

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Laboratuvar ve Boyahane Yapılan Boyamalar Arasındaki  
Renk Farkının Azaltılmasına Yönelik Bir Çalışma**

**Abdulkadir ERÇAKALLI**

*Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı*

Mart, 2023

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZ ONAYI

**Laboratuvar ve Boyahanede Yapılan Boyamalar Arasındaki  
Renk Farkının Azaltılmasına Yönelik Bir Çalışma**

Abdulkadir ERÇAKALLI

*Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı*

Bu Yüksek Lisans Tezi / /2023 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından  
Değerlendirilmiş ve Oy Birliği ile Kabul Edilmiştir.

Jüri : Prof. Dr. Belkıs ZERVENT ÜNAL (Danışman) .....  
: Doç. Dr. Füsun DOBA KADEM .....  
: Doç. Dr. Halil ÖZDEMİR .....

**Bu Tez Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.**

**Tez No:**

**Prof. Dr. Sadık DİNÇER**  
**Enstitü Müdürü**

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

## İÇİNDEKİLER

|                                                                |      |
|----------------------------------------------------------------|------|
| ÖZ .....                                                       | I    |
| ABSTRACT .....                                                 | II   |
| TEŞEKKÜR.....                                                  | III  |
| ÇİZELGELER DİZİNİ .....                                        | IV   |
| ŞEKİLLER DİZİNİ.....                                           | VI   |
| SİMGELER VE KISALTMALAR.....                                   | VIII |
| 1. GİRİŞ .....                                                 | 1    |
| 1.1. Boyama İşlemi .....                                       | 1    |
| 1.1.1. Reaktif Boyarmaddeler .....                             | 2    |
| 1.1.2. Emdirme Yöntemine Göre Boyama .....                     | 4    |
| 1.2. Renk Değerlendirmeleri.....                               | 6    |
| 1.2.1. Renk Kavramı .....                                      | 6    |
| 1.2.2. Renk Değerlendirme Metotları.....                       | 9    |
| 1.3. Çalışmanın Önemi ve Amacı .....                           | 11   |
| 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....                                      | 13   |
| 3. MATERYAL VE METOT .....                                     | 17   |
| 3.1. Materyal.....                                             | 17   |
| 3.1.1. Numune Kumaş Özellikleri.....                           | 17   |
| 3.1.2. Kullanılan Boyarmadde ve Kimyasallar .....              | 17   |
| 3.2. Metot.....                                                | 19   |
| 3.2.1. Laboratuvarda Kullanılan Makineler ve Özellikleri ..... | 20   |
| 3.2.2. İşletmede Kullanılan Makine ve Özellikleri .....        | 23   |
| 3.2.3. Uygulanan Boyama İşlemleri.....                         | 27   |
| 4. DENEYSEL ÇALIŞMA VE BULGULAR .....                          | 29   |
| 4.1. A Renginin Denemeleri ve Sonuçları .....                  | 29   |
| 4.2. B Renginin Denemeleri ve Sonuçları .....                  | 35   |
| 4.3. C Renginin Denemeleri ve Sonuçları .....                  | 41   |
| 4.4. D Renginin Denemeleri ve Sonuçları .....                  | 47   |
| 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....                                  | 57   |
| KAYNAKLAR .....                                                | 59   |
| ÖZGEÇMİŞ .....                                                 | 61   |

---

**Laboratuvar ve Boyahanede Yapılan Boyamalar  
Arasındaki Renk Farkının Azaltılmasına Yönelik Bir  
Çalışma**

---

**Abdulkadir ERÇAKALLI**

***Danışman: Prof. Dr. Belkıs ZERVENT ÜNAL***

***Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı***

**ÖZ**

Çalışma kapsamında, laboratuvarda başlayan ve işletmede sona eren renk oluşum serüveninde, işletmedeki en büyük problemlerden birisi olan laboratuvar – işletme uyumunu incelemek ve aradaki farkı minimize etmek amaçlanmıştır. Ayrıca laboratuvar tarafından hazırlanan reçetelerin, işletme kısmında uygulanması esnasında yapılan denemeleri azaltmak ve bu süreçte kaybedilen zaman, işgücü, boya/kimyasal tüketimini önlemek amacıyla gerekli düzeltmelerin yapılması hedeflenmiştir. Bu amaçla viskon / pamuk / elastan içerikli seçilmiş bir dokunmuş kumaşa farklı reçetelerle laboratuvar ortamında ve işletme ortamında boyama işlemleri uygulanmış ve renk değerleri karşılaştırılarak değerlendirmeler yapılmıştır. Uygulanan denemeler ile renk farkı minimize edilmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucunda; laboratuvar ortamındaki boyama reçetesinden kostiğin tamamen çıkarılması ve pH değerinin düşürülmesiyle daha koyu renkler elde edilebildiği görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Boyama, Laboratuvar Tipi Boyama, Spektrofotometre, Renk Farkı, Enerji/İşgücü/Sarf Malzeme Tasarrufu

---

## **A Study on Reducing the Color Difference Between Dyeing in the Laboratory and Dyehouse**

---

**Abdulkadir ERÇAKALLI**

*Advisor: Prof. Dr. Belkıs ZERVENT ÜNAL*

*Department of Textile Engineering*

### **ABSTRACT**

Within the scope of the study, it is aimed to examine the laboratory-dyehouse harmony, which is one of the biggest problems in the business, and to minimize the difference. In addition, it is aimed to make the necessary corrections in order to reduce the trials made during the application of the recipes prepared by the laboratory and to prevent the time, labor and dye/chemical consumption lost in this process. For this purpose, dyeing processes were applied to a selected woven fabric containing viscose / cotton / elastane with different recipes in the laboratory and in the dyehouse, and evaluations were made by comparing the color values. The color difference has been tried to be minimized with the applied experiments. In the results of working; it has been observed that darker colors can be obtained by completely removing the caustic from the dyeing recipe in the laboratory and lowering the pH value.

**Keywords:** Dyeing, Laboratory Dyeing, Spectrophotometer, Color Difference, Energy/Labor/Consumable Saving

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimime başladığım ilk günden itibaren bana karşı olan ilgisi, alakası ve bana benden daha çok inanmasından dolayı, her türlü zor anda ve benim eksik kaldığım her süreçte benden daha fazla beni motive eden, hakkını hiçbir zaman ödeyemeyeceğim güler yüzü, tatlı dili ve tebessümü eksik etmeden her türlü desteği veren, bu çalışmada da desteği yadsınamayacak değerli danışman hocam Prof. Dr. Belkıs ZERVENT ÜNAL'a teşekkürü bir borç bilir şükranlarımı sunarım.

Çalışma kapsamında her türlü maddi manevi desteğini esirgemeyen KIVANÇ TEKSTİL TİC. AŞ. Yönetim kurulu başkanı sayın Ziya KIVANÇ başta olmak üzere bütün KIVANÇ ailesine teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma kapsamında desteğini esirgemeyen boya terbiye müdürü Ahmet ALPAY'a, çalışmaların yürütülmesi esnasında laboratuvarda bütün imkanları sağlayan Kimya Laboratuvarı şefi Arzu Merve ÜNLÜAĞAÇ'a, laboratuvar teknisyeni Ahmet ÜSTÜN'e, laborantlar Zehra KARAKUŞ, Ferit KELEŞ, Haluk SÖZAN ve boya terbiye dairesinin tüm personeline teşekkürü bir borç bilirim.

Teze başlama sürecinde haberi ilk verdiğim anda eğitimin ve eğitimcinin çok kıymetli olduğunu, eğitim anlamında yapılan her işin çok değerli olduğunu ve her zaman arkamda olduğunu bilmemi söyleyen hayatımın her aşamasında elini üzerimde hissettiğim ve bundan sonra da yaptığım her işte hissedeceğim, kendisi de bir öğretmen olan rahmetli babam MUSTAFA ERÇAKALLI' ya her şey için teşekkür ederim. Desteğini her zaman arkamda hissettiğim, hayatımda çok önemli yere sahip olan kıymetli annem Hamiyet ERÇAKALLI' ya , abi sen her şeyin en iyisini yaparsın, bunu da başarısın diyerek bana büyük güç katan kız kardeşim Hanım Hande ERÇAKALLI YAĞ' a ve kendisi de akademisyen olan akademik hayata girişimimde desteği ve katkısı çok büyük olan, ileriki süreçte akademik hayatta çok büyük başarılarla imza atacağına inandığım ve güvendiğim, oğlumun annesi kıymetli eşim Arş. Gör. Tuğçe SAPMAZ ERÇAKALLI' ya teşekkürü bir borç bilirim.

## ÇİZELGELER DİZİNİ

|                                                                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 1.1. Görünür Işığın Renkleri .....                                                                                                               | 6  |
| Çizelge 3.1. Numune Kumaş Özellikleri .....                                                                                                              | 17 |
| Çizelge 3.2. A Renginin Boyar Madde ve Kimyasalları.....                                                                                                 | 18 |
| Çizelge 3.3. B Renginin Boyar Madde ve Kimyasalları .....                                                                                                | 18 |
| Çizelge 3.4. C Renginin Boyar Madde ve Kimyasalları .....                                                                                                | 18 |
| Çizelge 3.5. D Renginin Boyar Madde ve Kimyasalları.....                                                                                                 | 19 |
| Çizelge 3.6. Renklere Reçete Bazında Uygulanan İşlemler.....                                                                                             | 28 |
| Çizelge 4.1. A Reçetesine Ait Çalışmaların Spektrofotometrik Sonuçları.....                                                                              | 30 |
| Çizelge 4.2. pH=10 ve pH=12,5 Ortamında Boyanan Kumaşların Spektrofotometrik Ölçüm Sonuçları (A Rengi).....                                              | 31 |
| Çizelge 4.3. Laboratuvar Reçetesinin Laboratuvar Ortamında (pH=10) Boyanması Sonucu Oluşan Renklerin Spektrofotometrik Ölçüm Sonuçları (A Rengi) .....   | 32 |
| Çizelge 4.4. Laboratuvar Reçetesinin Laboratuvar Ortamında (pH=12,5) Boyanması Sonucu Oluşan Renklerin Spektrofotometrik Ölçüm Sonuçları (A Rengi) ..... | 33 |
| Çizelge 4.5. İşletme Reçetesinin Laboratuvar Ortamında (pH=10) Boyanması Sonucu Oluşan Renklerin Spektrofotometrik Ölçüm Sonuçları (A Rengi) .....       | 34 |
| Çizelge 4.6. A Renginin Eski ve Yeni Reçetelerinin Karşılaştırılması .....                                                                               | 35 |
| Çizelge 4.7. B Rengine Ait Çalışmaların Spektrofotometrik Sonuçları .....                                                                                | 36 |
| Çizelge 4.8. pH=10 ve pH=12,5 Ortamında Boyanan Kumaşların Spektrofotometrik Ölçüm Sonuçları (B Rengi).....                                              | 37 |
| Çizelge 4.9. Laboratuvar Reçetesinin Laboratuvar Ortamında (pH=10) Boyanması Sonucu Oluşan Renklerin Spektrofotometrik Ölçüm Sonuçları (B Rengi).....    | 38 |
| Çizelge 4.10. Laboratuvar Reçetesinin Laboratuvar Ortamında (pH=12,5) Boyanması Sonucu Oluşan Renklerin Spektrofotometrik Ölçüm Sonuçları (B Rengi)..... | 39 |
| Çizelge 4.11. İşletme Reçetesinin Laboratuvar Ortamında (pH=10) Boyanması Sonucu Oluşan Renklerin Spektrofotometrik Ölçüm Sonuçları (B Rengi).....       | 40 |
| Çizelge 4.12. B Renginin Eski ve Yeni Reçetelerinin Karşılaştırılması .....                                                                              | 41 |
| Çizelge 4.13. C Rengine Ait Çalışmaların Spektrofotometrik Sonuçları .....                                                                               | 42 |
| Çizelge 4.14. pH=10 ve pH=12,5 Ortamında Boyanan Kumaşların Spektrofotometrik Ölçüm Sonuçları (C Rengi).....                                             | 43 |
| Çizelge 4.15. Laboratuvar Reçetesinin Laboratuvar Ortamında (pH=10) Boyanması Sonucu Oluşan Renklerin Spektrofotometrik Ölçüm Sonuçları (C Rengi).....   | 44 |
| Çizelge 4.16. Laboratuvar Reçetesinin Laboratuvar Ortamında (pH=12,5) Boyanması Sonucu Oluşan Renklerin Spektrofotometrik Ölçüm Sonuçları (C Rengi)..... | 44 |

|                                                                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 4.17. İşletme Reçetesinin Laboratuvar Ortamında (pH=10) Boyanması Sonucu<br>Oluşan Renklerin Spektrofotometrik Ölçüm Sonuçları (C Rengi).....        | 45 |
| Çizelge 4.18. C Renginin Eski ve Yeni Reçetelerinin Karşılaştırılması .....                                                                                  | 47 |
| Çizelge 4.19. Eski ve Yeni Reçetenin Referans ile Spektrofotometrik Ölçüm Sonuçları (D<br>Rengi).....                                                        | 48 |
| Çizelge 4.20. İşletmede Boyanan Reçetenin Referans Renk ile Spektrofotometrik Ölçüm<br>Sonucu (D Rengi).....                                                 | 49 |
| Çizelge 4.21. pH=10 ve pH=12,5 Ortamında Boyanan Kumaşların Spektrofotometrik<br>Ölçüm Sonucu (D Rengi).....                                                 | 50 |
| Çizelge 4.22. Laboratuvar Reçetesinin Laboratuvar Ortamında (pH=10) Boyanması Sonucu<br>Oluşan Renklerin Spektrofotometrik Ölçüm Sonuçları (D Rengi) .....   | 51 |
| Çizelge 4.23. Laboratuvar Reçetesinin Laboratuvar Ortamında (pH=12,5) Boyanması<br>Sonucu Oluşan Renklerin Spektrofotometrik Ölçüm Sonuçları (D Rengi) ..... | 52 |
| Çizelge 4.24. İşletme Reçetesinin Laboratuvar Ortamında (pH=10) Boyanması Sonucu<br>Oluşan Renklerin Spektrofotometrik Ölçüm Sonuçları (D Rengi) .....       | 53 |
| Çizelge 4.25. D Renginin Eski ve Yeni Reçetelerinin Karşılaştırılması .....                                                                                  | 54 |
| Çizelge 4.26. D Rengine Ait Çalışmaların Spektrofotometrik Sonuçları.....                                                                                    | 55 |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|              |                                                                                                                     |    |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 1.1.   | Reaktif Boyar Maddelerin Şematik Yapısı .....                                                                       | 2  |
| Şekil 1.2.   | Tipik Bir Yatay Fulard Yapısı .....                                                                                 | 4  |
| Şekil 1.3.   | Ana Renkler ve Ara Renkler .....                                                                                    | 8  |
| Şekil 1.4.   | Renk Çemberi .....                                                                                                  | 9  |
| Şekil 1.5.   | CIE Lab Renk Uzayı .....                                                                                            | 10 |
| Şekil 1.6.   | Renk Açısı, Doygunluk ve Değer .....                                                                                | 10 |
| Şekil 3.1.   | Hassas Terazı .....                                                                                                 | 20 |
| Şekil 3.2.   | Mixer .....                                                                                                         | 21 |
| Şekil 3.3.   | Yatay Fulard .....                                                                                                  | 21 |
| Şekil 3.4.   | Fikse Makinesi (ATAÇ GK 40E) .....                                                                                  | 22 |
| Şekil 3.5.   | Kurutma Makinesi (MATHIS LABDRYER) .....                                                                            | 22 |
| Şekil 3.6.   | Spektrofotometre .....                                                                                              | 23 |
| Şekil 3.7.   | E Kontrol Makinesi Şematik Görünümü .....                                                                           | 24 |
| Şekil 3.8.   | E Kontrol Giriş ve J-box ve Sarım Ünitesi .....                                                                     | 24 |
| Şekil 3.9.   | E Kontrol Fulard .....                                                                                              | 24 |
| Şekil 3.10.  | Havalandırma ve Infrared .....                                                                                      | 25 |
| Şekil 3. 11. | Kurutma ve Fikse Kabini .....                                                                                       | 25 |
| Şekil 3.12.  | E-Kontrol Çıkış J-box ve Sarım Ünitesi .....                                                                        | 25 |
| Şekil 3.13.  | Kontrol Panosu .....                                                                                                | 25 |
| Şekil 3.14.  | Boya ve Kimyasal Kazanları .....                                                                                    | 26 |
| Şekil 3.15.  | Contidos Boya ve Kimyasal Pompası .....                                                                             | 26 |
| Şekil 3.16.  | Fanlı Kurutma ve Kumaş Yıkama Ünitesi .....                                                                         | 27 |
| Şekil 4.1.   | pH=10 ve pH=12,5 Ortamında İşletmede ve Laboratuvarında Boyanan Kumaşlar<br>(A Rengi ) .....                        | 31 |
| Şekil 4.2.   | Laboratuvar Reçetesinin pH=10 Ortamında Boyama Sonrası Farklı Yıkama ve<br>Kurutma Yeri Sonuçları (A Rengi) .....   | 32 |
| Şekil 4.3.   | Laboratuvar Reçetesinin pH=12,5 Ortamında Boyama Sonrası Farklı Yıkama ve<br>Kurutma Yeri Sonuçları (A Rengi) ..... | 32 |
| Şekil 4.4.   | İşletme Reçetesinin pH=10 Ortamında Boyama Sonrası Farklı Yıkama ve<br>Kurutma Yeri Sonuçları (A Rengi) .....       | 33 |
| Şekil 4.5.   | Eski ve Yeni Laboratuvar ve İşletme Reçetesi Sonuçları (A Rengi) .....                                              | 34 |
| Şekil 4.6    | pH=10 ve pH=12,5 Ortamında İşletmede ve Laboratuvarında Boyanan Kumaşlar<br>(B Rengi) .....                         | 37 |
| Şekil 4.7.   | Laboratuvar Reçetesinin pH=10 Ortamında Boyama Sonrası Farklı Yıkama ve<br>Kurutma Yeri Sonuçları (B Rengi) .....   | 38 |

|                                                                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 4.8. Laboratuvar Reçetesinin pH=12,5 Ortamında Boyama Sonrası Farklı Yıkama ve Kurutma Yeri Sonuçları (B Rengi) .....  | 39 |
| Şekil 4.9. İşletme Reçetesinin pH=10 Ortamında Boyama Sonrası Yıkama ve Kurutma Yeri Sonuçları (B Rengi) .....               | 40 |
| Şekil 4.10. Eski ve Yeni Laboratuvar ve İşletme Reçetesi Sonuçları (B Rengi) .....                                           | 41 |
| Şekil 4.11. pH=10 ve pH=12,5 Ortamında İşletmede ve Laboratuvarda Boyanan Kumaşlar (C Rengi).....                            | 42 |
| Şekil 4.12. Laboratuvar Reçetesinin pH=10 Ortamında Boyama Sonrası Farklı Yıkama ve Kurutma Yeri Sonuçları (C Rengi) .....   | 43 |
| Şekil 4.13. Laboratuvar Reçetesinin pH=12,5 Ortamında Boyama Sonrası Farklı Yıkama ve Kurutma Yeri Sonuçları (C Rengi) ..... | 44 |
| Şekil 4.14. İşletme Reçetesinin pH=10 Ortamında Boyama Sonrası Farklı Yıkama ve Kurutma Yeri Sonuçları (C Rengi) .....       | 45 |
| Şekil 4.15. Eski ve Yeni Laboratuvar ve İşletme Reçetesi Sonuçları (C Rengi) .....                                           | 46 |
| Şekil 4.16. Eski ve Yeni Reçetelerin İşletme Sonuçları (D Rengi).....                                                        | 48 |
| Şekil 4.17. Yeni İşletme Renginin Referans ile Karşılaştırılması .....                                                       | 49 |
| Şekil 4.18. pH=10 ve pH=12,5 Ortamında İşletmede ve Laboratuvarda Boyanan Kumaşlar (D Rengi) .....                           | 50 |
| Şekil 4.19. Laboratuvar Reçetesinin pH=10 Ortamında Boyama Sonrası Farklı Yıkama ve Kurutma Yeri Sonuçları (D Rengi).....    | 51 |
| Şekil 4.20. Laboratuvar Reçetesinin pH=12,5 Ortamında Boyama Sonrası Farklı Yıkama ve Kurutma Yeri Sonuçları (D Rengi).....  | 52 |
| Şekil 4.21. İşletme Reçetesinin pH=10 Ortamında Boyama Sonrası Farklı Yıkama ve Kurutma Yeri Sonuçları (D Rengi).....        | 53 |
| Şekil 4.22. Eski ve Yeni Laboratuvar Reçetelerinin Farklı pH Ortamındaki Renkleri (D Rengi).....                             | 54 |

## SİMGELER VE KISALTMALAR

- $\Delta L$  : rengin açıklık ve koyuluğu
- $\Delta a$  : rengin kırmızılık ve yeşilliği
- $\Delta b$  : rengin mavilik ve sarılığı
- $\Delta c$  : rengin parlaklık ve matlığı
- $\Delta H$  : iki numune arasındaki mutlak renk farkı
- $\Delta E$  : referans renk ile mevcut renk arasındaki fark



## 1. GİRİŞ

### 1.1. Boyama İşlemi

Tekstil sektöründe üretimi yapılan ürünlerin kullanım özellikleri ve katma değeri açısından en büyük öneme sahip kısım terbiye bölümüdür. Tekstil hazır giyim ürünlerinin temel taşlarından biri olan kumaşlarda, farklılık oluşturmak amacıyla bitim işlemleri olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalardan renklendirme, özellikle giysilik kumaşlar ve ev tekstili ürünleri gibi yüksek moda içeriğine sahip tekstil ürünlerinin ticari başarısında önemli bir faktördür.

Bir ürünün satın alınma sürecinde renk, tuşe, desen ve kesim gibi parametreler etkili olmaktadır. Bu parametrelerin sağlandığı proses adımlarından biri de renklendirme işlemidir. Renklendirmedeki asıl amaç, bitmiş ürünün albenisini artırmak ve talep edilen rengin yakalanmasını sağlamaktır. Renklendirme, boyama ve baskı olmak üzere iki farklı yöntemle uygulanmakta olup, boyama işlemleri daha yaygın olarak kullanılmaktadır.

Genel olarak, boyama işlemi ile ilgili olarak aşağıdakiler söylenebilmektedir:

- Moda, göz zevki ve ürünün albenisi açısından önemlidir.
- İstenilen standartlar ve doğru metotlarla yapılmış boyamalar, ürüne katma değer kazandırır (Akpınarlı, 2010).

Pamuk elyafı küresel tekstil endüstrisinde en yüksek tüketim oranına sahip lif türüdür. Pamuk elyafının boyanmasında yaygın olarak reaktif, küp, direkt, kükürt ve azoik boyar maddeler kullanılmaktadır. Reaktif boyar maddeler sahip oldukları özelliklerinden dolayı, pamuklu ürünlerin boyanmasında kullanılan en yaygın boyar madde sınıfıdır.

Reaktif boyar maddeler, diğer boyar maddelerden farklı olarak lif makromolekülleriyle reaksiyona girerek elyafa kovalent bağlanma özelliğine sahiptir. Ayrıca reaktif boyar maddelerin düşük sıcaklıkta boyanabilmeleri büyük enerji tasarrufu sağladığından, bu sınıf boyar maddeler çok kısa zamanda hızla gelişmiştir (İçoğlu, 2006).

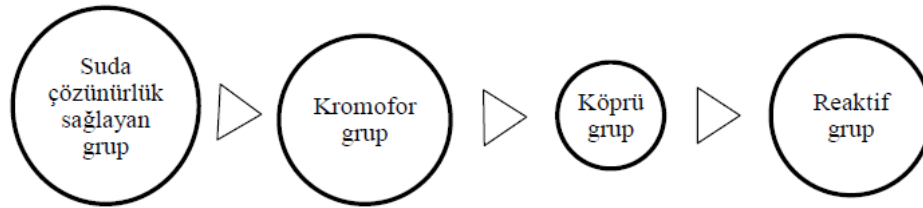
Reaktif boyar maddeler, en yaygın kullanım alanına sahip, istenen haslıkları veren, geniş renk paletine ve geniş renk gamına sahip selülozik liflerden oluşan mamullerin boyanmasında kullanılan boyar maddelerdir. Ancak klor haslığı düşüktür, bazik ortamda reaktif grubun hidroliz tehlikesi vardır ve boyama sonrası yıkama işlemlerinde su, enerji tüketimi ve harcanan zaman fazladır (Kıroğlu, Fettahov ve Kaplan, 2017).

Geniş spektrumdaki özelliklere sahip olan reaktif boyar maddelerin geliştirilmesi, tekstil materyallerine farklı şekillerde aktarılmasını da gündeme getirmiştir. Bugün pamuklu kumaşların boyanmasında tercih edilen reaktif boyar maddeler, emdirme ve çektirme yöntemine göre uygulanabilmektedir. Bazı reaktif boyar maddeler sadece emdirme metoduna uygunken, bazı reaktif boyar maddeler çektirme metoduna uygundur. Bazı reaktif boyar maddeler ise hem

emdirme hem de çektirme metodunda kullanılabilmektedir. Boyamalarda ekonomiklik ve istenen haslık özelliklerinin sağlanmasının önemli olduğu dikkate alındığında, reaktif boyarmaddelerle pamuklu kumaşların boyanmasında hangi metodun seçilmesi gerektiği büyük önem taşımaktadır (İçoğlu, 2006).

### 1.1.1. Reaktif Boyarmaddeler

Tekstil sektöründe selüloz esaslı materyallerin boyanmasında en çok tercih edilen yöntemlerden biri olan reaktif boyar madde ile boyama, selüloz makromoleküllerindeki –OH grupları ile boyar maddedeki reaktif gruplar arasında uygun şartlar altında kovalent bağların oluşması esasına dayanmaktadır. Bu nedenle reaktif boyar maddelerin yapısında, selülozdaki hidroksil grupları ile reaksiyona girebilen reaktif bölüm, rengi veren kromofor bölüm, iki kısım arasında bulunan bir köprü ve boyamanın sulu ortamda gerçekleşmesinden dolayı da suda çözünürlük sağlayan gruplar (Şekil 1.1) bulunmalıdır (Sarıdereli, 2010).



Şekil 1.1. Reaktif Boyar Maddelerin Şematik Yapısı (Ercan, 2009)

Selülozik liflerden biri olan pamuklu kumaşların boyama işleminde kullanılan reaktif boyar maddelerin diğer boyar maddelere göre en önemli farklarından biri, bu boyar maddelerde lif makro molekülleri ile reaksiyona giren bazı gruplar bulunmasıdır. Bu grupların reaktiflik derecesi sıcaklık, zaman ve alkali gibi etkenlere göre değişiklik gösterip reaktif boyama şartlarında büyük farklar ortaya çıkarmaktadır. Boyar madde molekülü içerisindeki reaktif gruplar alkali yardımıyla selüloz lifindeki hidroksil gruplarına kovalent bağ kurarak bağlanmaktadır. Reaktif boyar maddeleri life bağlanma mekanizmasına göre aşağıdaki gibi iki gruba ayırmak mümkündür (Ercan, 2009):

- ⊙ Heteroçiklik halka esaslı reaktif boyar maddeler
- ⊙ Vinilsülfon esaslı reaktif boyar maddeler

Reaktif boyar maddelerin yaklaşık 2/3'ü heteroçiklik halka, 1/3'ü de korunmuş vinilsülfon esaslı reaktif grup içermektedir. Heteroçiklik halka esaslı reaktif grupların, selüloz makromoleküllerindeki –OH grupları ile reaksiyonu bir nükleofil substitüsyon (yer değiştirme) reaksiyonu olarak tanımlanabilmektedir (Dereli, 2010).

Vinilsülfon esaslı reaktif boyar maddelerin selüloz makromoleküllerindeki –OH grupları ile tepkimesi ise iki adımda meydana gelmektedir. Önce alkalinin etkisi ile vinilsülfon grubu

oluşmakta, ikinci adımda da nükleofil adisyon (katılma) tepkimesi ile selüloz makromoleküllerindeki –OH gruplarından biri bu vinil grubuna bağlanmaktadır.

Boyama şartları ve usulleri, boyar maddenin substantifliğine ve reaktif grubun reaktifliğine göre değişmektedir. Bundan dolayı kullanılan sıcaklık, boya banyosuna ilave edilen tuz ve alkalinin cinsi, miktarı ve banyoya ilave şekli çeşitli reaktif boyar maddeler arasında farklılıklar gösterebilmektedir.

Reaktif boyar maddeler, reaktif grupların reaktifliklerine göre iki grupta toplanabilmektedirler (İçoğlu,2006):

a) Yüksek reaktifliğe sahip, soğukta boyayan boyar maddeler:

Soğukta boyayan reaktif boyarmaddeler için sıcaklık 20-40°C arasındadır. Reaktifliği yüksek olduğu için sıcaklığı yükseltmeden ve alkali ilavesini arttırmadan elyaf ile çok kolay reaksiyona girerler. Boyar maddelerin avantajları;

- Daha hızlı boyama
- Daha az hammadde sarfıyatı
- Daha az enerji sarfıyatı
- Yüksek boyar madde performansı
- Tekrarlanabilirliğin daha iyi olması
- Düşük sıcaklıkta bağlanma kabiliyeti sebebiyle yıkamaları kolay olması

şeklinde sıralanabilmektedir.

b) Düşük reaktifliğe sahip, sıcakta boyayan boyar maddeler:

Boyama sıcaklıkları 60-80°C arasındadır. Reaksiyon kabiliyetleri zayıf olduğu için sıcaklığı yükseltmek ve alkali ilavesini arttırmakla aktivasyon sağlanır. Sıcak boyamada sıcaklığın yüksekliği nedeniyle çok düzgün boyamalar elde edilir ve boyar madde nüfuziyeti mükemmeldir. Bunların en büyük avantajları;

- Hidrolizin az olması
- Daha iyi nüfuz etmeleridir.

Reaktif boyar maddelerle çektirme yöntemine göre boyama işlemi, ister soğukta ister sıcakta boyanabilen boyar maddelerle yapılsın, prensip olarak boyama işlemi 3-4 adımdan meydana gelmektedir. Bu aşamalar; boyar maddenin lifler tarafından alınması (migrasyon adımı), boyar maddenin lifle tepkimeye girmesi (fiksaj adımı), hidrolize uğramış, life fikse olmamış boyar madde kısmının mamulden uzaklaştırılması (yıkama adımı) şeklinde sıralanabilmektedir (Yurdakul, 2006).

Reaktif boyar maddelerle boyama esnasında, boyar maddenin reaktif grubu, yalnız selüloz makromoleküllerinin hidroksil gruplarıyla değil, aynı zamanda suyun hidroksil grupları ile de tepkimeye dahil olarak hidrolize uğrarlar. Hidrolize uğrayan boyar madde lifle reaksiyona girme yeteneğini kaybederek boyama veriminin düşmesine neden olur. Ayrıca liflere mekanik olarak

bağlanmalarından dolayı yaş haslıkların düşmesine sebebiyet verirler. Hidrolizin tamamıyla önüne geçilmesi mümkün değildir. Ancak, azaltılması için önlemler alınabilmektedir.

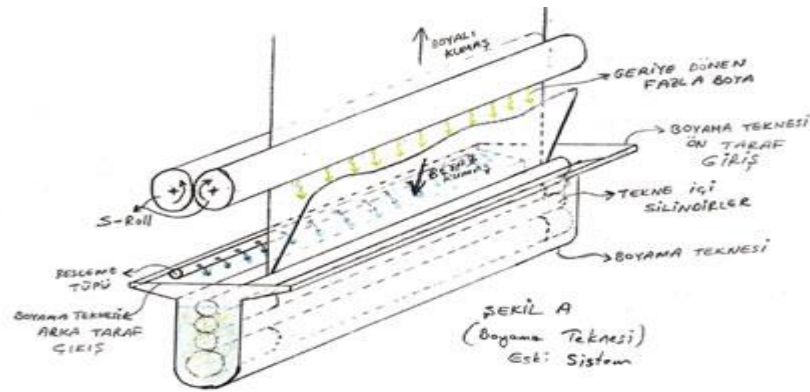
Bu yöntemlerden biri, ortamda az su bulunan emdirme metodunu tercih etmektir. Diğer önlem boyar maddenin selüloz lifine bağlanmasını arttırmaktır. Ancak life bağlanmayı güçlendiren yöntemler diğer yandan hidrolizi de arttırmaktadır. Üçüncü ve en etkili yol, baz ilavesini mümkün derece geciktirmektir. Piyasada bulunan ve çift reaktif grup içeren bifonksiyonel ya da daha fazla reaktif grup içeren polifonksiyonel boyar maddelerde, boyar maddenin life bağlanma şansı daha fazladır.

Bazık ortamda lif ile reaksiyon hızı, hidroliz hızından çok fazla ise de boyar maddenin %15-20 kadar kaybı söz konusudur. Bu nedenle, bazın flotteye en son ve soğukta ilavesi hidroliz hızını azaltır. Nötr ortamda reaksiyon yavaştır ve hidroliz ihmal edilebilecek kadar azdır. Baz ilave edilir edilmez, reaksiyon ve hidroliz hızlanır. Vinil grubu suyun hidroksil grubu ile reaksiyona girerek, elyafla birleşme özelliğini kaybeder. Reaktif boyar madde, ortamda nişasta varsa, nişastanın -OH grupları ile de birleşir. Bu nedenle kumaş üzerinde nişasta haşılı artıkları varsa iyice temizlenmelidir (Sarıdereli, 2010).

### 1.1.2. Emdirme Yöntemine Göre Boyama

Emdirme yöntemine göre boyama, mamulün boya flottesinden geçirilip sıkma silindirleri aracılığıyla sıkılması ile başlar ve ardından uygun bir metotla fikse işlemi uygulanır. Bu yöntem su, boyar madde, kimyasallar, yardımcı maddeler vb. açısından tasarruf sağlamakta ve atık su oluşumunu azaltmaktadır.

Emdirme yönteminde kullanılan temel makine fulardlardır. Şekil 1.2’de tipik bir yatay fulard yapısı şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 1.2. Tipik Bir Yatay Fulard Yapısı (<https://www.tekstilteknik.com.tr/acik-en-duz-boya-prosesinde-orta-kenar-renk-farkinin-en-aza-indirilmesi-icin-gelistirilen-patentli-boya-besleme-sistemi/>, Mart 2023)

Emdirme yöntemi üç ana adımdan oluşmaktadır:

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

Emdirme işlemi, mamulün durumuna göre; fulard kullanılarak kurudan yaşa veya yaştan yaşa uygulanabilmektedir. Bu yöntemin iki temel özelliği bulunmakta olup çektirme yönteminde bunların tersi geçerlidir.

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

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

Bu işlemde boyarmadde ve alkali beraber verilebileceği gibi ayrı ayrı da uygulanabilir. Hepsinin bir arada verilmesi tek banyolu yöntem, ayrı ayrı verilmesi iki banyolu yöntem olarak adlandırılır. Tek banyolu proseste, flotte stabilitesi önemlidir. Boyar maddenin reaktifliği arttıkça, uzun bekleme sürelerinde renk şiddetinde kayıp gittikçe artar. Bu nedenle boyar madde çözeltisi ayrı, alkali çözeltisi ayrı teknelerden fularda pompalanır. Ayrıca fulardın tekne hacmi düşük tutulmaktadır. Bu şekilde boyar madde ile çözeltisi bir araya geldikten 5 dakika sonra tamamen yer değiştirmiş olmaktadır.

Emdirme yöntemine göre boyama, sürekli ve yarı sürekli şekilde uygulanabilmektedir. Bu bağlamda emdirme metoduna göre çalışan yarı sürekli sistemler pad-batch, pad-jig ve pad-roll iken, sürekli sistemler ise pad-steam, pad-dry ve pad-thermosoldür. Sürekli boyama, boyama işleminin kesiksiz bir şekilde devam ettiği işlem şeklidir. İlk yatırım maliyetinin yüksek olması nedeniyle sürekli büyük parti boyama yapan işletmeler için daha uygundur. Tüm sürekli boyama yöntemleri, yarı sürekli olduğu gibi emdirme ile başlar. Ardından yöntemine göre fikse ve yıkama işlemleri ile devam eder.

#### **Emdirme yönteminin avantajları:**

- 1) Flotte oranının kısıtlılığı, su kullanımı ve atık su miktarının düşük olması
- 2) Kullanılan boyarmadde ve kimyasal madde tüketiminin azlığı
- 3) Enerji giderlerinin düşüklüğü
- 4) Uzun partilerin ekonomik bir şekilde boyanması
- 5) Uzun metraj boyamalara uygunluğu
- 6) Makinenin doldurma, boşaltma, temizleme süresinin çektirme yöntemine göre kısa olması

- 7) İşlem tekrar edilebilirliğinin çektirme metoduna göre daha yüksek olması
- 8) Kalıcı kırık izi tehlikesi olan kumaşlar için uygun olması.

#### **Emdirme yönteminin dezavantajları:**

- 1) Yatırım giderinin yüksek olması
- 2) Kısa metrajlı partiler için uygun olmaması
- 3) Sıkma merdanelerinin konstrüksiyon olarak hassas olması ve bakım gerektirmesi
- 4) Baş – son farkı, kanat farkı, migrasyon gibi boyama düzgünsüzlükleri oluşabilme riski
- 5) Flotte kontrasyon hesaplarının daha hassas ayarlanması gerekliliği
- 6) Kontinü sistemlerin Türkiye’de üretilmemesi (İçoğlu, 2006).

## **1.2. Renk Değerlendirmeleri**

### **1.2.1. Renk Kavramı**

Işık, farklı dalga boylarıyla göz retinasına temas ettiği zaman gözdeki sinir tabakasında fotokimyasal reaksiyon meydana gelir. Bu reaksiyon sonucu zihinde oluşan algıya renk denir. Başka bir ifadeyle ışığın cisimler üzerinden yansımaları sonucu gözde meydana getirdiği duyum renk olarak adlandırılır.

Cisimler üzerinden yansıyan ışık göz tarafından algılanır, retina üzerinde sinirsel olarak sinyallere dönüşür. Burada optik sinir vasıtası ile beyine gönderilir. Işığın renk olarak algılanabilmesi için 380 ile 780 nm arasındaki farklı dalga boylarına sahip olması gerekmektedir. 380 nm’den aşağıda ve 780 nm’den yukarıdaki dalga boylarına sahip renkler insan gözü ile görülmemektedir (Özkan,2017).

İnsan gözü tarafından görülebilen veya algılanan dalga boyu aralığındaki elektromanyetik dalgalar görünen ışık olarak nitelendirilebilir. Çizelge 1.1.’de görünür ışığın renkleri görülmektedir.

Çizelge 1.1. Görünür Işığın Renkleri (<https://tr.wikipedia.org>, Haziran 2022)

| <b>Renk</b> | <b>Dalga Boyu Aralığı</b> | <b>Frekans Aralığı</b> |
|-------------|---------------------------|------------------------|
| Kırmızı     | 700 – 635 nm              | 430 – 480 THz          |
| Turuncu     | 635 – 590 nm              | 480 – 510 THz          |
| Sarı        | 590 – 560 nm              | 510 – 540 THz          |
| Yeşil       | 560 – 490 nm              | 540 – 610 THz          |
| Mavi        | 490 – 450 nm              | 610 – 670 THz          |
| Mor         | 450 – 400 nm              | 670 – 750 THz          |

Renk algısı fiziksel olarak iki şekilde sınıflandırılabilir. Eğer bir cisim, ışık yayıyorsa bu renklere “direk renk”, aydınlatılmış bir cismin rengine ise “yansıyan renk” adı verilir. Örneğin, güneş, televizyon ekranı, lambalar gibi yapay ışık kaynakları direk renk olarak adlandırılır.

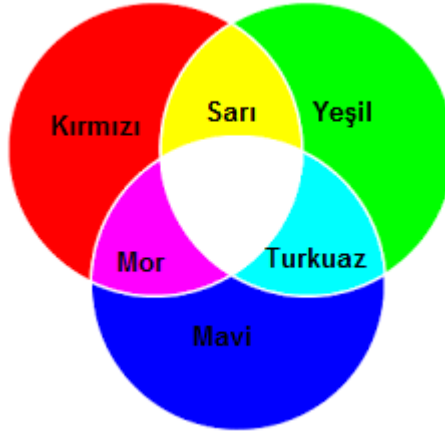
İnsanlardaki renk algısı dış faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir. Bir renk gün ışığı altında farklı algılanırken, CWF veya Inc A ışığı altında farklılık gösterebilir. Bir nesnenin rengi, eğer D65, TL 84, CWF veya Inc A gibi farklı ışıklar altında farklı görünüyorsa bu olaya “metamerizm” denir ve istenmeyen bir durumdur. Metamerizm, boyama kaynaklı bir sorundur ve boyar maddeler arasındaki uyumsuzluktan kaynaklanan, cismin farklı ışıklar altında değişik renklerde görülmesidir (Özkan,2017).

Tekstilde yaygın olarak kullanılan ışık tipleri aşağıdaki gibidir (<http://www.kendal.com.tr>, Aralık 2022):

- D65 : Gün Işığı
- Horizon : Gündoğumu - batımı ışığı
- CWF : Tipik depo ve ofis aydınlatması
- Inc A : Tipik akkor
- U30 : USA ticari floresan
- TL 84 : Avrupa ticari floresan
- UV : Optiklik, beyazlatıcılar ve pigment boyamaların kontrolünü sağlayan ışık

#### **a) Ana ve Ara Renkler**

Ana renkler doğada temel olarak bulunan ve oluşması için herhangi bir renkle birleşmeye ihtiyacı olmayan renklerdir. Toplamda 3 adet ana renk bulunmaktadır. Bunlar; kırmızı, sarı ve mavidir. Tekstilde renk trikomileri bu üç rengin birleşmesi ile meydana getirilmektedir. Ara renkler ise bu üç ana rengin bir araya gelmesiyle oluşur ve bunların tonları olarak farklı renkler oluşur. Şekil 1.3’de gösterildiği üzere, kırmızı ile sarının karışımı ile turuncu renk elde edilirken, sarı ile mavinin birleşmesi ile yeşil renk, kırmızı ile mavinin birleşmesi ile de mor renk meydana gelir.



Şekil 1.3. Ana Renkler ve Ara Renkler ([www.fengezegeni.com](http://www.fengezegeni.com), 2022)

İki ana rengin karışımı ile oluşan ikincil renk karışımına katılmayan diğer ana rengin tamamlayıcısı olarak işlev görür. Örnek olarak kırmızı renk için yeşil, mavi renk için turuncu ve sarı renk için mor tamamlayıcı renk görevi görür. Fakat bu renkler birbirine karşıt renkler olmalarına rağmen birlikte kullanılmaları durumunda denge meydana getirirler.

#### **b)Kontrast (Zıt) Renkler**

Renk çemberi, ana renklerin, ara ve tamamlayıcı renklerinin tümünün bir çemberin etrafında belirtilmesi ile oluşur. Renk çemberinde ana, ara ve tamamlayıcı renklerin arasındaki ilişki gözlemlenmekte olup karşılıklı olarak dizilmiş ana ve ara renkler, kontrast renklerdir.

Kontrast renkler beraber kullanıldıkları zaman birbiri ile zıtlık etkisi gösterip renklerin en canlı halini açığa çıkartırlar. Örneğin kırmızı ve yeşil, sarı ile mor, mavi ve turuncu kontrast renklerdir ve bu renkler birbirlerine tamamlayıcı etki gösterirler. Bundan dolayı kontrast renkler, aynı zamanda birbirlerine tamamlayıcı (komplement) sayılırlar.

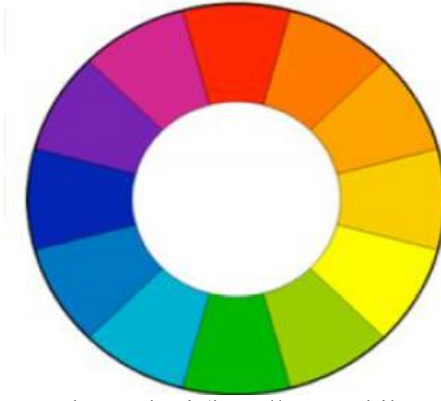
Bazı renkler, diğerlerine göre daha güçlüdür. Sarı, tamamlayıcısı olan mora göre oldukça güçlü, turuncu maviye göre, birbirinin tamamlayıcısı olan kırmızı ve yeşil renkler ise aynı oranda güce sahiptirler. Zıt karakterleri dengelemek için;

$$\text{Sarı-Mor} = 1:3$$

$$\text{Turuncu-Mavi} = 1:2$$

$$\text{Kırmızı-Yeşil} = 1:1 \text{ oranlarında kullanılmalıdır (Güntürk, 2010).}$$

Şekil 1.4'te gösterildiği üzere kontrast renkler çemberde birbirinin tam karşısında yer alır. Bu renkler tam zıt renkler oldukları için bir renge kontrast renginden çok az ilave edilmesi rengin parlaklığını kaybetmesine yol açar. Aynı zamanda bu renkler eşit olarak karıştırılmaları durumunda ise ortaya grimsi bir renk çıkar.



Şekil 1.4. Renk Çemberi (<http://www.ebilge.com>, 2022)

### 1.2.2. Renk Değerlendirme Metotları

#### ***Munsell Renk Sistemi***

Munsell renk sistemi, 1905 yılında Amerikalı Albert H. Munsell (1858-1918) tarafından geliştirilmiştir. Bu sistemin esası, bir rengin görsel özelliklerinin üç bileşenle tanımlanabileceği ve herhangi bir bileşenin eşit adımlarının, eşit görsel algılama adımlarına karşılık geleceği düşüncesine dayanmaktadır (Ünver, 2000). Bu üç bileşen; renk adı (H: hue), değer (V: value) ve doygunluk (C: chroma) olarak sınıflandırılabilir.

**Hue (Renk):** Bir rengin görsel olarak diğerlerinden farklılığıdır. Renk çemberlerinde mavi sarı diye adlandırdığımız farklı dalga boylarına sahip rengin durumunu ifade eder.

**Value (Değer – Ton):** Bir rengin açıklık koyuluğunu gösterir. Bir renk siyah ve beyaz renk ile muamele edildiğinde açılır veya koyulaşır. Bu değer rengin derinliğini, koyuluğunu ve açıklığını ifade eder.

**Chroma (Doygunluk – Yoğunluk):** Chroma rengin yoğunluk, doygunluk derecesini gösterir. Rengin açıklık koyuluğundan ziyade rengin saflığını idare eder. Bir renk siyah veya beyaz renkle muamele edildiğinde açılır ve koyulaşır. Kontrasit bir renkle muamele edildiğinde ise doygunluğunu kaybeder yani matlaşır.

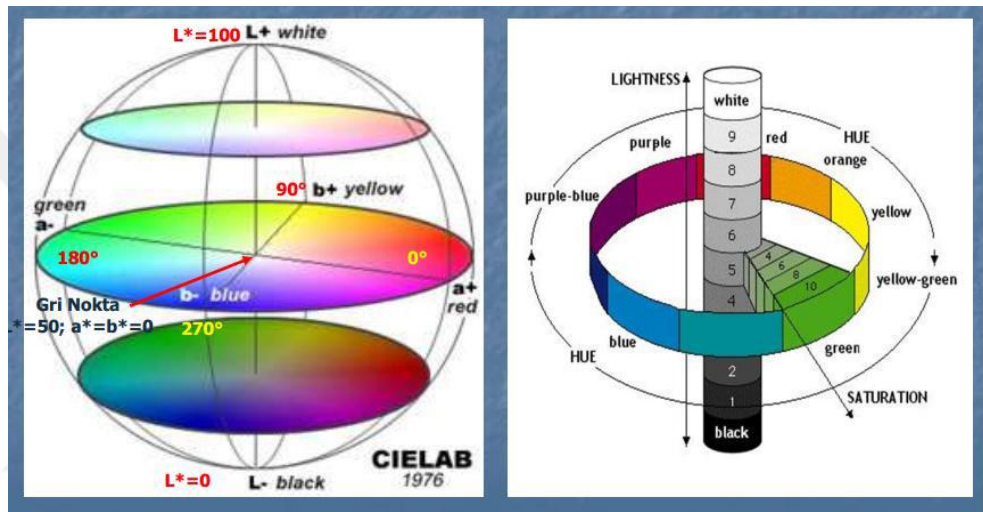
#### ***Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE) Sistemi***

CIE Lab sisteminde renk koordinatları bulunmaktadır. Bu koordinatların bulunmasındaki en büyük sebep, rengi matematiksel açıdan tanımlayabilmektir. Fakat zayıf renk hafızası, farklı gözlem şartlarında insan gözünün renkleri farklı algılayabilmesi, renk körlüğü gibi sınırlamalar insan gözünün renk değerlerini yanlış değerlendirmesine neden olabilmektedir (Becerir, 2017). Bu sebeple tekstil dünyasında renklerin değerlendirilmeleri için daha evrensel bir yaklaşım olan spektrofotometre cihazları tercih edilmektedir. Bu cihazlar ölçümleri sayısal olarak belirtmektedir.

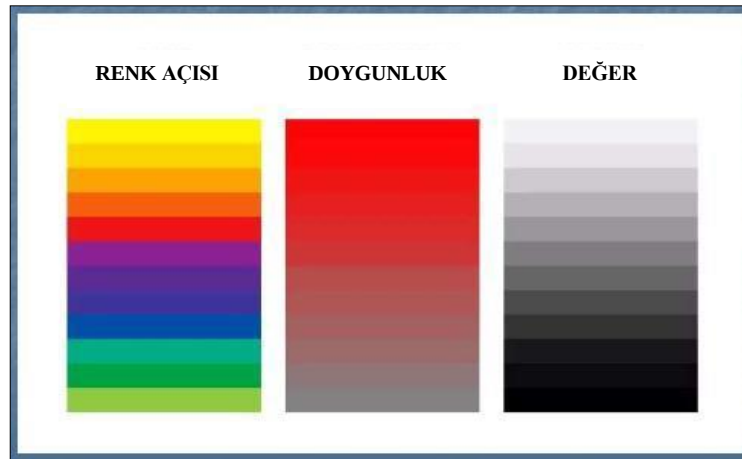
Renk koordinatları ile ölçülebilen renk değerlerinin açıklaması şu şekildedir (Becerir, 2017):

- $L^*$  (Lightness): Rengin açıklık koyuluk koordinatı değerleri
- $a^*$  : Rengin kırmızılık-yeşillik koordinatı değerleri
- $b^*$  : Rengin sarılık-mavilik koordinatı değerleri
- $C^*$  (Chroma) : Rengin doygunluk değerleri
- $h_o$  (hue angle) : Renk açısı değerleri

CIELab uzayındaki renk koordinatlarının yerleri Şekil 1.5’de gösterildiği gibidir. Rengin tanımlanabilmesi için kullanılan renk açısı, doygunluk ve değer skalasının görseli ise Şekil 1.6’da belirtilmiştir.



Şekil 1.5. CIE Lab Renk Uzayı (Becerir, Aralık 2017)



Şekil 1.6. Renk Açısı, Doygunluk ve Değer (Becerir, Aralık 2017)

CIE Lab değerlerine göre renk farkı değeri olan  $\Delta E^*$ ’nin belirlenebilmesi için kullanılacak formül ise şu şekildedir (Sarıdereli,2010):

(Numune renk değeri –Standart (İşletme koşullarında boyanmış ürün) renk değeri)

Renk farkı değerleri renk kalitesinin nicel olarak değerlendirilmesinde kullanılan tek yöntemdir. Uygun bir renk eşleştirmesi yapılabilmesi için iki rengin değerlendirilmesi esnasında sınır değerlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu değerler tolerans değerleri olarak da tanımlanabilmektedir. Bu değerlerin belirlenmesinde uluslararası bir standart bulunmamakla birlikte, üreticinin kalite politikası gerekliliği ve müşteriler ile üreticiler arasında yapılan anlaşmalar yol gösterici olabilmektedir (Kıroğlu, Fettahov ve Kaplan, 2017).

### **1.3. Çalışmanın Önemi ve Amacı**

Tekstil sanayisindeki boyahane işletmelerinde reaktif boyama işlemlerinin tek seferde doğru yapılabilmesi ve aynı renk uygulamalarında tekrarlanabilirliğinin olması önemli bir husustur. Reaktif boyama çalışmaları müşterilerin isteği doğrultusunda önce laboratuvar ortamında gerçekleştirilmekte, müşteri onayı sonrasında işletme ortamında üretime geçilmektedir. Ancak laboratuvar da yapılan renk çalışmaları işletmeye aktarıldığında renk farkı sorunu ile karşı karşıya kalınmaktadır. Bu kapsamda problemin çözülmesi/azaltılması için renk farkına neden olabilecek parametrelerin her aşama için incelenmesi gerekliliği oluşmaktadır. Bu durum da uygulama sayısını arttırarak boyahane işletmelerinde maliyet artışına, zaman kaybına, fazla hammadde tüketimi ve işçilik kaybına sebep olmaktadır.

Bu çalışmada, tekstil sektöründeki laboratuvar da başlayıp işletmede sona eren boyama serüveninin en büyük sorunu olan laboratuvar-işletme renk uyumunun ve tekrarlanabilirlik probleminin minimize edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda çalışmanın yapıldığı işletmede program dahilinde boyaması gerçekleştirilen ve renk farkı probleminin yaşandığı kumaşlar ve renkler tercih edilmiştir. Çalışmalar kapsamında, hem laboratuvar reçetesi hem de mevcut işletme reçetesi ele alınarak aradaki yüzdelik farkın azaltılmasına yönelik pH, süre, sıcaklık, boyama ve yıkama yeri değişkenlerinin üzerinde farklılıklar oluşturularak denemeler yapılmıştır. Uygulanan denemeler sonucunda işletmenin laboratuvar dan aldığı reçetelerinin minimum bir değişlikle boyaması için yeni reçeteler oluşturulmuştur.

Çalışmanın temel amacı, küresel pazardaki rekabette hem işçilik, hem zaman hem de enerji ve su kayıplarını en aza indirgeyerek ilk seferde doğru sonuca ulaşmak ve tekrarlanabilirlik hususunda yaşanan sorunları azaltmaktır.



## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çalışmada literatür taraması kapsamında reaktif boyama uygulamaları ve laboratuvar-işletme arasındaki renk farkının azaltılmasına yönelik daha önce yapılan çalışmalar araştırılmış olup ulaşılabilenler aşağıda özetlenmiştir.

Acar'ın 1999 yılında yürütmüş olduğu çalışmada laboratuvar ortamında yapılan boyamaların aynı standartlarda işletmeye uyarlanması sonucunda elde edilen renkler arasında ton farklılıkları olduğu saptanmıştır. Bu çalışmada yün iplik boyamasında Sandolan MF boyar maddeleriyle çalışılmış olup laboratuvar ve işletme arasında ortaya çıkan renk değişimleri incelenmiştir. İşletmede yapılmış olan bir boyama esas alınıp, bu boyama işleminin şartlarına göre laboratuvar ortamında denemeler yapılmıştır. Bunlara ilaveten, boyama grafikleri ve yardımcı kimyasal reçeteleri de değiştirilerek deneyler yapılmıştır. Bu deneyler sonrasında, boyarmaddenin çekim eğrileri kontrol edilmiş ve laboratuvarda boyanan numuneler ile işletmede boyananların kolorimetrik karşılaştırması yapılmıştır.

Ercan'ın 2019 yılında yürüttüğü çalışmada, laboratuvar ve işletme şartlarında aynı reçete kombinasyonunun reaktif boyama işlemi ile pamuklu havlu kumaşlara uygulanması sonrasında oluşan renk farkının minimuma indirilmesi amaçlanmıştır. Laboratuvardaki denemelerin, işletme şartlarında boyanmış ürünler ile aynı renk olabilmesi için deney düzenleme yöntemlerinden birisi olan Taguchi yöntemi kullanılmıştır. Uygulama kapsamında boyama süresi, tuz/soda miktarı, kostik miktarı ve makinenin haspel dönüş sayısı incelenmiştir. Çalışmada, Taguchi yönteminin kullanılması ile elde edilen optimum laboratuvar reaktif boyama şartları sayesinde işletme ile laboratuvar arasındaki renk farkı azaltılmıştır.

Sarıdereli 2010 yılında yürütmüş olduğu çalışmada, yapay sinir ağları ve mantık metotları kullanılarak renk reçetesi tahmini yapmış ve ortaya çıkan verileri karşılaştırmıştır. Ayrıca laboratuvar şartlarında farklı parametrelerdeki sapmaların sonuçlara etkisini takip etmek amacıyla, laboratuvar ortamında çalışmalar yapılmıştır.

Gök 2012 yılındaki çalışmasında tekstil işletmelerindeki pamuk seçimine yardımcı olmak, boyamayı etki eden faktörleri araştırmak ve pamuk liflerinin boyanma kabiliyetlerini kıyaslamak amacıyla yola çıkmıştır. Kahramanmaraş ili çevresinden ve Ege bölgesinin farklı yörelerinden temin edilen 19 farklı türde pamuk lifi kullanılmıştır. Pamuk türlerinin HVI ve Uster Afis PRO cihazlarında fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Reaktif boyar maddeler kullanılarak çektirme metodu ile aynı flottede boyanan pamuk liflerinin rengi spektrofotometre ile karşılaştırılmış ve boyamaya etki eden fiziksel özellikler belirtilmiştir. Ham ve boyalı pamuk liflerinin X-Ray analizleri incelenmiş, boyamanın kristal yapıya etkisi araştırılmıştır.

İçoğlu 2006 yılındaki çalışmasında, pamuk elyafının ve boyarmaddelerin genel özellikleri hakkında bilgiler verip, renk ölçüm sistemleri ve renk haslıklarını açıklamıştır. Reaktif boyarmaddelerin tüm özellikleri detaylı şekilde anlatılmıştır. Pamuklu kumaşların reaktif

boyarmaddeler aracılığıyla boyanmasında tercih edilen bütün yöntemler detaylı şekilde incelenmiştir. Ayrıca bu metotların çeşitli parametrelere göre kıyaslaması yapılmıştır. Çalışmada seçilen vinilsülfon bazlı reaktif boyarmadde ile farklı sıklık, gramaj ve örgü yapısındaki 8 pamuklu dokuma kumaş, üç değişik tonda (20g/L, 60g/L, 120g/L) ve dört farklı metoda göre (pad-batch, pad-steam, pad-termozol, çektirme) boyanmıştır. Boyalı kumaş örneklerine renk ölçümü ve birçok haslık testi uygulanmıştır. En açık renk tonu için çektirme ve pad-batch yöntemlerinde renk eşleşmesi görüldüğünü, çektirme metoduna göre yapılan boyamalarda ise örgü yapısının, renk şiddeti üzerinde etkisinin olmadığı görülmüştür.

Akın 2003 yılında yapmış olduğu çalışmada, yeni bir kontinü boyama metodu olan E Kontrol Boyama metodunun çalışma prensibini, boyama esnasında meydana gelebilecek hataları ve hatalara çözüm olabilecek önerilerin belirlenmesini amaçlamıştır. Ayrıca kontinü boyama yöntemlerinin ekolojik ve ekonomik yönden karşılaştırması yapılmış ve E Kontrol boyama yönteminin avantajları üzerinde durulmuştur.

Kıroğlu ve arkadaşları 2017 yılında yapmış oldukları, reaktif boyama işleminden sonra işletme ve laboratuvar yıkama uygulamalarının renk değişimine etkisini inceledikleri çalışmalarında, 10 kg'lık jet boyama makinesinde boyanmış kumaşların renk değerlerini, farklı laboratuvar tipi boyama cihazlarında boyama ve yıkama işlemi görmüş kumaşların CIE Lab değerleri ile karşılaştırmışlardır. Kullanılan laboratuvar tipi boyama makinelerinde ve işletme tipi boyama makinelerinde renk değişimi olasılığının özellikle IR ısıtma sistemli cihazlarda görülebileceğini vurgulamışlardır. Bu nedenle kumaşa meydana gelebilecek olası renk değişimlerini boyama yapmadan önce değerlendirerek boyama reçetelerini bu değişime göre revize etmişler ve nihai üründeki rengi (değeri) hedeflemişlerdir. Ayrıca araştırmacılar numune üretiminden seri üretime geçerken renk değişimini düzeltmeye gerek olup olmadığına  $\Delta E$  değerine bakılarak karar verilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Reçetede yapılacak değişiklikleri,  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$  ve  $\Delta H^*$  'değerlerini göz önünde bulundurarak belirlemişlerdir. Dolayısıyla mamul aşamasında renk farklılığından ortaya çıkan kayıpların ve re-proses işlemlerinin minimuma indirilebileceği ve ilk seferde doğru üretim sağlanabileceği ifade edilmiştir.

Usta 2019 yılında yapmış olduğu çalışmada, pamuklu kumaşların reaktif boyar maddeler ile boyanmasında daha sürdürülebilir ve daha düşük doğal kaynak tüketimine sahip alternatif yöntem ve kimyasalların uygulama çalışmalarını irdelemiştir. Pamuklu materyallerin reaktif boyar maddelerle muamele görmesi sonucu gözlemlenen problemleri en aza indirmek ve/veya ortadan kaldırmak için boyama prosesindeki her parametre sistemli bir şekilde ele alınmış ve alternatif olabilecek kimyasal madde kullanımı ve seçenekler geliştirilmiştir. Boyama prosesinde su ve kimyasal tüketimini azaltmak amacıyla boyama banyosunda su yerine kullanılabilecek yeni ürünler ve alternatif yardımcı kimyasallar hakkında bilgiler vermiştir. Ayrıca yıkama proseslerindeki sıcaklık ve banyo sayısını azaltmaya yardımcı olacak yeni ürünler ve uygulamalar incelenmiştir.

Öztürk 2011 yılında yapmış olduğu çalışmada, pamuklu kumaşları bir trikromatik (üç renkli) reaktif boya reçetesi kullanarak ve boyama parametrelerinde değişiklik yaparak boyamayı incelemek için gerçek zamanlı izleme cihazı kullanmıştır. Bu parametrelerdeki değişikliklerin her boyar maddenin boya alma ve fikse olma yeteneklerine olan etkisi araştırılmıştır. Boyama parametrelerinin optimizasyonu sağlamak ve yeni boya reçetesi hazırlamak için, deneysel tasarım metodu kullanılmıştır. Çalışmada boyama sıcaklığının ve alkalinin eklenme şeklinin boyamadaki etkisi de incelenmiştir. Alkalinin tamamının tek seferde verilmesi yerine belirli pasajlar halinde ve fikse olma sıcaklığına tamamen ulaşıldıktan sonra eklenilmesinin daha avantajlı olduğu belirtilmiştir.

Dündar 2005 yılında yapmış olduğu çalışmada, pamuklu elyafın reaktif boyanmasında Potasyum Asetat, Potasyum Sodyum Tartarat ve Potasyum Oksalat Mono Hidratı denemiş ve sonuçları NaCl tuzu için gözlemlenen sonuçlar ile karşılaştırmıştır. Buradan yola çıkılarak atık banyodaki boya konsantrasyonu spektrofotometrik olarak belirlendikten sonra çekim yüzdeleri hesaplanmış ve yıkama sonu konsantrasyonla fikse yüzdeleri hesaplanmıştır. Çalışmalar sonucunda, Potasyum Asetat başta olmak üzere Potasyum Sodyum Tartarat ve Potasyum Oksalat Mono Hidrat tuzlarının pamuklu elyafı boyamada etkin olmaları, atık sularda korozif etki göstermemeleri ve biyolojik olarak bozunabilmeleri sebebiyle NaCl tuzuna alternatif olabileceği öne sürülmüştür.

Dhobi ve arkadaşları, 2018 yılında yapmış oldukları, E-kontrol boyamada alkali konsantrasyonunun etkisini araştırdıkları çalışmalarında, selülozik elyafların minimum kimyasal kullanımı ile hızlı ve ekonomik bir yöntemle boyama sistemine katılmasını sağlamak için ortaya atılan en ekolojik ve ekonomik boyama işleminin E-kontrol boyama olduğunu belirtmişlerdir. Ancak tüm reaktif boyaların pH'ının aynı olmadığını, bu nedenle alkali ihtiyacının da boyadan boyaya ve ayrıca ton başına farklı olduğunu vurgulamışlardır. Bu çalışmada, pamuklu kumaş çeşitli konsantrasyonlarda soda külü ve kostik ile boyanmıştır. Sodayı, maksimum gölge derinliğini sağlamak üzere gerekli pH'ı analiz etmek için kullanmışlardır. Ayrıca boyalı kumaşların renk haslıklarını analiz etmişlerdir. Koyu renkte, kostik soda konsantrasyonunun değişikliği ile birlikte haslıkta herhangi bir farklılık görülmemiştir. Yıkama haslığı değerlerinin ve kuru sürtünme haslıklarının tüm tonlarda aynı olduğunu ancak yaş sürtmenin gri skala üzerinde lekelenme gösterdiğini rapor etmişlerdir. E kontrolde farklı kostik soda konsantrasyonu ile boyanan koyu rengin, haslık değerlerinin değişiklik gösterdiğini ve kuru sürtme haslığı derecesinin, yaş sürtme haslığından daha iyi olduğunu belirtmişlerdir.

Siddiqua ve arkadaşlarının 2017 yılında yaptıkları ve pamuk boyamada kullanılan reaktif boyaların yapı ve boyama özellikleri arasındaki ilişkiyi değerlendirdikleri çalışmalarında, heterofonksiyonel reaktif boyaları, boya fiksasyonu ve pamuk lifi için renk mukavemeti açısından incelemişlerdir. Farklı reaktif gruplara sahip reaktif boyaların (monoklorotriazin ve sülfatoetilsülfon), fonksiyonel grubunun renk mukavemeti ve haslık özellikleri üzerindeki rolünü

değerlendirmek üzere pamuklu kumaşa pad termofikse yöntemi ile uygulamışlardır. Pamuklu kumaşın boya fiksasyonunun ve renk mukavemetinin, farklı fonksiyonel gruplara sahip boyanın pamuk lifi için farklı reaktiviteye ve afiniteye sahip olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Reaktif boyalar, optimum sıcaklık, pH ve reaksiyon süresi koşullarında yüksek renk kuvveti sergilemiştir.



### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Numune Kumaş Özellikleri

Deneyisel çalışma kapsamında numune olarak viskon/pamuk/elastan karışımı dokunmuş bir kumaş kullanılmış olup, numune dokuma işlemi ve tüm boyama denemeleri Kıvanç Tekstil Tic. ve San. A.Ş. desteği ile gerçekleştirilmiştir. İşletmede yaygın olarak üretilmesi ve içerisinde iki farklı selülozik lif bulunması nedeniyle %55 viskon, %40 pamuk, %5 elastan karışım oranına sahip kumaş numune olarak tercih edilmiştir. Numune kumaşın seçilmiş konstrüksiyon parametreleri Çizelge 3.1’de verilmiştir. Belirlenen karışım oranı dokuma işlemi sırasında atkıda elastanlı pamuk ipliği, çözgüde elastanlı viskon ipliği kullanılarak sağlanmıştır.

Çizelge 3.1. Numune Kumaş Özellikleri

|                             |                                            |
|-----------------------------|--------------------------------------------|
| <b>Örgü tipi</b>            | 2/1 Dimi Z                                 |
| <b>Atkı sıklığı</b>         | 26 tel/cm                                  |
| <b>Çözgü sıklığı</b>        | 32 tel/cm                                  |
| <b>Atkı iplik numarası</b>  | Ne 14/1 karde + 70 dtex elastan (corespun) |
| <b>Çözgü iplik numarası</b> | Ne 28/2 viskon + 70 dtex elastan (ring)    |
| <b>En-gramaj</b>            | 142 cm – 335 g/m <sup>2</sup>              |

##### 3.1.2. Kullanılan Boyarmadde ve Kimyasallar

Tez çalışmasında numune kumaşa yapılacak boyama denemeleri için 4 farklı renk seçilmiştir. Tercih edilen renkler; daha önce işletmede boyanan ve laboratuvar-işletme uyumsuzluğu yaşanan renklerden açık, orta ve koyu kategorisine ait renklerin seçilmesiyle belirlenmiştir.

Çalışmada kullanılan boyar maddeler DYSTAR ve HUNTSMAN firmalarının reaktif boyar maddeleridir. DYSTAR firmasının boyaları ile hem emdirme hem de çektirme yöntemine göre boyama yapılabilmektedir. Ancak HUNTSMAN firmasının boyar maddeleri sadece emdirme yöntemine göre boyamada kullanılmaktadır. Çizelge 3.2, 3.3, 3.4 ve 3.5’te sırasıyla A, B, C ve D renkleri için kullanılan boyar madde ve kimyasallar görevleri ile birlikte verilmiştir.

Çizelge 3.2. A Renginin Boyar Madde ve Kimyasalları

| Boyarmadde ve Kimyasal Adı | Görevi                         |
|----------------------------|--------------------------------|
| Novacron Brown EC NC       | Kırmızı rengi veren boyarmadde |
| Novacron Olive EC NC       | Yeşil rengi veren boyarmadde   |
| Novacron Grey EC NC        | Mavi renge veren boyarmadde    |
| Serawet CAS                | Islatıcı                       |
| Seregal MIP – 02           | Migrasyon Önleyici             |
| Seracon MLU                | Oksidasyon Önleyici            |
| Kostik                     | Alkali                         |
| Soda                       | Alkali                         |

Çizelge 3.3. B Renginin Boyar Madde ve Kimyasalları

| Boyarmadde ve Kimyasal Adı | Görevi                         |
|----------------------------|--------------------------------|
| Remazol Ultra Yellow RGBN  | Sarı renge veren boyarmadde    |
| Remazol Ultra Red RGB      | Kırmızı rengi veren boyarmadde |
| Remazol Navy RGB %150      | Mavi renge veren boyarmadde    |
| Serawet CAS                | Islatıcı                       |
| Seregal MIP – 02           | Migrasyon Önleyici             |
| Seracon MLU                | Oksidasyon Önleyici            |
| Kostik                     | Alkali                         |
| Soda                       | Alkali                         |

Çizelge 3.4. C Renginin Boyar Madde ve Kimyasalları

| Boyarmadde ve Kimyasal Adı | Görevi                         |
|----------------------------|--------------------------------|
| Remazol Ultra Yellow RGBN  | Sarı rengi veren boyarmadde    |
| Remazol Ultra Carmin RGB   | Kırmızı rengi veren boyarmadde |
| Levafix Blue CA            | Mavi rengi veren boyarmadde    |
| Serawet CAS                | Islatıcı                       |
| Seregal MIP – 02           | Migrasyon Önleyici             |
| Seracon MLU                | Oksidasyon Önleyici            |
| Kostik                     | Alkali                         |
| Soda                       | Alkali                         |

Çizelge 3.5. D Renginin Boyar Madde ve Kimyasalları

| Boyaz Madde ve Kimyasal Adı | Görevi                         |
|-----------------------------|--------------------------------|
| Remazol Ultra Yellow RGBN   | Sarı rengi veren boyarmadde    |
| Remazol Ultra Red RGB       | Kırmızı rengi veren boyarmadde |
| Levafix Blue CA             | Mavi rengi veren boyarmadde    |
| Serawet CAS                 | Islatıcı                       |
| Seregal MIP – 02            | Migrasyon Önleyici             |
| Seracon MLU                 | Oksidasyon Önleyici            |
| Kostik                      | Alkali                         |
| Soda                        | Alkali                         |

### 3.2. Metot

Deneyisel çalışma kapsamında laboratuvarı ve işletmede uygulanan denemelerde izlenen metot aşamaları aşağıda sırasıyla verilmiştir.

- Öncelikle numune dokuma kumaş üretimi gerçekleştirilmiştir.
- Dokunan numune kumaşa boyama denemeleri öncesi Parti Hazırlama–Yakma–Kasar–Kurutma/Fikse şeklinde bir ön terbiye prosesi uygulanmıştır.
- Laboratuvar ortamında istenen referansa göre renk bazında reçeteler oluşturulmuş ve boyamalar yapılmıştır.
- Laboratuvar tarafından hazırlanan reçeteler kullanılarak işletmede çekirme yöntemine göre 3'er metre kumaş boyanmıştır.
- İşletmede boyanan renkler, laboratuvar tarafından verilen referans renge göre gözle ve spektrofotometrik ölçümlerle kıyaslanmıştır.
- İşletmede boyanan rengin referans kumaş ile (laboratuvar reçetesi ile laboratuvarı boyanan kumaş) karşılaştırma sonuçlarına göre işletmede yeni reçeteler belirlenmiştir.
- Laboratuvar ortamında, laboratuvar reçetesi ile hem pH=12,5 hem de pH=10 şartlarında boyama yapılmıştır. İşletme reçetesinin ise sadece pH=10 ortamında boyaması gerçekleştirilmiştir.
- Laboratuvar uygulaması ve işletme uygulaması arasındaki renk farkını azaltmak amacıyla yıkama ve kurutma yeri, fikse süresi ve sıcaklıkları değiştirilerek farklı kombinasyonlar halinde denemeler yapılmıştır.
- Bu işlemler sonucunda gözle ve spektrofotometrik ölçümlerle değerlendirmeler yapılarak optimum şartlar belirlenmeye çalışılmıştır.
- En düşük renk farkının pH=10 şartlarında gerçekleştiği tespit edilmiş ve yeni reçeteler bu şartlarda oluşturulmuştur.

Normal şartlarda pH=12,5 düzeyinde boyamalar gerçekleştirilirken çalışma kapsamında pH=10 olan ortamda boyama denemelerinin yapılmasının nedeni aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Boyama işlemi gerçekleştirilirken boyar maddenin kumaşa bağlanabilmesini, fikse olabilmesini sağlamak ve ortamın alkaliliğini düzenlemek için kostik ve soda kullanılmaktadır. Bu kimyasallar ile boyar madde birleştiğinde asidik ortamdan alkali ortama geçiş yapmaktadır. Ancak kumaşa boyar maddenin bağlanmasını sağlayan kostik kimyasalı diğer taraftan kumaş üzerinden boya sökümünde de kullanılmaktadır. Bu sebeple çalışma kapsamında kostik kimyasalı laboratuvar ortamında çıkarılarak sadece farklı miktarlarda soda ile, farklı pH değerlerinde boyamalar gerçekleştirilmiş ve en koyu rengin hangi pH değerinde olduğu gözlemlenmiştir. Deneme sonuçlarına göre pH=10 değerinde yapılan boyamalarda rengin doygunluk seviyesinin en üst seviyede olduğu görülmüş ve bu sonuçlar kapsamında, pH=10 şartlarında boyamalar yapılarak işletme rengine en yakın rengin, en az miktar değişimiyle işletmeye aktarıldığı yeni reçetelerin oluşturulması için denemeler yapılmıştır.

### 3.2.1. Laboratuvarda Kullanılan Makineler ve Özellikleri

Çalışma kapsamında laboratuvar ve işletme bölümlerinde farklı makineler kullanılmıştır. Laboratuvar denemelerinde;

- ATAÇ GK 40E marka fikse makinesi,
- MATHIS marka LABDRYER kurutma makinesi,
- ATAÇ FY 350 marka yatay fulard,
- Wise Stir marka mixer,
- SARTORIUS marka hassas terazi,
- SARTORIUS marka pH metre,
- Boyaların – kimyasalların tartım için ölçekli kaplar kullanılmıştır.

Söz konusu cihazlar aşağıda kısaca özetlenmiştir.

**Hassas Terazi:** Reçetede yazılı olan boyar madde ve kimyasalların belirtilen gramaja göre tartımının gerçekleştirildiği cihazdır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Hassas Terazi

**Mixer(Karıştırıcı):** Tartımı yapılan boyar maddelerin/kimyasalların şeffaf ve ölçekli kapta birleştirildikten sonra homojen karışımın sağlanması için kullanılan cihazdır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Mixer

**Yatay Fulard:** Kumaşların belirlenen hız ve basınç altında boya banyosu içerisinden geçirildiği, sıkma valleri aracılığıyla belirlenen bir emme yüzdesi ile üzerindeki fazla çözeltinin belirlenen aplikasyon oranına göre uzaklaştırıldığı, kısacası emdirme yöntemine göre boyamanın yapıldığı makinedir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Yatay Fulard

**Fikse Makinesi:** Fulardlama işlemi gerçekleştirildikten sonra kumaşın iki demir parmaklık arasına ne çok gergin ne çok gevşek şekilde iğnelenip belirlenen sıcaklık ve süre altında fiksesinin gerçekleştirildiği makinedir. İşletmedeki gibi serpantinler aracılığıyla üretilen buhar değil, makinanın kendisi tarafından üretilen buhar ile çalışmaktadır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Fikse Makinesi (ATAÇ GK 40E)

**Kurutma Makinesi:** Fikse işlemi gerçekleştikten sonra kumaşın belirlenen sıcaklık ve sürede iğneleme çubukları arasına gerdirilerek kurutulduğu makinelerdir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Kurutma Makinesi (MATHIS LABDRYER)

**Spektrofotometre Cihazı:** Bu çalışma kapsamında renk devamlılığını ve renk farklarını ölçmek için Datacolor Marka Spektrofotometre cihazı (Şekil 3.6) kullanılmıştır. Ölçüm yapılan cihaz; X - RITE marka ve CIA – 00 – B1 modelidir.

Bu cihaz laboratuvar ve işletmede yapılan boyamaların sonrasında elde edilen rengin referans renk ile karşılaştırılması amacıyla kullanılmıştır. Karşılaştırma yönteminde değerlendirme subjektif olarak yapılmakta ve kişinin değerlendirilmesi her defasında yenilenmektedir. Buna karşın üç filtreli veya spektral ölçme yöntemlerinde ise, renk açısından bir standart kabul edilmekte (müşterinin istediği veya işletmenin ulaşmaya çalıştığı renk), bir defaya mahsus olmak üzere bu rengin ölçümü yapılmakta ve hafızaya alınmakta, boyama sonuçları da bu renge göre kıyaslanmaktadır (Duran, 2001; Özdemir, 2002). Bu değerlere bakılarak rengin açıklık-koyuluk, kızıllık-yeşillik, sarılık-mavilik ve matlık-parlaklık değerlendirmeleri yapılmaktadır.



Şekil 3.6. Spektrofotometre

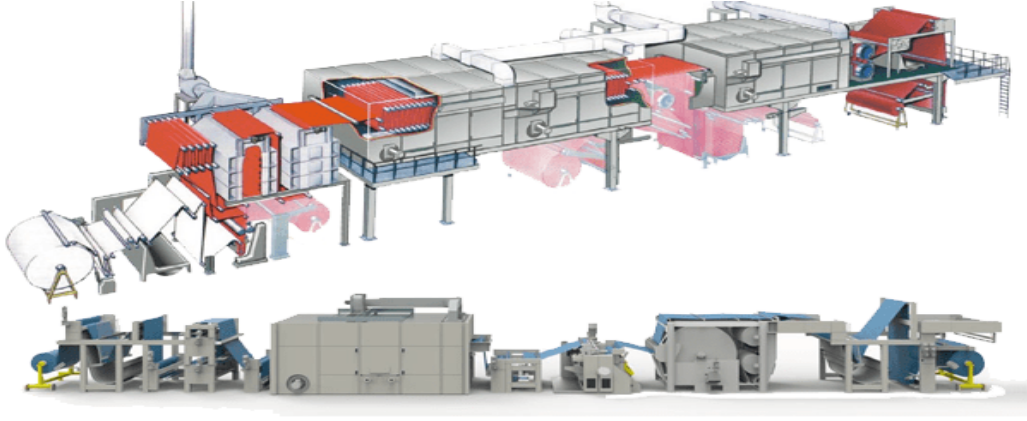
Çalışma kapsamında yapılan her boyama denemesi ve bu boyama denemelerinin alt kategorilerine ait numunelerin renk ölçümü, seçilen bir referans renge göre yapılmış ve değerlendirilmiştir. Ölçüm esnasında kumaşın ön yüzü baz alınmıştır.

Literatür taramalarında ve firmaların genel kabul değerlerinde renk ölçüm sonuçları değerlendirilirken, renk farklılığı 0,8 aralığına denk geliyorsa materyaller daha fazla test edilmeden kabul edilir. Eğer eşleşme kabul edilebilir değilse daha fazla renk eşleşmesi istenir (Kettenwirk-Praxis, 2001). Yapılan çalışmada da işletmede bu şartlar göz önünde bulundurularak ölçümler yapılmıştır.

Şekil 3.6.'da görülen Spektrofotometre cihazında farklı boyutlarda ölçüm gözleri (6 mm, 10 mm, 17 mm ve 25 mm) mevcut olup çalışma kapsamında yapılan ölçümlerde “LAV 25 mm” ölçekteki göz kullanılmıştır.

### 3.2.2. İşletmede Kullanılan Makine ve Özellikleri

Bu çalışma kapsamında, Kıvanç Tekstil Tic. A.Ş bünyesinde bulunan, terminolojide Pad Humidity Fix olarak belirtilen ve işletmede E Kontrol olarak bilinen makinede çalışmalar gerçekleştirilmiştir. İşletmede bu makineden 2 adet bulunmakta olup biri açık renk grubu için, diğeri orta ve koyu renk grubu için çalışmaktadır. Bu makinelerde, %100 viskon, %100 tencel, %100 pamuk, pamuk-polyester, pamuk-viskon ve polyester-viskon gruplarındaki selülozik kısımların boyaması gerçekleştirilmektedir. E Kontrol makinesi şematik görünümü Şekil 3.7’de verilmiştir.



Şekil 3.7. E Kontrol Makinesi Şematik Görünümü (<https://www.tekstilteknik.com.tr>, Mart 2023)

İşletmede kullanılan makineler Monforts firmasına, boya fulardları Küsters firmasına aittir. Ayrıca boyar madde ve kimyasalın fulardlara gönderilmesini sağlayan Contidos boya pompası kullanılmakta olup, boyar madde ve kimyasalın doğru oranda iletilmesini sağlamaktadır. İşletmede kullanılan makine; giriş kısmı, fulard, havalandırma, infrared (2 adet), kurutma-fikse bölümü, j-box ve sarım ile kontrol panosu bölümlerinden oluşmaktadır. Makinenin farklı bölümlerine ait görseller Şekil 3.8 – 3.15 arasındaki resimlerde görülmektedir.



Şekil 3.8. E Kontrol Giriş ve J-box



Şekil 3.9. E Kontrol Fulard



Şekil 3.10. Havalandırma ve Infrared



Şekil 3. 11. Kurutma ve Fikse Kabini



Şekil 3.12. E-Kontrol Çıkış J-box ve Sarım Ünitesi



Şekil 3.13. Kontrol Panosu



Şekil 3.14. Boya ve Kimyasal Kazanları



Şekil 3.15. Contidos Boya ve Kimyasal Pompası

Şekil 3.16’da görülen kurutma bölümü işletmede kullanılan direkt buhar sistemi ile tertip edilmiş olup fanların sıcak havayı kumaş üzerine üflemesiyle kumaşın dik konumda serbest halde asılarak kurutulmasını sağlamaktadır.



Şekil 3.16. Fanlı Kurutma ve Kumaş Yıkama Ünitesi

Çalışma kapsamında emdirme boyama metodunun seçilmesinin temel sebebi; kontinü sistemde verimliliğin daha yüksek olması, kontrolün kolaylıkla sağlanabiliyor olması ve laboratuvar bünyesinde yapılan çalışmalarda ağırlıkla emdirme boyama tercih edilmesidir. Bu metodun bu kadar tercih edildiği ve üretimin fazla olduğu ortamda laboratuvardan alınan reçetelerin işletme şartlarında direk uygulanmasının mümkün olmaması (renkler genellikle daha açık olmakta), bu süreçte işletmede sürekli reçete ayarlama denemelerinin yapılması, hammadde kaybı, işçilik ve makine randımanındaki kayıplar nedeniyle laboratuvar-işletme arasındaki boyar madde miktarlarında değişiklikler yapılarak çözüm yolları araştırılmıştır. Bu amaçla, laboratuvar ve işletme uygulamalarındaki parametreler birbiri arasında değerlendirilerek hangi parametrede değişiklik yapıldığı taktirde aradaki boyar madde gramaj farkının azaldığı tespit edilmeye çalışılmıştır.

### 3.2.3. Uygulanan Boyama İşlemleri

Deneyisel çalışma kapsamında 4 farklı renk üzerinde çalışılmıştır. Bu kapsamda söz konusu renkler için laboratuvar ve işletme reçeteleri oluşturulmuş ve bu reçeteler ile Çizelge 3.6’da verilen plana uygun olarak laboratuvar ortamında 12 adet temel deneme yapılmıştır. Çalışmada iki farklı reçete, iki farklı pH oranı, iki farklı yıkama ve kurutma yeri kullanılarak farklı kombinasyonlar denenmiştir.

Çizelge 3.6. Renklere Reçete Bazında Uygulanan İşlemler

| DENEME | RENK       | REÇETE               | pH   | YIKAMA YERİ | KURUTMA YERİ |
|--------|------------|----------------------|------|-------------|--------------|
| 1      | A, B, C, D | Laboratuvar Reçetesi | 10   | Laboratuvar | Laboratuvar  |
| 2      |            |                      |      | Laboratuvar | İşletme      |
| 3      |            |                      |      | İşletme     | İşletme      |
| 4      |            |                      |      | İşletme     | Laboratuvar  |
| 5      |            | Laboratuvar Reçetesi | 12,5 | Laboratuvar | Laboratuvar  |
| 6      |            |                      |      | Laboratuvar | İşletme      |
| 7      |            |                      |      | İşletme     | İşletme      |
| 8      |            |                      |      | İşletme     | Laboratuvar  |
| 9      |            | İşletme Reçetesi     | 10   | Laboratuvar | Laboratuvar  |
| 10     |            |                      |      | Laboratuvar | İşletme      |
| 11     |            |                      |      | İşletme     | İşletme      |
| 12     |            |                      |      | İşletme     | Laboratuvar  |

Çizelge 3.6'da özetlenen şartlarda yapılan boyama sonuçları dikkate alınarak 4 temel rengin işletme ve laboratuvar reçetelerinin farklı ortamlar, farklı pH değerleri, farklı yıkama şartları ve farklı kurutma şartlarında tepkileri gözlemlenmiş ve bunun sonucunda işletmeye verilecek yeni reçetelerin belirlenmesinde hangi şartların sağlanıp, hangi yoldan ilerleneceği belirlenmiştir.

#### 4. DENEYSEL ÇALIŞMA VE BULGULAR

Çalışma kapsamında, boyaması gerçekleştirilen 4 farklı rengin laboratuvar reçetesi ve işletme reçetesi farklı yıkama yeri (işletme ve laboratuvar yıkaması), farklı kurutma yeri (işletme ve laboratuvar kurutma), farklı pH değerlerinde (pH 10 ve 12,5) ve farklı fikse süreleri uygulanmış ve elde edilen renkler spektrofotometre cihazı yardımıyla karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar birlikte değerlendirilerek her renk için yeni reçete önerileri yapılmış, işletme ve laboratuvar reçeteleri arasındaki boyar madde miktarları arasındaki farklar belirli oranda düşürülebilmektedir.

Bu amaçlarla, viskon/pamuk/elastan karışımı kumaş üzerine 4 farklı renk için boyama işlemi uygulanmıştır. Reçeteye göre bir flotte hazırlanarak kumaş fulardan belirlenen sayıda geçirilmiş, ardından yıkama yeri, kurutma yeri, fikse sıcaklığı ve fikse süreleri değiştirilerek farklı denemeler gerçekleştirilmiş ve bu değişkenlerin renk üzerindeki etkileri gözlemlenmiştir. Her renk için yapılan boyama denemeleri ve sonuçların değerlendirilmesi aşağıda ayrı ayrı verilmiştir.

Yapılan bu çalışmalarda, laboratuvar ile işletme arasındaki renk farkının azaltılması ve reçete içerisindeki boyar madde miktarları değiştirilmeden veya en az değişimle geçişin yapılması amaçlanmıştır.

##### 4.1. A Renginin Denemeleri ve Sonuçları

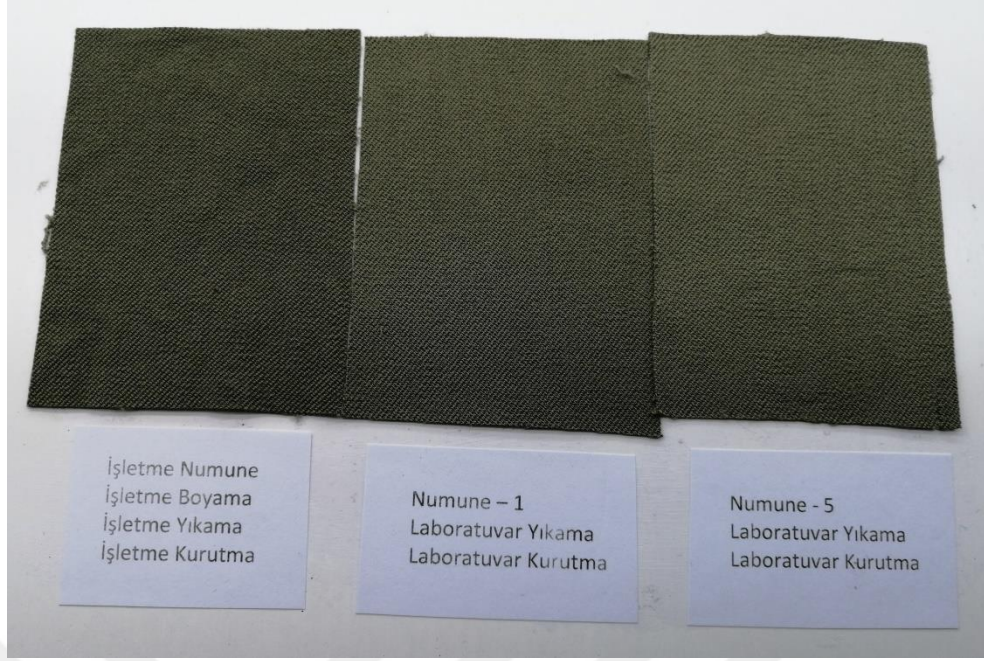
A rengi için Çizelge 3.6'da verilen temel 12 deneme ile birlikte toplam 17 farklı proses şartında boyama işlemi uygulanmıştır. Bu denemelerden 8 tanesi laboratuvar reçetesinin boyama sonrasında yıkama ve kurutma yerleri değiştirilerek yapılan, 4 tanesi işletme reçetesinin laboratuvar da yeni şartlarda boyanmasından sonra yıkama ve kurutma yerleri değiştirilerek yapılan, 5 tanesi ise yeni belirlenen şartlarda referans renge yaklaşmak için yapılan denemelerdir. Uygulanan proses şartları her deneme için ayrı ayrı olacak şekilde Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. A Reçetesine Ait Çalışmaların Spektrofotometrik Sonuçları

| A REÇETESİNE AİT ÇALIŞMANIN BİLGİLERİ |         |             |              |      |                      |                   |        |        |        |        |        |      |            |
|---------------------------------------|---------|-------------|--------------|------|----------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|------|------------|
| Deneme                                | Reçete  | Yıkama Yeri | Kurutma Yeri | pH   | Fikse Sıcaklığı (°C) | Fikse Süresi (dk) | ΔL     | Δa     | Δb     | ΔC     | ΔH     | ΔE   | Geçer/Kahr |
| 1                                     | LAB     | LAB         | LAB          | 10   | 140                  | 10                | 0,64 L | 0,12 G | 0,34 B | 0,34 D | 0,11 G | 0,45 | GEÇER      |
| 2                                     | LAB     | LAB         | İŞLETME      | 10   | 140                  | 10                | 1,11 D | 0,05 G | 0,47 B | 0,47 D | 0,04 G | 0,69 | KALIR      |
| 3                                     | LAB     | İŞLETME     | İŞLETME      | 10   | 140                  | 10                | 1,95 D | 0,11 R | 0,29 B | 0,29 D | 0,12 R | 1,05 | KALIR      |
| 4                                     | LAB     | İŞLETME     | LAB          | 10   | 140                  | 10                | 1,26 D | 0,06 R | 0,82 B | 0,82 D | 0,08 R | 0,92 | KALIR      |
| 5                                     | LAB     | LAB         | LAB          | 12,5 | 140                  | 10                | 2,83 L | 0,38 R | 0,25 Y | 0,26 B | 0,37 R | 1,56 | KALIR      |
| 6                                     | LAB     | LAB         | İŞLETME      | 12,5 | 140                  | 10                | 1,99 L | 0,29 R | 0,15 Y | 0,15 B | 0,29 R | 1,11 | KALIR      |
| 7                                     | LAB     | İŞLETME     | İŞLETME      | 12,5 | 140                  | 10                | 1,06 L | 0,55 R | 0,39 Y | 0,41 B | 0,53 R | 0,94 | KALIR      |
| 8                                     | LAB     | İŞLETME     | LAB          | 12,5 | 140                  | 10                | 0,90 L | 0,50 R | 0,28 Y | 0,30 B | 0,49 R | 0,82 | KALIR      |
| 9                                     | İŞLETME | LAB         | LAB          | 10   | 140                  | 10                | 3,93 L | 0,34 G | 0,46 B | 0,46 D | 0,34 G | 2,12 | KALIR      |
| 10                                    | İŞLETME | LAB         | İŞLETME      | 10   | 140                  | 10                | 3,45 L | 0,24 G | 0,38 B | 0,38 D | 0,24 G | 1,84 | KALIR      |
| 11                                    | İŞLETME | İŞLETME     | İŞLETME      | 10   | 140                  | 10                | 1,91 L | 0,01   | 0,29 B | 0,29 D | 0      | 1,02 | KALIR      |
| 12                                    | İŞLETME | İŞLETME     | LAB          | 10   | 140                  | 10                | 2,46 L | 0,13 G | 0,44 B | 0,45 D | 0,13 G | 1,34 | KALIR      |
| 13                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 10   | 140                  | 10                | 3,48 L | 0,15 G | 0,26 Y | 0,26 B | 0,15 G | 1,83 | KALIR      |
| 14                                    | LAB     | LAB         | İŞLETME      | 10   | 140                  | 10                | 1,12 L | 0,02   | 0,13 Y | 0,13 B | 0,02 G | 0,59 | KALIR      |
| 15                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 10   | 140                  | 10                | 2,26 L | 0      | 0,23 Y | 0,23 B | 0      | 1,19 | KALIR      |
| 16                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 10   | 140                  | 10                | 2,67 L | 0,03 G | 0,16 Y | 0,16 B | 0,03 G | 1,39 | KALIR      |
| 17                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 10   | 140                  | 10                | 0,86 D | 0,03 R | 0,06 Y | 0,06 B | 0,03 R | 0,45 | GEÇER      |

Yukarıda Çizelge 4.1’de belirtildiği üzere yapılan 17 çalışmanın 12 tanesi temel çalışmalardır. Temel çalışmaların haricindeki 13-17 arasındaki denemeler yeni belirlenen şartlar doğrultusunda (pH=10) laboratuvar ortamında reçetelerdeki boyar madde gramajları değiştirilerek yapılan denemelerdir. A rengi için yürütülen bu çalışmaların tamamı laboratuvar ortamında mevcut şartlarda oluşturulan renk referans alınarak yapılan ölçümleri ifade etmektedir. Spektrofotometrik ölçümlerde renk karşılaştırması yapılırken referans olarak kabul edilen deneme laboratuvar şartlarında boyanıp, laboratuvar şartlarında yıkama ve kurutması yapılan çalışmadır.

Öncelikle laboratuvara ait reçetenin laboratuvar koşullarında pH=10 ve pH=12,5 değerlerinde boyamaları yapılmıştır. Aynı zamanda da laboratuvar reçetesinin işletme şartlarında, reçete miktarında değişiklik yapılmadan boyaması gerçekleştirilmiştir. Bu boyamalar sonucunda aynı reçetenin farklı boyama yerleri ve farklı boyama şartlarında ortaya çıkan renkleri (1 ve 5 nolu deneme) Şekil 4.1’de gösterilmiştir. Aynı zamanda çıkan bu renklerin birbirleriyle olan spektrofotometrik ölçüm sonuçları Çizelge 4.2’de gösterilmiştir.

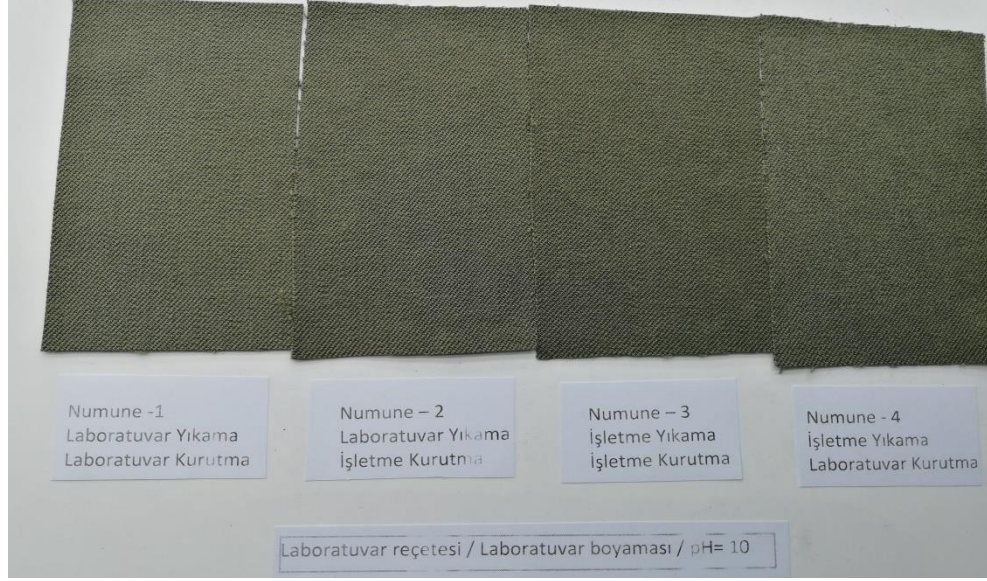


Şekil 4.1. pH=10 ve pH=12,5 Ortamında İşletmede ve Laboratuvarda Boyanan Kumaşlar (A Rengi )

Çizelge 4.2. pH=10 ve pH=12,5 Ortamında Boyanan Kumaşların Spektrofotometrik Ölçüm Sonuçları (A Rengi)

| Referans Numune<br>5 NOLU DENEME | L*   | a*   | b*    | C*    | h*    |     |             |
|----------------------------------|------|------|-------|-------|-------|-----|-------------|
| D65                              | 42,8 | 1,28 | 10,45 | 10,53 | 96,98 |     |             |
| Karşılaştırılan<br>Numuneler     | DL*  | Da*  | Db*   | DC*   | DH*   | De  | KALIR/GEÇER |
| DENEME 5 - 1                     | 2,35 | 0,47 | 0,5   | 0,42  | 0,54  | 1,4 | KALIR       |

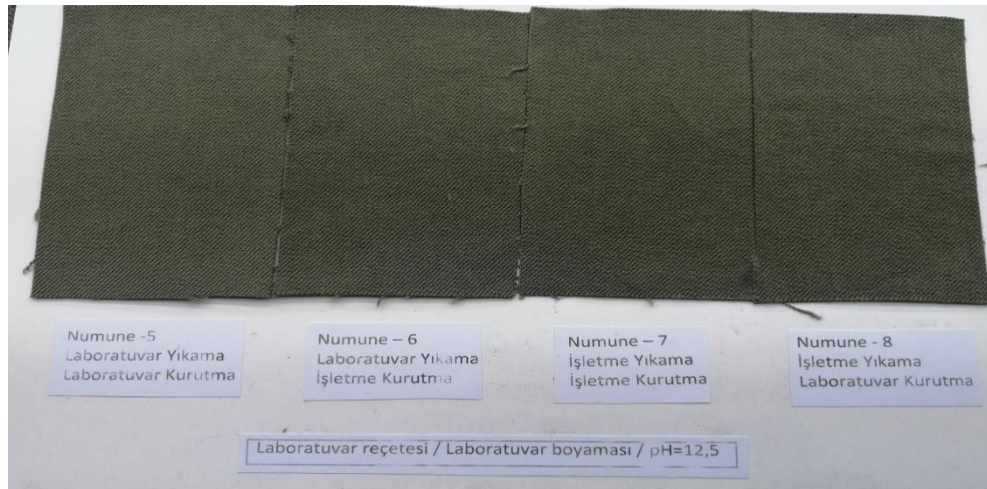
Yapılan çalışmada çıkan sonuçlara göre, laboratuvar reçetesinin işletmede değişiklik yapılmadan boyanması sonucunda rengin referans renge göre koyu olduğu görülmüştür. Aynı reçeteye ait pH=10 ve pH=12,5 ortamında yapılan boyamaların farklı yıkama ve kurutma şartlarında ortaya çıkan renkleri Deneme 1-2-3-4 için Şekil 4.2. ve Deneme 5-6-7-8 için Şekil 4.3’de gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Laboratuvar Reçetesinin pH=10 Ortamında Boyama Sonrası Farklı Yıkama ve Kurutma Yeri Sonuçları (A Rengi)

Çizelge 4.3. Laboratuvar Reçetesinin Laboratuvar Ortamında (pH=10) Boyanması Sonucu Oluşan Renklerin Spektrofotometrik Ölçüm Sonuçları (A Rengi)

| Referans Numune -<br>DENEME-1 | L*   | a*   | b*   | C*    | H     |      |             |
|-------------------------------|------|------|------|-------|-------|------|-------------|
| D65                           | 40,6 | 1,74 | 9,94 | 10,09 | 99,91 |      |             |
| Karşılaştırılan<br>Numuneler  | DL*  | Da*  | Db*  | Dc*   | DH*   | DE   | KALIR/GEÇER |
| DENEME 1 - 2                  | 1,99 | 0,04 | 0,08 | 0,09  | 0,03  | 1,03 | KALIR       |
| DENEME 1 - 3                  | 3,07 | 0,26 | 0,05 | 0,01  | 0,27  | 1,62 | KALIR       |
| DENEME 1 - 4                  | 2,08 | 0,23 | 0,47 | 0,5   | 0,15  | 1,16 | KALIR       |

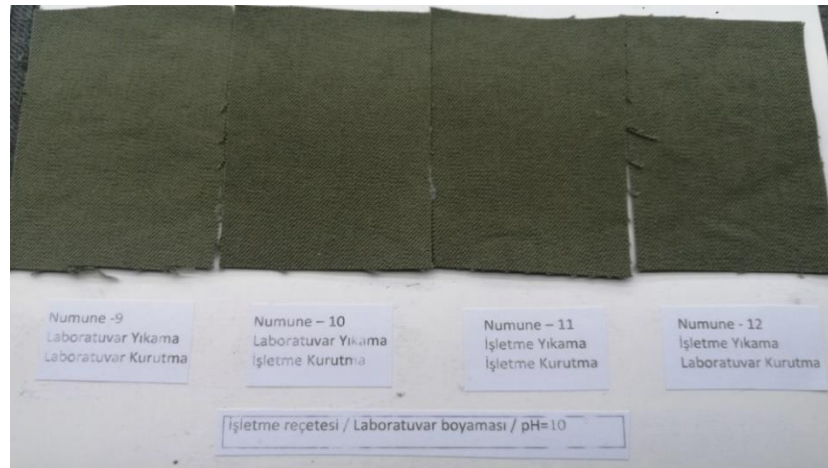


Şekil 4.3. Laboratuvar Reçetesinin pH=12,5 Ortamında Boyama Sonrası Farklı Yıkama ve Kurutma Yeri Sonuçları (A Rengi)

Çizelge 4.4. Laboratuvar Reçetesinin Laboratuvar Ortamında (pH=12,5) Boyanması Sonucu Oluşan Renklerin Spektrofotometrik Ölçüm Sonuçları (A Rengi)

| Referans Numune - DENEME-5 | L*    | a*   | b*    | C*    | H     |      |             |
|----------------------------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------------|
| D65                        | 42,94 | 1,25 | 10,49 | 10,56 | 96,79 |      |             |
| Karşılaştırılan Numuneler  | DL*   | Da*  | Db*   | Dc*   | DH*   | DE   | KALIR/GEÇER |
| DENEME 5 - 6               | 1,13  | 0,06 | 0,11  | 0,1   | 0,08  | 0,58 | KALIR       |
| DENEME 5 - 7               | 2,12  | 0,22 | 0,08  | 0,05  | 0,23  | 1,1  | KALIR       |
| DENEME 5 - 8               | 2,31  | 0,13 | 0,05  | 0,06  | 0,12  | 1,16 | KALIR       |

Yukarıda Şekil 4.2. ve Şekil 4.3.'te gösterilen renklerin kendi aralarında ve birbirleriyle karşılaştırmaları yapılmıştır. Kendi aralarında kıyaslama yapıldığı zaman laboratuvar ortamında yıkama yapıp, işletme ortamında kurutma yapılan 2 nolu denemenin renk olarak koyu olduğu görülmüştür. İşletme ortamında fanlı kurutucularda yapılan kurutmalarda kumaşın atkı ve çözgü doğrultusunda toplanma gerçekleştiği için renklerin daha koyu görüldüğü düşünülmektedir. pH=10 ve pH=12,5 ortamında yapılan boyamaların karşılaştırması yapıldığında, pH=10 ortamında boyanan renklerin pH=12,5 ortamında boyanan renklere göre daha koyu olduğu saptanmıştır. Çizelge 3.6'da belirtildiği gibi laboratuvar reçetelerinde yapılan işlemin ardından, işletme reçetesinin de laboratuvarda pH=10'a ayarlanarak boyama işlemleri gerçekleştirilmiştir. Laboratuvar reçetesine göre boyar madde gramajları %30-40 arasında azaltılmıştır. Laboratuvarda yapılan boyamalarda boyar madde miktarı %30-40 azaltılmasına rağmen renk derinliğinde yüzde olarak bu şekilde farklılık görülmemiştir. Yapılan denemelerin yıkama ve kurutma yerleri değiştirilerek oluşan sonuçları Şekil 4.4'de, spektrofotometrik ölçüm sonuçları Çizelge 4.5'de gösterilmiştir.



Şekil 4.4. İşletme Reçetesinin pH=10 Ortamında Boyama Sonrası Farklı Yıkama ve Kurutma Yeri Sonuçları (A Rengi)

Çizelge 4.5. İşletme Reçetesinin Laboratuvar Ortamında (pH=10) Boyanması Sonucu Oluşan Renklerin Spektrofotometrik Ölçüm Sonuçları (A Rengi)

| Referans Numune -<br>DENEME-9 | L*    | a*   | b*   | c*    | H      |      |             |
|-------------------------------|-------|------|------|-------|--------|------|-------------|
| D65                           | 43,63 | 1,96 | 9,88 | 10,07 | 101,22 |      |             |
| Karşılaştırılan<br>Numuneler  | DL*   | Da*  | Db*  | Dc*   | DH*    | DE   | KALIR/GEÇER |
| DENEME 9 - 10                 | 0,35  | 0,09 | 0,04 | 0,02  | 0,1    | 0,21 | GEÇER       |
| DENEME 9 - 11                 | 1,75  | 0,36 | 0,11 | 0,05  | 0,37   | 0,98 | KALIR       |
| DENEME 9 - 12                 | 1,17  | 0,23 | 0,01 | 0,06  | 0,22   | 0,64 | KALIR       |

Laboratuvar ve işletme reçeteleriyle yapılan denemeler sonucunda ortaya çıkan sonuçlara göre, laboratuvarda pH=10'a ayarlama yapılarak hazırlanan boyar madde flotteleri fulardan geçirilip, yıkama ve kurutma yerleri değiştirilerek ortaya çıkan çalışmalar doğrultusunda boyanan 5 farklı reçete denemesinden 17 nolu denemenin gözle ve spektrofotometrik ölçümler sonucunda referans renge oldukça yakın olduğu saptanmıştır. Yeni oluşan reçete ile boyanan rengin, mevcut laboratuvar reçetesiyle boyanan rengin ve aynı laboratuvar reçetesinin işletme ortamında boyanması sonucu oluşan rengin karşılaştırılması Şekil 4.5'de gösterilmiştir. Bu durum göz önüne alındığında mevcut reçeteden daha düşük boyar madde gramajına sahip olmasına rağmen rengin daha koyu ve derin olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.5. Eski ve Yeni Laboratuvar ve İşletme Reçetesi Sonuçları (A Rengi)

Laboratuvarda başlayıp işletmede devam eden renk serüveninde laboratuvar ortamında oluşturulan reçetelerin işletmeye aktarıldığında ortaya çıkan sonuçlar gözlemlenerek yürütülen çalışmalar kapsamında, laboratuvar reçetesi işletmeye geçerken yaklaşık olarak boyar madde miktarlarında %28-45 arasında bir değişim gerçekleşmektedir. Yeni oluşturulan şartlar doğrultusunda yapılan çalışmalar sonucunda oluşturulan reçete ile işletme reçetesi kıyaslandığında söz konusu değişimin %18-30 arasında olduğu görülmüştür. Bu durumda işletme ve laboratuvar reçetesindeki boyarmaddelerin gram cinsinden miktarları arasındaki fark iki boyar maddede %15, gramaj olarak reçetede fazla olan boyar maddede ise %4 oranında azalmıştır. Bu değişimleri ve yeni oluşturulan reçetenin boyar madde gramajlarını gösteren bilgiler Çizelge 4.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. A Renginin Eski ve Yeni Reçetelerinin Karşılaştırılması

| Boyarmadde Adı        | İşletme Reçetesi (g/l) | Mevcut Laboratuvar Reçetesi (g/l) | İşletme – Laboratuvar Reçetesi Değişimi (%) | Yeni Laboratuvar Reçetesi (g/l) | İşletme-Yeni Laboratuvar Reçetesi Değişimi (%) |
|-----------------------|------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------|
| Novacron Brown EC-NC  | 0,11                   | 0,2                               | %45                                         | 0,157                           | %30                                            |
| Novacron Olive EC –NC | 11,54                  | 16                                | %28                                         | 15,1                            | %24                                            |
| Novacron Grey EC-NC   | 1,3                    | 1,92                              | %33                                         | 1,57                            | %18                                            |

#### 4.2. B Renginin Denemeleri ve Sonuçları

B rengi için de A renginde olduğu gibi Çizelge 3.6'da verilen temel 12 deneme ile birlikte toplam 17 farklı boyama işlemi uygulanmıştır. Bu denemelerden 8 tanesi laboratuvar reçetesinin boyama sonrasında yıkama ve kurutma yerleri değiştirilerek yapılan, 4 tanesi işletme reçetesinin laboratuvarda yeni şartlarda boyanmasından sonra yıkama ve kurutma yerleri değiştirilerek yapılan, 5 tanesi ise yeni belirlenen koşullarda referans renge yaklaşmak için yapılan denemelerdir. Uygulanan proses şartları her deneme için ayrı ayrı olacak şekilde Çizelge 4.7'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. B Rengine Ait Çalışmaların Spektrofotometrik Sonuçları

| B REÇETESİNE AİT ÇALIŞMANIN BİLGİLERİ |         |             |              |      |                      |                   |            |            |            |            |            |            |             |
|---------------------------------------|---------|-------------|--------------|------|----------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| Deneme                                | Reçete  | Yıkama Yeri | Kurutma Yeri | pH   | Fikse Sıcaklığı (°C) | Fikse Süresi (dk) | $\Delta L$ | $\Delta a$ | $\Delta b$ | $\Delta C$ | $\Delta H$ | $\Delta E$ | Geçer/Kalır |
| 1                                     | LAB     | LAB         | LAB          | 10   | 140                  | 7                 | 0,89 L     | 0,09 G     | 1,71 B     | 1,68 B     | 0,34 G     | 1,84       | KALIR       |
| 2                                     | LAB     | LAB         | İŞLETME      | 10   | 140                  | 7                 | 0,64 D     | 0,04 G     | 0,71 B     | 0,69 B     | 0,15 G     | 0,92       | KALIR       |
| 3                                     | LAB     | İŞLETME     | İŞLETME      | 10   | 140                  | 7                 | 2,01 D     | 0,02       | 0,74 Y     | 0,73 D     | 0,11 R     | 2,06       | KALIR       |
| 4                                     | LAB     | İŞLETME     | LAB          | 10   | 140                  | 7                 | 2,42 D     | 0,03 R     | 1,31 Y     | 1,28 D     | 0,28 R     | 2,65       | KALIR       |
| 5                                     | LAB     | LAB         | LAB          | 12,5 | 140                  | 7                 | 0,78 D     | 0,13 R     | 0,15 Y     | 0,12 D     | 0,15 R     | 0,79       | KALIR       |
| 6                                     | LAB     | LAB         | İŞLETME      | 12,5 | 140                  | 7                 | 1,46 D     | 0,20 R     | 0,86 Y     | 0,81 D     | 0,36 R     | 1,68       | KALIR       |
| 7                                     | LAB     | İŞLETME     | İŞLETME      | 12,5 | 140                  | 7                 | 1,85 D     | 0,18 R     | 0,64 Y     | 0,0 D      | 0,30 R     | 1,92       | KALIR       |
| 8                                     | LAB     | İŞLETME     | LAB          | 12,5 | 140                  | 7                 | 1,44 D     | 0,26 R     | 0,60 Y     | 0,54 D     | 0,38 R     | 1,57       | KALIR       |
| 9                                     | İŞLETME | LAB         | LAB          | 10   | 140                  | 7                 | 0,26 L     | 0,47 G     | 1,79 B     | 1,71 B     | 0,70 G     | 1,89       | KALIR       |
| 10                                    | İŞLETME | LAB         | İŞLETME      | 10   | 140                  | 7                 | 0,09 L     | 0,52 G     | 1,68 B     | 1,60 B     | 0,72 G     | 1,81       | KALIR       |
| 11                                    | İŞLETME | İŞLETME     | İŞLETME      | 10   | 140                  | 7                 | 1,40 D     | 0,26 G     | 0,67 B     | 0,62 B     | 0,36 G     | 1,56       | KALIR       |
| 12                                    | İŞLETME | İŞLETME     | LAB          | 10   | 140                  | 7                 | 1,18 D     | 0,21 G     | 0,0 B      | 0,26 B     | 0,26 G     | 1,23       | KALIR       |
| 13                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 10   | 140                  | 7                 | 0,63 L     | 1,06 G     | 2,77 B     | 2,76 B     | 1,09 G     | 3,02       | KALIR       |
| 14                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 10   | 140                  | 7                 | 0,44 L     | 1,12 G     | 2,78 B     | 2,77 B     | 1,14 G     | 3,04       | KALIR       |
| 15                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 10   | 140                  | 7                 | 0,45 L     | 0,90 G     | 2,35 B     | 2,33 B     | 0,94 G     | 2,55       | KALIR       |
| 16                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 10   | 140                  | 7                 | 0,78 L     | 0,77 G     | 1,54 B     | 1,52 B     | 0,81 G     | 1,95       | KALIR       |
| 17                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 10   | 140                  | 7                 | 0,23 L     | 0,52 G     | 0,62 B     | 0,55 B     | 0,56 G     | 0,74       | GEÇER       |

Uygulanan 17 farklı boyama işlemi ile elde edilen boyanmış kumaşların spektrofotometre ile ölçümleri yapılmış ve referans kumaşa göre farklılıkları Çizelge 4.7’de verilmiştir. Referans, mevcut reçete ile laboratuvar ortamında pH=12,5 değerinde boyanan ve laboratuvar ortamında yıkanıp laboratuvar ortamında kurutulan kumaştır. Bu kapsamda yapılan çalışmalar dikkate alındığı zaman ilk olarak yapılan 12 temel çalışmanın dışındaki 13-17 arasındaki denemeler laboratuvar ortamında pH=10 ile boyanan, yıkama ve kurutmaları da laboratuvar ortamında yapılan ve boyama reçetesindeki boyar maddelerin gramajları değiştirilerek referansa en yakın rengin oluşturulması için hazırlanan denemeleri ifade etmektedir.

Laboratuvar reçetesi ile laboratuvar ortamında yapılan boyama, yıkama ve kurutma işlemlerinde pH=10 ve 12,5 ile çalışmanın renge etkisini görmek amacıyla yapılan 1 ve 5 nolu denemeler ile elde edilen kumaş görünümleri Şekil 4.6’da verilmiştir. Spektrofotometrik ölçüm sonuçları ise Çizelge 4.8’de gösterilmiştir.

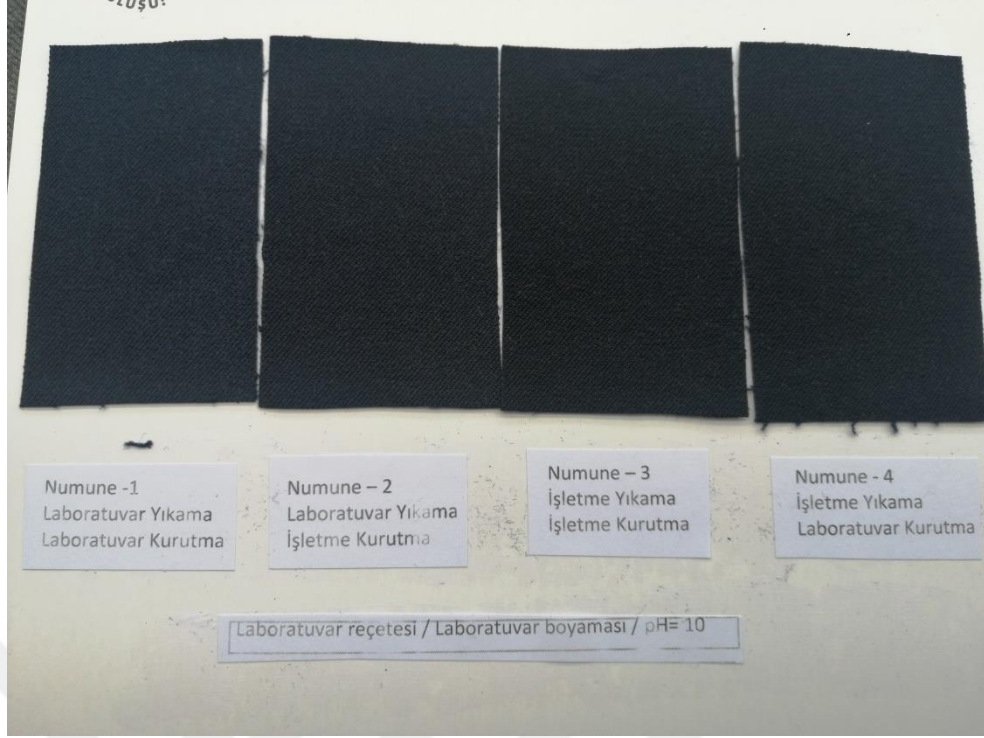


Şekil 4.6 pH=10 ve pH=12,5 Ortamında İşletmede ve Laboratuvarda Boyanan Kumaşlar (B Rengi)

Çizelge 4.8. pH=10 ve pH=12,5 Ortamında Boyanan Kumaşların Spektrofotometrik Ölçüm Sonuçları (B Rengi)

| Referans Numune<br>5 NOLU DENEME | L*    | a*   | b*   | C*   | h*     |      |             |
|----------------------------------|-------|------|------|------|--------|------|-------------|
| D65                              | 14,32 | 1,45 | 6,74 | 6,89 | 282,19 |      |             |
| Karşılaştırılan<br>Numuneler     | DL*   | Da*  | Db*  | DC*  | DH*    | De   | KALIR/GEÇER |
| DENEME 5 -1                      | 0,02  | 0,28 | 0,02 | 0,08 | 0,27   | 0,39 | GEÇER       |

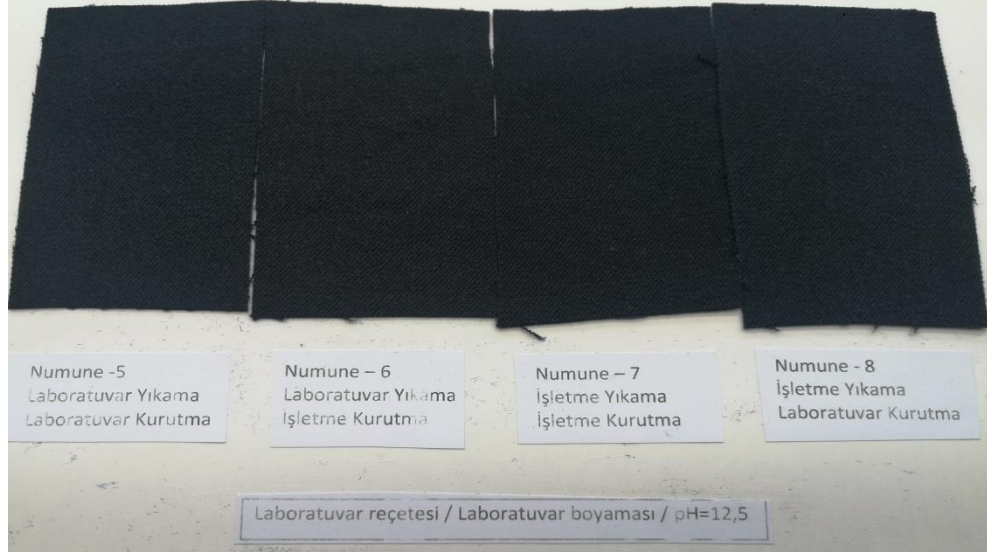
Yapılan çalışmada çıkan sonuçlara göre, laboratuvar reçetesinin işletmede değişiklik yapmadan boyanması sonucunda rengin referans renge göre koyu olduğu görülmüştür. Aynı reçeteye ait pH=10 ve pH=12,5 ortamında yapılan boyamaların farklı yıkama ve kurutma şartlarında ortaya çıkan renkleri Deneme 1-2-3-4 için Şekil 4.7 ve Deneme 5-6-7-8 için Şekil 4.8’de gösterilmiştir.



Şekil 4.7. Laboratuvar Reçetesinin pH=10 Ortamında Boyama Sonrası Farklı Yıkama ve Kurutma Yeri Sonuçları (B Rengi)

Çizelge 4.9. Laboratuvar Reçetesinin Laboratuvar Ortamında (pH=10) Boyanması Sonucu Oluşan Renklerin Spektrofotometrik Ölçüm Sonuçları (B Rengi)

| Referans Numune -<br>DENEME-1 | L*    | a*   | b*   | C*   | H      |      |             |
|-------------------------------|-------|------|------|------|--------|------|-------------|
| D65                           | 17,58 | 1,08 | 8,6  | 8,67 | 277,18 |      |             |
| Karşılaştırılan<br>Numuneler  | DL*   | Da*  | Db*  | Dc*  | DH*    | DE   | KALIR/GEÇER |
| DENEME 1 - 2                  | 1,96  | 0,18 | 0,55 | 0,52 | 0,25   | 1,87 | KALIR       |
| DENEME 1 - 3                  | 3,3   | 0,21 | 1,8  | 1,75 | 0,48   | 3,44 | KALIR       |
| DENEME 1 - 4                  | 3,77  | 0,21 | 2,28 | 2,22 | 0,58   | 4,03 | KALIR       |

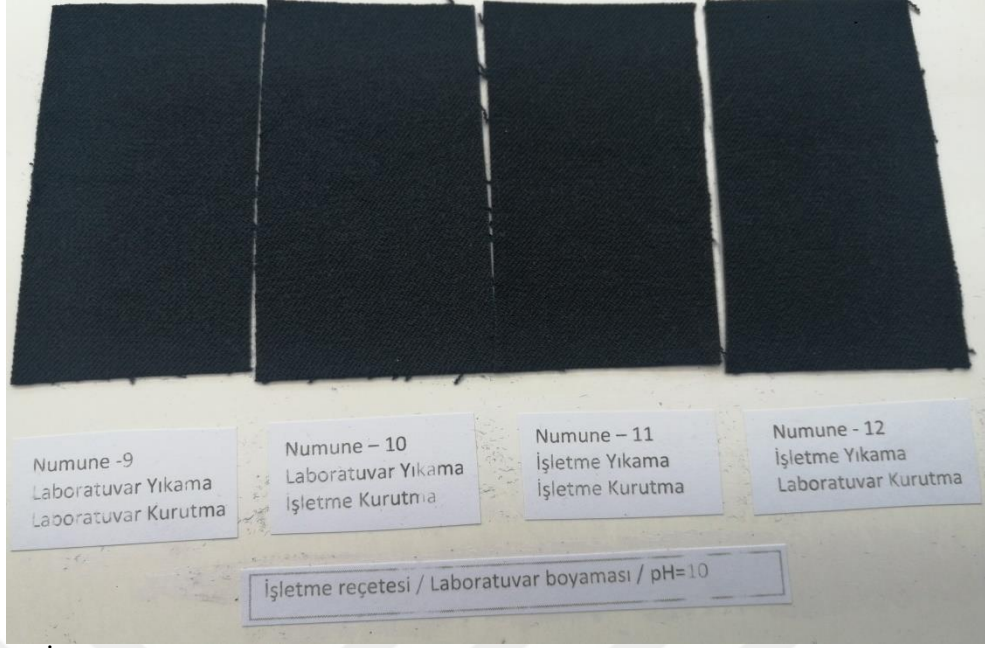


Şekil 4.8. Laboratuvar Reçetesinin pH=12,5 Ortamında Boyama Sonrası Farklı Yıkama ve Kurutma Yeri Sonuçları (B Rengi)

Çizelge 4.10. Laboratuvar Reçetesinin Laboratuvar Ortamında (pH=12,5) Boyanması Sonucu Oluşan Renklerin Spektrofotometrik Ölçüm Sonuçları (B Rengi)

| Referans Numune -<br>DENEME-5 | L*    | a*   | b*   | C*   | H      |      |             |
|-------------------------------|-------|------|------|------|--------|------|-------------|
| D65                           | 15,87 | 1,22 | 7,32 | 7,42 | 279,46 |      |             |
| Karşılaştırılan<br>Numuneler  | DL*   | Da*  | Db*  | Dc*  | DH*    | DE   | KALIR/GEÇER |
| DENEME 5 - 6                  | 1,08  | 0,3  | 0,6  | 0,53 | 0,41   | 1,3  | KALIR       |
| DENEME 5 - 7                  | 1,44  | 0,21 | 0,74 | 0,69 | 0,35   | 1,63 | KALIR       |
| DENEME 5 - 8                  | 1,18  | 0,26 | 0,38 | 0,32 | 0,32   | 1,28 | KALIR       |

Yukarıda Şekil 4.7 ve Şekil 4.8’de gösterilen renklerin kendi içlerinde ve birbirleriyle karşılaştırmaları yapılmıştır. A renginde olduğu gibi bu rengin çalışmalarında da pH=10 ortamında yapılan boyamaların pH=12,5’a göre, işletmede fanlı kurutmada yapılan kurutmaların laboratuvar da yapılan kurutmalara göre daha koyu olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan denemelerin yıkama ve kurutma yerleri değiştirilerek oluşan sonuçları Şekil 4.9’da, spektrofotometrik ölçüm sonuçları ise Çizelge 4.11’de gösterilmiştir.



Şekil 4.9. İşletme Reçetesinin pH=10 Ortamında Boyama Sonrası Yıkama ve Kurutma Yeri Sonuçları (B Rengi)

Çizelge 4.11. İşletme Reçetesinin Laboratuvar Ortamında (pH=10) Boyanması Sonucu Oluşan Renklerin Spektrofotometrik Ölçüm Sonuçları (B Rengi)

| Referans Numune-DENEME-9  | L*    | a*   | b*   | C*   | H      |      |             |
|---------------------------|-------|------|------|------|--------|------|-------------|
| D65                       | 16,47 | 0,77 | 8,84 | 8,88 | 274,98 |      |             |
| Karşılaştırılan Numuneler | DL*   | Da*  | Db*  | Dc*  | DH*    | DE   | KALIR/GEÇER |
| DENEME 9 - 10             | 1,7   | 0,29 | 0,76 | 0,72 | 0,37   | 1,81 | KALIR       |
| DENEME 9 - 11             | 1,93  | 0,27 | 1,01 | 0,98 | 0,38   | 2,1  | KALIR       |
| DENEME 9 - 12             | 1,36  | 0,24 | 0,97 | 0,94 | 0,34   | 1,61 | KALIR       |

Laboratuvar ve işletme reçeteleriyle yapılan denemeler sonucunda ortaya çıkan sonuçlar ve belirlenen şartlar doğrultusunda laboratuvarında pH=10'a ayarlama yapılarak hazırlanan boyar madde flotteleri fulardlama işleminden geçirilip, yıkama ve kurutma yerleri değiştirilerek ortaya çıkan çalışmalar doğrultusunda boyanan 5 farklı reçete denemesinden 17 nolu denemenin gözle ve spektrofotometrik ölçümler sonucunda referans renge yakın olduğu saptanmıştır. Yeni oluşan reçete ile boyanan rengin, mevcut laboratuvar reçetesiyle boyanan rengi ve aynı laboratuvar reçetesinin işletme ortamında boyanması sonucu oluşan rengin karşılaştırılması Şekil 4.10'da gösterilmiştir. Bu durum göz önüne alındığında mevcut reçeteden daha düşük boyar madde gramajına sahip olmasına rağmen rengin daha koyu ve derin olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.10. Eski ve Yeni Laboratuvar ve İşletme Reçetesi Sonuçları (B Rengi)

Yapılan tüm çalışmalar sonrasında ortaya çıkan renkler referans ile değerlendirilip gerekli ölçümler yapıldıktan sonra en uygun rengi ifade eden boyama reçetesinin mevcut laboratuvar reçetesi ve işletme reçetesi ile kıyaslaması sonucunda yeni oluşturulan reçetenin eski reçeteye göre %10'luk bir değişim meydana getirdiği gözlemlenmiştir. Bu değişimi ve birbirleri arasındaki ilişkiyi gösteren ifade Çizelge 4.12'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.12. B Renginin Eski ve Yeni Reçetelerinin Karşılaştırılması

| Boyarmadde Adı            | İşletme Reçetesi (g/l) | Mevcut Laboratuvar Reçetesi (g/l) | İşletme – Laboratuvar Reçete Yüzde Değişim (%) | Yeni Laboratuvar Reçetesi (g/l) | İşletme-Yeni Laboratuvar Reçete Yüzde Değişim (%) |
|---------------------------|------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------|
| Remazol Ultra Yellow RGBN | 0,95                   | 1                                 | %5                                             | 1,1                             | %0                                                |
| Remazol Ultra Red RGB     | 8,4                    | 12                                | %30                                            | 10,5                            | %20                                               |
| Remazol Navy RGB %150     | 33,6                   | 45                                | %25                                            | 39                              | %14                                               |

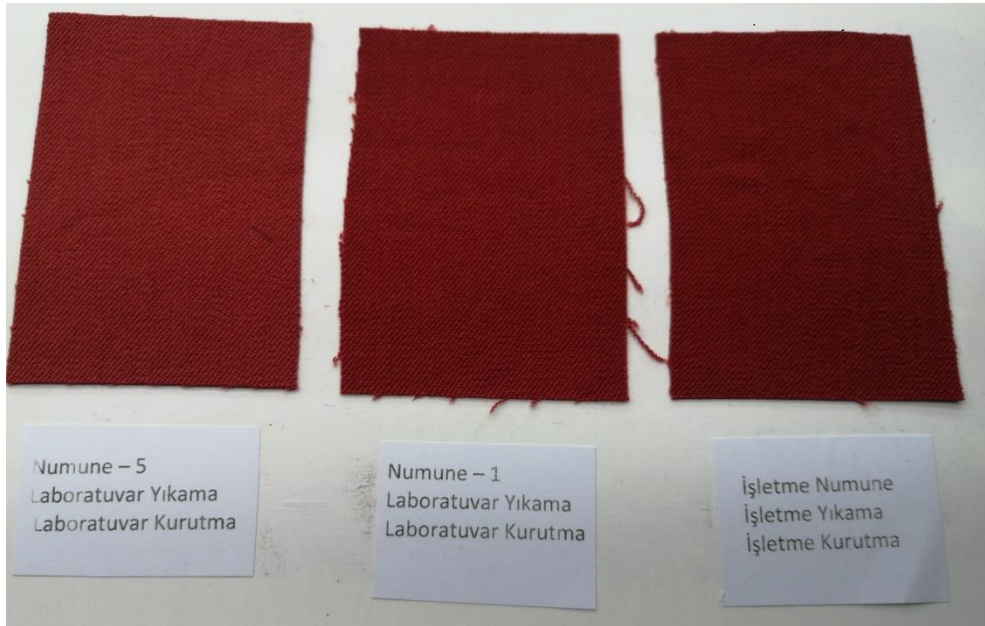
#### 4.3. C Renginin Denemeleri ve Sonuçları

C rengi için Çizelge 3.6'da verilen temel 12 deneme ile birlikte toplam 14 farklı proses şartında boyama işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu denemelerden 8 tanesi laboratuvar reçetesinin boyama sonrasında yıkama ve kurutma yerleri değiştirilerek yapılan, 4 tanesi işletme reçetesinin laboratuvarında yeni şartlarda boyanmasından sonra yıkama ve kurutma yerleri değiştirilerek yapılan, 2 tanesi ise yeni belirlenen koşullarda referans renge yaklaşmak için yapılan çalışmalardır.

Çizelge 4.13. C Rengine Ait Çalışmaların Spektrofotometrik Sonuçları

| C REÇETESİNE AİT ÇALIŞMANIN BİLGİLERİ |         |             |              |      |                      |                   |        |        |        |        |        |      |             |
|---------------------------------------|---------|-------------|--------------|------|----------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|------|-------------|
| Deneme                                | Reçete  | Yıkama Yeri | Kurutma Yeri | pH   | Fikse Sıcaklığı (°C) | Fikse Süresi (dk) | ΔL     | Δa     | Δb     | ΔC     | ΔH     | ΔE   | Geçer/Kalır |
| 1                                     | İŞLETME | LAB         | LAB          | 10   | 140                  | 10                | 3,53 D | 1,58 G | 1,7 B  | 2,3 D  | 0,4 R  | 2,11 | KALIR       |
| 2                                     | İŞLETME | LAB         | İŞLETME      | 10   | 140                  | 10                | 3,94 D | 2,4 G  | 2,62 B | 3,51 D | 0,67 R | 2,55 | KALIR       |
| 3                                     | İŞLETME | İŞLETME     | İŞLETME      | 10   | 140                  | 10                | 2,1 D  | 1,24 G | 1,73 B | 2,02 D | 0,66 R | 1,48 | KALIR       |
| 4                                     | İŞLETME | İŞLETME     | LAB          | 10   | 140                  | 10                | 0,31 D | 0,15 G | 1,01 B | 0,72 D | 0,72 R | 0,67 | KALIR       |
| 5                                     | LAB     | LAB         | LAB          | 12,5 | 140                  | 10                | 1,31 L | 1,49 G | 1,98 B | 2,38 D | 0,72 R | 1,3  | KALIR       |
| 6                                     | LAB     | LAB         | İŞLETME      | 12,5 | 140                  | 10                | 0,19 D | 1,32 G | 1,59 B | 2,01 D | 0,49 R | 0,9  | KALIR       |
| 7                                     | LAB     | İŞLETME     | İŞLETME      | 12,5 | 140                  | 10                | 0,98 D | 2,86 G | 2,91 B | 4,03 D | 0,64 R | 1,75 | KALIR       |
| 8                                     | LAB     | İŞLETME     | LAB          | 12,5 | 140                  | 10                | 0,97 D | 1,46 G | 1,6 B  | 1,98 D | 0,22 R | 0,95 | KALIR       |
| 9                                     | LAB     | LAB         | LAB          | 10   | 140                  | 10                | 1,27 L | 0,77 R | 0,43 B | 0,37 B | 0,81 R | 0,94 | KALIR       |
| 10                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 10   | 140                  | 10                | 1,38 L | 0,41 R | 0,79 B | 0,14 D | 0,88 R | 1,02 | KALIR       |
| 11                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 10   | 140                  | 10                | 0,78 L | 0,42 G | 1,61 B | 1,28 D | 1,05 R | 1,08 | KALIR       |
| 12                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 10   | 140                  | 10                | 0,46 D | 0,40 R | 0,46 B | 0,05 B | 0,61 R | 0,55 | GEÇER       |
| 13                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 10   | 140                  | 7                 | 0,58 L | 0,70 R | 0,53 Y | 0,88 B | 0,01   | 0,46 | GEÇER       |
| 14                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 10   | 140                  | 10                | 0,40 L | 1,18 R | 1,2 Y  | 1,74 B | 0,35 Y | 0,77 | KALIR       |

İşletmede boyaması aktif olarak devam eden bir renk olduğundan dolayı öncelikli olarak laboratuvar reçetesinin laboratuvar ortamında pH=10 ve pH=12,5 koşullarında boyamaları yapılmıştır. Aynı zamanda laboratuvar reçetesinin işletme şartlarında, reçetede boyar maddelerin gramajlarında herhangi bir değişiklik yapılmadan boyaması gerçekleştirilmiştir. Bu boyamalar sonrasında aynı reçetenin farklı boyama yerleri ve farklı boyama şartları altında ortaya çıkan renkleri Şekil 4.11’de gösterilmiştir. Aynı zamanda çıkan bu renklerin referans renk ile yapılan spektrofotometrik ölçüm sonuçları Çizelge 4.14’te gösterilmiştir.



Şekil 4.11. pH=10 ve pH=12,5 Ortamında İşletmede ve Laboratuvarda Boyanan Kumaşlar (C Rengi)

Çizelge 4.14. pH=10 ve pH=12,5 Ortamında Boyanan Kumaşların Spektrofotometrik Ölçüm Sonuçları (C Rengi)

| Referans Numune<br>5 NOLU DENEME | L*    | a*   | b*    | C*    | h*    |      |             |
|----------------------------------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------------|
| D65                              | 36,56 | 36,9 | 17,43 | 40,81 | 25,28 |      |             |
| Karşılaştırılan<br>Numuneler     | DL*   | Da*  | Db*   | DC*   | DH*   | De   | KALIR/GEÇER |
| DENEME 5 -1                      | 5,8   | 0,91 | 0,31  | 0,68  | 0,68  | 3,24 | KALIR       |

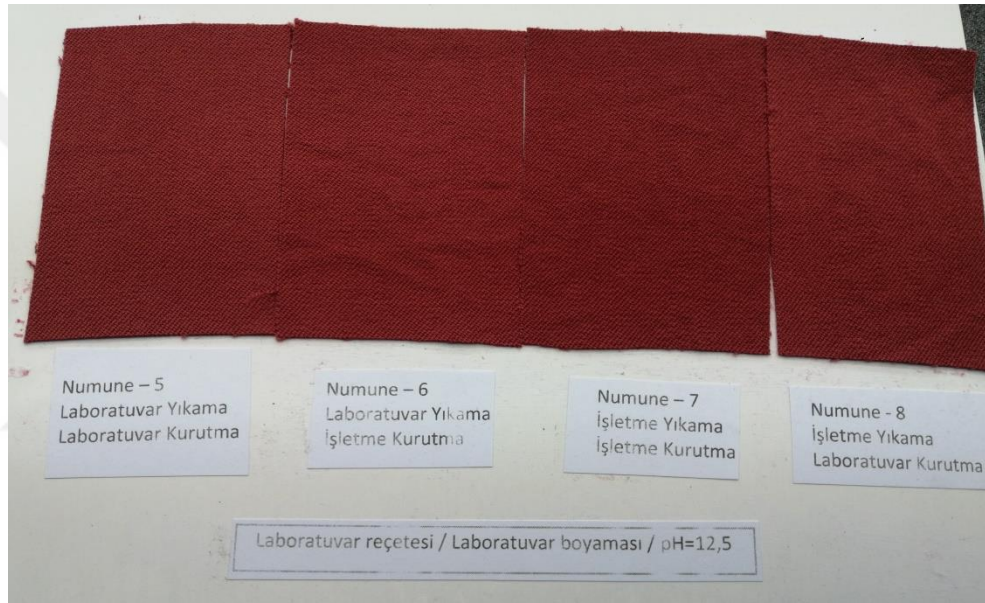
Yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlara göre, laboratuvar reçetesinin işletme şartlarında değişiklik yapılmadan boyanması sonucunda rengin referans renge göre daha koyu olduğu görülmüştür. Aynı reçeteye ait pH=10 ve pH=12,5 ortamında yapılan boyamaların farklı yıkama ve kurutma şartlarında ortaya çıkan renkleri Deneme 1-2-3-4 için Şekil 4.12.'de ve Deneme 5-6-7-8 için Şekil 4.13.'te gösterilmiştir.



Şekil 4.12. Laboratuvar Reçetesinin pH=10 Ortamında Boyama Sonrası Farklı Yıkama ve Kurutma Yeri Sonuçları (C Rengi)

Çizelge 4.15. Laboratuvar Reçetesinin Laboratuvar Ortamında (pH=10) Boyanması Sonucu Oluşan Renklerin Spektrofotometrik Ölçüm Sonuçları (C Rengi)

| Referans Numune -<br>DENEME-1 | L*    | a*    | b*    | C*    | H     |       |             |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|
| D65                           | 30,95 | 36,77 | 18,38 | 41,11 | 26,56 |       |             |
| Karşılaştırılan<br>Numuneler  | DL*   | Da*   | Db*   | Dc*   | DH*   | DEcmc | KALIR/GEÇER |
| DENEME 1 - 2                  | 0,16  | 1,02  | 0,69  | 1,22  | 0,16  | 0,55  | KALIR       |
| DENEME 1 - 3                  | 1,5   | 0,63  | 0,2   | 0,47  | 0,46  | 1     | KALIR       |
| DENEME 1 - 4                  | 3,31  | 1,63  | 0,08  | 1,43  | 0,78  | 2,2   | KALIR       |

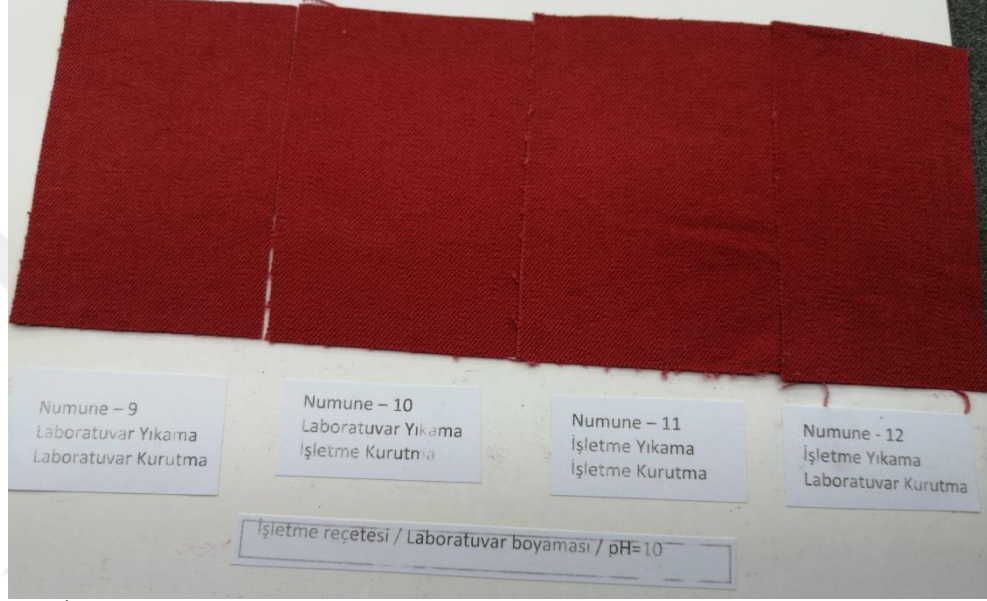


Şekil 4.13. Laboratuvar Reçetesinin pH=12,5 Ortamında Boyama Sonrası Farklı Yıkama ve Kurutma Yeri Sonuçları (C Rengi)

Çizelge 4.16. Laboratuvar Reçetesinin Laboratuvar Ortamında (pH=12,5) Boyanması Sonucu Oluşan Renklerin Spektrofotometrik Ölçüm Sonuçları (C Rengi)

| Referans Numune -<br>DENEME-5 | L*    | a*    | b*    | C*    | H     |      |             |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------------|
| D65                           | 36,66 | 36,96 | 17,53 | 40,91 | 25,38 |      |             |
| Karşılaştırılan<br>Numuneler  | DL*   | Da*   | Db*   | Dc*   | DH*   | DE   | KALIR/GEÇER |
| DENEME 5 - 6                  | 2,15  | 0,58  | 0,89  | 0,91  | 0,55  | 1,31 | KALIR       |
| DENEME 5 - 7                  | 2,61  | 0,16  | 0,82  | 0,51  | 0,67  | 1,54 | KALIR       |
| DENEME 5 - 8                  | 2,93  | 0,43  | 1,16  | 0,9   | 0,85  | 1,78 | KALIR       |

Yukarıda Şekil 4.12. ve Şekil 4.13.'te gösterilen renklerin kendi arasında ve birbirleriyle karşılaştırmaları yapılmıştır. Çalışma kapsamında denemeleri yürütülen A ve B renklerinde de olduğu gibi pH=10 ortamında boyanan rengin pH=12,5 ortamında boyanan renge göre koyu olduğu, işletmede kurutma işlemi yapılan rengin laboratuvar ortamında kurutma işlemi yapılan renge göre koyu olduğu bu renkte de görülmüştür. Yapılan denemelerin yıkama ve kurutma yerleri değiştirilerek ortaya çıkan sonuçları Şekil 4.14'de, spektrofotometrik ölçüm sonuçları ise Çizelge 4.17'de gösterilmiştir.



Şekil 4.14. İşletme Reçetesinin pH=10 Ortamında Boyama Sonrası Farklı Yıkama ve Kurutma Yeri Sonuçları (C Rengi)

Çizelge 4.17. İşletme Reçetesinin Laboratuvar Ortamında (pH=10) Boyanması Sonucu Oluşan Renklerin Spektrofotometrik Ölçüm Sonuçları (C Rengi)

| Referans Numune-<br>DENEME-9 | L*    | a*    | b*    | C*    | H     |      |             |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------------|
| D65                          | 36,03 | 39,13 | 18,39 | 43,24 | 25,18 |      |             |
| Karşılaştırılan<br>Numuneler | DL*   | Da*   | Db*   | Dc*   | DH*   | DE   | KALIR/GEÇER |
| DENEME 9 - 10                | 0,04  | 0,01  | 0,07  | 0,03  | 0,07  | 0,05 | GEÇER       |
| DENEME 9 - 11                | 0,56  | 0,4   | 0,08  | 0,4   | 0,09  | 0,36 | GEÇER       |
| DENEME 9 - 12                | 1,98  | 0,6   | 0,07  | 0,51  | 0,32  | 1,15 | KALIR       |

Laboratuvar ve işletme reçeteleriyle yapılan çalışmalar sonucunda ortaya çıkan sonuçlar ve belirlenen parametreler doğrultusunda laboratuvar ortamında pH=10'a ayarlama yapılarak hazırlanan boyar madde banyoları fulardlama işleminden sonra yıkama ve kurutma yerlerinde değişiklikler yapılarak ortaya çıkan denemeler sonucunda boyanan 2 farklı çalışmadan 13 nolu denemenin gözle ve spektrofotometrik ölçümler sonrasında referans renge yakın olduğu gözlemlenmiştir. Yeni oluşan reçete ile boyanan rengin, mevcut laboratuvar reçetesiyle boyanan rengi ve aynı laboratuvar reçetesinin işletme şartlarında boyanması sonucu oluşan renklerin kıyaslaması Şekil 4.15'de gösterilmiştir. Bu durum göz önüne alındığında mevcut laboratuvar reçetesinden daha düşük boyar madde gramajına sahip reçetenin renginin daha koyu olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4.15. Eski ve Yeni Laboratuvar ve İşletme Reçetesi Sonuçları (C Rengi)

Uygulanan 14 farklı boyama işlemi ile elde edilen sonuçlar doğrultusunda referans renge göre en yakın rengi ifade eden reçetenin, mevcut laboratuvar reçetesinin işletmeye geçiş yapıldığı takdirde yaklaşık %29'luk bir değişim olduğu ancak yeni oluşturulan reçete kapsamında bir boyada %14, diğer iki boyada ise %9'luk değişim olduğu saptanmıştır. Bu da eski ve yeni reçete arasında yaklaşık %20'lik bir fark olduğunu göstermektedir. Bütün bu ifadeler ve değişimler Çizelge 4.18'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.18. C Renginin Eski ve Yeni Reçetelerinin Karşılaştırılması

| Boyarmadde Adı            | İşletme Reçetesi (g/l) | Mevcut Laboratuvar Reçetesi (g/l) | İşletme – Laboratuvar Reçete Yüzde Değişim (%) | Yeni Laboratuvar Reçetesi (g/l) | İşletme-Yeni Laboratuvar Reçete Yüzde Değişim (%) |
|---------------------------|------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------|
| Remazol Ultra Yellow RGBN | 3,55                   | 5                                 | %29                                            | 4,1                             | %14                                               |
| Remazol Ultra Carmin RGB  | 11,11                  | 15,6                              | %29                                            | 12,2                            | %9                                                |
| Levafix Blue CA           | 0,71                   | 1                                 | %29                                            | 0,78                            | %9                                                |

#### 4.4. D Renginin Denemeleri ve Sonuçları

D rengi için diğer 3 renkten farklı bir yol izlenerek çalışmalar yapılmıştır. Bu renkte daha önce tez kapsamında belirlenen materyal kumaş ile işletmede herhangi bir boyama gerçekleştirilmemiş olduğundan dolayı öncelikle laboratuvar ortamında referans renge uygun renk çalışması yapılarak başlanılmıştır. Bu çalışmalar kapsamında, laboratuvar ortamında boyama işlemleri gerçekleştirildikten sonra yıkama yeri, kurutma yeri, fiksasyon süresi ve fiksasyon sıcaklığında değişiklikler yapılarak toplam 39 deneme yapılmıştır. Bu denemelerin içerisinde referans renge gözle ve spektrofotometrik ölçümler sonucunda en yakın rengin 32 nolu deneme olduğu gözlemlenmiştir. Ve pH=10 şartlarında laboratuvar reçetesi oluşturulmuştur.

Çalışmanın devamında pH=12,5 şartlarında laboratuvar rengini belirlemek için çalışmalar başlatılmıştır. pH=10'da ki rengin reçetesi baz alınarak 7 adet deneme yapılmıştır. Bu denemelerden boyar madde gramajları üzerinde değişiklikler yapılarak referans renge en yakın rengin oluşturulması hedeflenmiştir. Bu kapsamda yapılan denemelerden 39 nolu denemenin gözle ve spektrofotometrik ölçümler sonucunda referans renge en yakın renk olduğu gözlemlenmiştir.

Hem pH=10, hem de pH=12,5 şartlarında belirlenen numune kumaş kullanılarak laboratuvar ortamında reçeteler belirlenmiştir. Belirlenen bu reçetelerden sonra işletme reçetesinin belirlenebilmesi için işletme koşullarında boyama çalışmaları başlatılmıştır.

Laboratuvar ortamında hem pH=10, hem de pH=12,5 ortamında belirlenen reçetelerin işletme ortamında aynı anda boyamaları gerçekleştirilmiştir. Bu boyamalar esnasında boya ve kimyasal ayrı ayrı hazırlandıktan sonra her ikisinin de pH'ına bakılıp, sonrasında boya ve kimyasal birbirleriyle birleştirilip, karıştırıldıktan sonra boya teknesine sevk edilip boyamaları gerçekleştirilmiştir. Bu boyamalar sonunda her 2 reçetenin de boyama sonucu ortaya çıkan renkleri Şekil 4.16'da, birbirleriyle ve referansla olan spektrofotometrik ölçümleri Çizelge 4.19'da gösterilmiştir.

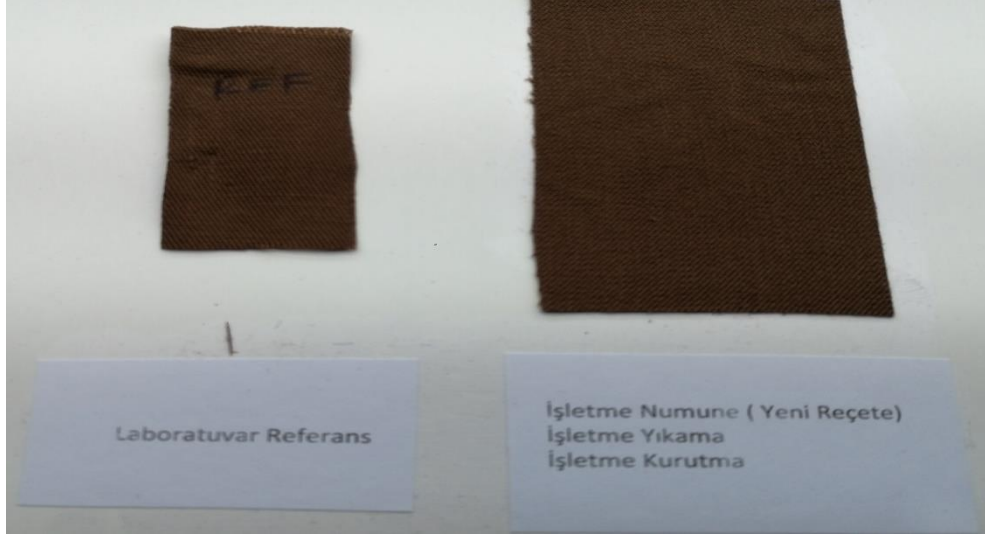


Şekil 4.16. Eski ve Yeni Reçetelerin İşletme Sonuçları (D Rengi)

Çizelge 4.19. Eski ve Yeni Reçetenin Referans ile Spektrofotometrik Ölçüm Sonuçları (D Rengi)

| Referans Numune           | L*    | a*    | b*    | C*    | h*    |      |             |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------------|
| D65                       | 34,05 | 10,04 | 13,96 | 17,19 | 54,25 |      |             |
| Karşılaştırılan Numuneler | DL*   | Da*   | Db*   | DC*   | DH*   | De   | KALIR/GEÇER |
| REF - pH=12,5             | 5,5   | 0,19  | 0,79  | 0,75  | 0,32  | 3,24 | KALIR       |
| REF - pH=10               | 3,91  | 0,48  | 0,44  | 0,63  | 0,13  | 2,29 | KALIR       |

Bu renkler baz alınarak referans renge yaklaşmak için boyar madde gramajlarında değişiklikler yapılarak işletme ortamında 4 boyama işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu boyamaların arasında 6 nolu denemenin gözle ve spektrofotometrik ölçümler kontrol edildiğinde referans göre en yakın renk olduğu gözlemlenmiştir. Bu rengin referans renk ile olan karşılaştırması Şekil 4.17’de, spektrofotometrik ölçümü ise Çizelge 4.20’de gösterilmiştir.



Şekil 4.17. Yeni İşletme Renginin Referans ile Karşılaştırılması

Çizelge 4.20. İşletmede Boyanan Reçetenin Referans Renk ile Spektrofotometrik Ölçüm Sonucu (D Rengi)

| Referans Numune           | L*    | a*    | b*    | C*   | h*    |      |             |
|---------------------------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------------|
| D65                       | 34,02 | 10,05 | 14,08 | 17,3 | 54,47 |      |             |
| Karşılaştırılan Numuneler | DL*   | Da*   | Db*   | DC*  | DH*   | De   | KALIR/GEÇER |
| REF - İŞLETME/6           | 0,08  | 0,34  | 0,36  | 0,49 | 0,07  | 0,34 | KALIR       |

Diğer renklerden yapılan çalışmanın aksine bu renkte laboratuvara ait olan 2 reçete ile işletme reçetesinin oluşturulması için öncelikli çalışmalar yapılmıştır. Reçetelerin belirlenmesiyle beraber Çizelge 3.6’da belirtilen 12 temel denemenin çalışmaları başlatılmıştır.

Bu denemelerden 8 tanesi laboratuvar reçetesinin boyama sonrasında yıkama ve kurutma yerleri değiştirilerek yapılan, 4 tanesi ise işletme reçetesinin laboratuvar ortamında yeni şartlarda boyanmasından sonra yıkama ve kurutma yerleri değiştirilerek yapılan çalışmalardır.

Laboratuvara ait olan orijinal reçetenin laboratuvar ortamında pH=10 ve pH=12,5 şartlarında, işletmede ise kendi şartlarında boyamaları gerçekleştirilmiştir. Bu boyamaların akabinde aynı reçetenin farklı boyama yerleri ve aynı boyama yerindeki farklı şartlarda yapılan denemelerin sonuçları Şekil 4.18’de gösterilmiştir. Aynı zamanda çıkan bu renklerin referans renk ile yapılan spektrofotometrik ölçüm sonuçları Çizelge 4.21’de gösterilmiştir.

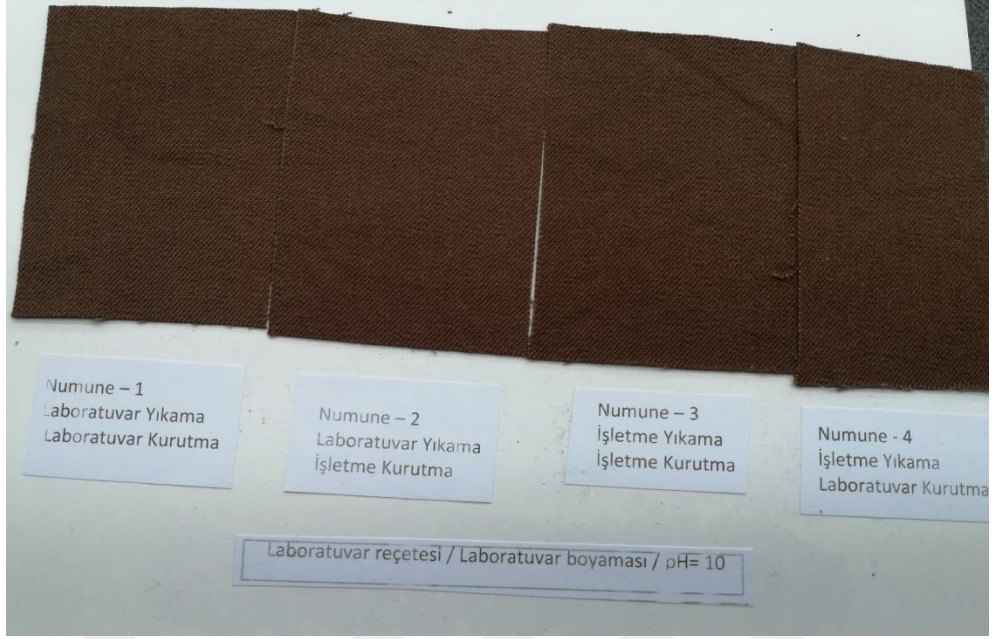


Şekil 4.18. pH=10 ve pH=12,5 Ortamında İşletmede ve Laboratuvarda Boyanan Kumaşlar (D Rengi)

Çizelge 4.21. pH=10 ve pH=12,5 Ortamında Boyanan Kumaşların Spektrofotometrik Ölçüm Sonucu (D Rengi)

| Referans Numune<br>5 NOLU DENEME | L*    | a*   | b*    | C*    | h*    |    |             |
|----------------------------------|-------|------|-------|-------|-------|----|-------------|
| D65                              | 35,11 | 10,2 | 14,29 | 17,56 | 54,48 |    |             |
| Karşılaştırılan<br>Numuneler     | DL*   | Da*  | Db*   | DC*   | DH*   | De | KALIR/GEÇER |
| DENEME 5 -1                      | 2,76  | 0,62 | 0,38  | 0,06  | 0,72  | 2  | KALIR       |

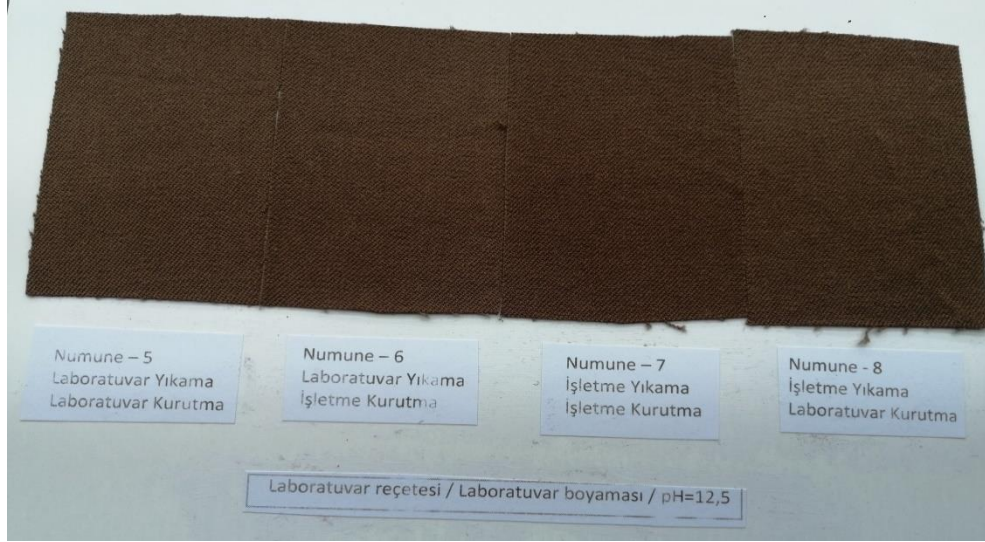
Yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen verilere göre, laboratuvar reçetesinin işletme ortamında değişiklik yapılmadan boyanması sonucunda elde edilen rengin referans renge göre daha koyu olduğu gözlemlenmiştir. Aynı reçetenin pH=10 ve pH=12,5 ortamında yapılan boyamalarının farklı yıkama ve kurutma şartlarında elde edilen renkleri deneme 1-2-3-4 için Şekil 4.19’da, deneme 5-6-7-8 için ise Şekil 4.20’de gösterilmiştir.



Şekil 4.19. Laboratuvar Reçetesinin pH=10 Ortamında Boyama Sonrası Farklı Yıkama ve Kurutma Yeri Sonuçları (D Rengi)

Çizelge 4.22. Laboratuvar Reçetesinin Laboratuvar Ortamında (pH=10) Boyanması Sonucu Oluşan Renklerin Spektrofotometrik Ölçüm Sonuçları (D Rengi)

| Referans Numune-<br>DENEME-1 | L*    | a*    | b*    | C*    | H     |      |             |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------------|
| D65                          | 35,01 | 10,27 | 14,22 | 17,54 | 54,15 |      |             |
| Karşılaştırılan<br>Numuneler | DL*   | Da*   | Db*   | Dc*   | DH*   | DE   | KALIR/GEÇER |
| DENEME 1 - 2                 | 0,74  | 0,12  | 0,12  | 0,17  | 0,02  | 0,45 | GEÇER       |
| DENEME 1 - 3                 | 0,18  | 0     | 0,05  | 0,04  | 0,03  | 0,12 | GEÇER       |
| DENEME 1 - 4                 | 0,39  | 0,62  | 0,2   | 0,54  | 0,37  | 0,74 | SINIRDA     |

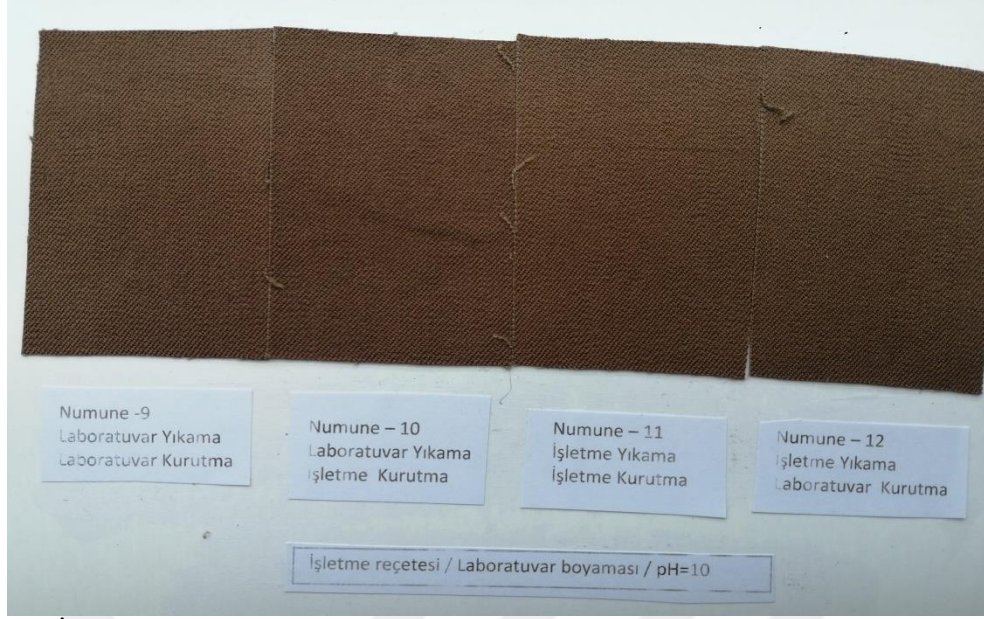


Şekil 4.20. Laboratuvar Reçetesinin pH=12,5 Ortamında Boyama Sonrası Farklı Yıkama ve Kurutma Yeri Sonuçları (D Rengi)

Çizelge 4.23. Laboratuvar Reçetesinin Laboratuvar Ortamında (pH=12,5) Boyanması Sonucu Oluşan Renklerin Spektrofotometrik Ölçüm Sonuçları (D Rengi)

| Referans Numune-DENEME-5  | L*    | a*    | b*    | C*    | H     |      |             |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------------|
| D65                       | 35,01 | 10,27 | 14,22 | 17,54 | 54,15 |      |             |
| Karşılaştırılan Numuneler | DL*   | Da*   | Db*   | Dc*   | DH*   | DE   | KALIR/GEÇER |
| DENEME 5 - 6              | 0,95  | 0,14  | 0,15  | 0,2   | 0,02  | 0,55 | GEÇER       |
| DENEME 5 - 7              | 2,5   | 0,53  | 0,62  | 0,81  | 0,07  | 1,51 | KALIR       |
| DENEME 5 - 8              | 1,12  | 0,38  | 0,71  | 0,79  | 0,1   | 0,83 | KALIR       |

Yukarıda Şekil 4.19 ve Şekil 4.20’de gösterilen renklerin kendi arasında ve birbirleriyle kıyaslaması yapılmıştır. Kendi içerisinde yapılan kıyaslama da laboratuvar ortamında yıkama yapıldıktan sonra işletme ortamında kurutma yapılan 2 nolu(Şekil 4.19.) denemenin renginin diğerlerine göre daha koyu olduğu gözlemlenmiştir. İşletme şartlarında fanlı kurutucular vasıtasıyla yapılan kurutmalarda kumaşın atkı ve çözgü yönünden maksimum toplanmaya maruz kalmasından dolayı rengin diğerlerine nazaran daha koyu olduğu saptanmıştır. Çizelge 3.6’da belirtildiği gibi laboratuvar reçetelerinde yapılan işlemin ardından, işletme reçetesinin de laboratuvar ortamında pH=10 şartlarında ayarlama yapılarak boyamalar gerçekleştirilmiştir. Laboratuvar reçetesine göre boyar madde gramajları %35-40 azaltılmış olmasına rağmen, gerçekleştirilen boyamalar sonucunda referans renge göre gerçekleştirilen spektrofotometrik ölçümlerde değişiklik yapılan kadar renklerin açık olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan denemelerin yıkama ve kurutma yerleri değiştirilerek ortaya çıkan sonuçları Şekil 4.21’de, spektrofotometrik ölçümleri Çizelge 4.24’de gösterilmiştir.



Şekil 4.21. İşletme Reçetesinin pH=10 Ortamında Boyama Sonrası Farklı Yıkama ve Kurutma Yeri Sonuçları (D Rengi)

Çizelge 4.24. İşletme Reçetesinin Laboratuvar Ortamında (pH=10) Boyanması Sonucu Oluşan Renklerin Spektrofotometrik Ölçüm Sonuçları (D Rengi)

| Referans Numune<br>DENEME -9 | L*    | a*    | b*    | C*    | H     |      |             |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------------|
| D65                          | 38,71 | 10,73 | 13,91 | 17,57 | 52,35 |      |             |
| Karşılaştırılan<br>Numuneler | DL*   | Da*   | Db*   | Dc*   | DH*   | DE   | KALIR/GEÇER |
| DENEME 9 - 10                | 0,47  | 0,27  | 0,17  | 0,02  | 0,32  | 0,59 | GEÇER       |
| DENEME 9 - 11                | 0,07  | 0,34  | 0,88  | 0,51  | 0,8   | 1,38 | KALIR       |
| DENEME 9 - 12                | 0,25  | 0,02  | 0,68  | 0,55  | 0,39  | 0,76 | SINIRDA     |

Yeni belirlenen şartlar doğrultusunda oluşturulan 20 nolu deneme, mevcut laboratuvar reçetesinin pH=10 ve pH=12,5 şartlarındaki boyama sonuçları ile ortaya çıkan renklerin referans renge göre karşılaştırılması Şekil 4.22’de gösterilmiştir.



Şekil 4.22. Eski ve Yeni Laboratuvar Reçetelerinin Farklı pH Ortamındaki Renkleri (D Rengi)

Yapılan çalışmalar kapsamında, 3 farklı reçetenin boyar madde gramajları ve bu reçeteler arasındaki yüzdelik değişim Çizelge 4.25’de gösterilmiştir. Referans renge göre yapılan çalışmaların spektrofotometrik sonuçları ise Çizelge 4.26’ da gösterilmiştir.

Çizelge 4.25. D Renginin Eski ve Yeni Reçetelerinin Karşılaştırılması

| Boyarmadde Adı            | İşletme Reçetesi (g/l) | Mevcut Laboratuvar Reçetesi (g/l) | İşletme – Laboratuvar Reçete Yüzde Değişim (%) | Yeni Laboratuvar Reçetesi (g/l) | İşletme-Yeni Laboratuvar Reçete Yüzde Değişim (%) |
|---------------------------|------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------|
| Remazol Ultra Yellow RGBN | 9                      | 15                                | %40                                            | 13,85                           | %35                                               |
| Remazol Ultra Red RGB     | 2,78                   | 4,6                               | %40                                            | 4,14                            | %33                                               |
| Levafix Blue CA           | 5,08                   | 7,7                               | %35                                            | 7,5                             | %33                                               |

Çizelge 4.26. D Rengine Ait Çalışmaların Spektrofotometrik Sonuçları

| D REÇETESİNE AİT ÇALIŞMANIN BİLGİLERİ |         |             |              |      |                      |                   |        |        |        |        |        |        |             |
|---------------------------------------|---------|-------------|--------------|------|----------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------|
| Deneme                                | Reçete  | Yıkama Yeri | Kurutma Yeri | pH   | Fikse Sıcaklığı (°C) | Fikse Süresi (dk) | ΔL     | Δa     | Δb     | ΔC     | ΔH     | ΔE     | Geçer/Kalır |
| 1                                     | LAB     | LAB         | LAB          | 10   | 140                  | 7                 | 1,80 D | 0,72 R | 0,55 B | 0,01   | 0,91 R | 1,72   | KALIR       |
| 2                                     | LAB     | LAB         | İŞLETME      | 10   | 140                  | 7                 | 1,02 D | 0,78 R | 0,33 B | 0,22 B | 0,82 R | 1,4    | KALIR       |
| 3                                     | LAB     | İŞLETME     | İŞLETME      | 10   | 140                  | 7                 | 1,24 D | 0,52 R | 0,52 B | 0,10 D | 0,73 R | 1,33   | KALIR       |
| 4                                     | LAB     | İŞLETME     | LAB          | 10   | 140                  | 7                 | 2,15 D | 1,18 R | 0,43 B | 0,40 B | 1,19 R | 2,21   | KALIR       |
| 5                                     | LAB     | LAB         | LAB          | 12,5 | 140                  | 7                 | 0,74 L | 0,07 R | 0,50 B | 0,35 D | 0,3 R  | 0,72   | SINIRDA     |
| 6                                     | LAB     | LAB         | İŞLETME      | 12,5 | 140                  | 7                 | 0,5 D  | 0,10 R | 0,40 B | 0,26 D | 0,32 R | 0,55   | GEÇER       |
| 7                                     | LAB     | İŞLETME     | İŞLETME      | 12,5 | 140                  | 7                 | 2,23 D | 0,43 R | 0,19 Y | 0,42 B | 0,23 R | 1,31   | KALIR       |
| 8                                     | LAB     | İŞLETME     | LAB          | 12,5 | 140                  | 7                 | 0,48 D | 0,27 R | 2,71   | 0,40 B | 0,29 R | 0,57   | GEÇER       |
| 9                                     | İŞLETME | LAB         | LAB          | 10   | 140                  | 7                 | 5,50 L | 0,33 R | 0,77 B | 0,41 D | 0,73 R | 3,26   | KALIR       |
| 10                                    | İŞLETME | LAB         | İŞLETME      | 10   | 140                  | 7                 | 3,73 L | 0,26 R | 0,60 B | 0,31 D | 0,57 R | 2,26   | KALIR       |
| 11                                    | İŞLETME | İŞLETME     | İŞLETME      | 10   | 140                  | 7                 | 4,82 L | 0,39 R | 0,07 Y | 0,29 B | 0,27 R | 2,71   | KALIR       |
| 12                                    | İŞLETME | İŞLETME     | LAB          | 10   | 140                  | 7                 | 5,31 L | 0,03 G | 0,53 B | 0,44 D | 0,30 R | 2,9    | KALIR       |
| 13                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 10   | 140                  | 7                 | 3,52 D | 1,4 R  | 1,37 Y | 2,26 B | 0,70 R | 2,6    | KALIR       |
| 14                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 10   | 140                  | 7                 | 1,34 D | 2,05 R | 1,50 Y | 2,44 B | 0,72 R | 1,94   | KALIR       |
| 15                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 10   | 140                  | 7                 | 1,25 D | 1,79 R | 2,13 Y | 2,78 B | 0,16 R | 1,77   | KALIR       |
| 16                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 10   | 140                  | 7                 | 1,65 D | 1,84 R | 1,97 Y | 2,69 B | 0,30 R | 1,86   | KALIR       |
| 17                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 10   | 140                  | 7                 | 4,32 L | 1,75 R | 3,87 Y | 4,17 B | 0,82 Y | 3,64   | KALIR       |
| 18                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 10   | 140                  | 7                 | 1,76 L | 1,75 R | 1,76 Y | 2,46 B | 0,33 R | 1,81   | KALIR       |
| 19                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 10   | 140                  | 7                 | 0,16 L | 2,27 R | 1,89 Y | 2,87 B | 0,66 R | 1,96   | KALIR       |
| 20                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 10   | 140                  | 7                 | 0,41 D | 0,70 R | 0,39 Y | 0,74 B | 0,32 R | 0,7    | GEÇER       |
| 21                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 10   | 140                  | 7                 | 2,07 D | 0,80 R | 0,05 Y | 0,53 B | 0,60 R | 1,51   | KALIR       |
| 22                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 10   | 140                  | 7                 | 2,39 D | 0,38R  | 0,40 Y | 0,55 B | 0,07 R | 1,37   | KALIR       |
| 23                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 10   | 140                  | 7                 | 2,04 D | 0,45 R | 0,57 Y | 0,72 B | 0,03 R | 1,21   | KALIR       |
| 24                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 10   | 140                  | 7                 | 3,08 D | 0,60 R | 0,59 Y | 0,83 B | 0,13 R | 1,79   | KALIR       |
| 25                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 10   | 140                  | 7                 | 2,26 D | 1,59 R | 0,96 Y | 1,73 B | 0,68 R | 1,92   | KALIR       |
| 26                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 10   | 140                  | 10                | 3,55 D | 1,42 R | 0,66 Y | 1,38 B | 0,73 R | 2,41   | KALIR       |
| 27                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 10   | 125                  | 7                 | 2,35 D | 1,54 R | 0,76 Y | 1,55 B | 0,76 R | 1,98   | KALIR       |
| 28                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 10   | 125                  | 10                | 3,37 D | 1,63 R | 0,65 Y | 1,51 B | 0,89 R | 2,49   | KALIR       |
| 29                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 10   | 140                  | 7                 | 0,84 D | 0,38 R | 0,73 Y | 0,81 B | 0,14 Y | 0,7    | SINRDA      |
| 30                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 10   | 140                  | 10                | 0,84 L | 0,08 R | 1,31 Y | 1,11 B | 0,71 Y | 1,35   | KALIR       |
| 31                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 10   | 140                  | 7                 | 0,41 D | 0,03 R | 0,40 B | 0,30 D | 0,27 R | 0,51 R | GEÇER       |
| 32                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 10   | 140                  | 10                | 0,73 D | 0      | 0,36 B | 0,28 D | 0,21 R | 0,55   | GEÇER       |
| 33                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 12,5 | 140                  | 7                 | 2,25 D | 1,1 R  | 0,90 Y | 1,43 B | 0,40 R | 1,63   | KALIR       |
| 34                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 12,5 | 140                  | 7                 | 2,20 D | 1,23 R | 0,37 Y | 1,05 B | 0,75 R | 1,79   | KALIR       |
| 35                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 12,5 | 140                  | 7                 | 1,58 L | 0,58 G | 0,02   | 0,35 D | 0,46 Y | 1,15   | KALIR       |
| 36                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 12,5 | 140                  | 7                 | 1,10 L | 0,30 G | 0      | 0,18 D | 0,24 Y | 0,73   | KALIR       |
| 37                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 12,5 | 140                  | 7                 | 2,56 D | 1,5 R  | 0,53 Y | 1,24 B | 0,75 R | 1,97   | KALIR       |
| 38                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 12,5 | 140                  | 7                 | 3,54 D | 1,01 R | 0,51 B | 0,22 B | 1,11 R | 2,62   | KALIR       |
| 39                                    | LAB     | LAB         | LAB          | 12,5 | 140                  | 7                 | 0,28 D | 0,24 G | 0,68 B | 0,69 D | 0,21 R | 0,54   | GEÇER       |



## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışma kapsamında, laboratuvarda başlayan ve işletmede sona eren renk oluşum serüveninde, işletmedeki en büyük problemlerden birisi olan laboratuvar – işletme uyumunu incelemek ve laboratuvar tarafından hazırlanan reçetelerin, işletme kısmında uygulanması esnasında yapılan denemeleri ve bu süreçte kaybedilen zaman, işgücü ve boya/kimyasal tüketimini önlemek amacıyla gerekli düzeltmeleri yaparak aradaki farkı minimize etmek amaçlanmıştır.

Başka bir ifadeyle emdirme boyama metodunda laboratuvardan işletmeye renk geçişi yapılırken reçetedeki boyarmadde miktarındaki değişimin azaltılmasına yönelik yaklaşımlar geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Çalışma kapsamında, boyaması gerçekleştirilen 4 farklı rengin laboratuvar reçetesi ve işletme reçetesi farklı yıkama yeri (işletme ve laboratuvar yıkaması), farklı kurutma yeri (işletme ve laboratuvar kurutma), farklı pH değerlerinde (pH 10 ve 12,5) ve farklı fikse süreleri uygulanmış ve elde edilen renkler spektrofotometre cihazı yardımıyla karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar birlikte değerlendirilerek her renk için yeni reçete önerileri yapılmış, işletme ve laboratuvar reçeteleri arasındaki boyar madde miktarları arasındaki farklar belirli oranda düşürülebilmektedir.

Buna göre çalışma kapsamında uygulanan deneysel çalışmalar ile elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

- Laboratuvar ortamındaki boyama reçetesinden kostik tamamen çıkarılarak, pH değeri düşürülüp daha derin renkler elde edildiği görülmüştür.
- Hem laboratuvarda hem de işletmedeki kurutma işlemlerinde yaklaşık 4 dakika kurutma işlemi yapılmıştır. Ancak fanlı kurutmada serbest halde kuruması ve atkî-çözüden toplanmasından kaynaklı rengin koyu olduğu gözlemlenmiştir.
- Laboratuvardan alınan reçetenin işletmede değişiklik yapılmadan boyanması sonucu yaklaşık olarak %40 daha koyu renkler elde edilmiştir.
- İşletme boyama makinesindeki fulardan geçen kumaştan baskı silindirlerinden sonra parça alınıp laboratuvarda fikse edilmesiyle elde edilen renk, parçanın alındığı yerde işletmedeki makinenin kamerasından geçtikten sonra oluşan renk ile kıyaslandığında işletmedeki rengin daha koyu olduğu görülmüştür.
- İşletme şartlarındaki direk buharın, laboratuvardaki fikse makinesinin kendi ürettiği buhara göre renge etkisinin farklı olduğu gözlemlenmiştir.

Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde; emdirme boyama metodunda laboratuvar ortamından işletmeye renk geçiş serüveninde laboratuvar ortamındaki boyamalarda kostik kimyasalı tamamen çıkarılarak, alkalilik derecesi düşürülerek daha derin renkler elde edileceği görülmüştür. Elde edilen renkte boyar madde gramajı düştüğünden dolayı boyar madde ve kimyasal miktarında kazanç sağlanıp, hem de işletmede zaman kaybı, işçilik ve ham madde kazancı sağlandığı görülmüştür.

Ayrıca, çalışmanın yürütülmesi esnasında işletmede birkaç pilot deneme çalışması da yapılmıştır. Bu çalışmalarda reçetede yer alan oksidasyon önleyici kimyasal Seracon Mlu'nun çıkarılmasının renklerde ve boyama işleminin akışında bir probleme yol açmadığı görülmüştür. İşletmede kimyasal azaltılması ve maddi kazanç anlamında reçetelerden çıkarılabileceği öngörülmüştür. Diğer bir çalışmada ise, reçetelerde alkalilik seviyesinin ayarlanmasında görev yapan kostik kimyasalının işletmedeki reçetelerden de çıkarılarak yapılan denemelerde yapılarak rengin fikselenmesi ve pH kontrolü yapılmıştır.

Kostik işletmede kullanılan reçetelerden tamamen çıkarılarak tez çalışmasında kullanılan kumaş üzerinde açık bej renkte 1000 metrelik boyama gerçekleştirilmiştir. Ayrıca %100 pamuklu başka bir kumaşta lacivert renk 1000 metre boyama yapılmıştır. Her iki boyamada renk derinliği ve haslık sonuçlarında herhangi bir farklılık görülmemiştir. Ancak her iki rengin ve kumaşın uzun metrajlarında boyamalar yapılarak boyamadaki rengin devamlılığının kontrol edilmesi gerektiği düşünülmektedir.

İleride yapılacak çalışmalarda, mevcut tez çalışması daha da genişletilerek kumaş konstrüksiyonu ve kumaş karışımı farklı olan tiplerde denemeler yapılabilir. Ayrıca işletme kısmındaki çalışmalarda sadece soda ile boyamalar yapılarak renk bazında ve metre bazında devamlılık araştırılabilir.

## KAYNAKLAR

- Acar K., 1999. Laboratuvar ve İşletme Şartlarındaki Boyamalarda Tekrarlanabilirlik. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Eğitimi Anabilim Dalı, İstanbul.
- Akın F., 2003. E Kontrol Yöntemiyle Boyamada Kumaşta Meydana Gelen Hatalar ve Çözüm Önerileri. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Eğitimi Anabilim Dalı, İstanbul.
- Akpınarlı, HF. 2010. Tekstilde Kalite Kontrol Ders Notları, Gazi Üniversitesi Mesleki Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Becerir, B. 2017. Endüstriyel Renk Fiziği ve Renk Ölçümü Eğitim Notları, Bursa Teknoloji Koordinasyon ve Ar-Ge Merkezi (BUTEKOM).
- Dhobi, S. 2018. To Study The Effect of Alkali Concentrations of E-Control Dyeing, Colourage, 5(5):35-42.
- Duran, K., 2001. Tekstilde Renk Ölçümü ve Reçete Çıkarma. E.Ü. Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma –Uygulama Merkezi Yayını, Yayın No:17
- Dündar H., 2005. Pamuk Elyafı Reaktif Boyamada Alternatif Tuzların Denenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Ercan E., 2019. Reaktif Boyamada Laboratuvar ile İşletme Renk Farkının Azaltılması: Taguchi Yaklaşımına Dayalı Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Denizli.
- Gök M. O., 2012. Türkiye’de Kullanılan Bazı Pamuk Liflerinin Özelliklerinin Karşılaştırılması, Bu Özelliklerin Boyamaya Etkisinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Kahramanmaraş.
- Güntürk, Ü.D. 2010. Moda Olgusunun Renk Trendleri Çerçevesinde Ele Alınması, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- İçoğlu İ., 2006. Pamuklu Dokunmuş Kumaşların Reaktif Boyarmaddelerle Boyanması ve Uygulama Yöntemlerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.
- Kettenwirk – Praxis, 2001. Digital Color Communuciation’’ Vol36., S.3, , S.31-33
- Kıroğlu M., Fettahov R., Kaplan M., 2017. Reaktif Boyama İşleminden Sonra İşletme ve Laboratuvar Yıkama Uygulamalarının Renk Değişimine Etkisinin İncelenmesi. Bartın Üniversitesi Mühendislik ve Teknoloji Bilimleri Dergisi,5(1).

- Özdemir, H., 2002. Tekstil Terbiyesinde Bobin Boyamacılığı, Uygulamada Karşılaşılan Problemler ve Çözüm Önerileri. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.
- Özkan A., 2017. Farklı Boyama Metotlarının Mamül Kumaş Performansı ve Kalitesine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.
- Öztürk M., 2011. Optimization of Reactive Dyeing of Cotton Fiber With Real-Time Monitoring System. Ph.D.Thesis, Istanbul Technical University, Graduate School of Science Engineering and Technology, İstanbul.
- Sarıdereli A., 2010. Boyahanelerde Laboratuvar ile İşletme Arasındaki Renk Değişimlerinden Kaynaklanan Hataların Azaltılması. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.
- Siddiqua, U. H., Ali, S., Iqbal, M., & Hussain, T. 2017. Relationship between structure and dyeing properties of reactive dyes for cotton dyeing. Journal of Molecular Liquids, 241, 839-844.
- Usta C., 2019. Pamuklu Kumaşların Reaktif Boyarmaddelerle Boyanmasında Sürdürülebilirlik ve Kaynak Tüketiminin Optimizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Ünver, R. 2000. Renk Görünüm Dizgeleri, 3. Ulusal Aydınlatma Kongresi, İstanbul, 138-143.
- Yakartepe, M., Yakartepe, Z., 1993, T.K.A.M. Tekstil Ansiklopedisi, Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Merkezi Yayını, İstanbul, cilt 5-6, 2158s,1998, T.K.A.M. Genel Tekstil Terbiyesi, Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Merkezi Yayını, İstanbul, cilt 16, s1627-1691.
- Yurdakul, A. ve Atav, R. (2006). Boya-baskı esasları. İzmir: Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma-Uygulama Merkezi Yayını.
- <http://www.ebilge.com>, Erişim tarihi: Kasım 2022
- <http://www.kendal.com.tr>, Erişim tarihi: Aralık 2022
- <https://tr.wikipedia.org/>, Erişim tarihi: Haziran 2022
- [www.fengezegeni.com](http://www.fengezegeni.com), Erişim tarihi: Eylül 2022
- [www.tekstilteknik.com.tr](http://www.tekstilteknik.com.tr), Erişim tarihi: Mart 2023

## ÖZGEÇMİŞ

Abdulkadir ERÇAKALLI, İlk öğrenimini Adıyaman/Gölbaşı, orta ve lise öğrenimi Adıyaman/Besni ilçesinde tamamladı.2009 yılında Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Tekstil Mühendisliği bölümüne başladı ve 2013 yılında mezun oldu.2020 yılında Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü Ana Bilim Dalı'nda yüksek lisansa başladı.2015 Nisan ayında Kıvanç Tekstil Boya Terbiye bünyesinde işe başladı ve halen Düz Boya – Jet Boya Şefi olarak görevine devam etmektedir.

