.538 | 56.368 | 80.156 | ΔE* | %K/S |
| pH 10 | 78.435 | 9.389 | 57.593 | 58.353 | 80.741 | 0.885 | 1.15 |
| pH 4 | 76.350 | 8.425 | 53.410 | 54.071 | 81.036 | 1.146 | 2.67 |

Çizelge 4.5 incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %1.15 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %2.67 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

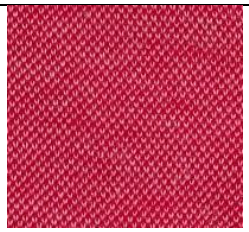
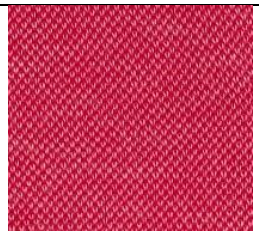
| İşletme Reçetesi | pH 10 | pH 4 |
|---|---|---|
|  |  |  |

**Şekil 4.11.** %50 pamuk %50 poliester karışımı kumaşın Yellow AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri

**Çizelge 4.6.** %50 pamuk %50 poliester karışımı kumaşın RED AC-E 01 boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri

| Proses | L* | a* | b* | C* | h° | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| İşletme | 53.838 | 40.801 | 3.709 | 40.969 | 5.195 | ΔE* | %K/S |
| pH 10 | 52.883 | 40.641 | -0.693 | 40.646 | 359.023 | 0.913 | 0.16 |
| pH 4 | 53.144 | 42.341 | 2.917 | 42.441 | 3.942 | 2.856 | 5.53 |

Çizelge 4.6 incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %0.16 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %5.53 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

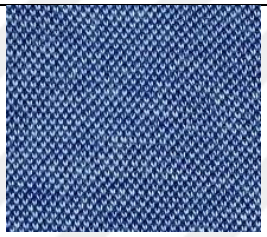
| İşletme Reçetesi | pH 10 | pH 4 |
|---|---|---|
|  |  |  |

**Şekil 4.12.** %50 pamuk %50 poliester karışımı kumaşın RED AC-E 01 boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri

**Çizelge 4.7.** %50 pamuk %50 poliester karışımı kumaşın BLUE AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri

| Proses | L* | a* | b* | C* | h° | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| İşletme | 45.137 | 1.438 | -20.536 | 20.586 | 274.006 | ΔE* | %K/S |
| pH 10 | 44.630 | 1.874 | -23.185 | 23.260 | 274.621 | 0.836 | 1.93 |
| pH 4 | 44.396 | 0.881 | -21.314 | 21.333 | 272.366 | 1.635 | 5.31 |

Çizelge 4.7 incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %1.93 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %5.31 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

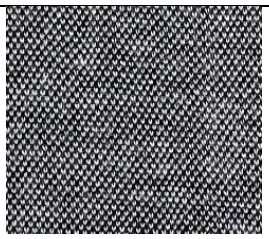
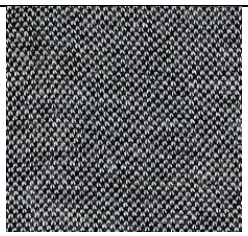
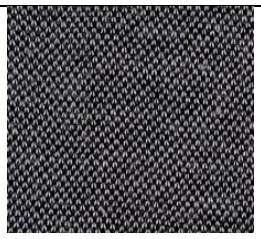
| İşletme Reçetesi | pH 10 | pH 4 |
|---|---|---|
|  |  |  |

**Şekil 4.13.** %50 pamuk %50 poliester karışımı kumaşın BLUE AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri

**Çizelge 4.8.** %50 pamuk %50 poliester karışımı kumaşın BLACK CC-R boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri

| Proses | L* | a* | b* | C* | h° | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| İşletme | 41.094 | -0.572 | -2.281 | 2.352 | 255.917 | ΔE* | %K/S |
| pH 10 | 39.029 | 0.835 | -3.736 | 3.828 | 282.593 | 2.844 | 8.65 |
| pH 4 | 36.805 | 1.744 | -2.849 | 3.340 | 301.473 | 3.849 | 25.67 |

Çizelge 4.8 incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %8.65 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %25.67 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

| İşletme Reçetesi | pH 10 | pH 4 |
|---|---|---|
|  |  |  |

**Şekil 4.14 .**%50 pamuk %50 poliester karışımı kumaşın BLACK CC-R boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri

**Çizelge 4.9.** %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Yellow AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri

| Proses | L* | a* | b* | C* | h° | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| İşletme | 77.440 | 9.581 | 65.145 | 65.845 | 81.633 | ΔE* | %K/S |
| pH 10 | 78.605 | 8.852 | 66.308 | 66.896 | 82.396 | 0.772 | 3.70 |
| pH 4 | 76.134 | 9.339 | 66.701 | 67.352 | 82.030 | 0.801 | 19.23 |

Çizelge 4.9 incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %3.70 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %19.23 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

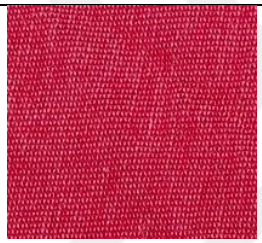
| İşletme Reçetesi | pH 10 | pH 4 |
|---|---|---|
|  |  |  |

**Şekil 4.15.** %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Yellow AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri

**Çizelge 4.10.** %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Red AC-E 01 boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri

| Proses | L* | a* | b* | C* | h° | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| İşletme | 50.083 | 45.359 | 5.044 | 45.638 | 6.346 | ΔE* | %K/S |
| pH 10 | 50.172 | 47.678 | 3.822 | 47.831 | 4.583 | 1.257 | 7.09 |
| pH 4 | 48.189 | 49.120 | 5.605 | 49.439 | 6.510 | 1.774 | 22.54 |

Çizelge 4.10 incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %7.09 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %22.54 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

| İşletme Reçetesi | pH 10 | pH 4 |
|---|---|---|
|  |  |  |

**Şekil 4.16.** %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Red AC-E 01 boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri

**Çizelge 4.11.** %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Blue AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri

| Proses | L* | a* | b* | C* | h° | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| İşletme | 40.872 | 3.088 | -23.175 | 23.380 | 277.590 | ΔE* | %K/S |
| pH 10 | 39.523 | 3.247 | -26.262 | 26.462 | 277.048 | 1.879 | 9.50 |
| pH 4 | 37.775 | 2.638 | -24.962 | 25.101 | 276.032 | 1.970 | 24.77 |

Çizelge 4.11 incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %9.50 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %24.77 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

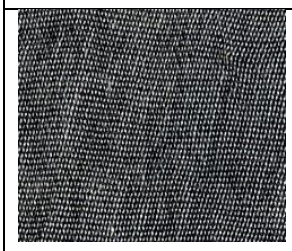
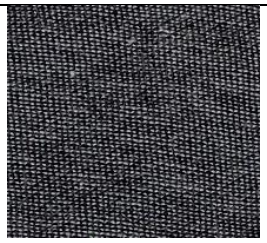
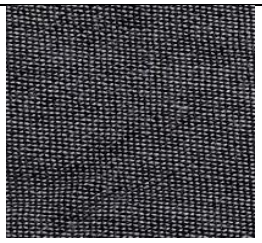
| İşletme Reçetesi | pH 10 | pH 4 |
|---|---|---|
|  |  |  |

**Şekil 4.17.** %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Blue AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri

**Çizelge 4.12.** %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Black CC-R boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri

| Proses | L* | a* | b* | C* | h° | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| İşletme | 36.667 | -0.219 | -0.800 | 0.829 | 254.666 | ΔE* | %K/S |
| pH 10 | 33.485 | 0.333 | -3.083 | 3.101 | 276.157 | 3.825 | 16.06 |
| pH 4 | 30.869 | 1.201 | -2.854 | 3.096 | 292.813 | 4.818 | 37.35 |

Çizelge 4.12 incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %16.06 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %37.35 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

| İşletme Reçetesi | pH 10 | pH 4 |
|---|---|---|
|  |  |  |

**Şekil 4.18.** %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Black CC-R boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri

**Çizelge 4.13.** %55 pamuk %45 poliester karışımı kumaşın Yellow AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri

| Proses | L* | a* | b* | C* | h° | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| İşletme | 78.363 | 6.979 | 58.637 | 59.051 | 83.212 | ΔE* | %K/S |
| pH 10 | 78.812 | 8.711 | 62.521 | 63.125 | 82.068 | 0.453 | 3.30 |
| pH 4 | 77.705 | 7.287 | 57.837 | 58.294 | 82.819 | 1.688 | 12.44 |

Çizelge 4.13 incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %3.30 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %12.44 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

| İşletme Reçetesi | pH 10 | pH 4 |
|---|---|---|
|  |  |  |

**Şekil 4.19.** %55 pamuk %45 poliester karışımı kumaşın Yellow AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri

**Çizelge 4.14.** %55 pamuk %45 poliester karışımı kumaşın Red AC-E 01 boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri

| Proses | L* | a* | b* | C* | h° | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| İşletme | 53.721 | 42.120 | 2.642 | 42.203 | 3.589 | ΔE* | %K/S |
| pH 10 | 52.189 | 41.793 | 2.974 | 41.899 | 4.071 | 0.725 | 11.24 |
| pH 4 | 51.870 | 42.432 | 4.619 | 42.683 | 6.213 | 1.482 | 18.91 |

Çizelge 4.14 incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %11.24 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %18.91 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

| İşletme Reçetesi | pH 10 | pH 4 |
|---|---|---|
|  |  |  |

**Şekil 4.20.** %55 pamuk %45 poliester karışımı kumaşın Red AC-E 01 boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri

**Çizelge 4.15.** %55 pamuk %45 poliester karışımı kumaşın Blue AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri

| Proses | L* | a* | b* | C* | h° | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| İşletme | 44.686 | 1.684 | -22.051 | 22.115 | 274.367 | ΔE* | %K/S |
| pH 10 | 44.734 | 1.773 | -23.753 | 23.819 | 274.269 | 0.985 | 1.22 |
| pH 4 | 43.288 | 0.842 | -21.680 | 21.697 | 272.224 | 1.082 | 10.76 |

Çizelge 4.15 incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %1.22 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %10.76 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

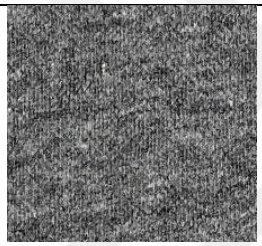
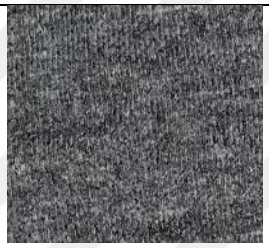
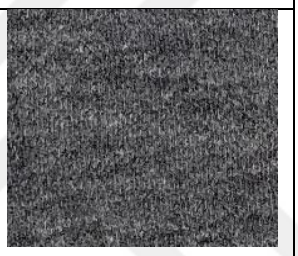
| İşletme Reçetesi | pH 10 | pH 4 |
|---|---|---|
|  |  |  |

**Şekil 4.21.** %55 pamuk %45 poliester karışımı kumaşın Blue AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri

**Çizelge 4.16.** %55 pamuk %45 poliester karışımı kumaşın Black CC-R boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri

| Proses | L* | a* | b* | C* | h° | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| İşletme | 42.543 | -0.157 | -1.014 | 1.026 | 261.216 | ΔE* | %K/S |
| pH 10 | 40.747 | 0.507 | -1.771 | 1.842 | 285.985 | 1.698 | 8.25 |
| pH 4 | 39.591 | 0.945 | -2.162 | 2.359 | 293.620 | 2.712 | 16.32 |

Çizelge 4.16 incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %8.25 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %16.32 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

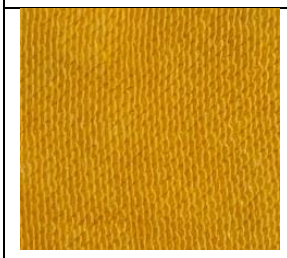
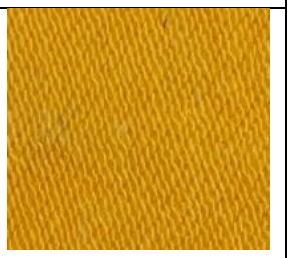
| İşletme Reçetesi | pH 10 | pH 4 |
|---|---|---|
|  |  |  |

**Şekil 4.22.** %55 pamuk %45 poliester karışımı kumaşın Black CC-R boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri

**Çizelge 4.17.** %60 pamuk %40 poliester karışımı kumaşın Yellow AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri

| Proses | L* | a* | b* | C* | h° | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| İşletme | 76.106 | 12.981 | 60.338 | 61.719 | 77.858 | ΔE* | %K/S |
| pH 10 | 76.957 | 13.542 | 63.209 | 64.643 | 77.907 | 0.747 | 5.25 |
| pH 4 | 74.539 | 12.452 | 60.126 | 61.126 | 78.299 | 0.955 | 12.84 |

Çizelge 4.17 incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %5.25 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %12.84 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

| İşletme Reçetesi | pH 10 | pH 4 |
|---|---|---|
|  |  |  |

**Şekil 4.23.** %60 pamuk %40 poliester karışımı kumaşın Yellow AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri

**Çizelge 4.18.** %60 pamuk %40 poliester karışımı kumaşın Red AC-E 01 boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri

| Proses | L* | a* | b* | C* | h° | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| İşletme | 49.170 | 40.456 | 4.560 | 40.712 | 6.431 | ΔE* | %K/S |
| pH 10 | 48.385 | 40.121 | 2.634 | 40.207 | 3.756 | 0.511 | 1.92 |
| pH 4 | 48.742 | 4.662 | 41.811 | 6.402 | 41.550 | 1.298 | 4.61 |

Çizelge 4.18 incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %1.92 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %4.61 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

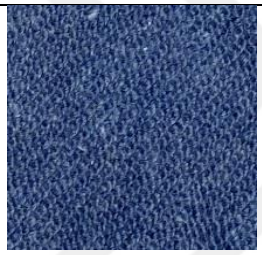
| İşletme Reçetesi | pH 10 | pH 4 |
|---|---|---|
|  |  |  |

**Şekil 4.24.** %60 pamuk %40 poliester karışımı kumaşın Red AC-E 01 boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri

**Çizelge 4.19.** %60 pamuk %40 poliester karışımı kumaşın Blue AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri

| Proses | L* | a* | b* | C* | h° | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| İşletme | 40.550 | 2.237 | -20.137 | 20.261 | 276.338 | ΔE* | %K/S |
| pH 10 | 39.901 | 2.096 | -22.262 | 22.360 | 275.380 | 1.360 | 4.06 |
| pH 4 | 38.867 | 1.273 | -20.783 | 20.822 | 273.505 | 1.405 | 13.12 |

Çizelge 4.19 incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %4.06 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %13.12 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

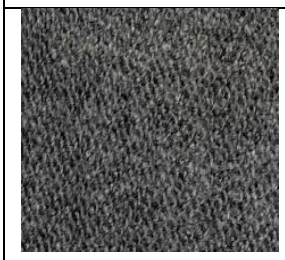
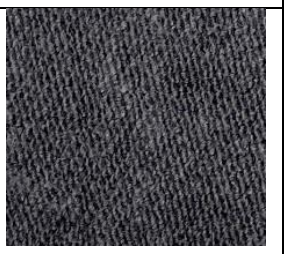
| İşletme Reçetesi | pH 10 | pH 4 |
|---|---|---|
|  |  |  |

**Şekil 4.25.** %60 pamuk %40 poliester karışımı kumaşın Blue AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri

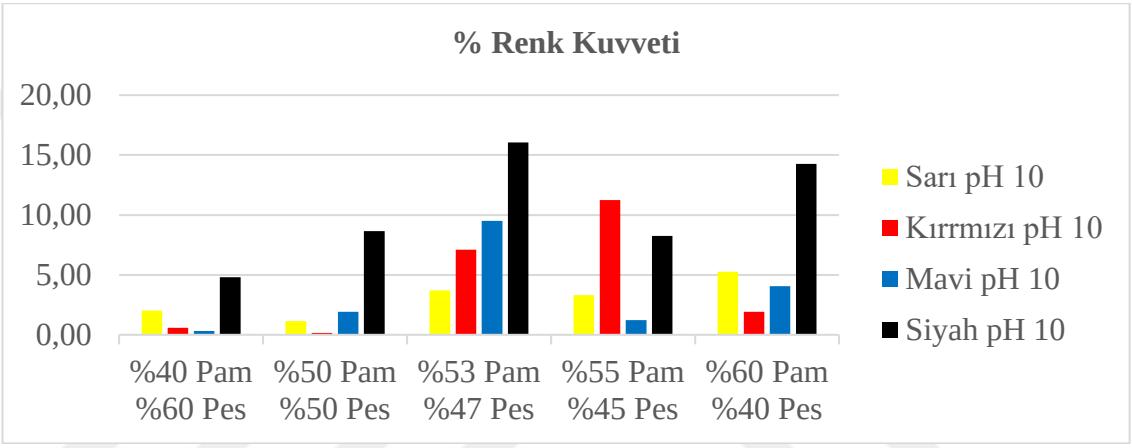
**Çizelge 4.20.** %60 pamuk %40 poliester karışımı kumaşın Black CC-R boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri

| Proses | L* | a* | b* | C* | h° | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| İşletme | 37.445 | 0.140 | -0.186 | 0.233 | 307.085 | ΔE* | %K/S |
| pH 10 | 34.118 | 2.119 | -2.667 | 3.406 | 308.459 | 5.185 | 14.27 |
| pH 4 | 32.200 | 1.432 | -3.367 | 3.659 | 293.033 | 5.978 | 30.34 |

Çizelge 4.20 incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %14.27 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %30.34 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

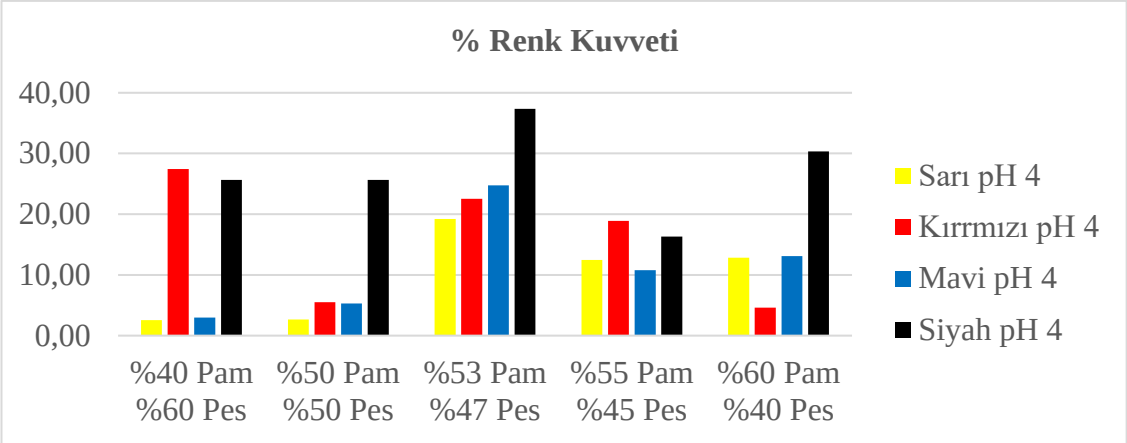
| İşletme Reçetesi | pH 10 | pH 4 |
|---|---|---|
|  |  |  |

**Şekil 4.26.** %60 pamuk %40 poliester karışımı kumaşın Black CC-R boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri



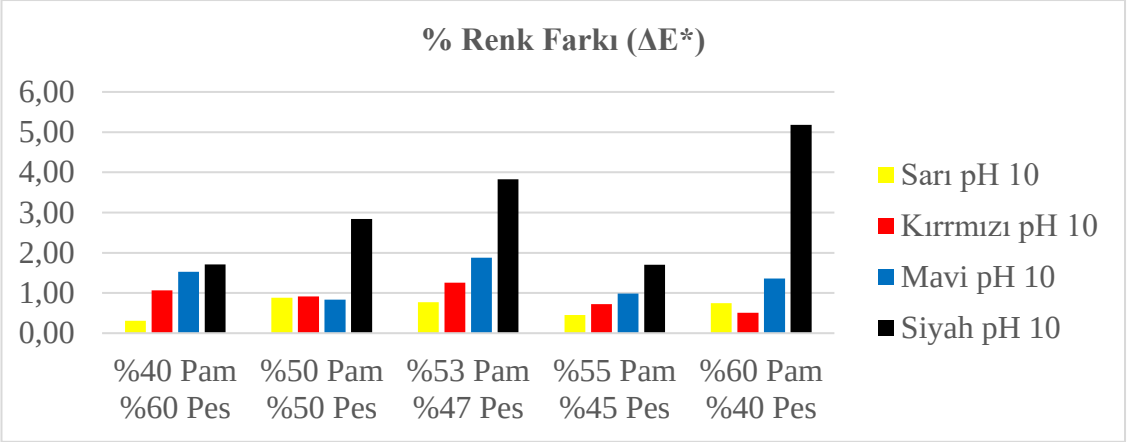

**Şekil 4.27.** PH aralığı geniş ve peroksit dayanımı olan dispers boyarmaddeler ile 130°C ve pH 10'da tek banyoda boyanan numunelerin standart numuneye göre renk kuvvet değerleri grafiği

Şekil 4.27 incelendiğinde pamuk oranı arttıkça çalışılan prosesin renk kuvvet değerleri, işletme reçeteleri ile yapılan iki adımlı boyama prosesi renk kuvvet değerlerine göre parabolik olarak artmıştır. Tek banyoda yapılan siyah renk boyama işleminin renk kuvveti en yüksek renk değerine ulaşmıştır.

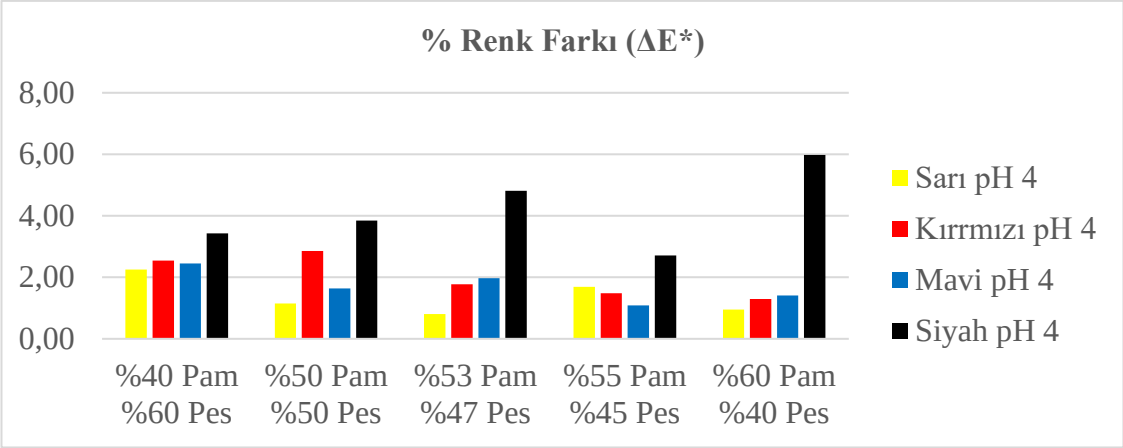



**Şekil 4.28.** PH aralığı geniş ve peroksit dayanımı olan dispers boyarmaddeler ile 130°C ve pH 4'te tek banyoda boyanan numunelerin standart numuneye göre renk kuvvet değerleri grafiği

Şekil 4.28 incelendiğinde pamuk oranı arttıkça çalışılan prosesin renk kuvvet değerleri, işletme reçeteleri ile yapılan iki adımlı boyama prosesi renk kuvvet değerlerine göre parabolik olarak artmıştır. Ayrıca tek banyoda gerçekleşen çalışmalar açısından pH 4'ün renk kuvvet değerleri, pH 10'un renk kuvvet değerlerinden daha yüksek çıkmıştır. Tek banyo ve pH 4'te yapılan siyah renk boyama işleminin renk kuvveti en yüksek renk değerine ulaşmıştır.




**Şekil 4.29.** PH aralığı geniş ve peroksit dayanımı olan dispers boyarmaddeler ile 130°C ve pH 10'da tek banyoda boyanan numunelerin standart numuneye göre renk farkı değerleri grafiği




**Şekil 4.30.** PH aralığı geniş ve peroksit dayanımı olan dispers boyarmaddeler ile 130°C ve pH 4'te tek banyoda boyanan numunelerin standart numuneye göre renk farkı değerleri grafiği

Şekil 4.29 ve 4.30 incelendiğinde pH 4'te tek banyoda yapılan boyamanın renk kuvvet değerleri, pH 10'da tek banyoda yapılan boyamadan ve işletme reçeteleri ile yapılan boyamadan daha yüksek çıktığından, renk farkları da daha yüksek değerlere sahiptir.

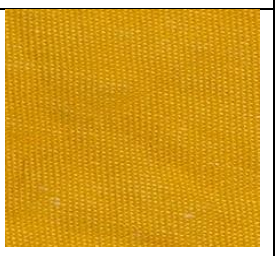
### 4.3. %53 Pamuk %47 Poliester Kumaşın İşletmede Kullanılan Standart Dispers Boyarmaddeler ile Boyanması

%53 Pamuk %47 Poliester kumaşa işletmede kullanılan standart dispers boyarmaddeler ile boyama işleme uygulanmıştır. Kombine ağartma ve boyama kapsamında ise tek banyo içerisinde pH 10 ve pH 4'te de olmak üzere 2 farklı boyama işlemi uygulanmıştır. Boyama işlemleri sonunda renk numunelerine renk ölçüm işlemi yapılmıştır. Elde edilen görseller ve renk ölçüm değerleri kaydedilerek karşılaştırma yapılmıştır.

**Çizelge 4.21.** %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Yellow 4G boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri

| Proses | L* | a* | b* | C* | h° | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| İşletme | 78.065 | 8.332 | 60.973 | 61.539 | 82.219 | ΔE* | %K/S |
| pH 10 | 77.823 | 12.653 | 66.173 | 67.371 | 79.176 | 2.874 | 9.56 |
| pH 4 | 78.240 | 12.431 | 65.750 | 66.915 | 79.294 | 3.053 | 20.68 |

Çizelge 4.21 incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %9.56 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %20.68 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

| İşletme Reçetesi | pH 10 | pH 4 |
|---|---|---|
|  |  |  |

**Şekil 4.31.** %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Yellow 4G boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri

**Çizelge 4.22.** %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Red F3BS boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri

| Proses | L* | a* | b* | C* | h° | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| İşletme | 48.602 | 30.398 | 4.755 | 30.767 | 8.891 | ΔE* | %K/S |
| pH 10 | 40.283 | 28.772 | 6.532 | 29.504 | 12.791 | 4.225 | 20.42 |
| pH 4 | 40.315 | 34.113 | 7.722 | 34.976 | 12.754 | 4.691 | 26.18 |

Çizelge 4.22 incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %20.42 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %26.18 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

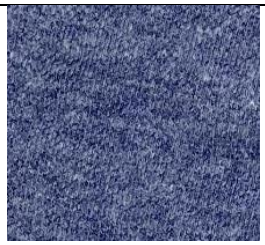
| İşletme Reçetesi | pH 10 | pH 4 |
|---|---|---|
|  |  |  |

**Şekil 4.32.** %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Red F3BS boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri

**Çizelge 4.23.** %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Blue TFBL boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri

| Proses | L* | a* | b* | C* | h° | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| İşletme | 43.725 | 2.657 | -14.719 | 14.957 | 280.234 | ΔE* | %K/S |
| pH 10 | 37.529 | 3.090 | -11.191 | 11.610 | 285.437 | 4.114 | 16.01 |
| pH 4 | 37.969 | 2.765 | -10.174 | 10.543 | 285.203 | 4.392 | 23.27 |

Çizelge 4.23 incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %16.01 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %23.27 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

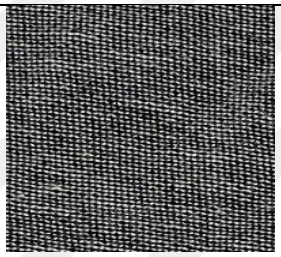
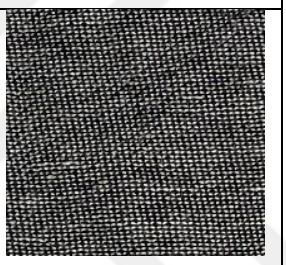
| İşletme Reçetesi | pH 10 | pH 4 |
|---|---|---|
|  |  |  |

**Şekil 4.33.** %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Blue TFBL boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri

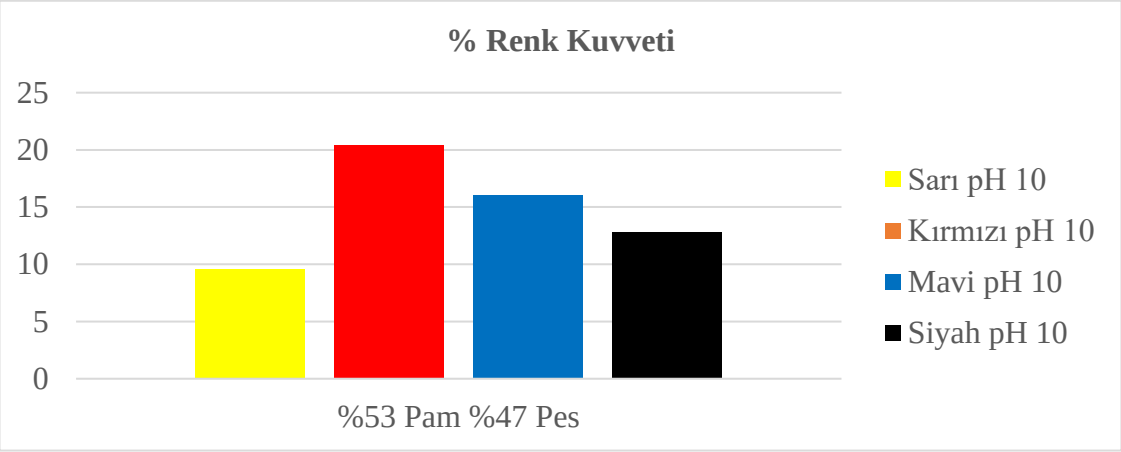
**Çizelge 4.24.** %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Black CE-RN boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri

| Proses | L* | a* | b* | C* | h° | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| İşletme | 40.280 | -0.015 | -1.692 | 1.692 | 269.503 | ΔE* | %K/S |
| pH 10 | 37.974 | -0.007 | -0.006 | 0.009 | 216.846 | 2.564 | 12.81 |
| pH 4 | 38.454 | -0.059 | 0.762 | 0.765 | 94.462 | 3.507 | 22.16 |

Çizelge 4.24 incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %12.81 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %22.16 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

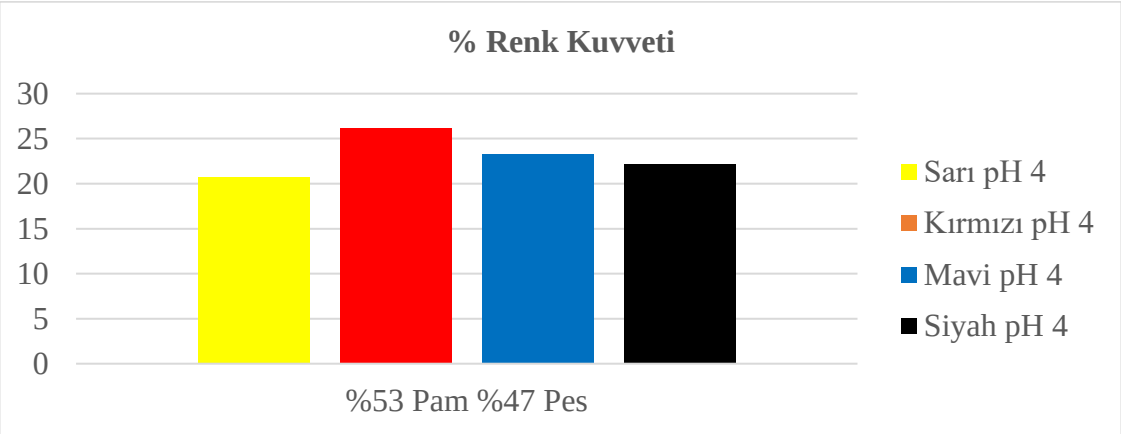
| İşletme Reçetesi | pH 10 | pH 4 |
|---|---|---|
|  |  |  |

**Şekil 4.34.** %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Black CE-RN boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri



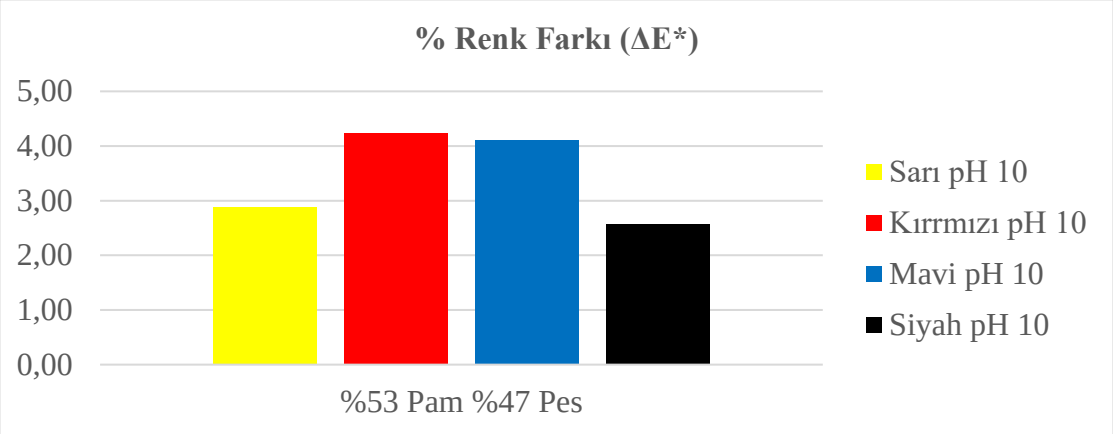

**Şekil 4.35.** %53 pamuk %47 poliester kumaşın standart dispers boyarmaddeler ile 130°C ve pH 10'da tek banyoda boyanması sonucu standart numuneye göre renk kuvvet değerleri grafiği

Şekil 4.35 incelendiğinde PH 10'da ve tek banyoda gerçekleşen boyamalar, standart boyamalara göre daha yüksek renk kuvvet değerlerine sahiptir. Tek banyoda yapılan kırmızı renk boyama işleminin renk kuvveti en yüksek renk değerine ulaşmıştır.

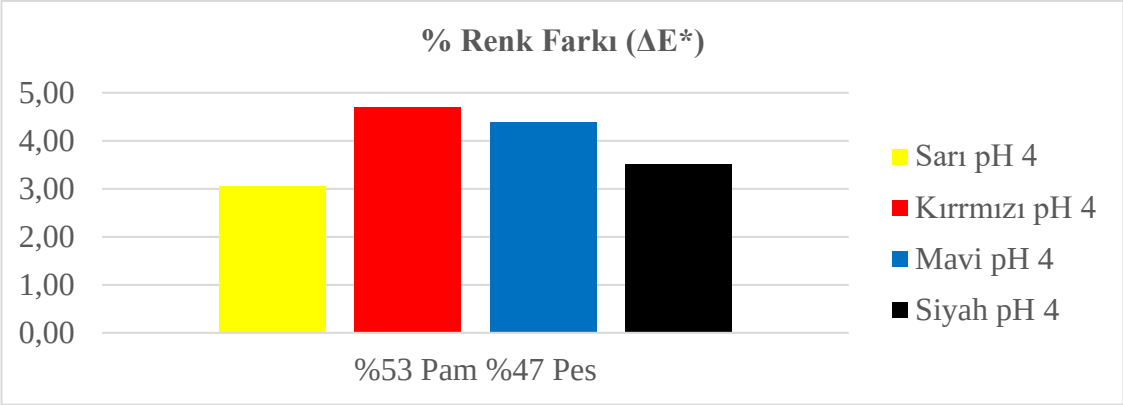



**Şekil 4.36.** %53 pamuk %47 poliester kumaşın standart dispers boyarmaddeler ile 130°C ve pH 4'te tek banyoda boyanması sonucu standart numuneye göre renk kuvvet değerleri grafiği

Şekil 4.36 incelendiğinde pH 4'te ve tek banyoda gerçekleşen boyamalar, standart boyamalara ve pH 10'da tek banyoda yapılan boyamalara göre daha yüksek renk kuvvet değerlerine sahiptir. Tek banyoda yapılan kırmızı renk boyama işleminin renk kuvveti en yüksek renk değerine ulaşmıştır.




**Şekil 4.37.** %53 pamuk %47 poliester kumaşın standart dispers boyarmaddeler ile 130°C ve pH 10'da tek banyoda boyanması sonucu standart numuneye göre renk farkı değerleri grafiği




**Şekil 4.38.** %53 pamuk %47 poliester kumaşın standart dispers boyarmaddeler ile 130°C ve pH 4'te tek banyoda boyanması sonucu standart numuneye göre renk farkı değerleri grafiği

Şekil 4.37 ve 4.38 incelendiğinde pH 4'te tek banyoda yapılan boyamanın renk kuvvet değerleri, pH 10'da tek banyoda yapılan boyamadan ve işletme reçeteleri ile yapılan boyamadan daha yüksek çıktığından dolayı renk farklarıda daha yüksek değerlere sahiptir.

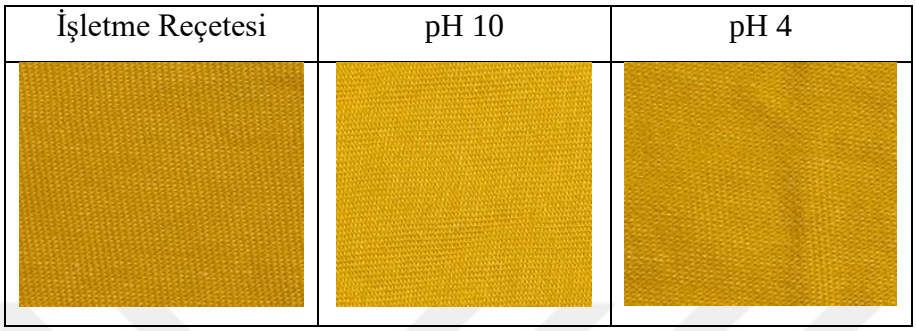
### 4.4. %53 Pamuk %47 Poliester Kumaşın PH Aralığı Geniş ve Peroksit Dayanımı Olan Dispers Boyarmaddeler ile Boyandıktan Sonra Bazik Redüktif (VesClear 640) Yıkama İşleminin Uygulanması

%53 pamuk %47 poliester kumaşa işletme reçeteleri ile boyama işlemi uygulanmıştır. Kombine ağartma ve boyama kapsamında ise tek banyo içerisinde pH 10 ve pH 4'te de olmak üzere 2 farklı boyama işlemi uygulanmıştır. Boyanan numunelere bazik indirgen yıkama yapılmıştır. Yıkama işlemleri sonunda renk numunelerine renk ölçüm işlemi yapılmıştır. Elde edilen görseller ve renk ölçüm değerleri kaydedilerek karşılaştırma yapılmıştır.

**Çizelge 4.25.** %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Yellow AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyandıktan sonra bazik redüktif yıkama sonrası renk değerleri

| Proses | L* | a* | b* | C* | h° | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| İşletme | 77.440 | 9.581 | 66.701 | 65.845 | 81.633 | ΔE* | %K/S |
| pH 10 | 79.844 | 8.686 | 66.931 | 67.493 | 82.605 | 1.286 | -10.33 |
| pH 4 | 74.122 | 9.187 | 66.452 | 67.058 | 81.975 | 0.578 | 8.42 |

Çizelge 4.25 incelendiğinde pH 10'da bazik redüktif yıkama prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %10.33 daha zayıf olduğu ve pH 4'te bazik redüktif yıkama prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %8.42 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.




**Şekil 4.39.** %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Yellow AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyandıktan sonra bazik redüktif yıkama sonrası renk görselleri

**Çizelge 4.26.** %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Red AC-E 01 boyarmaddesi ile 130°C'de boyandıktan sonra bazik redüktif yıkama sonrası renk değerleri

| Proses | L* | a* | b* | C* | h° | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| İşletme | 50.083 | 45.359 | 5.044 | 45.638 | 6.346 | ΔE* | %K/S |
| pH 10 | 51.453 | 45.763 | 5.269 | 46.065 | 6.567 | 0.662 | -9.04 |
| pH 4 | 49.547 | 49.010 | 5.701 | 48.401 | 6.354 | 1.225 | 12.45 |

Çizelge 4.26 incelendiğinde pH 10'da bazik redüktif yıkama prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %9.04 daha zayıf olduğu ve pH 4'te bazik redüktif yıkama prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %12.45 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

| İşletme Reçetesi | pH 10 | pH 4 |
|---|---|---|
|  |  |  |

**Şekil 4.40.** %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Red AC-E 01 boyarmaddesi ile 130°C'de boyandıktan sonra bazik redüktif yıkama sonrası renk görselleri

**Çizelge 4.27.** %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Blue AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyandıktan sonra bazik redüktif yıkama sonrası renk değerleri

| Proses | L* | a* | b* | C* | h° | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| İşletme | 40.872 | 3.088 | -23.175 | 23.380 | 277.530 | ΔE* | %K/S |
| pH 10 | 42.131 | 3.903 | -23.843 | 24.160 | 279.296 | 1.042 | -10.02 |
| pH 4 | 38.516 | 2.815 | -23.108 | 24.003 | 276.641 | 1.568 | 11.18 |

Çizelge 4.27 incelendiğinde pH 10'da bazik redüktif yıkama prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %10.02 daha zayıf olduğu ve pH 4'te bazik redüktif yıkama prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %11.18 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

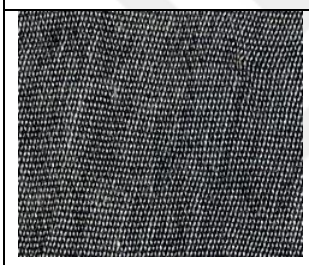
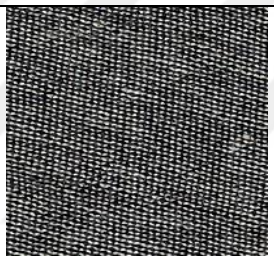
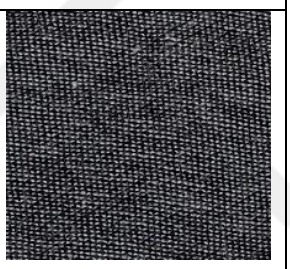
| İşletme Reçetesi | pH 10 | pH 4 |
|---|---|---|
|  |  |  |

**Şekil 4.41.** %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Blue AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyandıktan sonra bazik redüktif yıkama sonrası renk görselleri

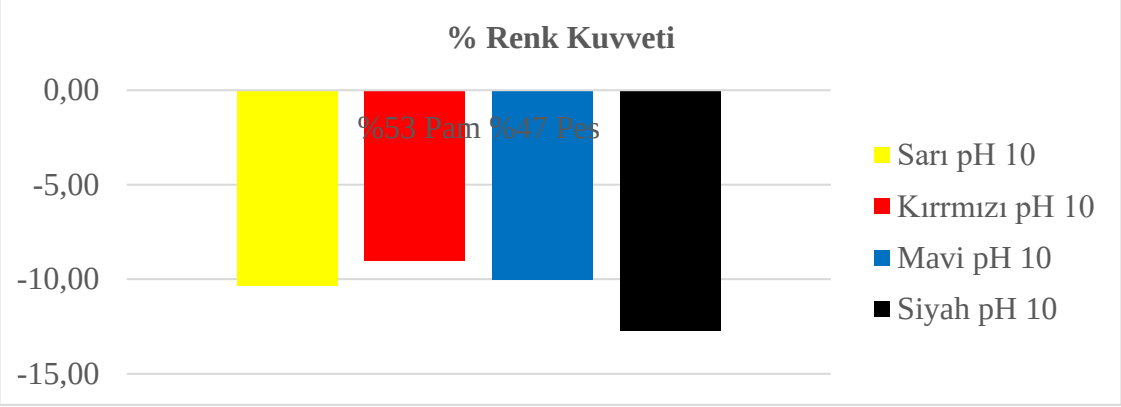
**Çizelge 4.28.** %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Black CC-R boyarmaddesi ile 130°C'de boyandıktan sonra bazik redüktif yıkama sonrası renk değerleri

| Proses | L* | a* | b* | C* | h° | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| İşletme | 36.667 | -0.219 | -0.800 | 0.829 | 254.666 | ΔE* | %K/S |
| pH 10 | 38.510 | 0.021 | 0.009 | 0.0023 | 24.134 | 1.586 | -12.70 |
| pH 4 | 31.586 | 0.988 | -2.978 | 2.874 | 112.589 | 1.268 | 7.63 |

Çizelge 4.28 incelendiğinde pH 10'da bazik redüktif yıkama prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %12.70 daha zayıf olduğu ve pH 4'te bazik redülktif yıkama prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %7.63 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

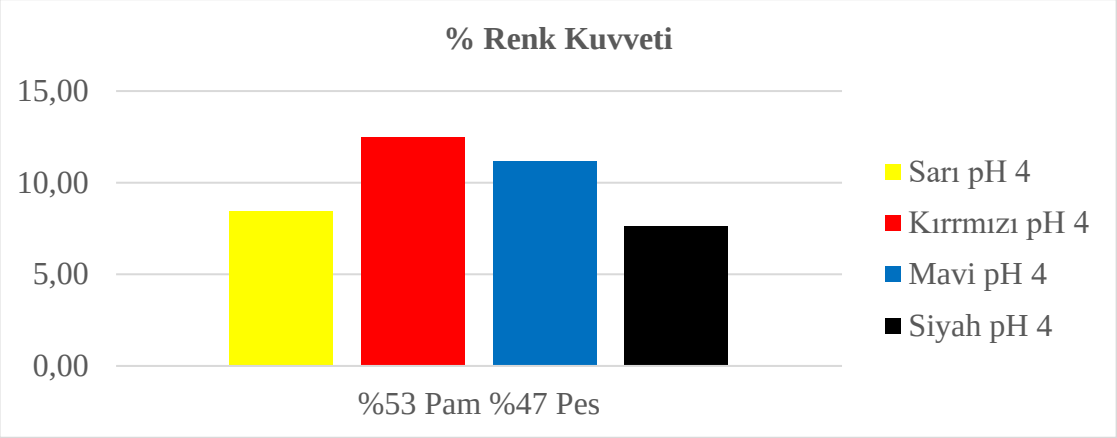
| İşletme Reçetesi | pH 10 | pH 4 |
|---|---|---|
|  |  |  |

**Şekil 4.42.** %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Black CC-R boyarmaddesi ile 130°C'de boyandıktan sonra bazik redüktif yıkama sonrası renk görselleri



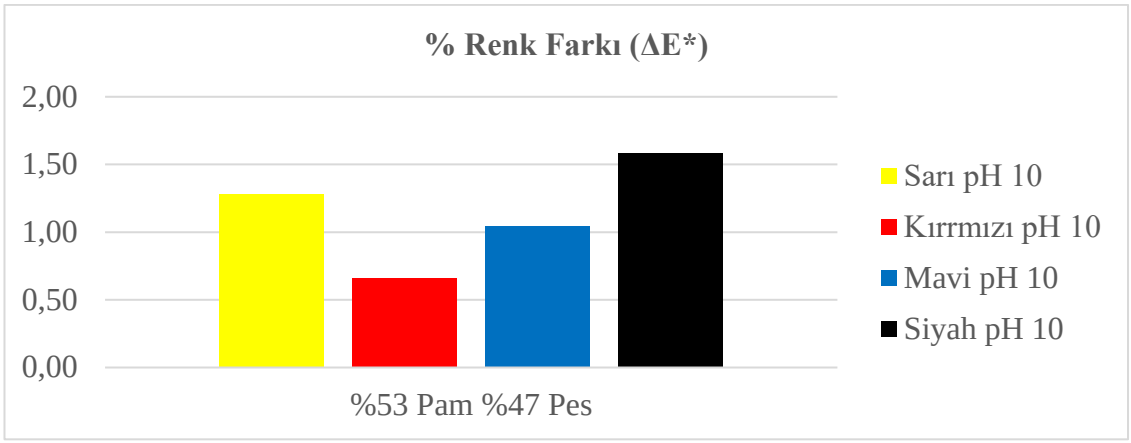

**Şekil 4.43.** %53 pamuk %47 poliester kumaşın pH aralığı geniş ve peroksit dayanımı olan dispers boyarmaddeler ile 130°C ve pH 10'da tek banyoda boyanması ve bazik redüktif yıkanması sonucu standart numuneye göre renk kuvvet değerleri grafiği

Şekil 4.43. incelendiğinde pH 10'da ve tek banyoda gerçekleşen boyama sonrası bazik redüktif yıkama numunelerinin renk kuvvet değerleri, standart boyama sonrası bazik redüktif yıkama numunelerinin renk kuvvet değerlerinden düşük olduğu gözlenmiştir. Bunun sebebi alkali ortamda, asidik ortamdaki gibi kumaşa bağlanamayan boyarmaddenin bazik redüktif yıkama işlemi ile kumaş üzerinden atılmasıdır.

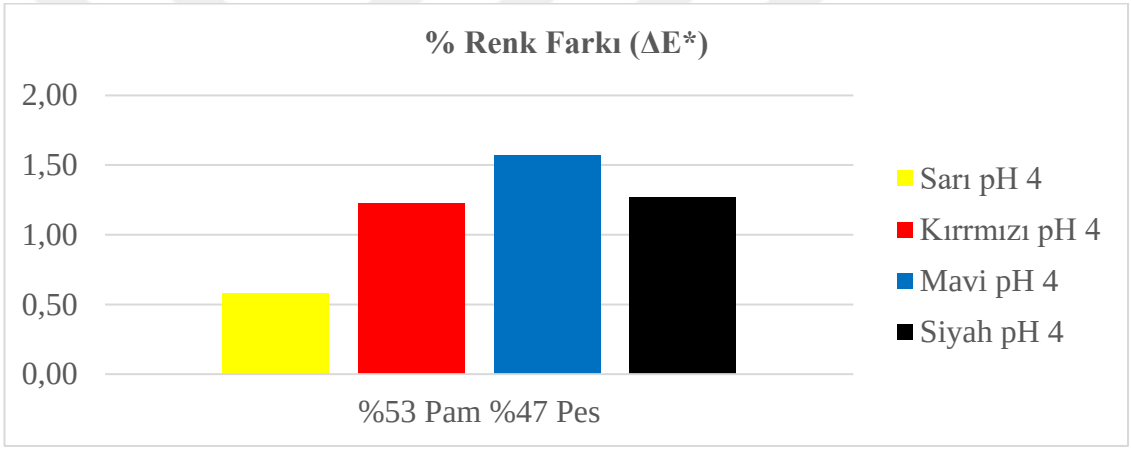



**Şekil 4.44.** %53 pamuk %47 poliester kumaşın pH aralığı geniş ve peroksit dayanımı olan dispers boyarmaddeler ile 130°C ve pH 4'te tek banyoda boyanması ve bazik redüktif yıkanması sonucu standart numuneye göre renk kuvvet değerleri grafiği

Şekil 4.44. incelendiğinde %53 pamuk %47 poliester kumaşın pH aralığı geniş ve peroksit dayanımı olan dispers boyarmaddeler ile 130°C ve pH 4'te tek banyoda boyanması ve bazik redüktif yıkanması sonucu ölçülen renk kuvvet değerleri standart numunenin renk kuvvet değerlerinden yüksek olduğu görülmüştür. Tek banyoda yapılan kırmızı renk boyama işleminin renk kuvveti en yüksek renk değerine ulaşmıştır.




**Şekil 4.45.** %53 pamuk %47 poliester kumaşın pH aralığı geniş ve peroksit dayanımı olan dispers boyarmaddeler ile 130°C ve pH 10'da tek banyoda boyanması ve bazik redüktif yıkanması sonucu standart numuneye göre renk farklı değerleri grafiği




**Şekil 4.46.** %53 pamuk %47 poliester kumaşın pH aralığı geniş ve peroksit dayanımı olan dispers boyarmaddeler ile 130°C ve pH 4'te tek banyoda boyanması ve bazik redüktif yıkanması sonucu standart numuneye göre renk farklı değerleri grafiği

Şekil 4.45 ve 4.46 incelendiğinde 130°C ve pH 4'te tek banyoda boyama ve bazik redüktif yıkanması sonucu renk kuvvet değerleri, standarta göre daha yüksek çıktığı gözlenmiştir. Renk kuvvet değerlerinin yüksek olması, renk farklılık değerlerinde de artışa sebep olmuştur.

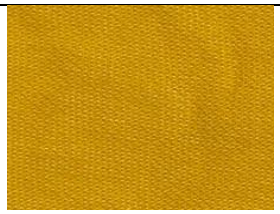
### 4.5. %53 Pamuk %47 Poliester Kumaşın pH Aralığı Geniş ve Peroksit Dayanımı Olan Dispers Boyarmaddeler ile 110°C'de Boyanması

%53 pamuk %47 poliester kumaşın işletme reçeteleri ile boyama işlemi uygulanmıştır. Kombine ağartma ve boyama kapsamında ise tek banyo içerisinde 110°C'de ve pH 4'te de boyama işlemi uygulanmıştır. Boyama işlemleri sonunda renk numunelerine renk ölçüm işlemi yapılmıştır. Elde edilen görseller ve renk ölçüm değerleri kaydedilerek karşılaştırma yapılmıştır.

**Çizelge 4.29.** %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Yellow AC-E boyarmaddesi ile 110°C'de boyanması sonrası renk değerleri

| Proses | L* | a* | b* | C* | h° | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| İşletme | 77.899 | 9.228 | 67.842 | 68.467 | 82.254 | ΔE* | %K/S |
| pH 4 | 77.397 | 8.686 | 68.280 | 68.830 | 82.750 | 0.434 | 7.96 |

Çizelge 4.29 incelendiğinde pH 4 prosesinin renk kuvveti işletme reçetesine göre %7.96 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

| İşletme Reçetesi | pH 4 |
|---|---|
|  |  |

**Şekil 4.47.** %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Yellow AC-E boyarmaddesi ile 110°C'de boyanması sonrası renk görselleri

**Çizelge 4.30.** %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Red AC-E 01 boyarmaddesi ile 110°C'de boyanması sonrası renk değerleri

| Proses | L* | a* | b* | C* | h° | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| İşletme | 48.968 | 47.202 | 3.159 | 47.308 | 3.829 | ΔE* | %K/S |
| pH 4 | 47.766 | 48.086 | 3.288 | 48.198 | 3.912 | 0.663 | 11.74 |

Çizelge 4.30 incelendiğinde pH 4 prosesinin renk kuvveti işletme reçetesine göre %11.74 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

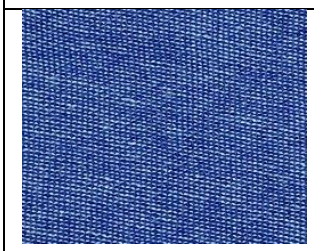
| İşletme Reçetesi | pH 4 |
|---|---|
|  |  |

**Şekil 4.48.** %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Red AC-E 01 boyarmaddesi ile 110°C'de boyanması sonrası renk görselleri

**Çizelge 4.31.** %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Blue AC-E boyarmaddesi ile 110°C'de boyanması sonrası renk değerleri

| Proses | L* | a* | b* | C* | h° | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| İşletme | 40.368 | 3.102 | -27.464 | 27.639 | 276.444 | ΔE* | %K/S |
| pH 4 | 38.016 | 2.102 | -27.826 | 27.905 | 274.320 | 1.531 | 20.72 |

Çizelge 4.31 incelendiğinde pH 4 prosesinin renk kuvveti işletme reçetesine göre %20.72 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

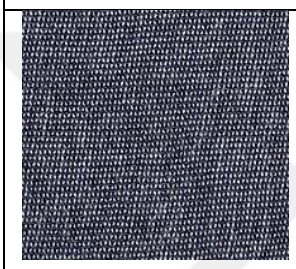
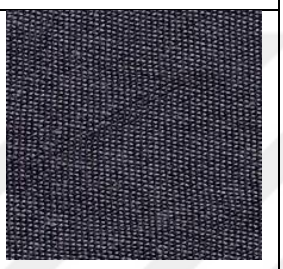
| İşletme Reçetesi | pH 4 |
|---|---|
|  |  |

**Şekil 4.49.** %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Blue AC-E boyarmaddesi ile 110°C'de boyanması sonrası renk görselleri

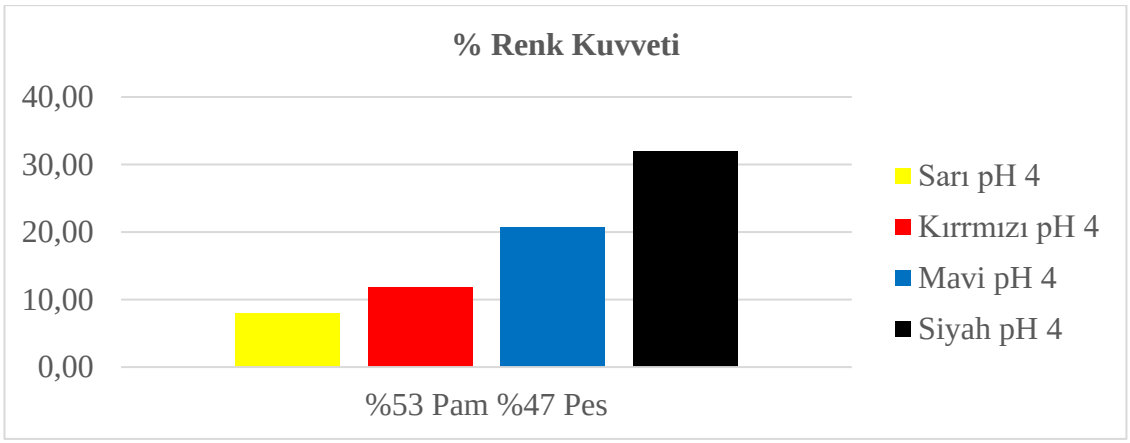
**Çizelge 4.32.** %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Black CC-R boyarmaddesi ile 110°C'de boyanması sonrası renk değerleri

| Proses | L* | a* | b* | C* | h° | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| İşletme | 36.725 | 0.524 | -6.512 | 6.533 | 274.601 | ΔE* | %K/S |
| pH 4 | 31.335 | 2.510 | -6.724 | 7.177 | 290.474 | 3.987 | 31.90 |

Çizelge 4.32 incelendiğinde pH 4 prosesinin renk kuvveti işletme reçetesine göre %31.90 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

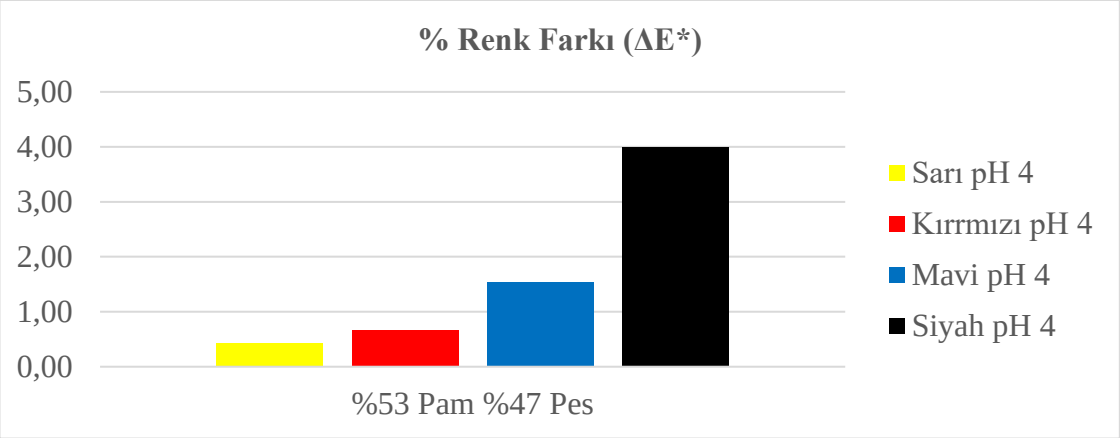
| İşletme Reçetesi | pH 4 |
|---|---|
|  |  |

**Şekil 4.50.** %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Black CC-R boyarmaddesi ile 110°C'de boyanması sonrası renk görselleri



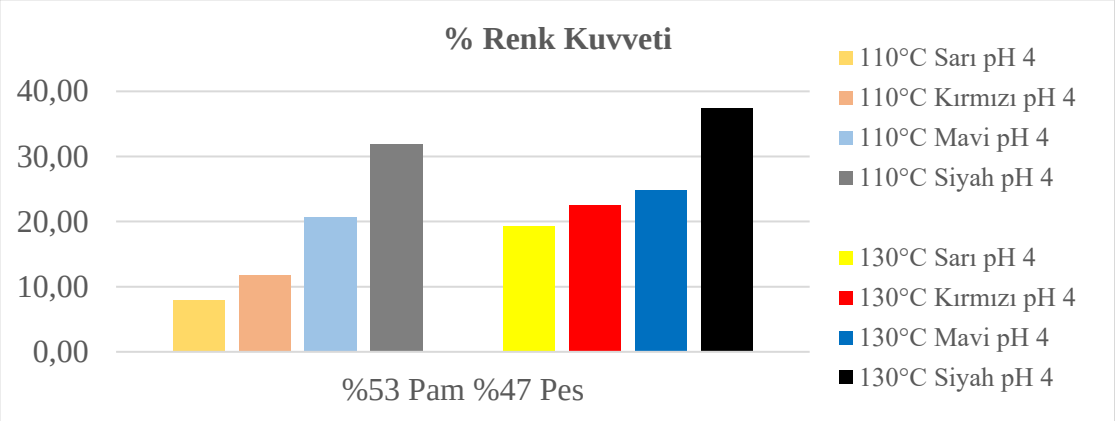

**Şekil 4.51.** %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın pH aralığı geniş ve peroksit dayanımı olan dispers boyarmaddeler ile 110°C ve pH 4'te tek banyoda boyanan numunelerin standart numuneye göre renk kuvvet değerleri grafiği

Şekil 4.51. incelendiğinde tek banyoda gerçekleşen pH 4 boyama prosesinin renk kuvvet değerleri, iki adımda gerçekleşen işletme reçetesi boyama prosesi renk kuvvet değerlerinden yüksek olduğu gözlenmiştir. Siyah tonlarda en yüksek renk verimliliğine ulaşmıştır.




**Şekil 4.52.** %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın pH aralığı geniş ve peroksit dayanımı olan dispers boyarmaddeler ile 110°C ve pH 4'te tek banyoda boyanan numunelerin standart numuneye göre renk farkı değerleri grafiği

Şekil 4.52. incelendiğinde 110°C ve pH 4'te tek banyoda gerçekleşen boyamanın renk kuvvet değeri, standart boyamanın renk kuvvet değerinden daha yüksek olduğundan bu durum renk farklılık değerlerine de yansımıştır.




**Şekil 4.53.** %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın pH aralığı geniş ve peroksit dayanımı olan dispers boyarmaddeler ile 110°C ve 130°C sıcaklıklarda, pH 4'te ve tek banyoda boyanan numunelerin renk kuvvet değerleri

Şekil 4.53. incelendiğinde tek banyoda ve pH 4'te farklı sıcaklıklarda gerçekleşen boyama numunelerinin renk kuvvet değerlerinin sıcaklıkla beraber arttığı görülmüştür.

### 4.6. Turkuaz Boyarmadde ile Boyama

Pamuk/poliester karışımı kumaşlara işletme reçeteleri ile boyama işlemi uygulanmıştır. Kombine ağartma ve boyama kapsamında ise tek banyo içerisinde pH 10 ve pH 4'te de olmak üzere 2 farklı boyama işlemi uygulanmıştır. Boyama işlemleri sonunda renk numunelerine renk ölçüm işlemi yapılmıştır. Elde edilen görseller ve renk ölçüm değerleri kaydedilerek karşılaştırma yapılmıştır.

**Çizelge 4.33.** %40 pamuk %60 poliester karışımı kumaşın Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri

| Proses | L* | a* | b* | C* | h° | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| İşletme | 48.182 | -6.305 | -17.871 | 18.950 | 250.565 | ΔE* | %K/S |
| pH 10 | 48.458 | -6.869 | -22.325 | 23.358 | 252.897 | 2.860 | 4.19 |
| pH 4 | 48.126 | -6.829 | -22.374 | 23.393 | 253.027 | 2.891 | 6.41 |

Çizelge 4.33 incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %4.19 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %6.41 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

| İşletme Reçetesi | pH 10 | pH 4 |
|---|---|---|
|  |  |  |

**Şekil 4.54.** %40 pamuk %60 poliester karışımı kumaşın Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri

**Çizelge 4.34.** %50 pamuk %50 poliester karışımı kumaşın Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri

| Proses | L* | a* | b* | C* | h° | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| İşletme | 53.164 | -4.822 | -13.356 | 14.200 | 250.147 | ΔE* | %K/S |
| pH 10 | 53.370 | -5.181 | -20.253 | 20.906 | 255.651 | 1.040 | 3.43 |
| pH 4 | 51.858 | -5.886 | -19.786 | 20.643 | 253.432 | 5.095 | 16.50 |

Çizelge 4.34 incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %3.43 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %16.50 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

| İşletme Reçetesi | pH 10 | pH 4 |
|---|---|---|
|  |  |  |

**Şekil 4.55.** %50 pamuk %50 poliester karışımı kumaşın Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri

**Çizelge 4.35.** %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri

| Proses | L* | a* | b* | C* | h° | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| İşletme | 46.617 | -5.280 | -20.386 | 21.058 | 255.479 | ΔE* | %K/S |
| pH 10 | 46.237 | -4.997 | -23.931 | 24.447 | 258.206 | 1.503 | 6.29 |
| pH 4 | 45.887 | -5.697 | -22.813 | 23.513 | 255.977 | 2.239 | 10.48 |

Çizelge 4.35 incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %6.29 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %10.48 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

| İşletme Reçetesi | pH 10 | pH 4 |
|---|---|---|
|  |  |  |

**Şekil 4.56.** %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri

**Çizelge 4.36.** %55 pamuk %45 poliester karışımı kumaşın Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri

| Proses | L* | a* | b* | C* | h° | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| İşletme | 50.654 | -6.908 | -17.150 | 18.489 | 248.060 | ΔE* | %K/S |
| pH 10 | 50.425 | -7.353 | -20.436 | 21.719 | 250.212 | 2.155 | 5.42 |
| pH 4 | 50.407 | -7.244 | -20.895 | 22.115 | 250.879 | 2.469 | 6.15 |

Çizelge 4.36 incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %5.42 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %6.15 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

| İşletme Reçetesi | pH 10 | pH 4 |
|---|---|---|
|  |  |  |

**Şekil 4.57.** %55 pamuk %45 poliester karışımı kumaşın Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri

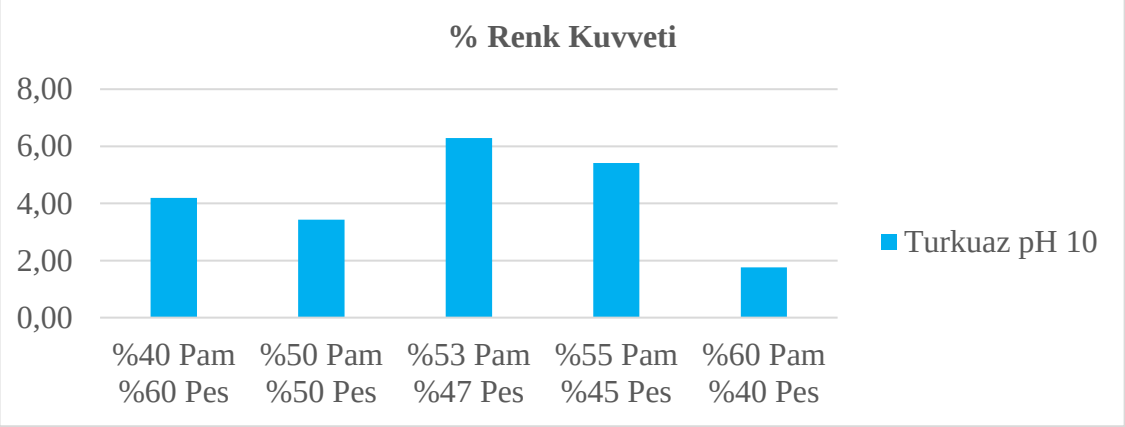
**Çizelge 4.37.** %60 pamuk %40 poliester karışımı kumaşın Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri

| Proses | L* | a* | b* | C* | h° | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| İşletme | 45.251 | -4.357 | -20.496 | 20.954 | 257.998 | ΔE* | %K/S |
| pH 10 | 45.569 | -4.960 | -19.757 | 20.370 | 255.908 | 0.791 | 1.76 |
| pH 4 | 44.494 | -5.020 | -17.268 | 17.983 | 253.709 | 2.228 | 4.73 |

Çizelge 4.37 incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %1.76 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %4.73 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

| İşletme Reçetesi | pH 10 | pH 4 |
|---|---|---|
|  |  |  |

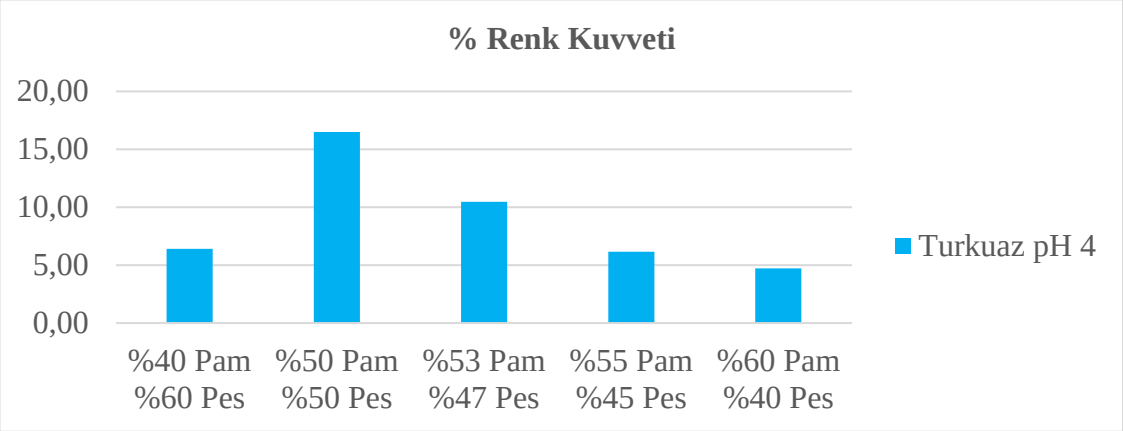
**Şekil 4.58.** %60 pamuk %40 poliester karışımı kumaşın Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk görselleri




**Şekil 4.59.** İşletmede kullanılan Turkuaz boyarmadde ile 130°C pH 10'da tek banyoda boyanan numunelerin standart numuneye göre renk kuvvet değerleri grafiği

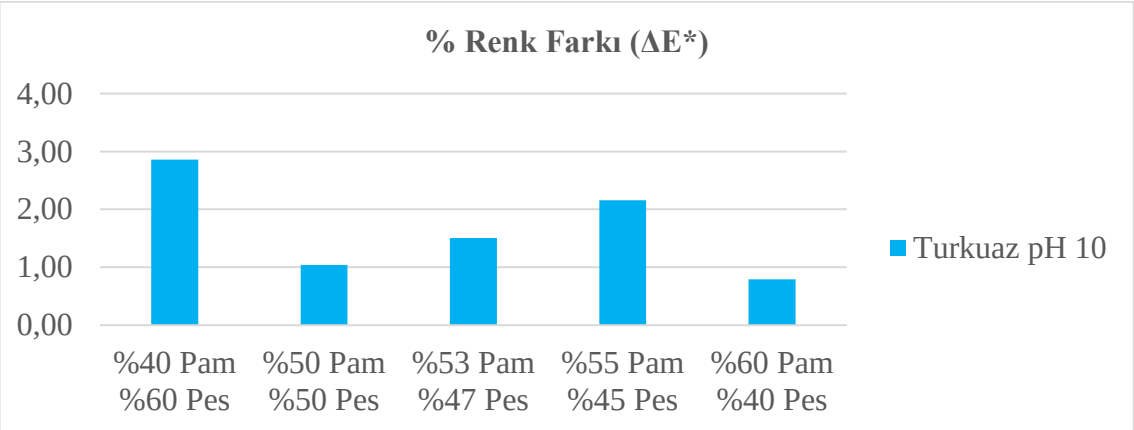
Şekil 4.59. incelendiğinde kumaşlardaki pamuk oranı arttıkça renk kuvvet değerleride parabolik olarak artmaktadır. Tek banyoda gerçekleşen pH 10 boyama prosesinin renk

kuvvet değerleri, iki adımda gerçekleşen işletme reçeteleri boyama prosesi renk kuvvet değerlerinden yüksek olduğu gözlenmiştir.

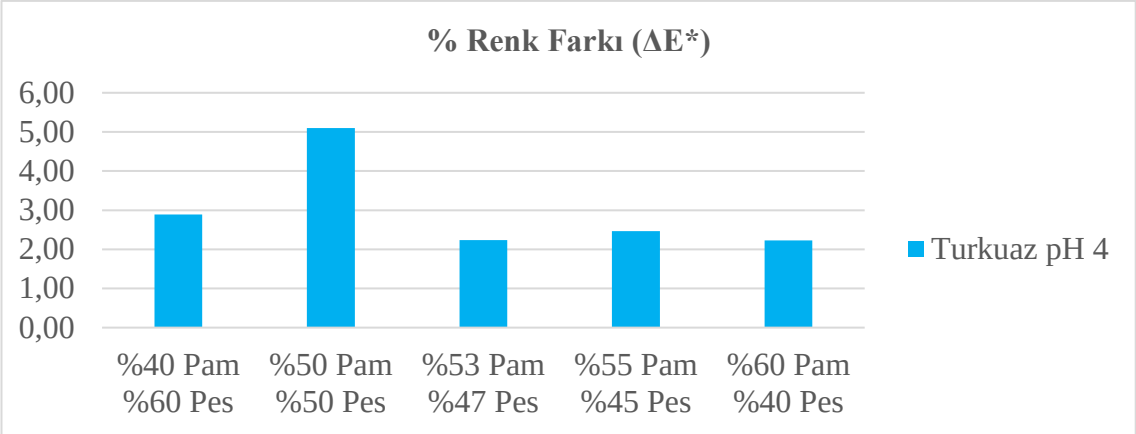



**Şekil 4.60.** İşletmede kullanılan Turkuaz boyarmadde ile 130°C pH 4'te tek banyoda boyanan numunelerin standart numuneye göre renk kuvvet değerleri grafiği

Şekil 4.60. incelendiğinde kumaşlardaki pamuk oranı arttıkça renk kuvvet değerlerinde de parabolik bir değişim gözlenmiştir. Tek banyoda gerçekleşen pH 4 boyama prosesinin renk kuvvet değerleri, tek banyoda gerçekleşen pH 10 boyama prosesi ve iki adımda gerçekleşen işletme reçetesi boyama prosesi renk kuvvet değerlerinden yüksek olduğu gözlenmiştir.




**Şekil 4.61.** İşletmede kullanılan Turkuaz boyarmadde ile 130°C pH 10'da boyanan numunelerin standart numuneye göre renk farkı değerleri grafiği




**Şekil 4.62.** İşletmede kullanılan Turkuaz boyarmadde ile 130°C pH 4'te boyanan numunelerin standart numuneye göre renk farkı değerleri grafiği

Şekil 4.61. ve 4.62 incelendiğinde 130°C ve pH 4'te tek banyoda gerçekleşen boyamanın renk kuvvet değeri, pH 10'da tek banyoda gerçekleşen boyamanın ve standart boyamanın renk kuvvet değerinden daha yüksek çıktığından, bu durum renk farklılık değerlerine de yansımıştır.

**Çizelge 4.38.** 130°C'de boyanan %40 pamuk %60 poliester karışımı kumaşların yıkama, su ve sürtme haslığı değerleri

| Boyarmadde | Proses | Yıkama Haslığı | | | | | | Su Haslığı | | | | | | Sürtme Haslığı | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün | Kuru | Yaş |
| Yellow AC-E | Std. | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 10 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 |
| | pH 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| Red AC-E 01 | Std. | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 10 | 3-4 | 4-5 | 3 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 3-4 |
| | pH 4 | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| Blue AC-E | Std. | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 10 | 3-4 | 4-5 | 3 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 4 | 4 | 4 |
| | pH 4 | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| Black CC-R | Std. | 4 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 10 | 3-4 | 3-4 | 3 | 3 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 4 | 3-4 | 3-4 |
| | pH 4 | 4 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |

**Çizelge 4.39.** 130°C'de boyanan %40 pamuk %60 poliester karışımı kumaşların asit ve alkali ter haslığı değerleri

| Boyarmadde | Proses | Asit Ter Haslığı | | | | | | Alkali Ter Haslığı | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün |
| Yellow AC-E | Std. | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 10 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| Red AC-E 01 | Std. | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 10 | 4 | 4-5 | 3 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| Blue AC-E | Std. | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4 |
| | pH 10 | 4 | 4-5 | 3 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3 | 3-4 | 4-5 | 3-4 |
| | pH 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4 |
| Black CC-R | Std. | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 |
| | pH 10 | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 3 | 4-5 | 4-5 | 3-4 |
| | pH 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 |

**Çizelge 4.40.** 130°C'de boyanan %50 pamuk %50 poliester karışımı kumaşların yıkama, su ve sürtme haslığı değerleri

| Boyarmadde | Proses | Yıkama Haslığı | | | | | | Su Haslığı | | | | | | Sürtme Haslığı | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün | Kuru | Yaş |
| Yellow AC-E | Std. | 4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 10 | 3 | 4-5 | 3 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 |
| | pH 4 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| Red AC-E 01 | Std. | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 10 | 3 | 4-5 | 3 | 3-4 | 4-5 | 3 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 3-4 |
| | pH 4 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| Blue AC-E | Std. | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 10 | 3 | 4-5 | 3 | 3-4 | 4-5 | 3 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 3-4 |
| | pH 4 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 |
| Black CC-R | Std. | 3-4 | 3-4 | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 10 | 3 | 3-4 | 3 | 3-4 | 4-5 | 3 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 3-4 |
| | pH 4 | 3-4 | 3-4 | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 |

**Çizelge 4.41.** 130°C'de boyanan %50 pamuk %50 poliester karışımı kumaşların asit ve alkali ter haslığı değerleri

| Boyarmadde | Proses | Asit Ter Haslığı | | | | | | Alkali Ter Haslığı | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün |
| Yellow AC-E | Std. | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 10 | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| Red AC-E 01 | Std. | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 10 | 4 | 4-5 | 3 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4 | 4 |
| | pH 4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| Blue AC-E | Std. | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 10 | 4 | 4-5 | 3 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3 | 3-4 | 4 | 4 |
| | pH 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Black CC-R | Std. | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 10 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 3 | 4-5 | 4 | 4 |
| | pH 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |

**Çizelge 4.42.** 130°C'de boyanan %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşların yıkama, su ve sürtme haslığı değerleri

| Boyarmadde | Proses | Yıkama Haslığı | | | | | | Su Haslığı | | | | | | Sürtme Haslığı | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün | Kuru | Yaş |
| Yellow AC-E | Std. | 4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 10 | 3-4 | 4-5 | 3 | 3-4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 |
| | pH 4 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| Red AC-E 01 | Std. | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 |
| | pH 10 | 3 | 4-5 | 3 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 3-4 |
| | pH 4 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 |
| Blue AC-E | Std. | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4 |
| | pH 10 | 3 | 4-5 | 3 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 3-4 |
| | pH 4 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4 |
| Black CC-R | Std. | 3-4 | 3-4 | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4 | 4 | 4 |
| | pH 10 | 3 | 3-4 | 3 | 3 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 3-4 |
| | pH 4 | 3-4 | 3-4 | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4 | 4 | 4 |

**Çizelge 4.43.** 130°C'de boyanan %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşların asit ve alkali ter haslığı değerleri

| Boyarmadde | Proses | Asit Ter Haslığı | | | | | | Alkali Ter Haslığı | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün |
| Yellow AC-E | Std. | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 10 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4 |
| | pH 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| Red AC-E 01 | Std. | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 10 | 4 | 4-5 | 3 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4 |
| | pH 4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| Blue AC-E | Std. | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4 |
| | pH 10 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 3-4 |
| | pH 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4 |
| Black CC-R | Std. | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 |
| | pH 10 | 4 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 3-4 |
| | pH 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 |

**Çizelge 4.44.** 130°C'de boyanan %55 pamuk %45 poliester karışımı kumaşların yıkama, su ve sürtme haslığı değerleri

| Boyarmadde | Proses | Yıkama Haslığı | | | | | | Su Haslığı | | | | | | Sürtme Haslığı | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün | Kuru | Yaş |
| Yellow AC-E | Std. | 4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 10 | 3 | 4-5 | 3 | 3-4 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 3 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 |
| | pH 4 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| Red AC-E 01 | Std. | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 |
| | pH 10 | 3 | 4-5 | 3 | 3 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3 | 4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 3-4 |
| | pH 4 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 |
| Blue AC-E | Std. | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4 |
| | pH 10 | 3 | 4-5 | 3 | 3 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 3 | 3-4 |
| | pH 4 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4 |
| Black CC-R | Std. | 3-4 | 4 | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4 | 4 | 4 |
| | pH 10 | 3 | 3-4 | 3 | 3 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3 | 3 | 4-5 | 3-4 | 3 | 3-4 |
| | pH 4 | 3-4 | 4 | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4 | 4 | 4 |

**Çizelge 4.45.** 130°C'de boyanan %55 pamuk %45 poliester karışımı kumaşların asit ve alkali ter haslığı değerleri

| Boyarmadde | Proses | Asit Ter Haslığı | | | | | | Alkali Ter Haslığı | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün |
| Yellow AC-E | Std. | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 10 | 4 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| Red AC-E 01 | Std. | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 10 | 4 | 4 | 3 | 3-4 | 4-5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| Blue AC-E | Std. | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4 |
| | pH 10 | 4 | 4-5 | 3 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3 | 3 | 4-5 | 3 |
| | pH 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4 |
| Black CC-R | Std. | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 |
| | pH 10 | 4 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 3 | 4 | 4-5 | 3 |
| | pH 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 |

**Çizelge 4.46.** 130°C'de boyanan %60 pamuk %40 poliester karışımı kumaşların yıkama, su ve sürtme haslığı değerleri

| Boyarmadde | Proses | Yıkama Haslığı | | | | | | Su Haslığı | | | | | | Sürtme Haslığı | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün | Kuru | Yaş |
| Yellow AC-E | Std. | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 10 | 3 | 4-5 | 3 | 3 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 3 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 |
| | pH 4 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| Red AC-E 01 | Std. | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 |
| | pH 10 | 3 | 4-5 | 3 | 3 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 3 | 3 |
| | pH 4 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 |
| Blue AC-E | Std. | 3-4 | 4-5 | 3 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3 | 4-5 | 4-5 | 4 | 3-4 | 4 |
| | pH 10 | 3 | 4-5 | 2-3 | 3 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 2-3 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 3 | 3 |
| | pH 4 | 3-4 | 4-5 | 3 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3 | 4-5 | 4-5 | 4 | 3-4 | 4 |
| Black CC-R | Std. | 3 | 3-4 | 3 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4 | 3-4 | 4 |
| | pH 10 | 2-3 | 3 | 2-3 | 3 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 2-3 | 3 | 4-5 | 3-4 | 3 | 3-4 |
| | pH 4 | 3 | 3-4 | 3 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4 | 3-4 | 4 |

**Çizelge 4.47.** 130°C'de boyanan %60 pamuk %40 poliester karışımı kumaşların asit ve alkali ter haslığı değerleri

| Boyarmadde | Proses | Asit Ter Haslığı | | | | | | Alkali Ter Haslığı | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün |
| Yellow AC-E | Std. | 4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 10 | 3-4 | 4-5 | 3 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 4 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| Red AC-E 01 | Std. | 4 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 10 | 3-4 | 4 | 3 | 3 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 4 | 4 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| Blue AC-E | Std. | 4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 3-4 |
| | pH 10 | 3-4 | 4-5 | 3 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3 | 3 | 4-5 | 3 |
| | pH 4 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 3-4 |
| Black CC-R | Std. | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 |
| | pH 10 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 3 | 4 | 4-5 | 3 |
| | pH 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 |

**Çizelge 4.48.** 130°C'de boyanan %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşların farklı boyarmaddeler ile işlem sonucu yıkama, su ve sürtme haslığı değerleri

| Boyarmadde | Proses | Yıkama Haslığı | | | | | | Su Haslığı | | | | | | Sürtme Haslığı | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün | Kuru | Yaş |
| Yellow 4G | Std. | 4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 10 | 3 | 4-5 | 3 | 3-4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 3 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 |
| | pH 4 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| RedF3BS | Std. | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 |
| | pH 10 | 3 | 4-5 | 3 | 3-4 | 4-5 | 3 | 4-5 | 4-5 | 3 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 3 | 3 |
| | pH 4 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 |
| Blue TFBL | Std. | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4 |
| | pH 10 | 3 | 4-5 | 3 | 3 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3 | 4-5 | 4-5 | 3 | 3-4 | 3 |
| | pH 4 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4 |
| Black CE-RN | Std. | 3-4 | 3-4 | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4 | 4 | 4 |
| | pH 10 | 3 | 3-4 | 3 | 3 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3 | 3 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 3 |
| | pH 4 | 3-4 | 3-4 | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4 | 4 | 4 |

**Çizelge 4.49.** 130°C'de boyanan %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşların farklı boyarmaddeler ile işlem sonucu asit ve alkali ter haslığı değerleri

| Boyarmadde | Proses | Asit Ter Haslığı | | | | | | Alkali Ter Haslığı | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün |
| Yellow 4G | Std. | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 10 | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| RedF3BS | Std. | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 10 | 4 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 |
| | pH 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| Blue TBFL | Std. | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4 |
| | pH 10 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 3-4 |
| | pH 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4 |
| Black CE-RN | Std. | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 |
| | pH 10 | 4 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 |
| | pH 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 |

**Çizelge 4.50.** 130°C'de boyanan %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşların bazik redüktif yıkama sonrası yıkama, su ve sürtme haslığı değerleri

| Boyarmadde | Proses | Yıkama Haslığı | | | | | | Su Haslığı | | | | | | Sürtme Haslığı | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün | Kuru | Yaş |
| Yellow AC-E | Std. | 3-4 | 4 | 3 | 3-4 | 4 | 3-4 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 10 | 3 | 4-5 | 3 | 3-4 | 4-5 | 4 | 3-4 | 4-5 | 3 | 3-4 | 4-5 | 4 | 4 | 4 |
| | pH 4 | 3-4 | 4 | 3 | 3-4 | 4 | 3-4 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| Red AC-E 01 | Std. | 3 | 4 | 3 | 3-4 | 4 | 3-4 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 10 | 3 | 3-4 | 2-3 | 3 | 3-4 | 3 | 3-4 | 4-5 | 3 | 3-4 | 4-5 | 4 | 4 | 4 |
| | pH 4 | 3 | 4 | 3 | 3-4 | 4 | 3-4 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| Blue AC-E | Std. | 3 | 4 | 3 | 3-4 | 4 | 3 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 10 | 3 | 3-4 | 2-3 | 3 | 3-4 | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 3 | 3-4 | 4-5 | 4 | 4 | 4 |
| | pH 4 | 3 | 4 | 3 | 3-4 | 4 | 3 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| Black CC-R | Std. | 2-3 | 3 | 2-3 | 3 | 4 | 3 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 10 | 3 | 4 | 3 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 3 | 4-5 | 2-3 | 3 | 4-5 | 4 | 4 | 4 |
| | pH 4 | 2-3 | 3 | 2-3 | 3 | 4 | 3 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |

**Çizelge 4.51.** 130°C'de boyanan %60 pamuk %40 poliester karışımı kumaşların bazik redüktif yıkama sonrası asit ve alkali ter haslığı değerleri

| Boyarmadde | Proses | Asit Ter Haslığı | | | | | | Alkali Ter Haslığı | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün |
| Yellow AC-E | Std. | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 10 | 3-4 | 4-5 | 3 | 4 | 4-5 | 4 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 4 |
| | pH 4 | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| Red AC-E 01 | Std. | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 10 | 3-4 | 4-5 | 3 | 4 | 4-5 | 4 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 4 |
| | pH 4 | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| Blue AC-E | Std. | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 10 | 3-4 | 4-5 | 3 | 4 | 4-5 | 4 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 4 |
| | pH 4 | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| Black CC-R | Std. | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 10 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 3 | 4 | 4-5 | 4 |
| | pH 4 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |

**Çizelge 4.52.** 110°C'de boyanan %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşların yıkama, su ve sürtme haslığı değerleri

| Boyarmadde | Proses | Yıkama Haslığı | | | | | | Su Haslığı | | | | | | Sürtme Haslığı | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün | Kuru | Yaş |
| Yellow AC-E | Std. | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 10 | 3 | 4-5 | 3 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 4 | 4 | 4 |
| | pH 4 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| RedAC-E 01 | Std. | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 |
| | pH 10 | 3 | 4-5 | 3 | 3 | 4-5 | 3 | 4-5 | 4-5 | 3 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 3 | 3 |
| | pH 4 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 |
| Blue AC-E | Std. | 3-4 | 4 | 3 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4 |
| | pH 10 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4-5 | 3 | 4-5 | 4-5 | 3 | 4-5 | 4-5 | 3 | 3 | 3 |
| | pH 4 | 3-4 | 4 | 3 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4 |
| Black CC-R | Std. | 3-4 | 3-4 | 3 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4 | 4 | 4 |
| | pH 10 | 3 | 3 | 2-3 | 3 | 4-5 | 3 | 4-5 | 4-5 | 3 | 3 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 3-4 |
| | pH 4 | 3-4 | 3-4 | 3 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4 | 4 | 4 |

**Çizelge 4.53.** 110°C'de boyanan %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşların asit ve alkali ter haslığı değerleri

| Boyarmadde | Proses | Asit Ter Haslığı | | | | | | Alkali Ter Haslığı | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün |
| Yellow AC-E | Std. | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 10 | 4 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| RedAC-E 01 | Std. | 4 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 10 | 3-4 | 4-5 | 3 | 3 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4-5 |
| | pH 4 | 4 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| Blue AC-E | Std. | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4 |
| | pH 10 | 4 | 4-5 | 3 | 4-5 | 4-5 | 3 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 3-4 |
| | pH 4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4 |
| Black CC-R | Std. | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 |
| | pH 10 | 4 | 4-5 | 3 | 4 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 3 | 4 | 4-5 | 3 |
| | pH 4 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 |

**Çizelge 4.54.** 130°C'de boyanan %40 pamuk %60 poliester karışımı kumaşların Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile işlem sonucu yıkama, su ve sürtme haslığı değerleri

| Boyarmadde | Proses | Yıkama Haslığı | | | | | | Su Haslığı | | | | | | Sürtme Haslığı | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün | Kuru | Yaş |
| Brilliant Blue BG | Std. | 4 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4 |
| | pH 10 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4 |
| | pH 4 | 4 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4 |

**Çizelge 4.55.** 130°C'de boyanan %40 pamuk %60 poliester karışımı kumaşların Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile işlem sonucu asit ve alkali ter haslığı değerleri

| Boyarmadde | Proses | Asit Ter Haslığı | | | | | | Alkali Ter Haslığı | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün |
| Brilliant Blue BG | Std. | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4 |
| | pH 10 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 3-4 |
| | pH 4 | 4 | 4-5 | 4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 4 |

**Çizelge 4.56.** 130°C'de boyanan %50 pamuk %50 poliester karışımı kumaşların Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile işlem sonucu yıkama, su ve sürtme haslığı değerleri

| Boyarmadde | Proses | Yıkama Haslığı | | | | | | Su Haslığı | | | | | | Sürtme Haslığı | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün | Kuru | Yaş |
| Brilliant Blue BG | Std. | 4 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4 |
| | pH 10 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 3 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 3-4 |
| | pH 4 | 4 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4 |

**Çizelge 4.57.** 130°C'de boyanan %50 pamuk %50 poliester karışımı kumaşların Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile işlem sonucu asit ve alkali ter haslığı değerleri

| Boyarmadde | Proses | Asit Ter Haslığı | | | | | | Alkali Ter Haslığı | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün |
| Brilliant Blue BG | Std. | 4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 3-4 |
| | pH 10 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3 | 4 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 3 |
| | pH 4 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 3-4 |

**Çizelge 4.58.** 130°C'de boyanan %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşların Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile işlem sonucu yıkama, su ve sürtme haslığı değerleri

| Boyarmadde | Proses | Yıkama Haslığı | | | | | | Su Haslığı | | | | | | Sürtme Haslığı | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün | Kuru | Yaş |
| Brilliant Blue BG | Std. | 4 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4 |
| | pH 10 | 3-4 | 4-5 | 3 | 3 | 4-5 | 3 | 4 | 4-5 | 3 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 3-4 |
| | pH 4 | 4 | 4-5 | 4 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 4 | 4 | 4 |

**Çizelge 4.59.** 130°C'de boyanan %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşların Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile işlem sonucu asit ve alkali ter haslığı değerleri

| Boyarmadde | Proses | Asit Ter Haslığı | | | | | | Alkali Ter Haslığı | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün |
| Brilliant Blue BG | Std. | 4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 3-4 |
| | pH 10 | 3-4 | 4-5 | 3 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 3 | 3 | 4-5 | 3 |
| | pH 4 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 3-4 |

**Çizelge 4.60.** 130°C'de boyanan %55 pamuk %45 poliester karışımı kumaşların Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile işlem sonucu yıkama, su ve sürtme haslığı değerleri

| Boyarmadde | Proses | Yıkama Haslığı | | | | | | Su Haslığı | | | | | | Sürtme Haslığı | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün | Kuru | Yaş |
| Brilliant Blue BG | Std. | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3 | 4-5 | 4-5 | 4 | 3-4 | 4 |
| | pH 10 | 3 | 4-5 | 2-3 | 3 | 4-5 | 3 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 3-4 | 3 | 3 |
| | pH 4 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3 | 4-5 | 4-5 | 4 | 3-4 | 4 |

**Çizelge 4.61.** 130°C'de boyanan %55 pamuk %45 poliester karışımı kumaşların Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile işlem sonucu asit ve alkali ter haslığı değerleri

| Boyarmadde | Proses | Asit Ter Haslığı | | | | | | Alkali Ter Haslığı | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün |
| Brilliant Blue BG | Std. | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 3-4 |
| | pH 10 | 3 | 4-5 | 3 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 3 | 3 | 4-5 | 3 |
| | pH 4 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 3-4 |

**Çizelge 4.62.** 130°C'de boyanan %60 pamuk %40 poliester karışımı kumaşların Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile işlem sonucu yıkama, su ve sürtme haslığı değerleri

| Boyarmadde | Proses | Yıkama Haslığı | | | | | | Su Haslığı | | | | | | Sürtme Haslığı | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün | Kuru | Yaş |
| Brilliant Blue BG | Std. | 3 | 4-5 | 3 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3 | 4-5 | 4-5 | 4 | 3-4 | 4 |
| | pH 10 | 2-3 | 4-5 | 2-3 | 2-3 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 2-3 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 3 | 3 |
| | pH 4 | 3 | 4-5 | 3 | 4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3 | 4-5 | 4-5 | 4 | 3-4 | 4 |

**Çizelge 4.63.** 130°C'de boyanan %60 pamuk %40 poliester karışımı kumaşların Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile işlem sonucu asit ve alkali ter haslığı değerleri

| Boyarmadde | Proses | Asit Ter Haslığı | | | | | | Alkali Ter Haslığı | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün | Asetat | Pamuk | Nylon | Poliester | Akrilik | Yün |
| Brilliant Blue BG | Std. | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 3-4 |
| | pH 10 | 3 | 4-5 | 3 | 4 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 3 | 3 | 4-5 | 3 |
| | pH 4 | 3-4 | 4-5 | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 4 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 3-4 |

**Çizelge 4.64.** 130°C'de boyanan %40 pamuk %60 poliester karışımı kumaşların ışık haslığı değerleri

| Numune Adı | Renk Adı | Proses | Işık Haslığı |
|---|---|---|---|
| %40 CO<br>%60 PES | Sarı | İşletme (pH 4,08) | 7 |
| | | pH 10 | 7 |
| | | pH 4 | 6/7 |
| %40 CO<br>%60 PES | Kırmızı | İşletme (pH 4,15) | 6/7 |
| | | pH 10 | 6/7 |
| | | pH 4 | 6 |
| %40 CO<br>%60 PES | Mavi | İşletme (pH 4,13) | 7 |
| | | pH 10 | 7 |
| | | pH 4 | 5 |
| %40 CO<br>%60 PES | Siyah | İşletme (pH 4,21) | 3 |
| | | pH 10 | 2 |
| | | pH 4 | 2 |

**Çizelge 4.65.** 130°C'de boyanan %50 pamuk %50 poliester karışımı kumaşların ışık haslığı değerleri

| Numune Adı | Renk Adı | Proses | IşıkHaslığı |
|---|---|---|---|
| %50 CO<br>%50 PES | Sarı | İşletme (pH 4,06) | 7 |
| | | pH 10 | 6/7 |
| | | pH 4 | 6/7 |
| %50 CO<br>%50 PES | Kırmızı | İşletme (pH 4,09) | 6/7 |
| | | pH 10 | 6/7 |
| | | pH 4 | 6/7 |
| %50 CO<br>%50 PES | Mavi | İşletme (pH 4,18) | 7 |
| | | pH 10 | 7 |
| | | pH 4 | 5/6 |
| %50 CO<br>%50 PES | Siyah | İşletme (pH 4,16) | 3 |
| | | pH 10 | 2/3 |
| | | pH 4 | 2/3 |

**Çizelge 4.66.** 130°C'de boyanan %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşların ışık haslığı değerleri

| Numune Adı | Renk Adı | Proses | IşıkHaslığı |
|---|---|---|---|
| %53 CO<br>%47 PES | Sarı | İşletme (pH 4,10) | 7 |
| | | pH 10 | 7 |
| | | pH 4 | 6/7 |
| %53 CO<br>%47 PES | Kırmızı | İşletme (pH 4,14) | 6/7 |
| | | pH 10 | 6/7 |
| | | pH 4 | 6 |
| %53 CO<br>%47 PES | Mavi | İşletme (pH 4,11) | 7 |
| | | pH 10 | 7 |
| | | pH 4 | 5 |
| %53 CO<br>%47 PES | Siyah | İşletme (pH 4,19) | 3 |
| | | pH 10 | 2 |
| | | pH 4 | 2 |

**Çizelge 4.67.** 130°C'de boyanan %55 pamuk %45 poliester karışımı kumaşların ışık haslığı değerleri

| Numune Adı | Renk Adı | Proses | IşıkHaslığı |
|---|---|---|---|
| %55 CO<br>%45 PES | Sarı | İşletme (pH 4,12) | 7 |
| | | pH 10 | 7 |
| | | pH 4 | 6/7 |
| %55 CO<br>%45 PES | Kırmızı | İşletme (pH 4,03) | 6/7 |
| | | pH 10 | 6/7 |
| | | pH 4 | 6/7 |
| %55 CO<br>%45 PES | Mavi | İşletme (pH 4,08) | 7 |
| | | pH 10 | 7 |
| | | pH 4 | 6 |
| %55 CO<br>%45 PES | Siyah | İşletme (pH 4,17) | 3 |
| | | pH 10 | 2/3 |
| | | pH 4 | 2/3 |

**Çizelge 4.68.** 130°C'de boyanan %60 pamuk %40 poliester karışımı kumaşların ışık haslığı değerleri

| Numune Adı | Renk Adı | Proses | IşıkHaslığı |
|---|---|---|---|
| %60 CO %40 PES | Sarı | İşletme (pH 4,02) | 7 |
| | | pH 10 | 7 |
| | | pH 4 | 6/7 |
| %60 CO %40 PES | Kırmızı | İşletme (pH 4,09) | 6/7 |
| | | pH 10 | 6/7 |
| | | pH 4 | 6 |
| %60 CO %40 PES | Mavi | İşletme (pH 4,06) | 7 |
| | | pH 10 | 7 |
| | | pH 4 | 5 |
| %60 CO %40 PES | Siyah | İşletme (pH 4,10) | 3 |
| | | pH 10 | 2 |
| | | pH 4 | 2 |

**Çizelge 4.69.** 130°C'de farklı boyarmaddeler ile boyanan %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşların ışık haslığı değerleri

| Numune Adı | Renk Adı | Proses | IşıkHaslığı |
|---|---|---|---|
| %53 CO %47 PES | Sarı (Farklı Boyarmadde) | İşletme (pH 4,11) | 6/7 |
| | | pH 10 | 6/7 |
| | | pH 4 | 6 |
| %53 CO %47 PES | Kırmızı (Farklı Boyarmadde) | İşletme (pH 4,23) | 6 |
| | | pH 10 | 6 |
| | | pH 4 | 5/6 |
| %53 CO %47 PES | Mavi (Farklı Boyarmadde) | İşletme (pH 4,17) | 6/7 |
| | | pH 10 | 6/7 |
| | | pH 4 | 5/6 |
| %53 CO %47 PES | Siyah (Farklı Boyarmadde) | İşletme (pH 4,14) | 3/4 |
| | | pH 10 | 2/3 |
| | | pH 4 | 2/3 |

**Çizelge 4.70.** 130°C'de boyanan ve bazik redüktif yıkaması yapılan %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşların ışık haslığı değerleri

| Numune Adı | Renk Adı | Proses | IşıkHaslığı |
|---|---|---|---|
| %53 CO %47 PES | Sarı (VesClear 640 ile indirgen yıkama) | İşletme (pH 4,24) | 6 |
| | | pH 10 | 6 |
| | | pH 4 | 5/6 |
| %53 CO %47 PES | Kırmızı (VesClear 640 ile indirgen yıkama) | İşletme (pH 4,17) | 6/7 |
| | | pH 10 | 6/7 |
| | | pH 4 | 6 |
| %53 CO %47 PES | Mavi (VesClear 640 ile indirgen yıkama) | İşletme (pH 4,21) | 6/7 |
| | | pH 10 | 6/7 |
| | | pH 4 | 5/6 |
| %53 CO %47 PES | Siyah (VesClear 640 ile indirgen yıkama) | İşletme (pH 4,11) | 3 |
| | | pH 10 | 3 |
| | | pH 4 | 2/3 |

**Çizelge 4.71.** 110°C'de boyanan %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşların ışık haslığı değerleri

| Numune Adı | Renk Adı | Proses | IşıkHaslığı |
|---|---|---|---|
| %53 CO %47 PES | Sarı | İşletme (pH 4,09) | 7 |
| | | pH 4 | 6/7 |
| %53 CO %47 PES | Kırmızı | İşletme (pH 4,14) | 6/7 |
| | | pH 4 | 6 |
| %53 CO %47 PES | Mavi | İşletme (pH 4,06) | 7 |
| | | pH 4 | 6 |
| %53 CO %47 PES | Siyah | İşletme (pH 4,19) | 3 |
| | | pH 4 | 3 |

**Çizelge 4.72.** 130°C'de Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile boyanan karışım kumaşların ışık haslığı değerleri

| Numune Adı | Renk Adı | Proses | IşıkHaslığı |
|---|---|---|---|
| %40 CO<br>%60 PES | Turkuaz | İşletme (pH 4,13) | 6/7 |
| | | pH 10 | 6/7 |
| | | pH 4 | 6 |
| %50 CO<br>%50 PES | Turkuaz | İşletme (pH 4,09) | 6 |
| | | pH 10 | 6 |
| | | pH 4 | 6 |
| %53 CO<br>%47 PES | Turkuaz | İşletme (pH 4,11) | 6/7 |
| | | pH 10 | 6/7 |
| | | pH 4 | 5/6 |
| %55 CO<br>%45 PES | Turkuaz | İşletme (pH 4,15) | 6/7 |
| | | pH 10 | 6/7 |
| | | pH 4 | 6/7 |
| %60 CO<br>%40 PES | Turkuaz | İşletme (pH 4,22) | 7 |
| | | pH 10 | 7 |
| | | pH 4 | 6/7 |

## 5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Ağartma işlemlerinde;

Pamuk/poliester karışımı kumaşlara işletme reçetesi, pH 4 ve pH 10'da yapılan ağartma işlemleri uygulanmıştır. Ağartma işlemi sonunda numunelere beyazlık (Berger) derecelerinin ölçüm işlemi yapılmıştır. Elde edilen görseller ve sonuçlar kaydedilerek karşılaştırma yapılmıştır. Karışım kumaşlarda pamuk oranı arttıkça, işletme reçetesinin prosesi ile pH 10 ve pH 4'te gerçekleştirilen ağartma prosesleri arasında beyazlık değerlerinde farklılıklar artmıştır. En iyi beyazlık derecesine işletme reçetesinde ulaşılırken daha sonra pH 10'da yapılan ağartma işlemi ve onu da pH 4'te yapılan ağartma işlemi takip etmektedir. 65 beyazlık derecesine kadar normal, 70 beyazlık üzerindekiler ise mükemmel olarak ifade edilmektedir. İşletme reçetesinin beyazlık dereceleri ile pH 10'da ağartması yapılan %40 pamuk %60 poliester ve %53 pamuk %47 poliester'in beyazlık dereceleri 65 üzerinde olduğu gözlenmiştir. PH 4 prosesinin beyazlık dereceleri ile pH 10'da ağartması yapılan %50 pamuk %50 poliester, %55 pamuk %45 poliester ve %60 pamuk %40 poliester beyazlık dereceleri 65 altında olduğu gözlenmiştir. PH 10 ve pH 4'te gerçekleştirilen ağartma prosesleri beyazlık dereceleri, işletme reçetesi ile gerçekleştirilen ağartma işleminin beyazlık dereceleri ile kıyaslandığında boyama işlemi için yeterli seviyede olduğu gözlenmiştir.

pH aralığı geniş ve peroksit dayanımı olan dispers boyarmaddeler ile boyama işlemlerinde;

Pamuk/poliester karışımı kumaşlara işletme reçeteleri ile boyama işlemi uygulanmıştır. Kombine ağartma ve boyama kapsamında ise ağartma işlemi yapılmamış farklı kompozisyondaki kumaşlara, peroksiti aktive edecek kimyasal yardımıyla tek banyo içerisinde 130°C sıcaklıkta, pH 10 ve pH 4'te olmak üzere 2 farklı boyama işlemi uygulanmıştır. Boyama işlemleri sonunda renk numunelerine renk ölçüm işlemi yapılmıştır. Elde edilen görseller ve renk ölçüm değerleri kaydedilerek karşılaştırma yapılmıştır.

i. %40 pamuk %60 poliester karışımı kumaşın Yellow AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %2.02 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %2.53 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

ii. %40 pamuk %60 poliester karışımı kumaşın Red AC-E 01 boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %0.59 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %27.46 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

iii. %40 pamuk %60 poliester karışımı kumaşın Blue AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %0.32 daha daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %2.95 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

iv. %40 pamuk %60 poliester karışımı kumaşın Black CC-R boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %4.80 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %25.66 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

v. %50 pamuk %50 poliester karışımı kumaşın Yellow AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %1.15 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %2.67 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

vi. %50 pamuk %50 poliester karışımı kumaşın RED AC-E 01 boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %0.16 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %5.53 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

vii. %50 pamuk %50 poliester karışımı kumaşın BLUE AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri incelendiğinde pH 10 prosesinin

renk kuvveti, işletme reçetesine göre %1.93 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %5.31 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

viii. %50 pamuk %50 poliester karışımı kumaşın BLACK CC-R boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %8.65 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %25.67 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

ix. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Yellow AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %3.70 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %19.23 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

x. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Red AC-E 01 boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %7.09 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %22.54 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

xi. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Blue AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %9.50 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %24.77 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

xii. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Black CC-R boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %16.06 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %37.35 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

xiii. %55 pamuk %45 poliester karışımı kumaşın Yellow AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %3.30 daha kuvvetli olduğu ve pH 4

prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %12.44 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

xiv. %55 pamuk %45 poliester karışımı kumaşın Red AC-E 01 boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %11.24 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %18.91 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

xv. %55 pamuk %45 poliester karışımı kumaşın Blue AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %1.22 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %10.76 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

xvi. %55 pamuk %45 poliester karışımı kumaşın Black CC-R boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %8.25 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %16.32 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

xvii. %60 pamuk %40 poliester karışımı kumaşın Yellow AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %5.25 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %12.84 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

xviii. %60 pamuk %40 poliester karışımı kumaşın Red AC-E 01 boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %1.92 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %4.61 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

xix. %60 pamuk %40 poliester karışımı kumaşın Blue AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %4.06 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %13.12 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

xx. %60 pamuk %40 poliester karışımı kumaşın Black CC-R boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %14.27 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %30.34 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

%53 pamuk %47 poliester kumaşın işletmede kullanılan standart dispers boyarmaddeler ile boyama işlemlerinde;

%53 pamuk %47 poliester kumaşa işletmede kullanılan standart dispers boyarmaddeler ile boyama işleme uygulanmıştır. Kombine ağartma ve boyama kapsamında ise ağartma işlemi yapılmamış %53 pamuk %47 poliester kumaşa, peroksiti aktive edecek kimyasal yardımıyla tek banyo içerisinde pH 10 ve pH 4'te de olmak üzere 2 farklı boyama işlemi uygulanmıştır. Boyama işlemleri sonunda renk numunelerine renk ölçüm işlemi yapılmıştır. Elde edilen görseller ve renk ölçüm değerleri kaydedilerek karşılaştırma yapılmıştır.

i. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Yellow 4G boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %9.56 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %20.68 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.
ii. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Red F3BS boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %20.42 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %26.18 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.
iii. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Blue TFBL boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %16.01 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %23.27 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

iv. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Black CE-RN boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %12.81 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %22.16 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

%53 pamuk %47 poliester kumaşın pH aralığı geniş ve peroksit dayanımı olan dispers boyarmaddeler ile boyandıktan sonra bazik redüktif (VesClear 640) yıkama işlemlerinde;

%53 pamuk %47 poliester kumaşa işletme reçeteleri ile boyama işlemi uygulanmıştır. Kombine ağartma ve boyama kapsamında ise ağartma işlemi yapılmamış %53 pamuk %47 poliester kumaşa, peroksiti aktive edecek kimyasal yardımıyla tek banyo içerisinde pH 10 ve pH 4'te de olmak üzere 2 farklı boyama işlemi uygulanmıştır. Boyanan numunelere bazik indirgen yıkama yapılmıştır. Yıkama işlemleri sonunda renk numunelerine renk ölçüm işlemi yapılmıştır. Elde edilen görseller ve renk ölçüm değerleri kaydedilerek karşılaştırma yapılmıştır.

i. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Yellow AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyandıktan sonra bazik redüktif yıkama sonrası renk değerleri incelendiğinde pH 10'da bazik redüktif yıkama prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %10.33 daha zayıf olduğu ve pH 4'te bazik redüktif yıkama prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %8.42 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.
ii. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Red AC-E 01 boyarmaddesi ile 130°C'de boyandıktan sonra bazik redüktif yıkama sonrası renk değerleri incelendiğinde pH 10'da bazik redüktif yıkama prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %9.04 daha zayıf olduğu ve pH 4'te bazik redüktif yıkama prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %12.45 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.
iii. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Blue AC-E boyarmaddesi ile 130°C'de boyandıktan sonra bazik redüktif yıkama sonrası renk değerleri incelendiğinde pH 10'da bazik redüktif yıkama prosesinin renk kuvveti,

işletme reçetesine göre %10.02 daha zayıf olduğu ve pH 4'te bazik redüktif yıkama prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %11.18 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

iv. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Black CC-R boyarmaddesi ile 130°C'de boyandıktan sonra bazik redüktif yıkama sonrası renk değerleri incelendiğinde pH 10'da bazik redüktif yıkama prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %12.70 daha zayıf olduğu ve pH 4'te bazik redülktif yıkama prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %7.63 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

%53 pamuk %47 poliester kumaşın pH aralığı geniş ve peroksit dayanımı olan dispers boyarmaddeler ile 110°C'de boyanması işlemlerinde;

%53 pamuk %47 poliester kumaşın işletme reçeteleri ile boyama işlemi uygulanmıştır. Kombine ağartma ve boyama kapsamında ise ağartma işlemi yapılmamış %53 pamuk %47 poliester kumaşa, peroksiti aktive edecek kimyasal yardımıyla tek banyo içerisinde 110°C'de ve pH 4'te de boyama işlemi uygulanmıştır. Boyama işlemleri sonunda renk numunelerine renk ölçüm işlemi yapılmıştır. Elde edilen görseller ve renk ölçüm değerleri kaydedilerek karşılaştırma yapılmıştır.

i. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Yellow AC-E boyarmaddesi ile 110°C'de boyanması sonrası renk değerleri incelendiğinde pH 4 prosesinin renk kuvveti işletme reçetesine göre %7.96 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

ii. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Red AC-E 01 boyarmaddesi ile 110°C'de boyanması sonrası renk değerleri incelendiğinde pH 4 prosesinin renk kuvveti işletme reçetesine göre %11.74 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

iii. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Blue AC-E boyarmaddesi ile 110°C'de boyanması sonrası renk değerleri incelendiğinde pH 4 prosesinin renk kuvveti işletme reçetesine göre %20.72 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

iv. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Black CC-R boyarmaddesi ile 110°C'de boyanması sonrası renk değerleri incelendiğinde pH 4 prosesinin renk kuvveti işletme reçetesine göre %31.90 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

Turkuaz boyarmadde ile boyama işlemlerinde;

Pamuk/poliester karışımı kumaşlara işletme reçeteleri ile boyama işlemi uygulanmıştır. Kombine ağartma ve boyama kapsamında ise ağartma işlemi yapılmamış farklı kompozisyondaki kumaşlara, peroksiti aktive edecek kimyasal yardımıyla tek banyo içerisinde pH 10 ve pH 4'te de olmak üzere 2 farklı boyama işlemi uygulanmıştır. Boyama işlemleri sonunda renk numunelerine renk ölçüm işlemi yapılmıştır. Elde edilen görseller ve renk ölçüm değerleri kaydedilerek karşılaştırma yapılmıştır.

i. %40 pamuk %60 poliester karışımı kumaşın Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %4.19 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %6.41 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.
ii. %50 pamuk %50 poliester karışımı kumaşın Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %3.43 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %16.50 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.
iii. %53 pamuk %47 poliester karışımı kumaşın Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %6.29 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %10.48 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.
iv. %55 pamuk %45 poliester karışımı kumaşın Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %5.42 daha kuvvetli

olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %6.15 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

v. %60 pamuk %40 poliester karışımı kumaşın Brilliant Blue BG (Turkuaz) boyarmaddesi ile 130°C'de boyanması sonrası renk değerleri incelendiğinde pH 10 prosesinin renk kuvveti, işletme reçetesine göre %1.76 daha kuvvetli olduğu ve pH 4 prosesinin renk kuvveti de işletme reçetesine göre %4.73 daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir.

Tek banyoda yapılan çalışmalar sonucunda pH 4'teki renk kuvvet değerleri işletme reçetelerindeki ve pH 10'daki değere göre daha kuvvetli çıkmıştır. İşletme reçetelerinin yıkama, sürtme, pH ve ter haslığı sonuçları pH 4'ün haslık değerleri ile aynı çıkmıştır. PH 10'un haslık değerleri ise yarım puan ile bir puan arası daha düşük çıkmıştır. Işık haslığı sonunda ise elde edilen değerlerin birbirine yakın çıktığı görülmüştür. PH 4 prosesinin renk kuvvet değerlerindeki ve haslık değerlerindeki sonuçları ile birlikte iki adımlı yöntemdeki ağartma işlemi elimine olmaktadır. Tek banyo içerisinde ağartma ve boyama işleminin gerçekleşmesi, standart ağartma prosesi sıcaklık-zaman diagramından da anlaşılacağı üzere zaman açısından toplam 123 dakika, su tüketimi açısından toplam 3 banyo tasarruf sağlayacaktır. 100 kg'lık bir kumaş için 1/8 oranında çalışıldığında, her banyoya 800 litre su alınacağı ve 3 banyo için toplamda 2400 litre su tüketiminden kaçınılacağı anlamına gelmektedir. Aynı zamanda kilogram ürün başına tüketilen su miktarına baktığımızda, ağartma ve pes boyamayı içeren iki adımlı işletme reçetesi 56 l/kg su tüketirken, kombine ağartma ve boyama kapmasında ise 32 l/kg su tüketilmektedir.

Tekstil sektöründe harcanan su ve enerji miktarları göz önüne alındığında alternatif metotların geliştirilmesi gerekmektedir. Gerçekleşen çalışma ile ön işlem ve boyama adımının tek banyoda gerçekleşmesi, su ve enerji tasarrufu sağlayacağı sonucuna varılmaktadır.

## KAYNAKLAR


Adamow, A., Szukalski, A., Justyniarski, A., Sznitko, L. & Mysliwiec, J. (2020). Light amplification in tunable multicolor liquid crystalline system, *Journal of Luminescence*, 220(27), 50-370. https://doi.org/10.1016/j.jlumin.2019.116903

Anonim, (2017). Boyarmaddelerin sınıflandırılması kimyasal yapıya göre sınıflandırma. https://slideplayer.biz.tr/slide/11796162/

Anonim, (2012). Dye|world dye variety, https://www.worlddyevariety.com/vat-dyes/vat-orange-9.html

Anonim, (2015, Şubat 5). Man-Made Fibers Continue To Grow. https://www.textileworld.com/

Akdoğan, A. ve Kaya, A. (2002). Pamuklu Tekstil Materyallerinin Peroksitli Ortamda Ağartılma Reaksiyonları ve Katalitik Etki, *XVI. Ulusal Kimya Kongresi*, 31s, Konya.

Akgün, M., Alpay, H. R. & Becerir, B. (2012). Kumaş Yapısal Parametreleri ile Reflektans Değerleri Arasındaki İlişkilerin Değerlendirilmesi, *Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering and Architecture*, 17(1), 93–106. doi:10.17482/uujfe.92378

Altay, P. (2021). *Tekstil Sektörü İçin Ağartma Aktivatörlerinin Sentezi*. [Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı.

Altay, P., Hauser, P. J., Gürsoy, N.C. & El-Shafei A. (2019). Facile synthesis of a novel, highly effective, more sustainable and cost-effective cationic bleach activator for cotton: N-[4-(N,N,N)-triethylammoniumchloride-butanoyl] caprolactam, *Cellulose*, 26, 2849–2860. doi:10.1007/s10570-018-02224-9

Aniş, P. (2005). *Tekstil Ön Terbiyesi*. Aktüel Yayınları.

Aniş, P. ve Eren, H.A. (2003). Poliester/Pamuk Karışımlarının Boyanması: Uygulamalar ve Yeni Yaklaşımlar, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 8(1), 131-139.

Aspland, J.R. (1993). Chapter 13: Dyeing Blends: Polyester/Cellulose, *School of Textiles. Clemson University, Clemson, S.C*, 25 (8), 21-26.

Balcı, O. (2010). Poliester Esaslı Örme Kumaşların Redüktif Yıkanması İçin Yeni Yaklaşımlar, *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi*, 21(1), 42.

Balcı, O. ve Oğulata, R.T. (2013). Boyama sonrası poliester/viskon/elastan karışımlı dokuma kumaşlarda haslık iyileştirme çalışmaları, *Tekstil ve Mühendislik Dergisi*, 61, 21-32.

Başer, İ. ve İnanıcı, Y. (1990). Boyar Madde Kimyası. *Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yayın*, no:2.

Bayduz, N. (1988). *Kükürt Boyarmaddelerinin Geri Kazanılması* [Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi]. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı.

Becerir, B. (2006). *Boyama teknolojisi*. [Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü Ders Notları].

Becerir, B. (2011). Assessment of the results of different color difference formulae under different illuminants by wash fastness tests, *Fibers and Polymers*, 12(7), 946–956. https://doi.org/10.1007/s12221-011-0946-y

Bogoeva-Gaceva, G., Buzarovska, A. & Dimzoski, B. (2008). Discoloration of Synthetic Dyeing Wastewater Using Polyaluminium Chloride, *G.U. Journal of Science*, 21(4), 123-128.

Bozdoğan, A. (1984). *Atık Sulardaki Tekstil Boyar Maddeleri Renginin Devrettirilen Koagülant ile Giderilmesi*. [Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı.

Bradbury, M.J., Collishaw, P.S. & Moorhouse, S. (1995). Reactive Dye Selection And Process Development For Exhaust Dyeing Of Cellulose, *Textile Chemist And Colorist*, 27(8), 19-23.

Bulduk, F. (2005). *Dokuma Kumaşlarda Renk ve Görsel Algılama* [Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi]. Güzel Sanatlar Enstitüsü, Tekstil Anasanat Dalı.

Chao, Y.C., Chung, Y.L., Lai, C.C., Liao, S.K. & Chin, J.C. (1998). Dyeing Of Cotton-Polyester Blends With Anthraquinonoid Vat Dyes, *Dyes And Pigments*, 40, 59-71. https://doi.org/10.1016/S0143-7208(98)00033-3

Dede, E. (2012). *Boyanmış Pamuklu Örme Kumaşlarda Yıkama Renk Haslıklarındaki Değişiminin Renk Ölçümleri ile Araştırılması* [Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi]. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı.

Doğru, S. (2013). *Poliester/Pamuk Karışımlarının Ağartma İşlemlerinde Yeni Yöntemler* [Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi]. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı.

Dursun, S. (2011). HT (High Temperature) Prosesinde Sodyum Klorit ile Pamuk Kasarı Şartlarının Geliştirilmesi, [Bitirme Tezi, Sakarya Üniversitesi]. Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Anabilim Dalı.

Eser, B., Çelik, P., Çay, A. & Akgümüş, D. (2016). Tekstil ve Konfeksiyon Sektöründe Sürdürülebilirlik ve Geri Dönüşüm Olanakları, *Tekstil ve Mühendislik Dergisi*, 23(101), 43-60.

Hacıarifkaptanoğlu, Y. (1994). *Pamuk ve Pamuk/Poliester Karışımı Kumaşların Baskısı* [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı.

Hu, C., Mei, H., Guo, H. & Zhu, J. (2020). Color analysis of textile fibers by microspectrophotometry. *Forensic Chemistry*, 18(17), 100221. https://doi.org/10.1016/j.forc.2020.100221

İbrahim, N. A., Sharaf, S. S. & Hashem, M. M. (2010). A novel approach for low temperature bleaching and carbamoylethylation of cotton cellulose, *Carbohydrate Polymers*, 82, 1248-1255.

İlter, M. (2015). *Tekstil Üretimi ve Yardımcı Kimyasallar*, TMMOB Kimya Mühendisleri Odası.

Kaplan, B. E. (2019). *Tekstil Terbiye Atık Suyunda Manyetik Polimerlerle Renk Giderimi* [Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi]. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı.

Kaya, H. (1991). Poliester/Viskon Karışımı Kumaşların Boyanması, *Tekstil ve Mühendislik Dergisi*, 27, 164-169.

Kır, Z. N. ve Benli, N. (2012). Reaktif Boyamalar için Formaldehitsiz Fiksatör Kullanılarak Pamuklu Kumaşta Haslıkların İncelenmesi. *Tekstil ve Mühendislik Dergisi*, 25(112), 319-326. doi:10.7216/1300759920182511205

Koban, B. (2006). *Tekstil Endüstrisinde Kullanılan Yüzey Aktif Maddelerin $H_2O_2$/UV-C Prosesi ile Kimyasal ve Biyolojik Arıtılabilirliği* [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı.

Köse, E. ve Şahinbakan T. (2008). Renk Yönetiminde Kullanılan Standart ICC Profillerinin Türkiye' de Oluşturulmuş Bazı Profiller ile Karşılaştırılması, *Politeknik Dergisi*, 11(4), 365–371.

Koloğlu, D. (2013). *Günümüz Sanatında Renk ve Işığın Dramatik Etkileşimi* [Yüksek Lisans Tezi, Işık Üniversitesi]. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Resim Ana Sanat Dalı.

Kumbasar, P., Körlü, A. & Can, C. (2011). The Effects Of Activator On Whiteness And Hydrohility During The Hydrogen Peroxide Bleaching, *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi*, 22(1), 50-57.

Kut, D. (2013). *Kimyasal tekstil muayeneleri*. [Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü Ders Notları].

Mangut, M. (2006). *%100 Polyester ve %100 pamuklu dokuma kumaşların tekrarlı yıkama ve ütüleme işlemleri sonrasında yüzey renk özelliklerinde ortaya çıkan değişimlerin incelenmesi*. [Doktora tezi, Uludağ Üniversitesi]. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı.

Milli Eğitim Bakanlığı, (2011) Tekstil Teknolojisi Karışım Elyaf Boyama 2.

Milli Eğitim Bakanlığı, (2012) Tekstil Teknolojisi Kumaş Boyama (Emdirme Yöntemi) 2.

Millington, K. R. (2017). *Colorfastness*. Engineering of High-Performance Textiles, 155-186. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101273-4.00029-9

Nunn, D. M. (1979). *The Dyeing Of Synthetic Polymer And Acetate Fibers*. Dyers Company Publications Trust, XI, 501.

Özçelik, F. F. (2005). *İçi boş lif üretiminde bazı parametrelerin lif özellikleri üzerine Etkilerinin incelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi]. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı.

Paydak, M. E. (2006). *Dispers Boyama Reçetelerinin İşlem Koşullarına Olan Renk Hassasiyetlerinin Araştırılması* [Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi]. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı.

Sarıduman, S. 2005. *Endüstriyel Olarak Üretilmekte Olan Çeşitli Atkı Fitilli Kadife Kumaş Özellikleri Üzerine Bir İnceleme* [Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi]. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı.

Shore, J. (1998). Blends Dyeing. *Society Of Dyers And Colourists Publication*, 32(1), 46-50.

Setchell, J. S. (2012). Colour description and communication. *Woodhead Publishing Limited*. https://doi.org/10.1533/9780857095534.2.219

Soydaş, Ş. (2016). *Ozon Teknolojisinin Dokuma Havlu Kumaşlarda Hidrofilite ve Ağartma Özelliğine Etkisinin Araştırılması* [Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi]. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı.

Şahinbaşkan, T. (2007). Renk Evren Modellerinin Matbaacılık Sektöründeki Kullanım Alanları. *II. International Printing Technologies Sysposium*, 431–438.

Şahinli, M. (2005). Kontinü Boyama Prosesleri ve Pad Batch Boyama Prosesleri. https://muratsahinli.files.wordpress.com/2012/12/pad_batch_tr.pdf

Şenocak, A., Kahraman, G., Mahan, H. & Duysak, M. (2020). Tekstil Teknolojisi Alanı, Ön Terbiye İşlemleri Atölyesi. http://meslek.eba.gov.tr/upload/dk10/On_Terbiye_Islemleri_Atolyesi_10_42.pdf

Taner, T. (2006). *Katyonik Alkiltrimetilamonyum Bromür Surfaktantlar ile C.I. Reactive Orange 16 Etkileşimi* [Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi]. Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı.

Tekstil Sayfası, (2013). Pamuk ve Polyester Karışımlarını Boyama, https://tekstilsayfasi.blogspot.com/2013/01/pamuk-polyester-karisimlariniboyama.html

Topalbekiroğlu, M., İnce, M.E., Çoruh, E.H. & Kaynak, H.K. (2007). Pamuk/Poliester ve Pamuk/Akrilik Karışımlı O.E. Rotor İpliklerinde Karışım Oranının İplik Kalite Değerine Etkisi, *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi*, 2/2007

Toprak-Çavdur, T. (2021). *Poliester Kumaşların Farklı Maddelerle Yüzey Modifikasyonu Sonrası Boyanma Davranışlarının İncelenmesi ve Bu Modifikasyonların Poliester/Pamuk Karışım Kumaşların Aynı Banyoda Tek Adımda Boyanabilirliğine Etkileri*. [Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi]. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği.

Türkiye Tekstil Terbiye Sanayicileri Derneği, (2002 Mayıs 6-8). Tekstil Sanayii için En Uygun Teknikler (BAT) Referans Dokümanı.

Üren, A. (1999). Üç Boyutlu Renk Ölçme Sistemleri. *Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Dergisi*, 24(3), 193–200.

Valldeperas-Morell, J., Carrillo-Navarrete, F. (2012). Colour fastness. *Understanding and Improving the Durability of Textiles*, 82–103.

Wiesmann, U., Choi, I. S. & Dombrowski, E.M. (2007). Fundamentals of Biological Wastewater Treatment, *WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KgaA*.

Xu, C-H., Hinks, D., El-Shafei, A., Hauser, P. J., Li, M., Ankeny, M. & Lee, K. (2011). Review of Bleach Activators for Environmentally Efficient Bleaching of Textiles, *Journal of Fiber Bioengineering & Informatics*, 4(3), 209–219. doi: 10.3993/jfbi09201101

Yalçın, Y. (2011). *Poliester kumaşlarda bazı renk haslıklarının değişim kinetiğinin renk ölçümleri ile araştırılması* [Yüksek lisans tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi]. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı.

Yeşil, Y. (2010). *Melanj elyaf karışımlarında renk değerlerinin yeni bir algoritma geliştirilerek tahmin edilmesi.* [Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi]. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı.

Zjakic, I., Parac-Osterman, D. & Bates, I. (2011). New approach to metamerism measurement on halftone color images. *Journal of the International Measurement Confederation*, 44(8), 1441–1447. https://doi.org/10.1016/j.measurement.2011.05.016