

**MAVİ REAKTİF BOYANIN (REAKTİF MAVİ 221) ÖRÜLMÜŞ PAMUKLU
KUMAŞA UYGULANMASINDA DEĞİŞİK PARAMETRELERİN RENK
VERİMİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

Murat KOCA

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
KİMYA MÜHENDİSLİĞİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**EKİM 2006
ANKARA**

Murat KOCA tarafından hazırlanan MAVİ REAKTİF BOYANIN (REAKTİF MAVİ 221) ÖRÜLMÜŞ PAMUKLU KUMAŞA UYGULANMASINDA DEĞİŞİK PARAMETRELERİN RENK VERİMİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Ayşe MURATHAN
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Kimya Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: : Prof. Dr. Emine KILIÇ

Üye : Prof. Dr. Ahmet ALICILAR

Üye : Prof. Dr. M. Atilla MURATHAN

Üye : Doç. Dr. Ayşe MURATHAN

Üye : Yrd. Doç. Dr. Muzaffer BALBAŞI

Tarih : 13/10/2006

Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Murat KOCA

**MAVİ REAKTİF BOYANIN (REAKTİF MAVİ 221) ÖRÜLMÜŞ PAMUKLU
KUMAŞA UYGULANMASINDA DEĞİŞİK PARAMETRELERİN RENK
VERİMİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

MURAT KOCA

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Ekim 2006

ÖZET

Bu çalışmada, monoklorotriazin ve vinilsülfon grupları içeren bakır kompleks yapıda heterobifonksiyonel formazan boya olan Blue KBR (C.I. 221) reaktif boyarmaddesiyle örülmüş pamuklu kumaş çektirme yöntemiyle boyanmıştır. Boyamalarda tuz, alkali, zaman ve sıcaklık parametreleri değiştirilerek en uygun boyama şartları araştırılmıştır. Boyamaların sonrasında ışık, sürtünme ve yıkama haslıkları deneyleri yapılmış ve yüksek haslık değerleri elde edilmiştir. Boyanan kumaşlar üzerinde L,a,b değerleri üç boyutlu renk skalasında değerlendirilerek mavi renk tespit edilmiştir. Renk verimi için K/S ve ΔE^* değerleri spektrofotometrik yöntemle tespit edilerek literatür ile karşılaştırması yapılmıştır.

Bilim Kodu : 912.1.140
Anahtar Kelimeler : Reaktif boyarmadde, haslık, çektirme metodu
Sayfa Adedi : 91
Tez Yöneticisi : Doç Dr. Ayşe MURATHAN

**INVESTIGATION OF THE EFFECT OF DIFFERENT PARAMETERS ON
THE COLOUR YIELD IN THE DYEING OF KNITTED COTTON FABRIC
BY REACTIVE BLUE 221**

(M. Sc. Thesis)

MURAT KOCA

**GAZI UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

October 2006

ABSTRACT

In this study, knitted cotton fabric was dyed in the exhaust dyeing method with Blue KBR (C.I. 221) which is a heterobifunctional reactive dye containing monochlorotrazine and vinylsulphone groups different parameters were studied such as salt, alkali, time and temperature and optimum dyeing conditions were determined. At the end of dyeing; washing, friction, light and color fastness tests were done and expected good results were obtained. L, a, b values were evaluated in the three dimension color scale and red color was observed for color yield, K/S and ΔE^* parameters were found by spectrophotometric method and these parameters were compared with those in the literature parameters.

Science Code : 912.1.140

Key Words : Reactive dyes, fastness, exhaust

Page Number: 91

Adviser : Assoc. Prof. Dr. Ayşe MURATHAN

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren Hocam Doç. Dr. Ayşe MURATHAN 'a, yine kıymetli tecrübelerinden faydalandığım hocam Prof. Dr. Atilla MURATHAN a, ayrıca Kimya Mühendisi Edip UTAÇ 'a ve çalışmalarım için kimyasal madde temini yapan Kimya Mühendisi Mehmet YAŞAR 'a, manevi destekleriyle beni yalnız bırakmayan çok değerli arkadaşlarım Fatma GALİP ve Bilge YILMAZ 'a ve özellikle 2001 K 120590 nolu "Gazi Üniversitesi İleri Araştırma ve Eğitim Programları" isimli DPT projesinin imkânlarından faydalandım teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER**Sayfa**

ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xi
1.GİRİŞ.....	1
2.TEORİK BİLGİLER.....	3
2.1. Boyarmaddelerin Çözünürlüklerine Göre Sınıflandırılması.....	3
2.1.1. Suda çözünen boyarmaddeler.....	3
2.1.2. Suda çözünmeyen boyarmaddeler.....	4
2.2. Boyama Özelliklerine Göre Sınıflandırma.....	5
2.3. Selüloz.....	11
2.4. Pamuk.....	11
2.4.1. Pamuğun fiziksel özellikleri.....	11
2.4.2. Pamuk lifinin kimyasal yapısı.....	12
2.4.3. Pamuk lifinin kimyasal özellikleri.....	13
2.5. Boyama Metotları.....	15
2.5.1.Reaktif boyarmaddelerle boyama metodu.....	18
2.6. Türkiye’ de Boyarmadde Sektörü.....	21
2.7. Renk ölçümü.....	22
3.DENEYSEL ÇALIŞMA VE SONUÇLARI.....	31

	Sayfa
3.1.Materyal ve Metot.....	31
3.2.Nötralizasyon.....	41
3.3.Durulama.....	41
3.4.Yıkama İşlemi.....	41
3.5.Yıkama Haslık Testi.....	42
3.6.Sürtme Haslık Testi.....	42
3.7.Işık Haslık Testi.....	42
3.8.UV Spekturumu İle Tekstil Kumaşının Renk Değerlendirmesi (L, a,b).....	43
3.9.K/S Tayini.....	43
3.10.Mavi Reaktif 221' in Maksimum Dalga Boyu Tayini	43
3.11.Deneysel Bulgular.....	43
3.11.1. Boyalı tekstil mamulünün L, a, b sonuçları.....	43
3.11.2. Işık haslık değerleri.....	44
3.11.3. Yıkama ve sürtme haslık değerleri.....	46
3.11.4. K/S değerleri sonuçları.....	46
3.12. Kullanılan Boyanın Kimyasal Yapısı	63
4.KONU İLE İLGİLİ LİTERATÜR ÇALIŞMALARI.....	64
5.SONUÇ VE ÖNERİLER.....	76
KAYNAKLAR.....	78
EKLER.....	82
EK-1 Boyalı tekstil mamulünün L, a, b sonuçları.....	83
ÖZGEÇMİŞ.....	91

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Elyaf cinsine göre kullanılan boyarmaddeler.....	10
Çizelge 2.2. Pamuk lifi içindeki yabancı madde oranları.....	12
Çizelge 2.3. Pamuk elyafının kimyasal özellikleri.....	14
Çizelge 2.4. Türkiye’de ve dünya’da pamuk üretim ve tüketim değerleri.....	15
Çizelge 2.5. 2000 yılı sentetik ve organik esaslı boyayıcı madde ithalatımız.....	21
Çizelge 3.1. Deneysel çalışmada kullanılan kimyasal malzemeler.....	31
Çizelge 3.2. Deneysel çalışmada kullanılan cihazlar.....	32
Çizelge 3.3. 5 mL’lik 80 °C de Açık boyamada kullanılan kimyasal madde ve flotte oranları.....	37
Çizelge 3.4. 4 mL’lik 80 °C de Açık boyamada kullanılan kimyasal madde ve flotte oranları.....	38
Çizelge 3.5. 7,5 mL ’lik 80 °C de Açık boyamada kullanılan kimyasal madde ve flotte oranları.....	38
Çizelge 3.6. 12,5 mL ’lik 80-60 °C de orta boyamada kullanılan kimyasal madde ve flotte oranları.....	39
Çizelge 3.7. 17,5 mL ’lik 60 °C de kullanılan kimyasal madde ve flotte oranları.....	39
Çizelge 3.8. Işık haslık değerleri.....	45
Çizelge 3.9. A ₁ için ΔE* sonuçları.....	46
Çizelge 3.10. A ₂ için ΔE* sonuçları.....	47
Çizelge 3.11. A ₃ için ΔE* sonuçları.....	48
Çizelge 3.12. A ₄ için ΔE* sonuçları.....	49
Çizelge 3.13. A ₅ için ΔE* sonuçları.....	50
Çizelge 3.14. A ₆ için ΔE* sonuçları.....	51

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.15. A ₇ için ΔE^* sonuçları.....	52
Çizelge 3.16. A ₈ için ΔE^* sonuçları.....	53
Çizelge 3.17. A ₉ için ΔE^* sonuçları.....	54
Çizelge 3.18. A ₁₀ için ΔE^* sonuçları.....	55
Çizelge 3.19. A ₁₁ için ΔE^* sonuçları.....	56
Çizelge 3.20. A ₁₂ için ΔE^* sonuçları.....	57
Çizelge 3.21. A ₁₃ için ΔE^* sonuçları.....	58
Çizelge 3.22. A ₁₄ için ΔE^* sonuçları.....	59
Çizelge 3.23. A ₁₅ için ΔE^* sonuçları.....	60

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Reaktif boyarmaddelerin kimyasal yapısı.....	7
Şekil 2.2. Renk çemberi.....	23
Şekil 2.3. Renk skalası.....	29
Şekil 2.4. Üç Boyutlu L,a*,b* skalası.....	30
Şekil 3.1. Standart boyama prosesi.....	33
Şekil 3.2. 80 °C de Açık boyama prosesi.....	34
Şekil 3.3. 80 °C de Açık boyama prosesi (Kısa Süreli).....	34
Şekil 3.3. 70 °C de Açık boyama prosesi (Düşük Sıcaklık ve Kısa Süreli).....	34
Şekil 3.4. 80 - 60 °C de Orta boyama prosesi.....	34
Şekil 3.5. 80 - 60 °C de Orta boyama prosesi (Kısa Süreli).....	35
Şekil 3.6. 70 - 50 °C de Orta boyama prosesi (Düşük Sıcaklık ve Kısa Süreli).....	35
Şekil 3.7. 60 °C de Koyu boyama prosesi.....	35
Şekil 3.8. 60 °C de Koyu boyama prosesi (Kısa Süreli).....	36
Şekil 3.9. 50 °C de Koyu boyama prosesi (Düşük Sıcaklık ve Kısa Süreli).....	36
Şekil 3.10. Yıkama prosesi.....	41
Şekil 3.11. A ₁ için K/S grafiği.....	47
Şekil 3.12. A ₂ için K/S grafiği.....	48
Şekil 3.13. A ₃ için K/S grafiği.....	49
Şekil 3.14. A ₄ için K/S grafiği.....	50

Şekil	Sayfa
Şekil 3.15. A ₅ için K/S grafiği.....	51
Şekil 3.16. A ₆ için K/S grafiği.....	52
Şekil 3.17. A ₇ için K/S grafiği.....	53
Şekil 3.18. A ₈ için K/S grafiği.....	54
Şekil 3.19. A ₉ için K/S grafiği.....	55
Şekil 3.20. A ₁₀ için K/S grafiği.....	56
Şekil 3.21. A ₁₁ için K/S grafiği.....	57
Şekil 3.22. A ₁₂ için K/S grafiği.....	58
Şekil 3.23. A ₁₃ için K/S grafiği.....	59
Şekil 3.24. A ₁₄ için K/S grafiği.....	60
Şekil 3.25. A ₁₅ için K/S grafiği.....	61
Şekil 3.26. Kullanılan boyarmaddenin kimyasal yapısı.....	63

1. GİRİŞ

Cisimlerin yüzeyinin ya dış etkilerden korunması ya da güzel bir görünüm sağlanması için renkli hale getirilmesinde kullanılan maddelere *boya* denir. Cisimlerin (kumaş, elyaf, vb.) kendilerini renkli hale getirmede uygulanan maddelere ise *boyarmadde* denir. Ancak her renk veren veya renkli olan madde boyarmadde değildir. Boyarmaddelerle yapılan renklendirme boyalarla yapılan renklendirme işlemine benzemez. Genellikle çözeltiler veya süspansiyonlar halinde çeşitli boyama yöntemleriyle uygulanırlar. Boyanacak cisimler boyarmadde ile devamlı ve dayanıklı bir şekilde birleşerek cismin yüzeyini yapı bakımından değiştirirler. Genellikle boyarmadde, cismin yüzeyi ile kimyasal ve fizikokimyasal bir ilişkiye girerek birleşmiştir. Boyanan yüzey kazıma, silme, yıkama gibi fiziksel işlemlerle başlangıçtaki renksiz durumu almaz[1].

Reaktif boyarmaddelerin tarihçesi

İlk reaktif boyarmadde olan procionların keşfine kadar selülozik elyafın, ancak kimyasal yapısını bozacak şiddetli reaksiyon koşullarında kovalent bağ oluşturabileceği, oysa protein elyafta, $-NH_2$, $-OH$, $-SH$ ve $COOH$ gibi reaksiyon yeteneği yüksek olan fonksiyonel grupların varlığı nedeniyle kimyasal reaksiyonların çok daha kolay olacağı sanılıyordu. Bu nedenle ICI firması 1951 yılında yüne uygulanacak reaktif boyarmaddeler aramaya başladı. 1953 yılında Dr. Stephen 2,4-diklorotriazinilamino grubu içeren boyarmaddeyi sentezlemeyi başardı. Aynı firmanın, boyarmaddelerin uygulama ve boyama mekanizmasını incelemekle görevli olan kimyageri Ratte, selülozun esterleşmesi için siyanürilklorürün ksilendeki çözeltinin kullanıldığını hatırlayarak aynı boyarmaddenin pamuk üzerine uygulanmasını araştırdı. Gerçekten bu boyarmaddenin bu çözeltide oda sıcaklığında selüloz molekülü ile çok kolay reaksiyon verdiği bulundu.

Reaktif boyarmaddelerde bütün renk serisi (*renk gamı*) mevcut olduğu gibi renkler çok parlaktır. Önceleri bazik ve azoik boyarmaddelerle parlak renkler elde etmek

mümkün değildi. Azoiklerle elde edilen renkler çok sınırlı idi; yani bu seride bütün renkler yoktu. Ayrıca, bu boyarmaddelerin diğer bir önemi de soğukta bekletme koşullarında boyanabilmeleri idi. Bu sayede büyük enerji tasarrufu sağlandığından bu sınıf boyarmaddeler çok kısa zamanda gelişmiştir. Boyarmadde yapımcısı olan diğer firmalar bu konuda yoğun çalışmalara başlayarak procion boyarmaddelerindeki diklortriazinil grubundan çok farklı bir çok reaktif grup keşfettiler. Bunlarda selüloz ile kimyasal reaksiyon vermekle beraber, pek çoğunun reaktivitesi diklortriazinil grubunkinden daha düşüktür. Birkaçı dışında pek çoğu sıcakta uygulanır[2].

Bu çalışmada reaktif mavi 221 boyasının pamuk üzerine aplikasyonunda çeşitli parametreler olan sıcaklık, zaman, alkali ve tuz etkileri standart boyama prosesleri üzerinde uygulanarak renk verimine etkilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

2. TEORİK BİLGİLER

2.1. Boyarmaddelerin Çözünürlüklerine Göre Sınıflandırılması

2.1.1. Suda çözünen boyarmaddeler

Boyarmadde molekülü en az bir tane tuz oluşturabilen bir grup taşır. Boyarmadde sentezi sırasında kullanılan başlangıç maddeleri suda çözüdürücü grup içermiyorsa, bu grubu boyarmadde molekülüne sonradan eklemek suretiyle de çözünürlük sağlanabilir. Ancak tercih edilen yöntem, boyarmadde sentezinde başlangıç maddelerin iyonik grup içermesidir. Suda çözünebilen boyarmaddeler tuz teşkil edebilen karakterlere 3' e ayrılır:

Anyonik suda çözünen boyarmaddeler

Suda çözünen grup olarak en çok sülfonik ($-\text{SO}_3^-$), kısmende karboksilik ($-\text{COO}^-$) asitlerin sodyum tuzları içerirler: ($-\text{SO}_3\text{Na}$ ve $-\text{COONa}$). Renk anyonun mezomerisinden ileri gelir. Asit ve direkt boyarmaddeler bu tipin örneklerdir.

Katyonik suda çözünen boyarmaddeler

Moleküldeki çözünürlüğü sağlayan grup olarak bazik grup örneğin $-\text{NH}_2$, asitlerle tuz teşkil etmiş halde bulunur. Asit olarak anorganik asitler (HCl) veya $(\text{COOH})_2$ gibi organik asitler kullanılır.

Zwitter iyon karakterli boyarmaddeler

Bunların molekülünde hem asidik hem de bazik gruplar bulunur. Bunlar bir iç tuz oluştururlar. Boyama sırasında bazik veya nötral ortamda anyonik boyarmadde gibi davranış gösterirler.

2.1.2. Suda çözünmeyen boyarmaddeler

Tekstilde ve diğere alanlarda kullanılan ve suda çözünmeyen boyarmaddeleri çeşitli gruplara ayırmak mümkündür.

Substratta çözünen boyarmaddeler

Suda çok ince süspansiyon halinde dağılarak, özellikle sentetik elyaf üzerine uygulanan dispersiyon maddeleri bu sınıfa girer.

Organik çözücülerde çözünen boyarmaddeler

Bu sınıfta olan boyarmaddeler her çeşit organik çözücülerde çözünürler. Solvent boyarmaddeleri de denilen bu boyarmaddeler spreya veya lak halinde uygulanabilirler. Matbaa mürekkebi, vaks ve petrol ürünlerin renklendirilmesinde kullanılırlar.

Geçici çözünürlüğü olan boyarmaddeler

Çeşitli indirgeme maddeleri ile suda çözünür hale getirildikten sonra elyafa uygulanabilirler. Daha sonra elyaf içinde iken yeniden yükseltgenerek suda çözünmez hale getirilirler. Küpe ve kükürt boyarmaddeleri bu prensibe göre uygulanırlar.

Polikondenzasyon boyarmaddeleri

Son yıllarda ve elyaf üzerinde uygulanırken veya uygulandıktan sonra birbiri ile veya baska moleküllerle kondanse olarak büyük moleküller oluşturan boyarmaddelerdir. Bunlarda inthion boyarmaddeleri elyaf üzerine sodyum sülfür ile polimer yapıda di sülfürleri oluştururlar.

Elyaf içinde oluşturulan boyarmaddeler

İki ayrı bileşenden elyaf içinde kimyasal bir reaksiyonla oluşturulan boyarmaddeler bu sınıfa girer. Bunlar suda çözünmeyen pigmentlerdir. Asit boyarmaddeler ve ftalosiyanimler bu gruba girerler.

Pigmentler

Elyafa ve diğer substratlara karşı afinitesi olmayan, boyarmaddelerden farklı yapıda bileşiklerdir. Pigmentler süspansiyonları halinde kuruyan yağlar ve reçineler içinde uygulanırlar.

2.2. Boyama Özelliklerine Göre Sınıflandırma

Genellikle boyama uygulayıcıları, boyarmaddenin kimyasal yapısıyla değil onun hangi yöntemle elyafı boyayabildiğine bakarlar. Bu nedenle bu yöntemlere göre boyarmaddeleri aşağıdaki şekilde sınıflandırılırlar.

- Bazik boyarmaddeler
- Asit boyarmaddeleri
- Direkt boyarmaddeler
- Küp boyarmaddeler
- Kükürt boyarmaddeler
- Azoik boyarmaddeler
- Oksidasyon boyarmaddeleri
- Vat boyarmaddeler
- Pigment boyarmaddeler
- Metal kompleks boyarmaddeleri
- Mordan boyarmaddeler
- Krom boyarmaddeleri

- İngrain boyarmaddeler
- Reaktif boyarmaddeler

Rekatif boyarmaddeler

Reaktif boyarmaddeler, uygun koşullar altında, lif ile kimyasal reaksiyona girerek, kovalent (boyarmadde-lif) bağ kurma özelliğine sahip tek boyarmadde sınıfıdır. Pamuklu mamullerin boyanmasında günümüzde yeterli haslıkta ve en yaygın kullanılan boyarmadde çeşididir. Bu boyarmaddeler; haslıkları, çok yönlü kullanım olanakları, parlak canlı renkleri ile pamuklu sektöründe vazgeçilmez bir öneme sahiptir.

Reaktif boyarmaddelerin özellikleri

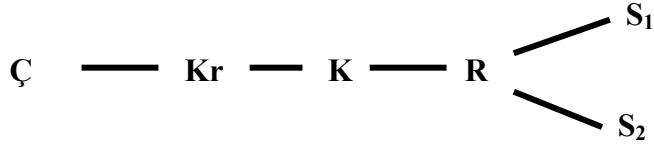
Reaktif boyarmaddelerin 1957'de bulunması, küp boyarmaddelerinden sonra, pamuk boyacılığında ve baskısında görülmemiş bir yankı yaratmıştır. Bugün çok çeşitli reaktif boyarmaddeler vardır. Bu boyarmaddeler önce selüloz esaslı lifler için geliştirilmiştir. Reaktif boyarmaddeler pamuk, rayon, viskon, keten ve yün üzerine parlak koyu nüanslarda geniş bir renk spektrumuna sahiptir.

Reaktif boyarmaddelerin kimyasal yapısı

Reaktif boyarmaddeler, direkt boyarmaddeler gibi yüksek ölçüde suda çözünür boyarmaddelerdir. Ancak, direkt boyarmaddelerin tersine düşük süstantifliğe sahip olacak şekilde geliştirilmiştir. Boyarmadde ile lif arasındaki kovalent bağın oluşumu alkali ortamda olur ve bazen tersinir olabilir. Kovalent bağın kuvveti, metal koordinasyon bağlarından kuvvetlidir. Bunun sonucu olarak; reaktif boyarmaddeler çok iyi yıkama, sürtme ve ışık haslığı verirler. Reaktif boyarmaddeler, genel olarak reaktif grubun kimyasal yapısına göre sınıflandırılırlar. Bu boyarmaddeler yünün amino ve selülozun –OH grupları ile reaksiyona girerler.

En yaygın olarak kullanılan tipler azalan aktiviteye göre şu şekilde sıralanır:

- a) Diklorotriazin
- b) Diflorokloroprimidin
- c) Vinilsülfon
- d) Monoklorotriazin
- e) Kloroprimidin
- f) Akriiloamino
- g) Monoflorotriazin



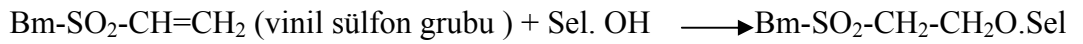
Şekil 2.1. Reaktif boyarmaddelerin kimyasal yapısı

Burada;

- Ç : Çözünürlük sağlayan grup,
- Kr : Kromofor grup,
- K : Köprü grup,
- R : Reaktif grup,
- S₁ : Substitüsyon reaksiyonu sırasında yer değiştiren sübstituent,
- S₂ : Diğer sübstituentlerdir.

Reaktif boyarmadde ile selüloz arasındaki reaksiyon

Reaktif boyarmaddeler selüloz elyafı ile aşağıdaki reaksiyona göre kovalent bağ oluşturur:



Boyarmadde ile selüloz liflerinin bağ yapmasını sağlamak üzere çok çeşitli yöntemler vardır. Boyarmadde bir alkali çözeltisinden tek adımlı emdirme, kurutma yöntemi ile aktarılabilir ya da nötral bir çözeltiden aktarılarak daha sonra ayrıca alkali muamele uygulanabilir. Rengin inkişafı için aynı zamanda ısı da kullanılır. Her durumda, kumaş boyamadan sonra fikse olmamış, elyafa fiziksel bağlarla bağlanmış boyarmaddenin uzaklaştırılması amacıyla iyice sabunlanır. Boyarmadde bünyesinde iki veya daha fazla reaktif grup bulunabilir, bu tip boyarmaddeler elyafa bifonksiyonel reaksiyona girerler. Sonuçta; boyarmaddenin elyafa yaptığı bağın çok sağlam olması nedeniyle fikse edilmeleri de çok iyidir. Bu da, boyamanın haslığı ve boyarmadde verimi üzerine etki eden önemli faktörlerden biridir. Reaktif boyamada istenmeyen yan reaksiyon, boyarmaddenin % 15–40 a kadar hidrolize olmasıdır. Bifonksiyonel ve polifonksiyonel tipler bu açıdan avantajlıdır.

Reaktif boyarmaddelerin reaktifliğı

Reaktif boyarmaddelerin lif ile reaksiyona girme koşulları ve mekanizması, boyarmaddedeki grupların reaktif derecesine bağlı olarak değışiklik gösterir. Boyarmaddenin aplikasyon özelliğı renk verici grup tarafından belirlenmektedir. Reaktif grup ayrıca reaksiyon süresi üzerinde de etki sahibidir. Bu nedenle; diklorprimidin boyarmaddeleri, monoklortriazin grubu boyarmaddelerden daha hızlı reaksiyona girerler, daha çabuk boyarlar. Boyarmaddenin reaktifliğı; heteroçiklik halkaya, sübstituent grubun özelliklerine, diğere sübstituentin özelliklerine bağlıdır. Boyarmadde ile lif arasındaki kovalent bağ, bunlardaki halkaya bağlı bir sübstituentin elyaf makro molekülündeki fonksiyonel gruplarla yer değıştirmesi sonucu oluşur. Bu gruplar (-OH, -NH₂, -SH) gruplarıdır.

Reaktif boyarmaddelerde nüans ve substantivite

Nüans ve substantivite renk verici gruba bağlıdır. Substantivite bir boyarmaddenin flotteden ayrılıp elyaf üzerine geçip bağlanması olayıdır ve boyadan boyaya değışik güçte olabilmektedir. Substantivite sıcaklık, flotte konsantrasyonu, pH değıeri,

boyanacak materyalin yapısı ile çok yakından ilgilidir. Bunların değişmesiyle substantivite de buna bağlı olarak düşük veya yüksek arasında hareket eder, değişir. Boyarmaddelerin materyale bağlanmamış olan kısmının yıkama ile materyalden kolay veya zor ayrılması da yine substantivite ile ilgili bir durumdur.

Reaktif Boyarmaddelerin Sınıflandırılması

Reaktif grupların reaktivliklerine göre üç grupta toplanacak şekilde özellik gösterirler.

- a) Yüksek reaktivliğe sahip soğukta boyayan boyarmaddeler:
difloroklorprimidin, dikloroknoksalin, gibi gruplar soğukta boyayan reaktif boyarmaddelerin reaktif gruplarıdır. Bu boyarmaddeler için sıcaklık 20-40 derece arasındadır. Reaktivlik yüksek olduğu için sıcaklığı yükseltmeden ve alkali ilavesinin artırmadan elyaf ile çok kolay reksiyona girer.
- b) Orta derece reaktivliğe sahip ılıkta boyayan boyarmaddeler esas olarak, bu grup sınıflandırma yaygın değildir. Genel olarak soğuk grupta değerlendirilirler.
- c) Az reaktivliğe sahip sıcakta boyayan boyarmaddeler bu tip monoklortriazin veya triklorprimidin grubu içeren boyarmaddelerdir. Boyama sıcaklığı 60-80 °C arasındadır, reaksiyona girme kabiliyetleri zayıf olduğu için sıcaklığı yükseltmek ve alkali ilavesini artırmakla aktivite sağlanır.

Depolama

Reaktif boyarmaddeler nemli ortamlarda hidrolize uğradıkları için dikkatli bir şekilde sıkıca kapalı olarak depolanmalı tartım sırasında kuru kaşık kullanılmalıdır. Uygun koşullarda depolandıklarında hemen hemen sınırsız bir depolama ömrüne sahiptir ve 5-10 yıl kullanılabilir.

Reaktif boyarmaddelerin avantajları

- a) Yıkama haslıkları iyi, ışığa haslıkları mükemmeldir. Yıkama haslıkları katyonik ard işlem maddeleri ile artırılabilir.
- b) Parlak ve canlı renkler vardır. Reaktif boyarmaddelerle elde edilen renklerle, ancak asit boyarmaddelerinin ipek üzerinde verdiği sonuç rekabet edebilir.
- c) Düzgün boyama elde etmek kolaydır.
- d) Renk paleti mükemmeldir.
- e) Hemen hemen tüm yarı ve tam kontinü metodlara uygulanabilmektedir.
- f) Bu boyarmaddeler basit ve hızlı aplikasyon teknikleri ekonomik açıdan önemlidir.

Reaktif boyarmaddelerin dezavantajları

- Klor haslıkları ve bazik çözeltilere haslıkları iyi değildir. Merserize, soda kaynatma, ağartma gibi işlemlere dayanıklı olmadıklarından, terbiye görecekt ipliği boyalı dokumada kullanılmazlar.
- Perboratlı yıkama haslıkları bazı vinilsülfon tiplerinde çok iyi değildir. Zamanla renkte açılma meydana gelir.
- Bazik işlemlerde, özellikle sıcaklık yüksekse liflere bağlanan boyarmaddenin bir kısmı kopar ve lifle reaksiyona girme yeteneğini kaybeden boyarmadde şekline dönüşür.
- Reaktif boyarmaddelerle boyama ya da baskı sonrası ard işlemler uzun ve zaman alıcıdır ve dikkat ister. Aksi takdirde yaş haslıklar düşük olur. Ard işlemler reaktif boyamada önemli bir maliyettir.

Çizelge 2.1. Elyaf cinsine göre kullanılan boyarmaddeler

Elyaf Cinsi	Kullanılan Boyarmaddeler
Pamuk	Reaktif,direkt,küp,indigosol,pigment,diazolama,boyarmaddeleri
Keten	Reaktif, küp,pamuğu boyayan diğer boyarmaddelerle de boyanabilirsede pratikte bunlar pek kullanılmaz
Asetat	Dispers 1:2 metal kompleks, pigment. Az sayıda asit,inkişaf,küp,katyonik boyarmaddeler.
Yün	Asit1:1 ve 1:2 matal kompleks.yün tipi reaktif,kromlama

2.3. Selüloz

Selüloz, bütün bitki, ot ve ağaçların ana yapıtaşıdır. Doğada saf halde bulunmaz. Odunun ağırlıkça % 40 ını, ketenin % 60-85'ini, pamuk liflerinin %85- 90'ını selüloz oluşturur. Keten, kenevir, jüt gibi elyafta selüloz yanında linyin, pektin gibi diğer maddeler de bulunur.

2.4. Pamuk

Pamuk, keten ve yün ile birlikte tekstilde kullanılan en eski elyaftır. Anavatanı Hindistan'dır. Pamuk bitkisi, Antartika dışında dünyanın her yerinde yetişir. Ancak bitki daha çok nemli ve sıcak iklimi sever. Dünyanın en fazla pamuk üreten 10 ülke arasında Türkiye de vardır. Bunlar üretim miktarına göre sıralanacak olursa A.B.D., B.D.T. (Özbekistan ve Kazakistan), Çin, Hindistan, Meksika, Pakistan, Brezilya, Türkiye, Mısır ve Sudan'dır. Türkiye 'deki üretim Ege, Çukurova ve Antalya olmak üzere başlıca üç bölgede yapılmaktadır Ayrıca, az miktarda Güney Doğu Anadolu Bölgesi, Trakya, Iğdır Ovası ve Orta Anadoluda da yetiştirilmektedir.

2.4.1. Pamuğun fiziksel özellikleri

Pamuk lifleri kremimsi beyaz renktedir. Bu renk iklim ve yetiştirme koşulları yanında bitkinin türüne göre de değişir. Pamuk lifinin boyu 1 cm den 7.5 cm'ye kadar değişir. Çapı ise 25 µm dir. Yoğunluğu 1.50-1.55 arasındadır. Pamuk havadan kolaylıkla nem absorplar. Standart şartlarda % 8.5 nem absorplamasına rağmen, elle tutulduğunda kuru hissedilebilir. Ticarete izin verilen maximum nem miktarı %8.5 dir. % 100 relatif nemde, pamuklu materyal %25- 27 su absorplar. Lifin uzama miktarı ortalama %7-8 dir. Elastik özelliği yoktur. %2'lik elastik uzamadan sonra geri dönme %74-; %5'lik uzamadan sonra ise % 45'dir. Bütün selülozik elyafta olduğu gibi, pamukta da ıslandığında dayanıklılığında artma görülür. Dayanıklılık artması % 30 civarındadır. Ancak bu değer, pamuğun her hangi işleme bozunmadığı

durumlar için geçerlidir. Aksi halde, dayanıklılık kuru haldekinden daha az olur. Pamuk ıslatıldığında Ağırlığının % 70 i kadar su çeker.

2.4.2. Pamuk lifinin kimyasal yapısı

Pamuk lifinin kimyasal yapısı, bitkinin yetiştirme koşullarına göre kısmen değişiklikler gösterir. Ham pamuğun kimyasal bileşiminde selüloz yanında yağ, vakslar, hemiselüloz, pektin ve protein gibi maddeler bulunur bu maddeler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 2.2. Pamuk lifi içindeki yabancı madde oranları

Selüloz	% 88-96
Hemiselüloz ve pektin	% 4-6
Protein ve renkli maddeler	% 1.5-5
Anorganik maddeler	% 1.0-1.2
Vakslar ve yağlar	% 0.5-0.6

Pamuklu materyale yapılacak ön terbiye işlemleri ile selüloz %'si 99 a kadar ulaşır. Selülozun yapısı hakkında daha önce bilgi verilmişti. Elyaf yapısında az miktarda da olsa diğer yabancı maddeler, onun özelliklerini etkiler.

Hemiselüloz: Bitkilerin hücre duvarlarında selülozla birlikte bulunan bir cins polisakkarittir.

Protein: Protein ve diğer azotlu bileşikler, genellikle lümen sıvısı olan protoplazmada bulunur. Bu maddelerin pamuklu materyalden uzaklaştırılması, sodyum hidroksit ile pişirme sırasında gerçekleşir.

Pektin: Pektinler bitkilerin yapısında geniş ölçüde bulunan çok karmaşık yapıda karbonhidrat bileşikleridir. Ana bileşeni, kalsiyum- magnezyum pektatdır. Bu tuzu oluşturan pektik asit, karboksil grupları esterleşmiş poligalakturonik asittir. Doğal

pektinlerde, pektik asit yüksek karbonhidratlarla birlikte bulunur. Yapıları tam olarak açıklanamamıştır. Pamuktan pektinin uzaklaştırılması amonyum oksalat veya amonyum sitrat ile ekstrakte ederek gerçekleşir. Sıcakta bazik çözeltilerle kaynatmakla da uzaklaştırılabilir.

Anorganik maddeler: Pamuk lifinin yanması sonucu arta kalan kül, lifin yapısında bulunan anorganik maddelerdir. Pamuk külünde, silisyum dioksit, K,Na,Mg ve Mn karbonatlar, klorürler, sülfatlar ve fosfatlar ile demir ve alüminyum oksitleri bulunur. Bunların bileşimi toprak ve yetiştirme koşullarına göre değişir. Potasyum ve sodyum tuzları, külün % 95'ini oluşturur. Bu bileşim üretim ve iklim koşullarına göre az veya çok değişir.

Yağlar ve Vakslar: Bitkisel liflerdeki yağ ve vakslar, organik çözücülerle ekstrakte edilerek uzaklaştırılabilen bileşikler olarak tanımlanır. Pamuktaki yağ ve vaks miktarının %44 'ünü gossipil alkol $C_{30}H_{61}OH$ oluşturur. Bunun dışında az miktarlarda, montanil alkol bulunur. Bu alkoller yanında serbest halde palmitik, stearik ve oleik asitlerle; asit ve alkollerin esterleri (vaks) vardır. Pamuktaki vakslar kütikül tabakasında bulunur.

2.4.3. Pamuk lifinin kimyasal özellikleri

Pamuk lifi % 100'e yakın oranda selüloz içerdiğinden, selülozun tüm kimyasal özelliklerini gösterir. Derişik ve kuvvetli asitlerle sıcakta ve soğukta bozunur. Derişik sülfirik asitte tamamen çözünür. Seyreltik asitlerle, sıcakta hidroselüloz vermek üzere bozunur ve çürür. Seyreltik bazlar pamuğa çok az etki eder. Fakat derişik bazlarla özel etkiler görülür. Uzun süre havada kalan pamuklu materyal fazla etkilenmez. Non termoplastik yapıdaki pamuk 150°C üstündeki sıcaklıklarda bozunmaya başlar; 170°C kısa zamanda kavrulur. Yakıldığında siyah, parmak arasında ezilebilen bir kül bırakır ve yanık kağıt kokusu duyulur. Yükseltgen ağartıcılarla uzun süre temas halinde kalırsa oksiselüloz oluşumu ile bozunur. Güneş ışığındaki UV ışınları, hava oksijeni, nem ve kirli hava koşulları altında kalan

pamukta polimer bozunur. Doğrudan güneş ışığı özellikle sıcak ve çok nemli havada pamuklu materyale etkiyerek dayanıklılığını azaltır[8, 9, 10].

Çizelge 2.3. Pamuk elyafının kimyasal özellikleri

ETKENLER	PAMUK ELYAFININ KİMYASAL ÖZELLİKLERİ
Su	Elyaf suyun etkisiyle eksenine dik yönde şişer, genişler. Yaş halde kopma dayanım gösterir
Asitler	Derişik HCl ve H ₂ SO ₄ gibi kuvvetli asitler pamuğa kolayca zarar verir. Sıcakta H ₂ SO ₄ pamuğu yapışkan bir madde haline sokar. Nitrik asitle pamuk bir nevi barut oluşur. Asetik ve sitrik asit gibi zayıf asitleri derişik halde bile pamuğa zarar vermezler. Eğer elyafın içinde kristalize olmasına izin verilirse oksalik asit onu zayıflatır.
Bazlar (Alkaliler)	Bazlara karşı çok dirençlidir. Pamuk zarar görmeden kuvvetli baz çözeltileriyle işleme sokulabilir. Ancak bazlar, pamuğu hava oksijenine karşı duyarlı hale getirerek yüksletgenmesine neden olabilir. Bu durumda pamuk lifleri indirgen özellik gösterir ve makromoleküller parçalanarak ortalama PD düştüğünden dayanım kaubına uğrar.
Ağartma Meddelri	Pamuk yükseltgen ağartılara iyi dayanır, ancak potasyum permanganat ve sodyum hipoklorit gibi kuvvetli oksitleyici ağartma maddeleri yavaş yavaş pamuğu oksiselüloz haine getirir. Bu durumda pamuk mukavemet kaybına uğrar. Çok fazla ağartılmış pamuk yaşken çok kolay yırtılır.
Organik Çözücüler	Bir çok organik çözücüye karşı dirençlidir.
Işık, Atmosfer Koşulları	Güneşin uv ışınları pamuğu zamanla oksiselüloza dönüştürür, mukavemetin düşmesine yol açar.
Küf ve Mantar	Eğer dayanıklılık için bir muameleye tabi tutulmamışsa küften zarar görür. Nemli durumda, haşıl maddeleri ve nişastalar küflenmeye yol açar
Güveve Böcekler	Dirençlidir, ancak kağıt güvesi nişastalı pamuğa zarar verir.
Boyama	Genellikle reaktif, direkt, küp, kükürt boyalarla boyanır.

Ülkemizin coğrafi koşulları pamuk üretimi için oldukça elverişlidir. Her geçen yıl dünya genelinde pamuk üretimi ve tüketimi artmaktadır.

Çizelge 2.4. Türkiye’de ve dünya’da pamuk üretim ve tüketim değerleri

	1989-1990		1998-1999		1999-2000	
	Üretim (milyon ton)	Tüketim (milyon ton)	Üretim (milyon ton)	Tüketim (milyon ton)	Üretim (milyon ton)	Tüketim (milyon ton)
Çin	3 788	4 150	4 400	4 300	3 750	4 250
A.B.D	2 655	1 907	3 026	2 253	3 971	2 254
Hindistan	2 308	1 876	2 746	2 550	2 890	2 584
Rusya	2 654	2 640	-	-	-	-
Özbekistan	-	-	1 010	168	1 150	200
Pakistan	1 455	1 100	1 343	1 530	1 475	1 564
<i>Türkiye</i>	<i>617</i>	<i>600</i>	<i>858</i>	<i>900</i>	<i>865</i>	<i>1 000</i>
Brezilya	666	764	425	730	403	780
Toplam	17 387	18 798	19 455	18 030	19 626	18 211

2.5. Boyama Metodları

Aplikasyon; genelde kimyasal terbiye işlemlerinde, kimyasal maddeleri içeren işlem çözültisinin tekstil ürününe düzgün bir şekilde aktarılması olayıdır. Kimyasal madde aplikasyonunda asıl amaç tekstil ürünü ile kimyasal maddenin hızlı ve yoğun bir şekilde etkileşimini sağlamak ve onun üzerine düzgün bir madde aktarımını gerçekleştirebilmektir. Yani aplikasyon, kimyasal terbiye işlemleri için söz konusu olan temel bir terbiye basamağıdır. Aplikasyon işleminde mutlaka kumaşa bir kimyasal madde aktarımı söz konusudur ve bu aktarma işlemi de genellikle o maddenin sulu çözültisi ile yapılmaktadır.

Başlıca aplikasyon yöntemleri;

1-Çektirme

2-Emdirme

3-Vakumla Aplikasyon

4-Maksimum Flotte Aplikasyonu

şeklinde sıralanabilir. Bunlardan ilk ikisi açıklanmıştır.

Çektirme

Bu çalışma yönteminin sembol makinası haspeldir. Bol miktardaki işlem çözeltili içinde bulunan kimyasal maddelerin çözeltiden geçerek kumaşa tekstil ürünü üzerine alındıkları için bu yöntemin adı *çektirme yöntemi*dir. Çektirme yönteminin karakteristik özellikleri;

- a) Uzun flotte oranı ile çalışılması
- b) Aplikasyonun uzun sürmesi
- c) Kullanılan kimyasalların substantifliğe yani afineteye sahip olmaları
- d) Genelde kesikli ve halat halinde çalışmaların yapılmasıdır.

Çektirme yöntemine göre aplikasyon işlemi uzundur. Çünkü bolca flotte içindeki kimyasal maddelerin büyük bir kısmının lifler tarafından düzgün bir şekilde çekilip alınması zaman ister. Bu nedenle çektirme yöntemine göre çalışmada kullanılan kimyasal maddelerin afinetelerinin yani o kumaşı oluşturan liflere karşı bir ilgilerinin olması gerekmektedir. Bu yöntemde çalışan makineler: haspel, jet, overflow, universal boyama aparatları, boyama yıldızı makineleridir. Aplikasyon işlemleri ile ilgili olarak adı geçen bazı önemli kavram ve terimlerin kısaca açıklamasını yapacak olursak;

Flotte: Kimyasal terbiye işlemlerinde kimyasal maddeleri içinde bulunduran işlem çözeltilisidir.

Flotte Oranı: İşlem gören 1 kg kumaşın litre veya kg flotteye oranıdır. $\frac{1}{4}$ 1 kg kumaş 4 litre flotte demektir.

Alınan Flotte Miktarı: Genelde çektirme yönteminin dışındaki tüm aplikasyon yöntemleri için kullanılan bir kavramdır. Kuru ağırlığın % si olarak ifade edilir.

Emdirme

Bu yönteme göre çalışmada tekstil ürünü, yine kimyasal maddeleri içeren bir çözelti ile emdirilir. Emdirilen kumaştaki flottenin fazlası tekne çıkışındaki silindirler arasından geçirilerek uzaklaştırılır ve yeniden emdirme teknesine döner. Böylece kumaşa aktarılan flotte ile birlikte kimyasal maddeler de düzgün bir şekilde kumaşa aktarılmış olur. Emdirme yönteminde kurudan yaşa ve yaştan yaşa çalışma şekilleri söz konusudur. Kurudan yaşa çalışmada kumaşı oluşturan lifler higroskopik nem değerine kadar kurutulmuştur.

Emdirme yöntemine göre aplikasyonun genel özellikleri çektirme yönteminin tam tersidir;

- a) Kısa flotte oranı
- b) Afnitesiz maddelerle veya dozajlama pompası kullanılarak çalışılması gerekmektedir.
- c) Genelde kesintisiz ve açık en çalışılmaktadır.

Emdirme makinesinin klasik makinesi *flard*dır. Bu aplikasyon yönteminde emdirme süresi oldukça kısadır. Ancak bu süre 4 sn altına düşmemelidir. Yani emdirme sırasında kumaştaki havanın çıkarak flottenin onun yerini alması için kumaşa yeterli minimum bir süre verilmelidir. Aksi durumda düzgün bir aplikasyonun gerçekleşmesi mümkün olmaz[11, 12, 13].

2.5.1. Reaktif boyarmaddelerle boyama metodu

Reaktif boyarmaddelerle boyama, bazik ortamda gerçekleştirilir. Bunun nedenleri şu şekilde sıralanabilir;

- Selülozun bazik ortamda reaksiyona girme isteği fazladır.
- Baz, reaktif grup olarak klor substitüentli heteroçiklik halkalar içeren boyarmaddelerin liflerle reaksiyonu sırasında açığa çıkan hidrojen klorürü nötürleştirmekte ve liflere zarar vermesini engellemektedir.

Reaktif boyarmaddelerin selülozun –OH grupları ile kovalent bağ oluşturması sırasında vinil grubu dolayısıyla ortamda HCl oluşur. Bu da elyafa zarar verdiği için ortam bazik olarak hazırlanır. Yani baz; HCl'yi nötralize ederek ortamdaki uzaklaştırması yanında kimyasal denge açısından reaksiyon hızını artırarak dengeyi boyarmadde/elyaf bağlantısı yönüne çevirir.

Reaktif boyarmaddenin hidrolizi

Reaktif boyarmaddelerle boyama sırasında boyarmaddenin reaktif grubu yalnız selülozun -OH gruplarıyla değil aynı zamanda suyun hidroksil gruplarıyla da tepkimeye girerek hidrolize uğrarlar.

Hidrolizin iki sakıncası vardır;

- Hidrolize uğrayan boyarmadde lifle reaksiyona girme aktivitesini kaybederek boyama veriminin düşmesine neden olur.
- Hidroliz olan boyarmadde liflere mekanik olarak bağlanarak boyamanın yaş haslığının düşmesine neden olur.

Bunun önlenmesi mümkün değildir. Ancak, azaltılma önlemleri mevcuttur. Bunlardan birincisi; ortamda az su bulundurmak, diğeri; boyarmaddenin afinitesini

artırmak, üçüncü ve en etkili yol; baz ilavesini mümkün derecede geciktirmektir. Piyasada bulunan ve çift reaktif grup içeren bifonksiyonel ya da daha fazla reaktif grup içeren polifonksiyonel boyarmaddelerde boyarmaddenin life bağlanma şansı bir kat daha fazladır. Bazık ortamda ile reaksiyon hızı hidroliz hızından çok fazla ise de boyarmaddenin % 15-20 kadar kaybı söz konusudur. Isı hidrolizi artırır. Bu nedenle bazın flotteye en son ilavesi hidroliz hızını azaltır. Nötr ortamda reaksiyon yavaştır ve hidroliz ihmal edilecek kadar azdır. Baz ilave edilir edilmez reaksiyon ve hidroliz hızlanır. Vinil grubu suyun hidroksili ile de reaksiyona girerek elyafla birleşme özelliğini kaybeder. Reaktif boyarmadde ortamda nişasta varsa bunun –OH gruplarıyla da reaksiyona girer. Bu nedenle kumaş üzerinde nişasta haşılı artıkları varsa iyice temizlenmelidir.

Reaktif boyarmaddenin fiksajı

Selülozun –OH gruplarıyla boyarmaddenin aktif grupları arasındaki reaksiyon boyarmadde sınıfına göre substitüsyon (procion, cibacron, levafix, drimeren) ya da adisyon (remazol) ile gerçekleşmektedir. Grupların birbirine bağlanıp fikse olması alkali ortamda olur. Fikse olayında hiçbir zaman % 100 verim alınamaz. Fiksenin yani materyal- boyarmadde arasındaki bağın tam ve sağlam olabilmesi için boyarmaddenin reaktifliğe göre genel olarak yüksek sıcaklık ve yüksek miktarda alkali gerekmektedir. Ancak bunun her zaman mümkün olamadığı ve bazı sakıncaları beraberinde getirdiği daha önce açıklanmıştı. Selüloz ve boyarmadde arasındaki reaksiyon kantitatif değildir. Yani her –OH grubuna bir boyarmadde bağlanmaz. Bu nedenle selüloz moleküllerinin boyarmadde moleküllerine olan doygunluk derecesi oldukça düşüktür, yani boyamada selüloz moleküllerinin ancak % 1 kadarı boyarmadde molekülleri ile bağlanabilmektedir. Boyanmış ve boyanmamış pamuğun kimyasal özellikleri birbirinden pek farklı olmayışının sebebi budur.

Reaktif boyamada tuz ilavesi

Reaktif boyamada tuz ilavesi substantifliği artırır. Ancak bir seferde fazla tuz ilavesi düzgünsüz bir boyamaya neden olabildiğinden bu durumlarda boyarmaddenin lifler tarafından alınması devam ettikçe porsiyonlar halinde tuz ilavesi gereklidir. Reaktif boyamalarda tuz konsantrasyonu direkt boyamalardan daha yüksektir. Tuz olarak sodyum sülfat, ya da sofr tuzu kullanılabilir. Sodyum klorür sodyum sülfata göre daha çözülebilir. Bu nedenle genelde sodyum klorür kullanılır.

Elektrolit ilavesi; reaktif boyamada konsantrasyonlardaki artışa paralel olarak daha fazla etkinlik ve reaksiyon oranı sağlar. Bu etkiler yüksek pH'larda ve yüksek boyarmadde konsantrasyonlarında daha belirgindir. Tuz ilavesi pH'ın düşmesini sağlamanın dışında reaktiflik üzerinde çok az etki eder. Tuz konsantrasyonu boyarmaddenin çökmesi ya da agregat oluşturmasının yaratacağı hasar aşırı konsantrasyonların maliyeti ve hazırlama zorlukları nedeniyle sınırlanmaktadır.

Reaktif boyamada sıcaklığın etkisi

Sıcaklığın 10 derece artırılması reaktif boyarmaddelerin tepkimeye girme hızını 4 kat artırır. Bazı literatürlerde 20 derecelik artış bu oranın 6-7 kat olabileceğini yazmaktadırlar. Boyarmaddenin lifler tarafından alınması düşük sıcaklıklarda fazladır, yüksek sıcaklıklarda difüzyon ve düzgünleşme fazla olur. Aplikasyon sıcaklığındaki değişmelerin etkisi zaman ve etkinlik arasında bir uyuşmanın gerekliliğini de beraberinde getirir. Sıcaklıktaki artış substantivite değerini düşürür reaktifliği artırır. Substantiflik değerindeki 1,5- 2,5 kat düşmenin etkisi artan reaktiflik ile 20 derecelik artışta dengede tutulur ve reaksiyon belirli bir hızla ilerlemeye devam eder. Boyarmaddenin fikse olması için gerekli sıcaklık boyarmaddenin cinsine ve kullanılan baza göre değişir. Sıcaklık 60-90 derece arasında süre ise 45-60 dakika arındadır[16, 17, 18].

2.6. Türkiyede Boyarmadde Sektörü

Türkiye’de ise ilk boyarmadde sanayi Silahlı kuvvetlerin ihtiyacı olan haki boya üretmek üzere Sümerbank’ın önerileriyle 1943 yılında Karabük Demir Çelik fabrikalarında yan tesis olarak kurulmuştur. Ülke ihtiyacını karşılamak ve boya ithalatını önlemek amacıyla, Sümerbank bu alanda çalışan firmaların ortaklığıyla 1954 yılında Mensucat Boyaları A.Ş.’ni kurmuştur. Fabrika sahası olarak İzmit Dil İskelesi mevki seçilmiştir. Yeterli su olmaması nedeni ile yeri değiştirilmiş, 1960 ihtilali ile ertelenmiştir. 1963’de Tarsus’da inşaatı başlatılarak, 1966 yılında işletmeye alınmıştır. 1971 yılında sermaye artırımıyla Sümerbank hissesi %91.56 ya çıkarılmıştır. 1975 yılında idare tamamen Sümerbank’a bırakılmıştır.

Sektörde bugün üretim yapan özel kuruluş satışı fazla değildir. İhtiyacın büyük kısmı hala ithalat yoluyla karşılanmaktadır. Boyarmaddeyi ithal ederek son hazırlama işlemini yurtiçinde yapan kuruluşlar vardır[14].

Çizelge 2.5. 2000 yılı sentetik ve organik esaslı boyayıcı madde ithalatımız

Boyayıcı Madde	Miktar(kg)	Değer (\$)
Asit boyalar	17,751,253	24,565,643
Mordan boyalar	93,117	687,012
Esası asit olan boyalar ve mordan boyalar olan müstahzalar	217,984	1,863,967
Bazik boyalar ve esası bu boyalar olan müstahzalar	2,051,579	13,635,367
Direkt boyalar ve esası bu boyalar olan müstahzalar	847,568	3,606,589
Vat boyalar ve esası bu boyalar olan müstahzalar	1,856,449	20,010,225
Reaktif boyalar ve esası bu boyalar olan müstahzalar	14,949,668	100,028,413
Pigmentler	2,907,948	28,381,847
Solvent boyalar	906,028	9,263,908
Sentetik organik boyayıcı boyalar	160,416	413,866

2.7. Renk Ölçümü

Renklerin özelliklerinin saptanması ve ölçülmesinden yararlanarak tekstil boyacılığı ve basmacılığında önemli bir yeri olan reçete hesaplaması, beyazlık derecesi ölçümü, konsantrasyon hesaplanması, renk kalite kontrolü ve komple renk yönetimi v.b. işler renk ölçüm biliminin temel görevleri olarak sayılabilir. Renk ölçme aletlerinin sağladığı büyük avantajların anlaşılmasıyla, son yıllarda çeşitli firmalar tarafından tam otomatik bilgisayarlı renk ölçme aletleri piyasaya sürülmüş olup bu konuda geliştirme çalışmaları devam etmektedir.

Üç ana renk ve bunların birbirleriyle kombinasyonu sonunda elde edilen renkler, sistematik bir şekilde yerleştirilerek *Renk Çemberi* elde edilir. 1. derece renkler: renk çemberinin ortasında yer alan ve diğer renklerle eldesi olanaksız olan 3 ana renk (sarı, kırmızı, mavi) 1. derece renkleri oluştururlar. Bu renkler renk çemberinde 1,2 ve 3 numaralarla gösterilmişlerdir. Üç ana rengin farklı miktarlardaki karışımları ile çok ve sınırsız renkler türetilir. Üç ana rengin eşit miktardaki karışımları ile de gri elde edilir. 2. derece renkler: ana renklerden herhangi ikisinin karıştırılmasıyla elde edilen renklerdir.

Sarı + kırmızı = turuncu

Sarı + mavi = yeşil

Kırmızı + mavi = mor (violet)

3. derece renkler: renk çemberinin en dışında yer alan, bir 1. derece ve birde 2. derece rengin karıştırılmasıyla elde edilen renklerdir.

3+6 = mavi(3) + mor(6) = mavimor(7)

3+5 = mavi(3) + yeşil(5) = petrol mavisi(8)

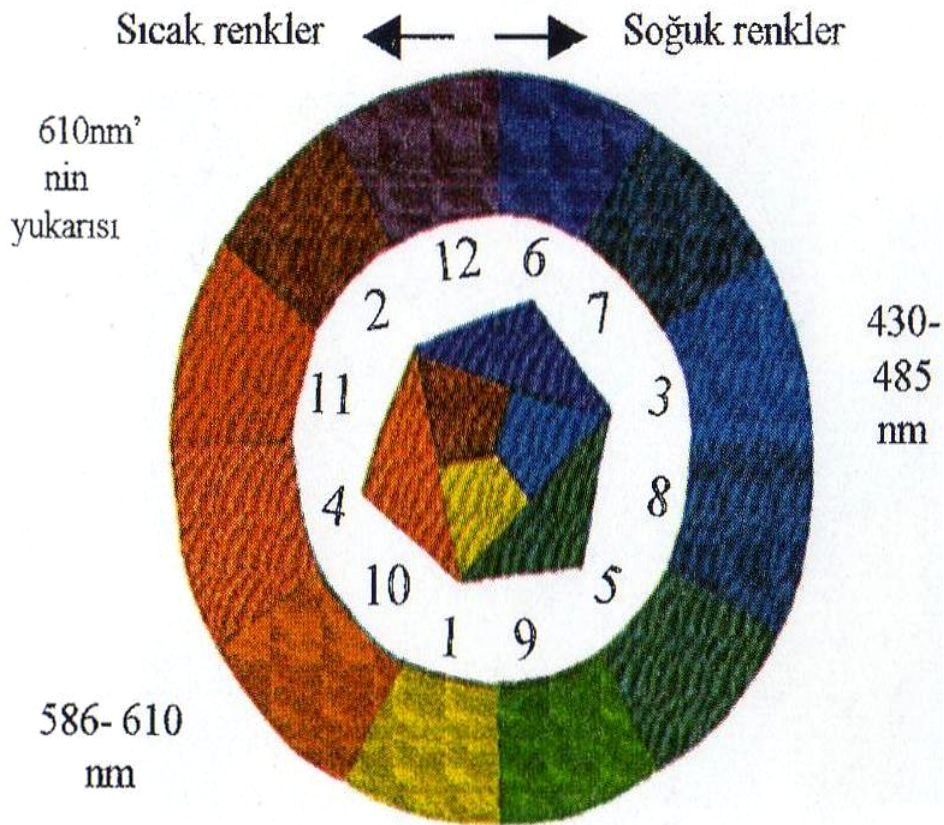
1+5 = sarı(1) + yeşil(5) = sarıyeşil(9)

1+4 = sarı(1) + turuncu(4) = sarı turuncu(10)

2+4 = kırmızı(2) + turuncu(4) = narçiçeği(11)

$$2+6 = \text{kırmızı}(2) + \text{mor}(6) = \text{kırmızımsımor}(12)$$

Renk çemberinde 1, 2, 4, 10, 11, 12 numaralı renkler sıcak, 3, 5, 6, 7, 8, 9 numaralı renkler ise soğuk olarak nitelendirilir. Sarı, kırmızı ve turuncu renklerin ateşe yakınlıkları nedeniyle, görsel yoldan psikolojik etkileri sıcaktır. Ateşe ve güneşe yakın olan renklerin üzerimizdeki etkisi hareketlilik ve sıcaklık hissidir. Bu renklere karşıt olanlar: yeşil, mavi, mor ise sönen ateşi simgelediklerinden etkileri de soğuktur. İçinde yeşil, mavi, mor bulunan her renk de soğuk kabul edilir.



Şekil 2.2. Renk çemberi

1856 yılında ilk defa sentetik boyarmaddenin bulunmasından sonra, 1868 yılında Graebe ve Libermann tanıdığı organik boyarmaddelerin indirgenmesiyle renksiz hale dönüştüğünü görmüş ve maddenin renkliliği ile doymamışlık arasında bir ilişkinin

bulduğunu savunmuşlardır. 1876 yılında ise Otto Nikolaus Witt, kendi adıyla anılan teoriyi ileriye sürmüştür.

Bu teoriye göre;

- Organik boyarmaddeler indirgenmek suretiyle renklerini yitirdiğine göre doymamış gruplar içermekte.
- Bütün hidrokarbonlar renksiz oldukları halde, bunlara kromofor adı verilen doymamış gruplar bağlanırsa renkli görünürler.

Kromofor grup bağlamış hidrokarbonlara *Kromojen* adı verilir. Boyarmadde özelliği göstermeyen kromojenlerin Witt teorisine göre boyarmadde özelliği kazanabilmesi için *Oksokrom* denilen elektron veren substituentlerin bileşiğe bağlanması gerekmektedir. Böylece hem renk koyulaşır hem de renkli bileşik tekstil şiflerine karşı afinite kazanır, yani boyarmadde olur.

Oksokrom; Kromoforu tamamlayan molekülün suda çözünmesini ve life karşı afiniteye sahip olmasını sağlayan gruptur. Eğer kromojene antioksochrom denilen elektron çekici substituent bağlı ise mezomeri daha da artacağından renk koyulaşması fazlalaşır.

Kromofor: nitro, nitrozo, azo, karbonil, etlenik çifte bağ, tiyo karbonil.

Oksokrom: amino, hidroksil, metoksil, sülfonil, karboksil, substitue amino
Antioksochrom: -CO, -NO

Boyarmaddeler elektron alan ve veren gruplar içermeleri nedeniyle mezomer sistemlerdir. Kromofor gruplar genel olarak elektron alan gruplardır. Oksokrom gruplar ise yapısındaki ortaklaşmamış elektron çifti içeren gruplar olduklarından elektron veren gruplardır. Boyarmaddenin yapısında kromofor ve oksokrom gruplar bulunduğundan yani mezomer sistemler olduklarından elektronlar sabit olmayıp sınır

formuller arasında ara kademeler üzerinden yer değiştirirler. Ancak böyle bir mezomeri polarize olabilen gruplar sayesinde mümkündür. Buna göre, organik bir bileşiğin renkli olması boyarmadde olarak kullanılabilmesi için kromofor ve oksokrom grupların yanında polarize olabilen grplar içermesi gerekmektedir. Sonuç olarak bir boyarmaddenin renkliliğini meydana getiren grupları şu şekilde formüle edebiliriz:

Kromofor + oksokrom + polarize olabilen gruplar = boyarmadde

İnsan gözünün görebildiği 380/400 ile 700/760 nm arasında renklerin dalga boylarına göre dizilişleri şu şekildedir:

400-430 nm mor 430-485 nm mavi
 485-570 nm yeşil 570-585 nm sarı
 585-610 nm turuncu 610 nm den yukarı kırmızı

Tekstilde eskiden her türlü numunenin renk kontrolü güneş ışığında subjektif olarak yapılırdı. Fakat yılın her mevsiminde güneşi bulmak mümkün olmadığından ve göze bakarak yapılan subjektif değerlendirmeler birçok yanlışla yol açtığından renklerin standart olarak kabul edilmiş ışık türleri ile renk ölçüm aletlerinde objektif bir biçimde değerlendirilmeleri yoluna gidilmiştir.

Tekstilde renk ölçümünde kullanılan bazı ışık türleri şunlardır;
 Standart ışık D₆₅ : renk sıcaklığı 6500K olan ortalama gün ışığı
 Standart ışık A : renk sıcaklığı 2856K olan sarı elektirik lambası ışığı
 Standart ışık F₁₁ : renk sıcaklığı 4000K olan floresan lamba ışığıdır
 Standart ışık F₂ : renk sıcaklığı 4230K olan floresan lamba ışığıdır.

Renk ölçüm dilinde ışığın geriye gönderilmesine (yansıtılmasına) *Refleksiyon* veya *Remisyon* denir. Cisimlerin optik etkisi kantitatif olarak refleksiyon eğrisi ile ifade edilir. Bir cismin remisyon özellikleri grafik üzerinde gösterilebilir. Bunun için

apsise dalga boyları ordinata remisyon dereceleri yerleştirilir. Elde edilen eğri sayesinde o cismin remisyon özellikleri açıkça karakterize edilmiş olur. Refleksiyon eğrilerinin karakteri boyamalarda kullanılan boyarmaddelerin tanınması için parmak izi gibidir. Bazı boyarmaddelere ait remisyon derecelerini verecek olursak; mavi: 450-500 nm, sarı: 500-550 nm, kırmızı: 600-650 nm olarak verilebilir. CIE ' ce yapılan araştırmalar sonucunda kabul edilen modelsel açıklama ile bütün renkleri elde etmek mümkündür. Bu renklere primer renkler denmekte ve bunlar belli dalga boyundaki renklerdir:

Kırmızı için: 700 nm

Yeşil için: 546,1 nm

Mavi için: 435,8 nm

CIE iki boyutlu renk sistemi; bu renk sisteminin eldesinde x ve y koordinat eksenlerine yerleştirilmiştir. Üzerinde dalga boylarının bulunduğu eğri ile görünmez kısmın sınırı sayılan pupur çizgisinin (düzlemsel renk üçgeninde IR ve UV bölgelerini birleştiren ve renk üçgeninin tabanını oluşturan üzerinde mavi ve kırmızı renklerin çeşitli oranlarda karıştırılması ile elde edilen renklerin yer aldığı doğru) çevrelediği üçgen şeklindeki alan içinde akla gelebilecek bütün renkleri görmek mümkündür. Yaklaşık olarak üçgenin ağılık merkezinde *Beyaz Nokta* denilen kısım bulunur. Beyazla siyah noktayı birleştiren ve beyazdan başlayıp gri siyaha kadar renklerin bulunduğu eksene *Renksizlik Ekseni* adı verilir. Beyaz nokta bütün dalga boylarında eşit remisyon derecelerine sahiptir. Beyaz nokta ile dalga boyu eğrisi arasında aynı renk tonunda fakat doygunlukları farklı renkler yer almaktadır. CIE renk üçgeninin köşelerinde standart renk değerlerinin karşılığı olan renkler bulunmaktadır.

Renk üçgeninin alt tabanını oluşturan (M-K) doğrusu periperi veya pupur çizgisi olarak adlandırılmıştır. Pupur çizgisi ve 400-700 nm eğrisi üzerinde bulunan renkler en doygun renklerdir. Üçgenin kenarlarından beyaz noktaya doğru gidildikçe doygunluk azalmakta , açıklık artmaktadır. bir rengin açıklığı ayrı bir büyüklük ile

ifade edilmektedir. Standart spektral değerlerinden y insan gözünün hassasiyet eğrisine uygun olarak kabul edildiği için standart renk değerlerindem Y açıklık için ölçü olarak kabul edilir. Açıklık CIE-Renk tablosuna dikey olan 3. bir boyut olarak düşünülebilir. Gün ışığı altında beyazdır.

Renk koyuluğu-derinliği; bir rengin bulunduğu noktanın beyaz notaya olan uzaklığına rengin koyuluğu (RB) denir.

Rengin doygunluğu; bir rengin bulunduğu noktanın siyah nokta ile beyaz noktayı bağlayan doğruya olan uzaklığıdır(RD). Bu uzaklık ne kadar fazla olursa o rengin koyuluğu o kadar fazladır. Renk diyagramında beyaz noktaya (B) eşit mesafede bulunan noktaların renk koyulukları (RB) aynıdır, fakat doygunlukları (RD) farklı olabilir. Son yıllarda renklerin gösteriminde sistemler daha da geliştirilmiş ve kabul edilebilir renk sistemi CIE-Renk Sistemidir. Bu sistemde birbirine dikey olarak bulunan a^* ve b^* eksenlerinin birbirlerini kestiği yer renksiz noktadır. Renksiz noktanın bulunduğu yerden dikey olarak beyaz-gri- siyahtan oluşan *Renksizlik Ekseni* geçer.

CIE-Renk Sisteminde üçüncü eksen L^* açıklık eksenidir. Bu eksen renksiz noktadan geçer ve a^* ile b^* nin oluşturduğu düzleme göre dikey olarak iner. L^* değeri siyahta sıfırdan başlayıp beyaz için 100'e ulaşır. Eşit tonlardaki renkler a^* ve b^* nin oluşturduğu düzlemde renksiz noktadan dışa doğru geçen çizgi üzerinde bulunurlar. Kırmızıdan-sarıya doğru giderek artan dönüş açısı renk tonu için bir ölçektir.

$h = 0^\circ$ kırmızı

$h = 90^\circ$ sarı

$h = 180^\circ$ yeşil

$h = 270^\circ$ mavi

Herhangi bir rengin bulunduğu noktanın renksiz noktaya uzaklığı rengin C^* - beyaz nokta için sıfırdan başlayıp çok parlak renklere 80'e kadar çıkabilmektedir. Renksiz

noktanın etrafında bulunan her bir halka üzerinde bulunan renklerin koyuluğu aynıdır. *CIE-Renk Sistemi*, uluslar arası Aydınlatma Komisyonu CIE tarafından geliştirilen renk sistemi standart renk değer kısımlarından x ve y kullanılarak elde edilir. Üzerinde dalga boyarının bulunduğu eğri ile görünmez bölgenin sınırı sayılan purpur çizgisi tarafından çevrilen ve yaklaşık üçgen şeklideki alan içerisinde akla gelebilecek bütün renkleri görmek mümkündür. Yaklaşık olarak üçgenin ağılık merkezinde beyaz nokta denilen kısım bulunur. Beyaz noktadan dikey olarak beyaz-gri-siyahtan oluşan renksizlik ekseni geçer.

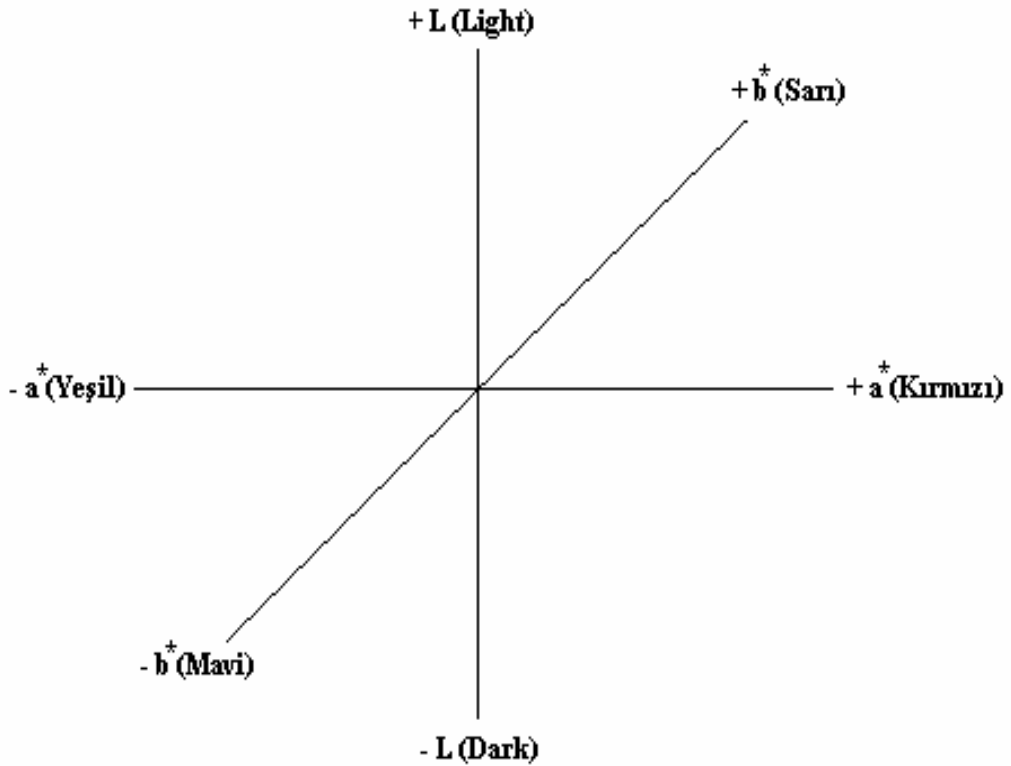
CIELAB Renk Sistemi; CIE iki boyutlu renk sisteminde x ve y değerleri sayesinde renklerin yerlerinin belirlenmesi sağlanmakta ancak belli bir noktada bulunan renklerin açıklık koyuluk bakımından görünümünde çok büyük farklılıklar olabilmektedir. Bir başka deyişle bir rengin yeri çıkış noktasından o kadar uzakta olabilmektedir ki iki rengin birbirinden gözle ayırt edilebileceği doğrusal uzaklık rengin sistemdeki bulunuş yerine göre farklı olabilmektedir. CIE Düzlemsel Renk Sistemi rengin açıklığı koyuluğu ve nüansı hakkında fikir vermede yetersiz kalmaktadır. Bunun yerine 1970'li yıllarda tekstil endüstrisinde geniş kullanım alanı bulan CIELAB sistemi geliştirilmiştir. CIELAB sisteminde renklerin sayısal olarak ifadesinde L^* , a^* , b^* değerleri kullanılmaktadır. Sistemin merkezinde beyaz nokta bulunmaktadır. a^* (kırmızı-yeşil) ve b^* (sarı-mavi) eksenleri beyaz nokta üzerinde kesişirler. Üçüncü eksen ise a^*-b^* eksenlerinin oluşturduğu eksene dik gelen L^* ekseni olup rengin açıklığını gösterir.

Boyama ve boyarmadde konsantrasyonunun bulunması; boyarmadde konsantrasyonu ile refleksiyon değerleri arasında sistematik bir ilişki vardır. Boyama konsantrasyonu ile refleksiyon değerleri arasındaki ilişkileri ortaya koyan bir formül yardımıyla bilinmeyen bir konsantrasyonu daha kolay ve temel boyama yapmadan hesaplamak mümkündür. Uygulamada çok denenmiş olan böyle bir formül Kubelka-Munk teorisinden elde edilmiştir. Kubelka-Munk teorisine göre renkli bir örnek için iki büyüklük tarif edilmektedir. Bunlar, K ve S değerleridir. Bunlardan K; ışık absorpsiyonu, S; ışık yansımaları için bir ölçektir. K büyük oranda boyarmaddeden S

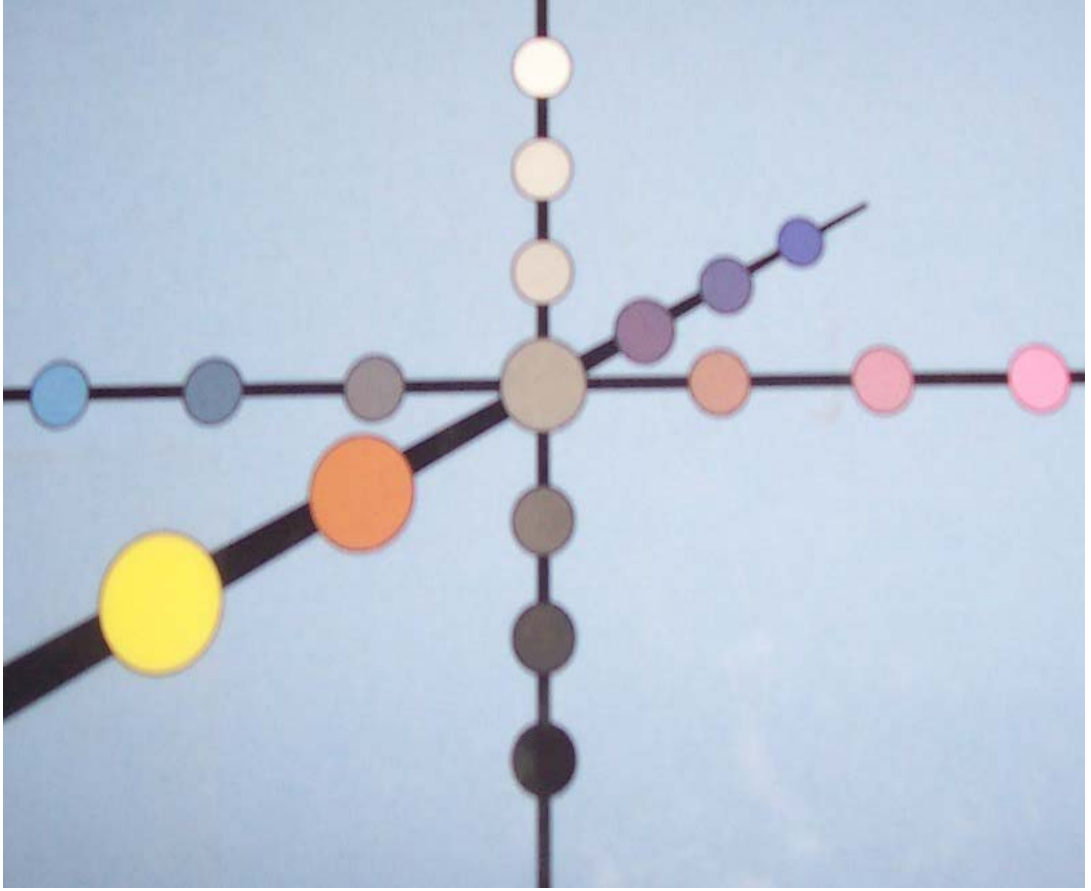
ise sadece tekstil metaryali tarafından belirlenir. Kalın ve saydam olmayan bir renkli tekstil materyalinin herhangi bir dalga boyundaki remisyon ve K/S değerleri arasında Kubelka-Munk teorisine göre şu bağıntı mevcuttur:

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

Her boyarmadde için 400-700 nm arasındaki dalga boylarında konsantrasyon (C) ve remisyon (R) arasındaki ilişkilerin bir formülle ifade edilebilmesi sayesinde boyarmadde konsantrasyonunun hesap yoluyla bulunması mümkündür. Boyarmaddenin absorpsiyon katsayısı A ile konsantrasyonu K arasında Beer kanununa göre iyi bir orantı bulunmaktadır. $A.C = f(R)$ A: absorpsiyon katsayısı[15].



Şekil 2.3. Renk skalası



Şekil 2.4. Üç Boyutlu L,a*,b* skalası

Üç boyutlu renk skalası boyama yapılan numunede boyamanın nasıl olduğunu anlamada özellikle işletmelerde çok büyük kolaylık sağlamaktadır. Örneğin bir boyama fabrikasına kumaş boyamak için örnek bir numune geldiği zaman bu numuneye yakın renk çalışmalarını bu renk skalası yardımıyla kolayca bulunabilmektedir. Böylece hem zamandan hem de denemelerden oluşacak maliyetler önlenmiş olur. Ayrıca K/S ölçümü yapılırken ΔE değeri de ölçülür. Bu değer standart bıyanmış numuneye boyanan örnek numune arasındaki renk farkını gösterir. Numuneden ölçülen ΔE değeri <1 ise standartla arasında renk açısından bir fark olmadığı kabul edilir.

3. DENEYSEL ÇALIŞMA VE SONUÇLARI

3.1. Materyal ve Metod

Deneysel çalışmada kullanılan kimyasal malzemeler ve ekipmanlar tablo halinde verilmiştir.

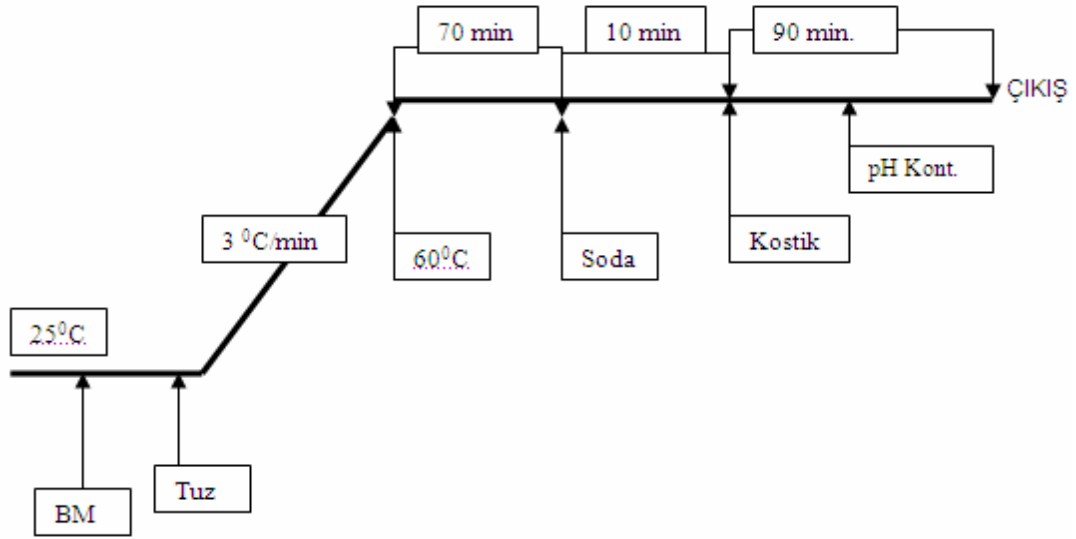
Çizelge 3.1. Deneysel çalışmada kullanılan kimyasal malzemeler

Kimyasal Madde	Temin Edilen Firma	Kimyasal Formülü	Kimyasal Özellikler(% Safılık)
Sodyum hidroksit	Riedel-de Haën	NaOH	Mw: 40 g/mol %99,9
Sodyum Karbonat	Riedel-de Haën	Na ₂ CO ₃	Mw: 106,04 g/mol %99,5
Sodyum Klorür	Riedel-de Haën	NaCl	Mw: 58,44 g/mol % 99
Sodyum Sülfat	Riedel-de Haën	Na ₂ SO ₄	Mw: 142,06g/mol %99
Formik Asit	Riedel-de Haën	HCOOH	Mw:46,03g/mol %99
Boyarmadde (Blue KBR C.I. 221)	Eksoy Kimya	C ₃₂ H ₅₆ CuN ₉ O ₁₅ S ₄ ClNa ₄	Mw: 1125,24 g/mol λ _{max} : 604 nm
Sabun	Setaş Kimya	SETAWASH SB	

Çizelge 3.2. Deneysel çalışmada kullanılan cihazlar

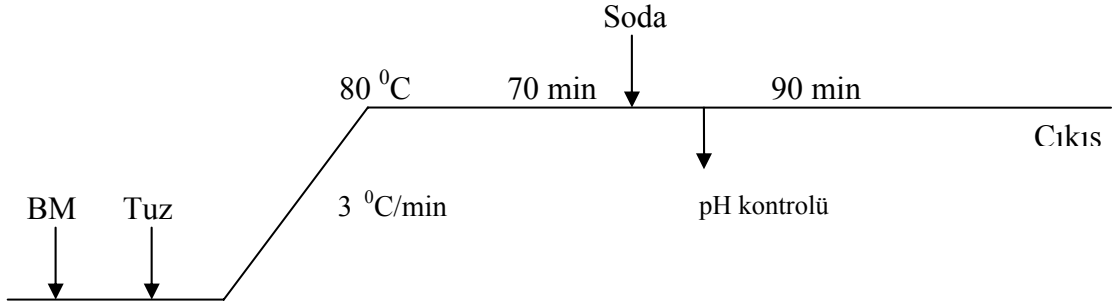
Kullanılan cihaz-deney adı	Cihazın markası
K/S Tayini ve ΔE^* Bulunması	Hunter Lab. Color Quest II Spektrofotometre
UV (boyanmış kumaşın renk değerlendirmesi-L, a, b)	Minolta d 3600
Boyama cihazı	TERMAL 612HT
Işık haslığı cihazı	Xenotest 150 S+ ATLAS
Sürtünme haslığı cihazı	TERMAL
Yıkama haslığı cihazı	TERMAL 612HT
pH metre (boyama ve yıkama)	EXTECH Instruments
Isıtıcı (boyama ve yıkama)	HOT&STIR Model:Ms300
Etüv	TERMAL
Hassas Terazi	PRECİSA XB6200D
λ_{\max} (Çözücü saf su) Tayini	Perkin Emler Lambda 900 UV/VIS/NIR Spectrometer

Yapılacak boyamalarda ön işlemlere tabi tutulmuş 20/1 (20 metre ipliği 1 gram) ve metrekare ağırlığı 130 gram olan % 100 pamuklu penye kumaş kullanılmıştır. Bu kumaş üzerine farklı boyama prosesleri uygulanacaktır. Model olarak aşağıda gösterilen proses üzerinde çalışılmıştır.

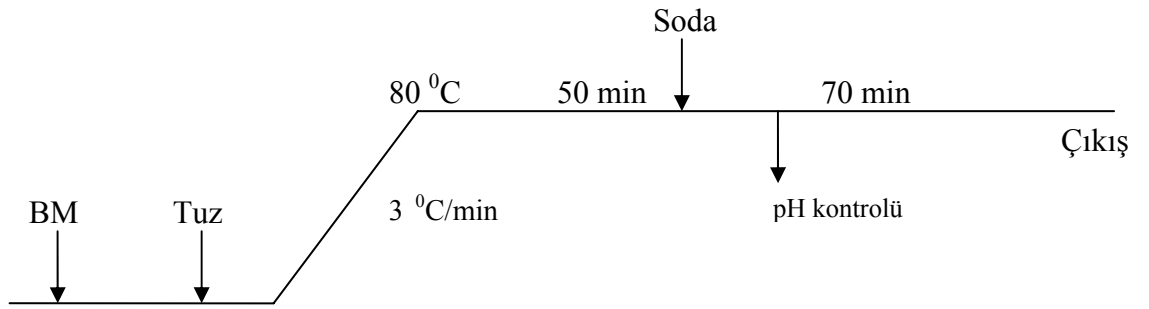


Şekil 3.1. Standart boyama prosesi

Deney tüpüne belirlenen oranda % 1 lik hazırlanmış boyarmadde çözeltisine gerekli miktarda tuz veya sülfat ilavesi yapıldıktan sonra flotte gerekli miktara tamamlanarak (flotte 1:10) tüp hazırlandı. Kesilmiş olan kumaş tüpe kondu ve kapatıldı. Yaklaşık 30 °C de bulunan boyama makinesine kondu ve program başlatıldı. 20 dakika süresi içinde sıcaklığın 60 °C ye çıkması sağlandı ve boyarmaddenin lifler tarafından alınmasını sağlamak amacı ile 70 dakika süresince döndürüldü, bu süre sonunda boyarmaddenin liflere fiksajını sağlamak için gerekli miktardaki soda çözeltisi (200 g/L) ilave edilerek, banyo pH değeri yükseltildi. Kullanılan boyarmadde oranına bağlı olarak eğer gerekiyor ise (koyu boyamalarda) 10 dakika sonra kostik ilavesi yapıldı. (40 g/L'lik çözeltisi) ve boyamanın meydana gelebilmesi için 80 dakika boyunca aynı sıcaklıkta muamelesi sonucu boyama işlemi tamamlandı. Bu işlemlerin ardından yıkama işlemlerine geçildi. Bu işlemler de ise öncelikle bir soğuk durulama yapıldıktan sonra 80 °C de 15 dakika fikse olmamış boyanın kumaştan uzaklaştırılması sabunlama ile sağlandı, bu işlemden sonra aynı şartlarda sabunsuz bir kaynatma işlemi daha gerçekleştirildi ve yıkama işlemi bitirildi. Son işlem olarak kurutma yapıldı. Kurutma kurutma sıcaklığı ve kurutma zamanı çok önem taşımaktadır. Bu nedenle oda sıcaklığı ev etüvde olmak üzere farklı kurutma metodları denendi. Yapılan bu çalışmada sıcaklık, tuz, zaman ve baz etkisi değiştirilerek uygun boyama şartları araştırılmıştır[17, 29, 35].

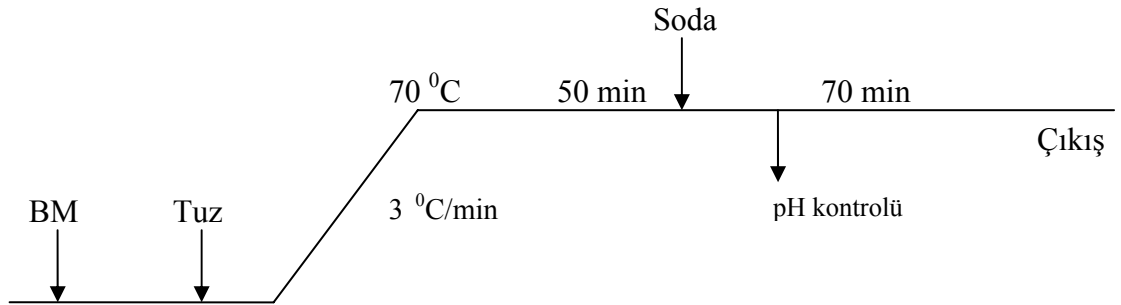


Şekil 3.2. 80 °C de Açık boyama prosesi



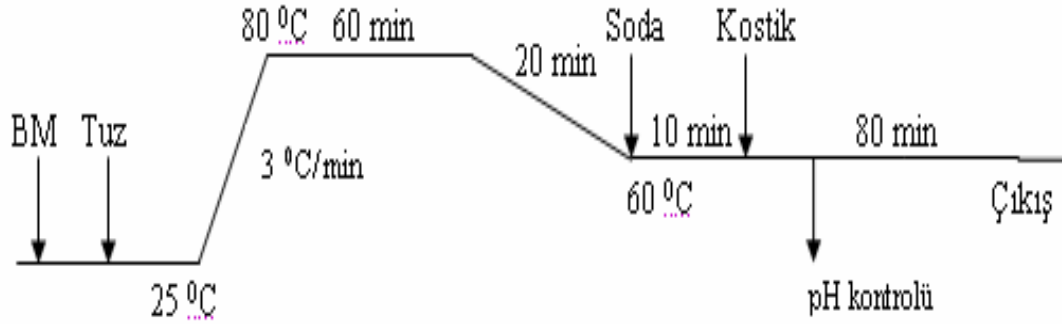
Şekil 3.3. 80 °C de Açık boyama prosesi (Kısa Süreli)

Bu boyama prosesinde Şekil 3.2. (bir üst proses) prosesinden farklı olarak soda öncesi ve soda sonrası süreler düşürülerek 80 °C açık boyamalar için kısa süreli proses denenmektedir.

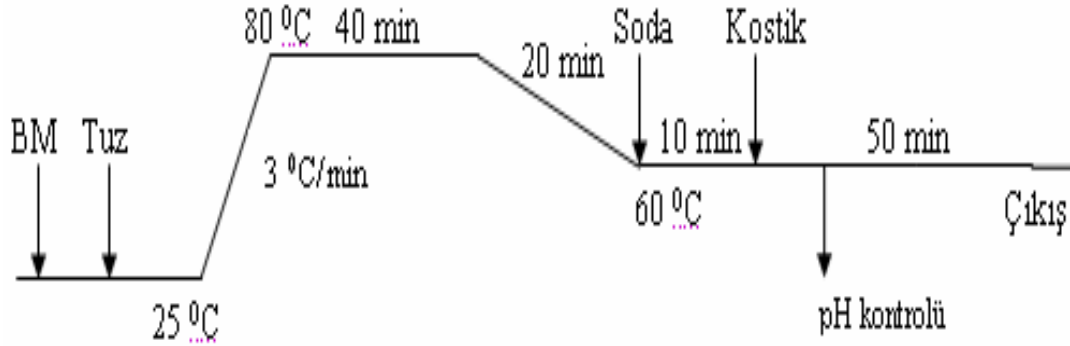


Şekil 3.4. 70 °C de Açık boyama prosesi (Düşük Sıcaklık ve Kısa Süreli)

Bu boyama prosesinde şekil 3.3. prosesinden farklı olarak 80 °C olan sıcaklık 70 °C ye düşürülerek sürenin yanında sıcaklık etkisi de inceleme amaçlanmıştır.

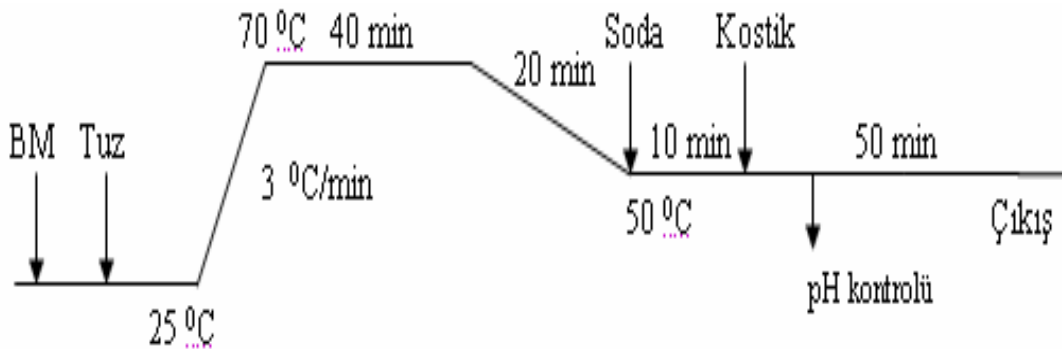


Şekil 3.5. 80 - 60 °C de Orta boyama prosesi



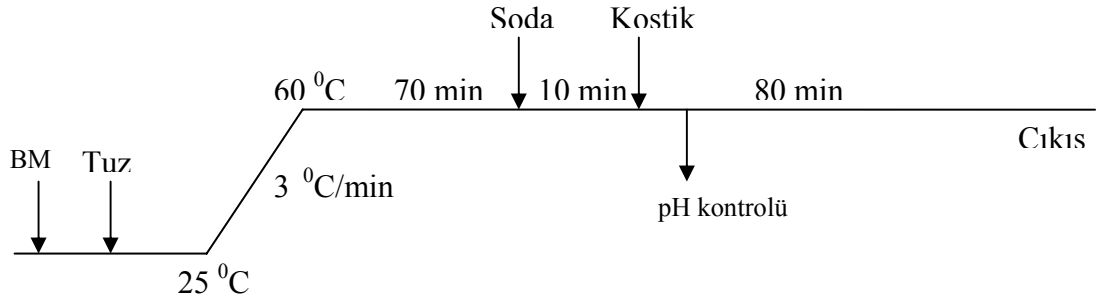
Şekil 3.6. 80 - 60 °C de Orta boyama prosesi (Kısa Süreli)

Şekildeki proses 80 - 60 °C de orta boyama prosesinden (Şekil 3.5.) farklı olarak süreler kısaltılarak zaman etkisi incelenmiştir.

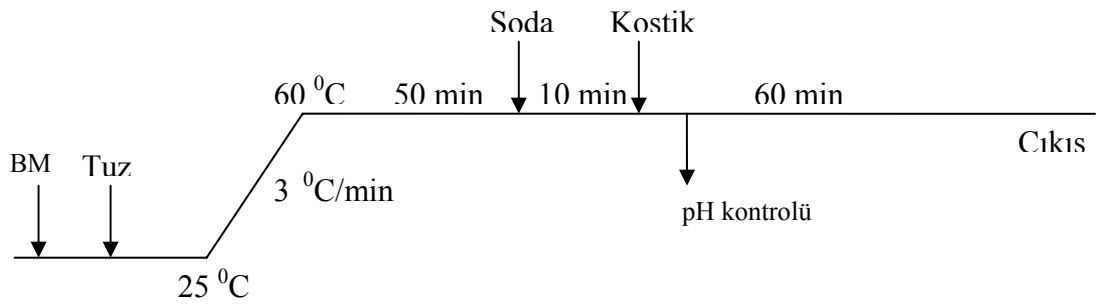


Şekil 3.7. 70 - 50 °C de Orta boyama prosesi (Düşük Sıcaklık ve Kısa Süreli)

Bu boyama prosesinde Şekil 3.6. prosesinden farklı olarak 80-60 °C olan sıcaklıklar 70-50 °C ye düşürülerek sıcaklık etkisi incelenmeye çalışılmıştır.

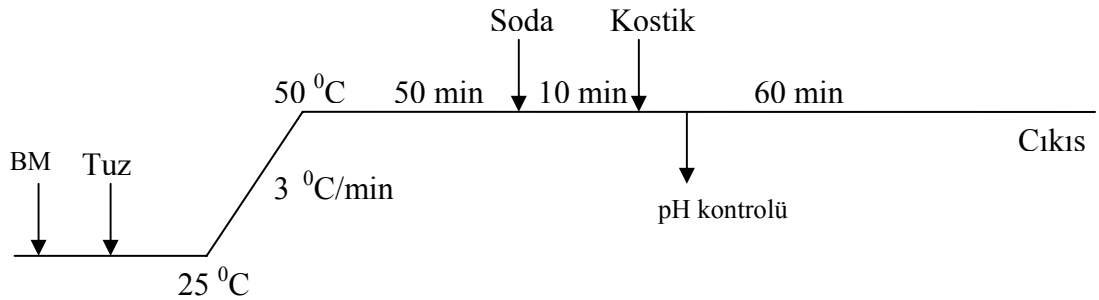


Şekil 3.8. 60 °C de Koyu boyama prosesi



Şekil 3.9. 60 °C de Koyu boyama prosesi (Kısa Süreli)

Bu proseste bir üstteki boyama prosesinden farklı olarak süreler kısaltılmıştır.



Şekil 3.10. 50 °C de Koyu boyama prosesi (Düşük Sıcaklık ve Kısa Süreli)

Bu boyama prosesinde bir üstteki boyama prosesinden farklı olarak 60 °C olan boyama sıcaklığı 50 °C ye düşürülmüştür.

Boyamalar açık, orta ve koyu olmak üzere üç türdür. Bu boyarmadde türünde; 80 °C açık, 80-60 °C orta ve 60 °C koyu boyama sıcaklıklarıdır. Aşağıda verilen tablolarda boyama proseslerinde kullanılan kimyasalların oranları görülmektedir. Bu

tablolarda 1. sütunlar daima standart boyama proseslerine aittir. Boyamalarda kullanılan soda 200 g/L lik, kostik ise 40 g/L 'lik çözeltileri hazırlanarak pipetlenmiştir. Boyarmadde ise % 1 'lik çözelti olarak hazırlanmıştır. Tablolarda sütunlar halinde verilen tüpler boyama makinesinin tek seferde maksimum on tüp alması nedeniyle onarlı seriler halinde verilmiş, her tüpe farklı oranlarda kimyasal madde ilavesiyle farklı boyama özellikleri incelenmiştir. Aşağıdaki tabloların hepsinde kullanılan boyarmadde sabitken kullanılan kimyasal madde miktarları değiştirilmektedir. Kullanılan boya, soda ve flotte miktarları ml cinsinden verilirken tuz ve sülfat miktarları gram cinsinden verilmiştir. Flotte belirlenmesinde, 50 mL toplam flotte miktarından tüplere sıvı olarak eklenen kimyasal madde miktarları çıkarıldıktan sonra geri kalan miktar eklenecek olan flotte olarak bulunmaktadır.

Çizelge 3.3. 5 mL'lik 80 °C de Açık boyamada kullanılan kimyasal madde ve flotte oranları

Tüp No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Boya(mL)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Sülfat(g)	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,25	0,30	0,40	0,45	0,35
Soda(mL)	2,5	1,5	2	3	3,5	2,5	2,5	2,5	2,5	4
Flotte(mL)	43	44	43	42	42	43	43	43	43	41

Kullanılan boya derişiminin çok düşük olması pipetleme imkanı vermediğinden dolayı hazırlanan boyarmadde derişiminden on kat seyreltilerek verilmiştir. 5 mL 'lik 80 °C de açık boyamalar için kullanılan kimyasal madde ve flotte oranları Çizelge 3.3 'de verilmektedir. Burada ilk beş boyama ve son boyama tüpünde (1, 2, 3, 4, 5 ve 10. tüp) sülfat miktarları sabit tutularak soda etkisi, sonraki dört tüpte (6, 7, 8 ve 9. tüpler) soda miktarları sabit tutularak sülfat etkisi incelenmiştir. Çizelge 3.3 'deki kimyasal maddeler ve flotte oranları Şekil 3.2.a (80 °C 'de açık boyama prosesi), Şekil 3.2.b (80 °C 'de açık boyama prosesi (kısa süreli)) ve Şekil 3.2.c (70 °C 'de açık boyama prosesi(düşük sıcaklık ve kısa süreli)) prosesleri kullanılarak boyama yapılmıştır.

Çizelge 3.4. 4 mL'lik 80 °C de Açık boyamada kullanılan kimyasal madde ve flotte oranları

Tüp No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Boya(mL)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Tuz(g)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1	1,25	1,75	2	2,25
Soda(mL)	5	4	4,5	5,5	6	5	5	5	5	5
Flotte(mL)	41	42	42	41	40	41	41	41	41	41

4 mL 'lik 80 °C 'de açık boyamalarda kullanılan kimyasal madde ve flotte oranları Çizelge 3.4 'de gösterilmektedir. Burada ilk beş tüpte (1, 2, 3, 4, ve 5. tüp) tuz miktarları sabit tutulmuş soda miktarları değiştirilmiş, sonraki beş tüpte de (6, 7, 8, 9 ve 10. tüp) soda miktarları sabit tutularak tuz etkileri incelenmiştir.Çizelge 3.4 'deki kimyasal maddeler ve flotte oranları Şekil 3.2.a (80 °C 'de açık boyama prosesi), Şekil 3.2.b (80 °C 'de açık boyama prosesi (kısa süreli))ve Şekil 3.2.c (70 °C 'de açık boyama prosesi(düşük sıcaklık ve kısa süreli)) prosesleri kullanılarak boyama yapılmıştır.

Çizelge 3.5. 7,5 mL 'lik 80 °C de Açık boyamada kullanılan kimyasal madde ve flotte oranları

Tüp No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Boya(mL)	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
Tuz(g)	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	1,75	2	2,5	2,75	3
Soda(mL)	5	4	4,5	5,5	6	5	5	5	5	5
Flotte(mL)	38	37	38	37	37	38	38	38	38	38

7,5 mL 'lik 80 °C 'de açık boyamalarda kullanılan kimyasal madde ve flotte oranları Çizelge 3.5 'de verilmiştir. Burada ilk beş tüpte (1, 2, 3, 4 ve 5. tüp) tuz miktarları sabitken soda miktarları değiştirilmiş, sonraki beş tüpte de (6, 7, 8, 9 ve 10. tüp) soda miktarları sabit tutularak tuz ve soda etkileri incelenmiştir. Çizelge 3.5 'deki kimyasal madde ve flotte oranları Şekil 3.2.a (80 °C 'de açık boyama prosesi), Şekil 3.2.b (80 °C 'de açık boyama prosesi (kısa süreli)) ve Şekil 3.2.c (70 °C 'de açık

boyama prosesi(düşük sıcaklık ve kısa süreli)) prosesleri kullanılarak boyama yapılmıştır.

Çizelge 3.6. 12,5 mL 'lik 80-60 °C de orta boyamada kullanılan kimyasal madde ve flotte oranları

Tüp No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Boya(ml)	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Tuz(g)	2,75	2	3,5	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75
Soda(mL)	1,25	1,25	1,25	1	1,50	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Kostik(mL)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	1,75	2	2,25	2,75	3
Flotte(mL)	34	34	34	34	34	35	34	34	34	33

12,5 mL 'lik 80-60 °C 'de orta boyamalarda kullanılan kimyasal madde ve flotte oranları Çizelge 3.6 'da verilmiştir. Burada ilk üç tüpte (1,2 ve 3. tüp) kostik ve soda miktarları sabit tutularak tuz miktarları değiştirilmiş, sonraki iki tüpte (4. ve 5. tüp) kostik ve tuz miktarları sabit tutulmuş soda miktarları değiştirilmiş, 6., 7., 8., 9. ve 10. tüplerde ise soda ve tuz miktarları sabit tutularak kostik miktarları değiştirilmiştir. Çizelge 3.6 'daki kimyasal madde ve flotte oranları Şekil 3.2.d (80-60 °C 'de orta boyama prosesi), Şekil 3.2.e (80-60 °C 'de orta boyama prosesi (kısa süreli)) ve Şekil 3.2.f (70-50 °C 'de orta boyama prosesi(düşük sıcaklık ve kısa süreli)) prosesleri kullanılarak boyama yapılmıştır.

Çizelge 3.7. 17,5 mL 'lik 60 °C de kullanılan kimyasal madde ve flotte oranları

Tüp No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Boya(mL)	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5
Tuz(g)	3,5	3	4	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Soda(mL)	1,25	1,25	1,25	1	1,5	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Kostik(mL)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	1,75	2	2,25	2,75	3
Flotte(mL)	29	29	29	29	29	29	29	28	28	28

17,5 mL 'lik 60 °C de koyu boyamada kullanılan kimyasal madde ve flotte oranları Çizelge 3.7 'de verilmiştir. Burada ilk üç tüpte (1, 2 ve 3. tüp) soda ve kostik miktarları sabitken tuz miktarı değiştirilmekte, 4. ve 5. tüplerde kostik ve tuz miktarları sabit tutularak soda miktarları değiştirilmekte, 6., 7., 8., 9. ve 10. tüplerde ise tuz ve soda miktarları sabit tutularak kostik miktarları değiştirilmiştir. Çizelge 3.7 'deki kimyasal madde ve flotte oranları Şekil 3.2.g (60 °C 'de koyu boyama prosesi), Şekil 3.2.h (60 °C 'de koyu boyama prosesi (kısa süreli)) ve Şekil 3.2.1 (50 °C 'de koyu boyama prosesi(düşük sıcaklık ve kısa süreli))prosesleri kullanılarak boyama yapılmıştır.

Buna göre yukarıda verilen kimyasal madde miktarları ve boyama proseslerine göre yapılan çalışmaların takibi kolay olması açısından kodlanmak istenirse; Deney yapılan boyama makinesinde on tüp bulunduğundan boyamalar onarlı gruplar halinde yapılmıştır. Toplam 150 deney yapılmış olup 15 makine girilmiştir. Bu girilen makinelerin takibi kolay olması için yapılan deney serilerine belli bir kod numarası verilmiştir. Buna göre A₁ 'den başlayan kod isimler sırasıyla A₁₅ 'e kadar gitmektedir. Bu yapılan serileri açık, orta ve koyu boyamalara göre gruplamak gerekirse;

A₁: 0,05 'lik Açık Boyama Serisi

A₂ : 0,05 'lik Açık Boyama Serisi (Kısa Süreli)

A₃ : 0,05 'lik Açık Boyama Serisi (Düşük Sıcaklık ve Kısa Süreli)

A₄ : 0,4 'lük Açık Boyama Serisi

A₅ : 0,4 'lük Açık Boyama Serisi (Kısa Süreli)

A₆ : 0,4 'lük Açık Boyama Serisi (Düşük Sıcaklık Kısa Süreli)

A₇ : 0,75 'lik Açık Boyama Serisi

A₈ : 0,75 'lik Açık Boyama Serisi (Kısa Süreli)

A₉ : 0,75 'lik Açık Boyama Serisi (Düşük Sıcaklık Kısa Süreli)

A₁₀ : 12,5 'lik Orta Boyama Serisi

A₁₁ : 12,5 'lik Orta Boyama Serisi(Kısa Süreli)

A₁₂ : 12,5 'lik Orta Boyama Serisi (Düşük Sıcaklık Kısa Süreli)

A₁₃ : 17,5 ‘lik Koyu Boyama Serisi

A₁₄ : 17,5 ‘lik Koyu Boyama Serisi (Kısa Süreli)

A₁₅ : 17,5 ‘lik Koyu Boyama Serisi (Düşük Sıcaklık Kısa Süreli)

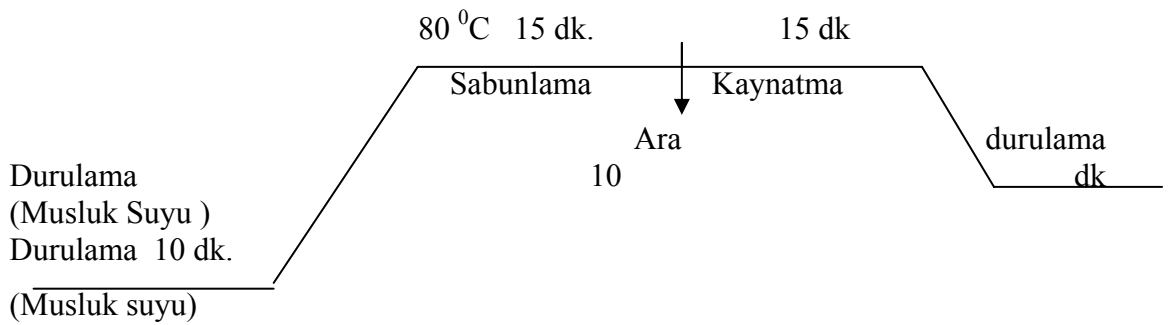
3.2. Nötralizasyon

Boyama işleminin bitmesinin ardında tüplerden çıkarılan boyanmış kumaşlar 1 M formik asitle pH 2.5-3 civarına ayarlanmış nötralizasyon suyu ile durulama yapılarak kumaşlar nötralize edilmiştir. Burada kumaşın sahip olduğu bazik özellik bertaraf edilerek boyamanın sonlandırılması amacıyla işlem yapılmaktadır.

3.3. Durulama

Nötralize edilmiş kumaşlara şebeke suyu ile soğuk durulama yapılmıştır. Nötralizasyon sonucu kumaş üzerinde kalabilecek asitin kumaşa zarar vermemesi ve boyamanın bozulmaması amacı ile yapılmaktadır.

3.4. Yıkama İşlemi



Şekil 3.3. Yıkama prosesi

Boyanmış kumaş üzerinde bulunan ve fikse olmamış boyarmaddelerin uzaklaştırılması amacı ile iki aşamalı yıkama işlemi yapılmıştır[2]. İlk aşamada ticari sıvı sabun ile hazırlanmış 5 g/L ‘lik sabunlu su ile 80 °C de 15 dakika boyunca

yıkama yapıldı, son aşamada 80 °C de 15 dakika boyunca musluk suyu su ile kaynatma yapıldı.

3.5. Yıkama Haslık Testi

Yıkanan numunelerin yıkama haslıkları TS EN ISO 105-106 standardına göre yapılmıştır. Standarda göre; 10x4 boyutunda kesilmiş numune iki refakat bezi arasına kenarlarından dikilerek hazırlanır. Boyama makinesinde 40 °C 150 mL 45 dakika 10 adet 0,6 cm çapında çelik bilyelerle 4 g/L sabunla muamele edilir. Sonuçta numune refakat bezlerinden ayrılarak gri skalada solma derecesine bakılır[22].

3.6. Sürtme Haslık Testi

Yıkanan numunelerin sürtme haslık testi TS 717 EN ISO 105 – X12 standardına göre yapılmıştır.

Standarda göre numune kumaş sürtme cihazın çeneleri arasına uzunlamasına sürtülecek şekilde kırışksız olarak gerilir. Cihazın sürtme baskı ayağına beyaz pamuklu sürtme bezi sarılır. 10 cm'lik aralık içinde 10 saniyede 10 defa gidip gelecek şekilde ve aynı doğrultuda pamuklu bez numuneye sürtülür. Sürtme cihazının kolu, belirli bir hızla çevrilerek bu şartlar güvenilir şekilde gerçekleştirilir. Sürtme cihazı parmağının üzerine konulacak yük 0,9 kgf (9N) veya 2,3 kgf (22N) olarak ayarlanır. Çözgü ve atkı yönlerindeki sürtme haslık ayarları ayrı ayrı kontrol edilir[23].

3.7. Işık Haslık Testi

Yıkanan numunelerin ışık haslık testi TS 1008 EN ISO 105-B02 standardına göre Xenotest 150 S+ ATLAS cihazında yapılmıştır[24].

3.8. UV Spekturumu İle Tekstil Kumaşının Renk Değerlendirmesi (L, a, b)

Boyama ve yıkama işlemlerinden sonra kumaş numunelerin L, a, b değerlerine Minolta d 3600 spektrofotometre cihazında bakılmıştır.

3.9. K/S Tayini

Ege Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Labratuarı'nda Hunter Lab. Color Quest II Spektrofotometre cihazı ile yapılmıştır.

3.10. Mavi Reaktif 221' in Maksimum Dalga Boyu Tayini

Tayin için Bausch & Lomb Spectronic 2000 Spectrophotometer System cihazı kullanılmıştır. Kullanılan boyarmaddenin λ_{max} değeri 604 nm olarak ölçülmüştür.

3.11. Deneysel Bulgular

3.11.1. Boyalı tekstil mamulünün L, a, b sonuçları

Boyalı tekstil mamulünün renk değerlendirmeleri ile ilgili L, a, b sonuçlar EK-1 'de tabloda verilmiştir.

Yapılan denemelerin EK-1.a-1.p 'de L, a, b sonuçlarına bakılacak olursa;

Açık boyamalarda (A_1 'den A_9 ' a kadar) L değerleri düşmektedir. Yani açıklık-koyuluk ekseninde koyuluğa doğru bir hareket söz konusudur. Buda beklenen bir durumdur, çünkü A_1 'den A_9 'a doğru boyarmadde oranlarında bir artış olduğundan renkte koyulaşma olmaktadır. A_1 ile A_9 arasında L değerlerinde neredeyse iki katına varan bir fark vardır, ilave edilen boyarmadde miktarına bakıldığında 0,05 'den 0,75 'e değişmiştir. Tabi burada sadece ilave edilen boyarmadde miktarına bakmak yanlış olur. Çünkü boya alımını direkt etkileyen faktörler arasında alkali ve tuzun miktarları

da önceki teori bölümlerinde izah edilmişti. a değerlerine bakılacak olursa, A_{1-2-3} proseslerinde -4, A_{4-5-6} proseslerinde -3, A_{7-8-9} proseslerinde ise -2 civarındadır. Burada (-) işareti a^* ekseninin yeşil tarafında olduğunu gösterir. b değerleri A_{1-2-3} : -17, A_{4-5-6} -: 28, A_{7-8-9} : -29 civarındadır. Yani – işareti b^* ekseninde mavi bölgeyi göstermektedir. Bu normal bir durumdur çünkü kullanılan renk mavidir. a^* ve b^* değerleri incelenecek olursa boyarmadde miktarı arttıkça a^* değerleri düşmekte b^* değerleri artmakta bu da boyarmadde miktarının artmasıyla ilgilidir.

Orta boyamalarda ($A_{11-12-13}$) L değerleri 36, a^* -1 ile 0, b^* değerleri de -29 ile -30 civarındadır. Bu proseslerde alkali ilavesinde soda yanında kostik ilavesi de yapılmıştır. Tuz miktarı da kullanılan boyarmadde miktarı arttığından dolayı açık boyama proseslerinden fazla kullanılmıştır.

Koyu boyamalarda ($A_{13-14-15}$) L 29 ile 30, a^* +1 ile 0, b^* ise -29 ile -30 civarındadır. Bu proseslerde diğerlerinden farklı olarak a^* değeri + tarafa yani kırmızı eksen tarafına geçmiştir. Kullanılan ticari boyada bir miktar kırmızı tonu bulunduğundan bu beklenen bir sonuçtur.

Orta ve koyu boyama proseslerinde b^* değerleri arasında önemli bir fark yoktur. Renk koordinatlarını değiştiren eksenler L ve a^* eksenleridir. Sonuç olarak, kullanılan boyarmadde tek bir boyarmaddeden oluştuğu için L, a^* , ve b^* renk skalasında mavi eksen üzerinde yoğunlaşmakta, eksen üzerindeki yer değiştirme kullanılan yardımcı kimyasallara bağlı olarak değişmektedir.

3.11.2. Işık haslık değerleri

Işık haslık testinde herbir serinin başı, ortası ve sonundan örnekler alınarak test yapılmıştır. Herbir serinin ilk tüpü standart boyama tüpüdür, ortadaki tüp soda değişiminin, sondaki tüpte kostik ve tuz değişiminin ışık haslığı üzerine etkilerini incelemek amacıyla seçilmiştir. Işık haslık testinde herbir serinin başı, ortası ve sonundan örnekler alınarak test yapılmıştır. Herbir serinin ilk tüpü standart boyama

tüpüdür, ortadaki tüp soda değişiminin, sondaki tüpte kostik ve tuz değişiminin ışık haslığı üzerine etkilerini incelemek amacıyla seçilmiştir.

Çizelge 3.8. Işık haslık değerleri

A ₁₋₁	5	A ₂₋₁	3	A ₃₋₁	6	A ₄₋₁	6
A ₁₋₆	4	A ₂₋₆	4	A ₃₋₆	4	A ₄₋₅	7
A ₁₋₁₀	5	A ₂₋₁₀	4	A ₃₋₁₀	4	A ₄₋₁₀	7
A ₅₋₁	6	A ₆₋₁	6	A ₇₋₁	7	A ₈₋₁	8
A ₅₋₅	6	A ₆₋₅	6	A ₇₋₅	8	A ₈₋₅	8
A ₅₋₁₀	6	A ₆₋₁₀	7	A ₇₋₁₀	8	A ₈₋₁₀	8
A ₉₋₁	8	A ₁₀₋₁	7	A ₁₁₋₁	7	A ₁₂₋₁	8
A ₉₋₅	8	A ₁₀₋₅	8	A ₁₁₋₅	7	A ₁₂₋₅	8
A ₉₋₁₀	7	A ₁₀₋₁₀	8	A ₁₁₋₁₀	8	A ₁₂₋₁₀	8
A ₁₃₋₁	8	A ₁₄₋₁	8	A ₁₅₋₁	8		
A ₁₃₋₅	8	A ₁₄₋₅	8	A ₁₅₋₅	8		
A ₁₃₋₁₀	8	A ₁₄₋₁₀	8	A ₁₅₋₁₀	8		

Işık haslıklarına bakılacak olursa A₂ serisinin ışık haslığı oldukça kötü çıkmıştır. A₁ ve A₃ serilerinin ışık haslık değerleri birbirine yakın çıkmıştır. A₁, A₂ ve A₃ serilerinde sodyumsülfat ve sodanın artırılması ışık haslıklarında olumlu bir etki yapmıştır. A₄ serisinde ışık haslıkları soda ve tuz miktarıyla orantılı olarak artmış A₅ ve A₆ serilerinde ise tuz miktarı herhangi bir etki yapmamış, A₄ ve A₆ serileri sodayla olumlu, A₅ serisinde soda miktarı ışık haslığını etkilemediği görülmüştür. A₇ ve A₈ de ışık haslıkları mükemmel A₉ da ise tuzun artırılması ışık haslığını biraz düşürmektedir. A₇, A₈, A₉ serilerinde soda miktarının değiştirilmesinin ışık haslığı üzerine bir etkisinin olmadığı görülmüştür. A₁₀ serisinde tuz, soda ve kostik artması ışık haslığını artırmış, A₁₁ serisinde soda artmasında ışık haslığı düşmüş fakat kostik artmasında ışık haslığı artmış, A₁₂ serisinde genel olarak ışık haslığı en iyi düzeyde çıkmıştır. A₁₃, A₁₄, A₁₅ serilerinde ışık haslıkları 8 üzerinden 8 çıkmıştır. Genelde boyarmaddelerde koyu boyamaların ışık haslıkları kötü çıkmaktayken çalışması

yapılan boyarmaddenin koyu renklerinde ışık haslığının iyi çıkması bu boyarmaddenin kullanımı açısından bir avantaj sağlamaktadır[34].

3.11.3. Yıkama ve sürtme haslık değerleri

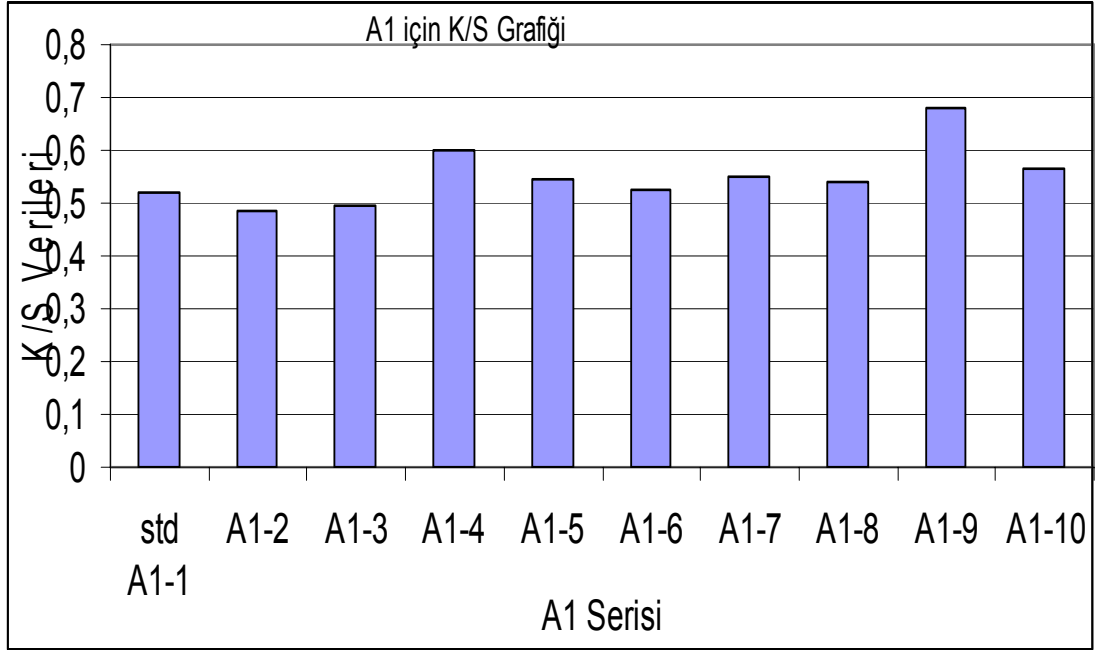
Yapılan tüm boyamalarda numunelerin yıkama ve sürtme haslık testleri sonucunda her seri için en iyi değer olan yıkamada asit ve alkali için 5; sürtmede kuru ve yağ için 5 olarak tespit edilmiştir.

3.11.4. K/S değerleri sonuçları

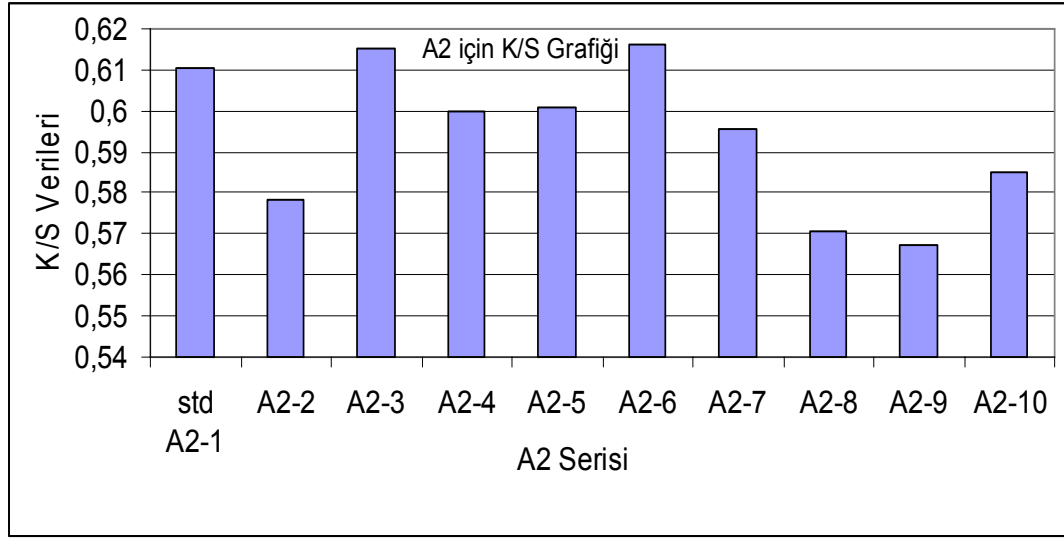
80 °C 'de açık boyama prosesi için K/S değerlerine bakılacak olursa; en yüksek A₁₋₉ en düşük A₁₋₂ dir. A₁₋₉ prosesi standart prosese göre sülfat miktarı artırılmış soda miktarı aynı kalmıştır. A₁₋₂ prosesinde ise sülfat miktarı aynı kalmakta fakat soda miktarı düşmektedir. Sonuçlara göre sülfat miktarının artırılması boyama verimini olumlu etkilemiştir. ΔE^* değerleri ise A₁₋₉ 1'den küçük A₁₋₂ 1'den büyük çıkmıştır. Yapılan literatür incelemelerinde de yakın bir çalışma yapılmış ve benzer sonuçlar bulunmuştur[2]. ΔE^* değerlerinin 1'den büyük çıkması standart prosesle boyanan numune arasında renk farkının fazla olduğunu 1'den küçük çıkması bu farkın önemsenecek boyutta olmadığını göstermektedir.

Çizelge 3.9. A₁ için ΔE^* Sonuçları

	Değişken Parametre	ΔE^*
std A1-1	Standart	
A1-2	Minimum soda	0,9
A1-3	Artan soda	0,72
A1-4	Artan soda	1,82
A1-5	Artan soda	1,15
A1-6	Minimum sülfat	0,63
A1-7	Artan sülfat	1,2
A1-8	Artan sülfat	0,6
A1-9	Maksimum sülfat	0,65
A1-10	Maksimum soda	1,19

Şekil 3.4. A₁ için K/S grafiğiÇizelge 3.10. A₂ için ΔE^* sonuçları

	Değişken Parametre	ΔE^*
std A2-1	Standart	
A2-2	Minimum soda	0,68
A2-3	Artan soda	0,4
A2-4	Artan soda	0,19
A2-5	Artan soda	0,37
A2-6	Minimum sülfat	0,56
A2-7	Artan sülfat	0,66
A2-8	Artan sülfat	1,13
A2-9	Maksimum sülfat	1,06
A2-10	Maksimum soda	0,99

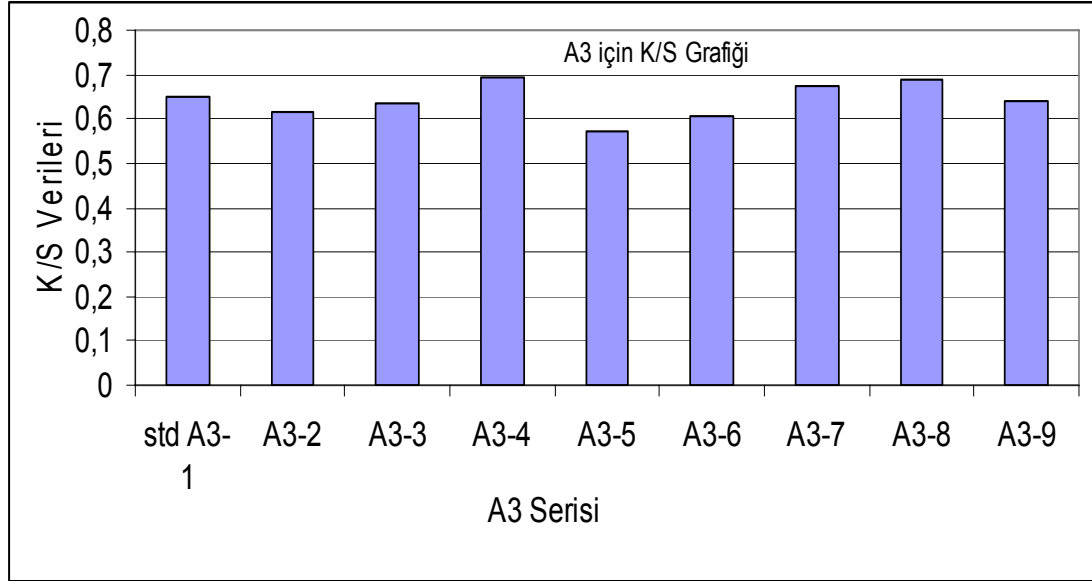


Şekil 3.5. A₂ için K/S grafiği

Süre kısaltılarak yapılan 80 °C açık boyama prosesinde en yüksek K/S A₂₋₆ en düşük A₂₋₉ dir. A₂₋₆ prosesinde soda miktarı aynı kalırken sülfat miktarı düşürülmüştür. A₂₋₉ prosesinde ise soda miktarı aynı kalırken sülfat miktarı artırılmıştır. Kullanılan kimyasalların artırılmasının belli bir dereceye kadar verimi artırdığı bulunmuştur[2, 25]. ΔE^* değerleri ise A₂₋₆ 1'den küçük A₂₋₉ 1'den büyüktür.

Çizelge 3.11. A₃ için ΔE^* sonuçları

	Değişken Parametre	ΔE^*
std A3-1	Standart	
A3-2	Minimum soda	0,62
A3-3	Artan soda	0,72
A3-4	Artan soda	0,91
A3-5	Artan soda	1,69
A3-6	Minimum sülfat	0,86
A3-7	Artan sülfat	0,6
A3-8	Artan sülfat	0,78
A3-9	Maksimum sülfat	0,22
A3-10	Maksimum soda	0,39

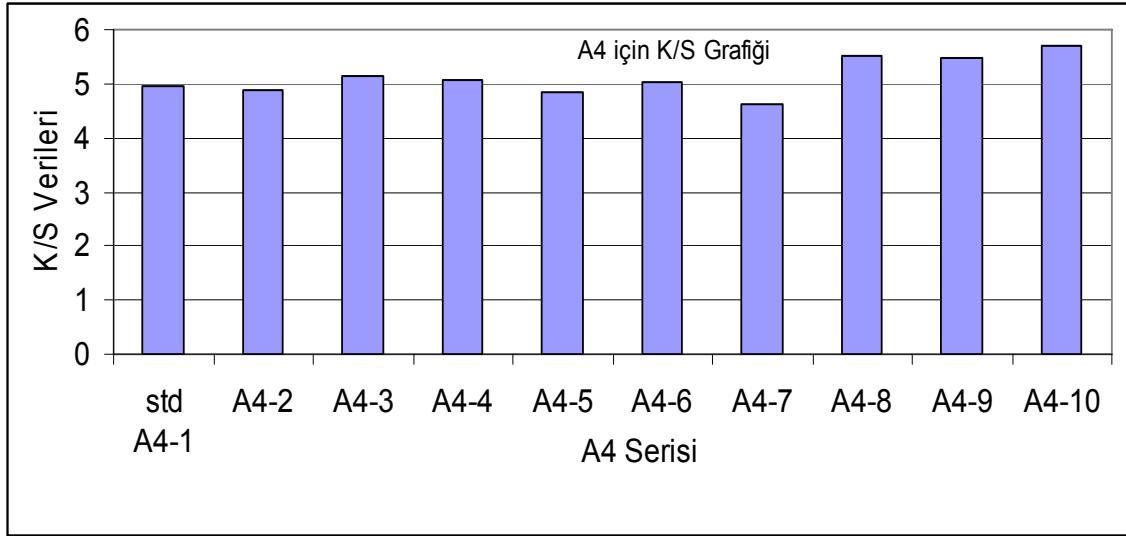


Şekil 3.6. A₃ İçin K/S grafiği

Bu boyama prosesinde ise hem süre hem de sıcaklık düşürülmesi yapılarak sıcaklık ve süre etkileri incelenmiştir. K/S en yüksek A₃₋₇, en düşük A₃₋₅ dir. A₃₋₇ 'de soda miktarı sabitken sülfat miktarı azalmakta, A₃₋₅ 'de ise sülfat miktarı sabitken soda miktarı artırılmaktadır. Bilindiği gibi sülfat boyarmadde – lif arasındaki etkileşimi sağlarken soda ise boyarmaddenin life fikse olmasını sağlamaktadır. Burada lif tarafından boyarmadde etkileşimi artırılarak renk verimi daha iyi çıkmış olabilir. ΔE^* değerleri A₃₋₇ 1'den küçük A₃₋₅ ise 1'den büyüktür.

Çizelge 3.12. A₄ için ΔE^* sonuçları

	Değişken Parametre	ΔE^*
std A4-1	Standart	
A4-2	Minimum soda	0,25
A4-3	Artan soda	0,92
A4-4	Artan soda	0,48
A4-5	Maksimum soda	0,61
A4-6	Minimum tuz	0,53
A4-7	Artan tuz	0,98
A4-8	Artan tuz	1,47
A4-9	Artan tuz	1,53
A4-10	Maksimum tuz	0,82

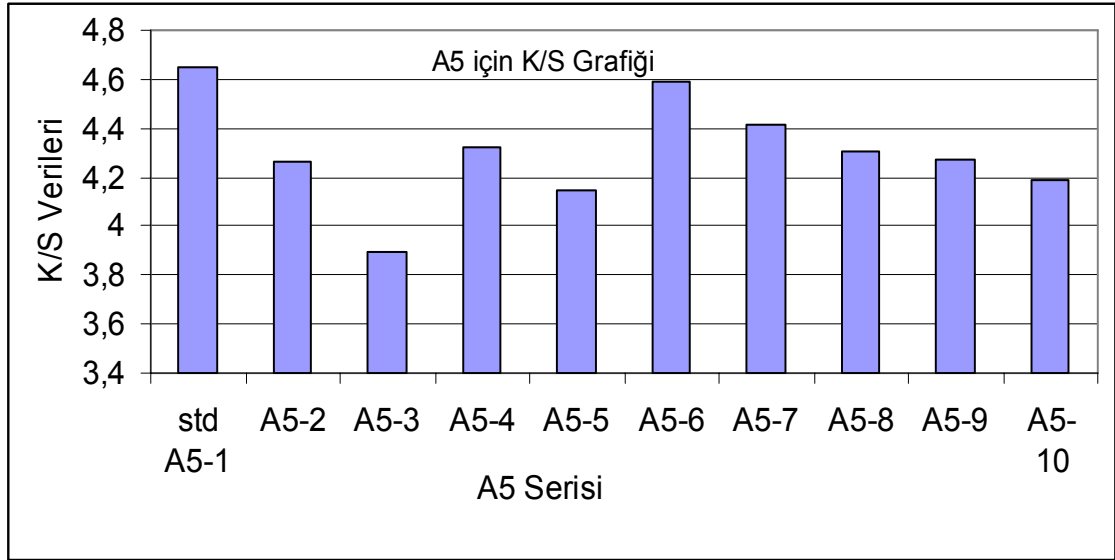


Şekil 3.7. A₄ için K/S grafiği

Bu boyama prosesinde A₁₋₂₋₃ boyama proseslerine göre boyarmadde miktarı artırılmıştır. Bu yüzden K/S değerleri daha yüksektir. K/S için en yüksek değer A₄₋₁₀, en düşük A₄₋₇ dir. A₄₋₁₀ prosesinde soda miktarı sabitken tuz miktarı artırılmıştır. A₄₋₇ de ise soda miktarı sabitken tuz miktarı azaltılmıştır. Tuz miktarının azaltılması boyarmadde- lif etkileşimini zayıflatacağından renk veriminde düşme olmuştur. ΔE^* değerleri A₄₋₁₀ 1'den küçük, A₄₋₇ ise 1'den büyük çıkmıştır.

Çizelge 3.13. A₅ için ΔE^* sonuçları

	Değişken Parametre	ΔE^*
std A5-1	Standart	
A5-2	Minimum soda	1,21
A5-3	Artan soda	2,26
A5-4	Artan soda	1,05
A5-5	Maksimum soda	1,79
A5-6	Minimum tuz	0,51
A5-7	Artan tuz	0,91
A5-8	Artan tuz	1,16
A5-9	Artan tuz	1,55
A5-10	Maksimum tuz	1,53

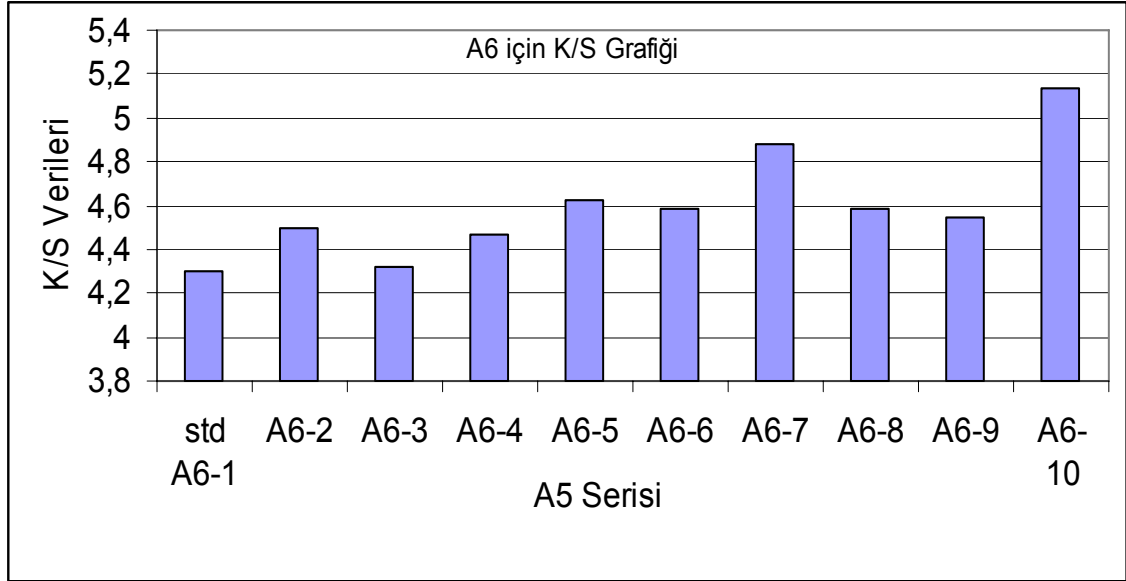


Şekil 3.8. A₅ için K/S grafiği

Bu prosteşte yukarıdaki prosteşteten farkı süre kısaltılmıştır. Buna göre K/S en yüksek A₅₋₆, en düşük A₅₋₁₀ dur. A₅₋₆ prosesinde süre kısaltıldığı için tuz miktarında düşme görülmüştür. Tuz miktarının artırılmasında ise en düşük A₅₋₁₀ prosesi çıkmıştır.

Çizelge 3.14. A₆ için ΔE^* sonuçları

	Değişken Parametre	ΔE^*
std A6-1	Standart	
A6-2	Minimum soda	0,63
A6-3	Artan soda	0,25
A6-4	Artan soda	0,69
A6-5	Maksimum soda	1,03
A6-6	Minimum tuz	0,97
A6-7	Artan tuz	1,74
A6-8	Artan tuz	1,02
A6-9	Artan tuz	0,75
A6-10	Maksimum tuz	0,39

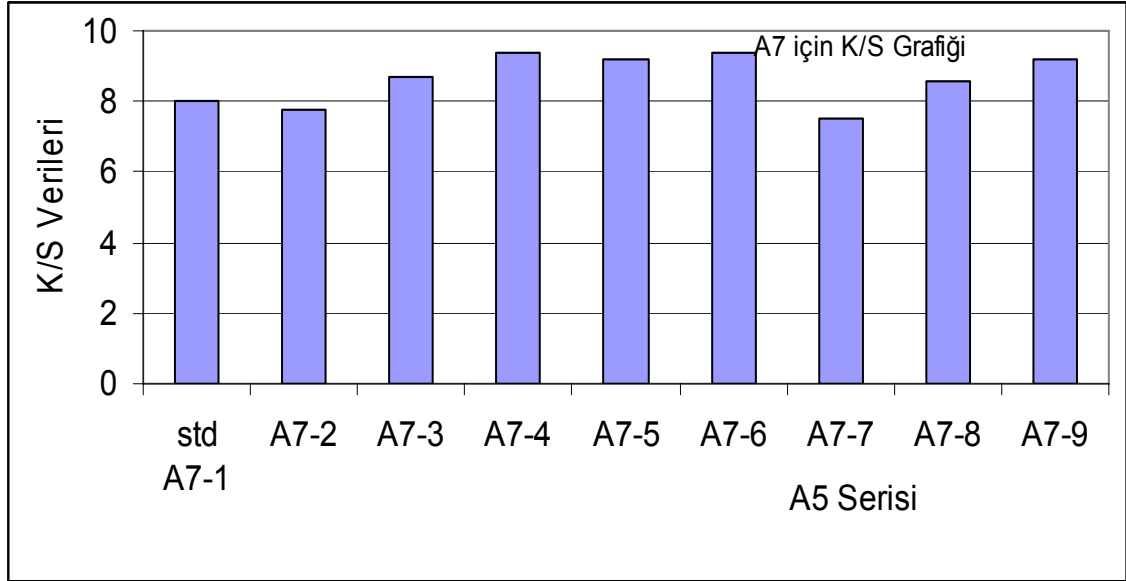


Şekil 3.9. A₆ için K/S grafiği

Bu proste hem süre ve hem de sıcaklık azaltılmıştır. En yüksek K/S A₆₋₁₀, en düşük A₆₋₃ tür. A₆₋₁₀ prosesinde soda miktarı sabitken tuz miktarı artırılmış, A₆₋₃ de ise tuz miktarı sabitken soda miktarı azaltılmıştır. Sıcaklık düştüğü için boyarmadde – lif etkileşimi için tuz miktarının artırılması normaldir, fakat fiksede etkili olan soda miktarının düşürülmesi renk verimini düşürmüştür. [2, 25] de tuz miktarları ve sıcaklıklar arasında ilişki benzer özellikler görülmektedir.

Çizelge 3.15. A₇ için ΔE^* sonuçları

	Değişken Parametre	ΔE^*
std A7-1	Standart	
A7-2	Minimum soda	0,55
A7-3	Artan soda	1,2
A7-4	Artan soda	0,12
A7-5	Maksimum soda	1,18
A7-6	Minimum tuz	0,18
A7-7	Artan tuz	1,15
A7-8	Artan tuz	0,87
A7-9	Maksimum tuz	1,7

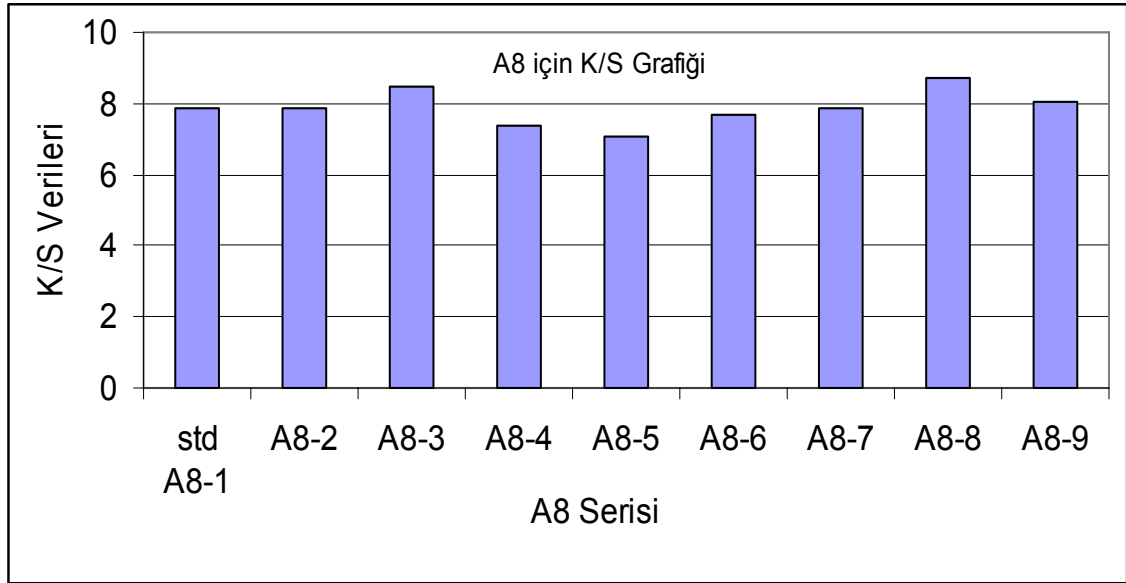


Şekil 3.10. A₇ için K/S grafiği

Bu proste orta koyulukta 80-60 °C sıcaklıklarda boyamalar yapılmıştır. Buna göre en yüksek K/S A₇₋₄, en düşük A₇₋₇ dir. A₇₋₄ de soda miktarı düşürülmüş, A₇₋₇ ise kostik miktarı düşürülmüştür. Fikse sırasında kostik etkisi sodadan daha fazla olduğu için kostik düşürülmesi renk veriminde düşmesine neden olmaktadır. ΔE^* değerleri A₇₋₄ 1'den düşük A₇₋₇ ise 1'den büyüktür.

Çizelge 3.16. A₈ için ΔE^* sonuçları

	Değişken Parametre	ΔE^*
std A8-1	Standart	
A8-2	Minimum soda	0,17
A8-3	Artan soda	1,22
A8-4	Artan soda	0,84
A8-5	Maksimum soda	1,15
A8-6	Minimum tuz	0,25
A8-7	Artan tuz	0,32
A8-8	Artan tuz	0,55
A8-9	Maksimum tuz	0,44

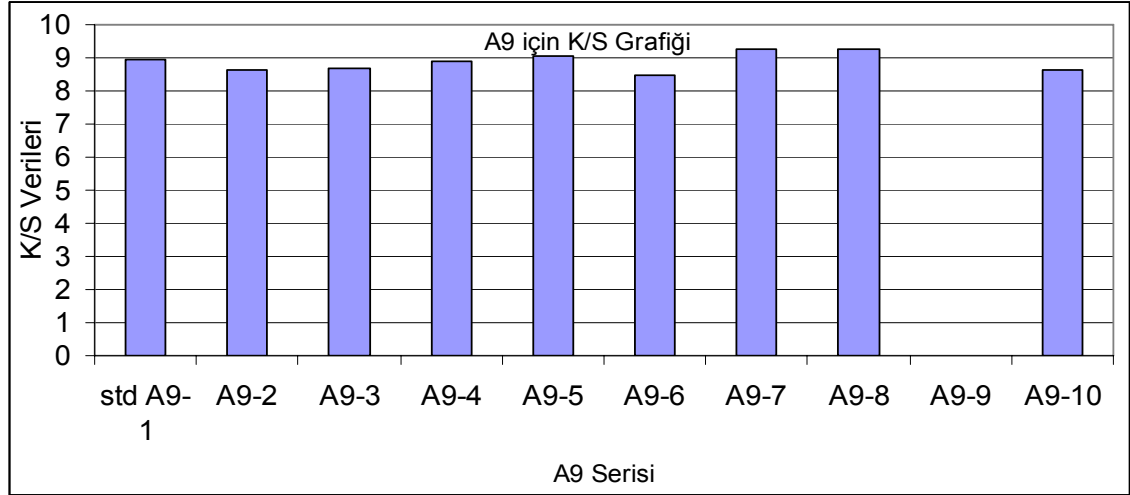


Şekil 3.11. A₈ için K/S grafiği

Bu proseste A₇ prosesinden farklı olarak süre kısaltılmıştır. En yüksek K/S A₈₋₈ en düşük A₈₋₅ dir. A₈₋₈ kostik artırılmış A₈₋₅ de ise soda artırılmıştır. ΔE^* değerleri ise A₈₋₈ 1'den küçük A₈₋₅ 1'den büyük çıkmıştır. Yani A₈₋₈ prosesi standartla arasındaki renk farkı önemsenecek düzeyde değil aynı kabul edilebilir.

Çizelge 3.17. A₉ için ΔE^* sonuçları

	Değişken Parametre	ΔE^*
std A9-1	Standart	
A9-2	Minimum soda	0,52
A9-3	Artan soda	0,51
A9-4	Artan soda	0,3
A9-5	Maksimum soda	0,35
A9-6	Minimum tuz	0,78
A9-7	Artan tuz	0,56
A9-8	Artan tuz	0,53
A9-9	Maksimum tuz	0,95
A9-10	Artan Tuz	0,55

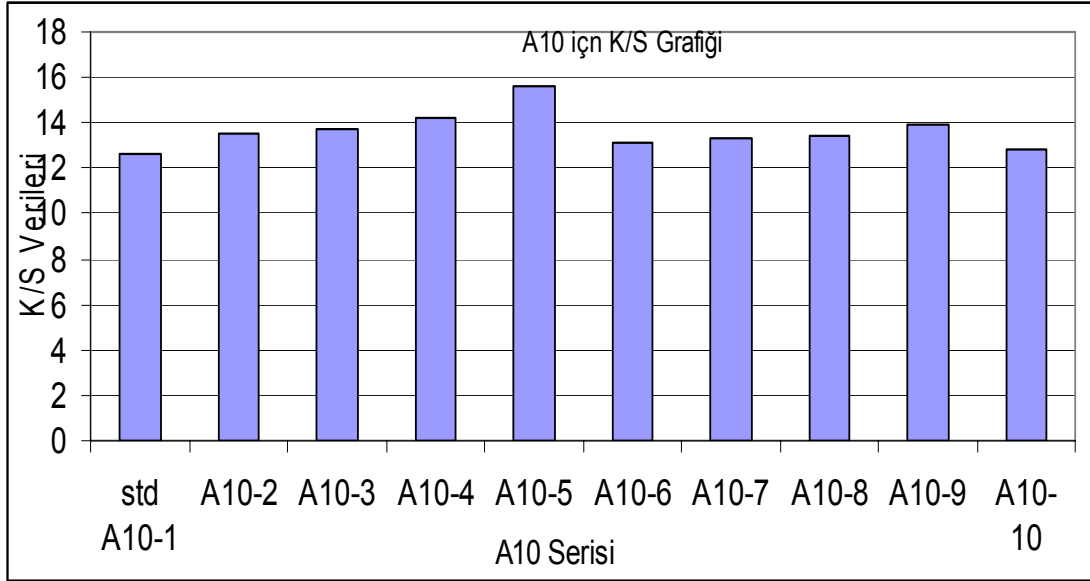


Şekil 3.12. A₉ için K/S grafiği

En yüksek K/S A₉₋₇, en düşük ise A₉₋₉ dur. Burada süre ve sıcaklık ikisi birlikte değiştirilmiştir. A₉₋₇ soda miktarı sabitken kostik miktarı düşürülmüş A₉₋₉ da ise soda miktarı sabitken kostik miktarı artırılmıştır. Süre ve sıcaklık düşürüldüğü için kostik miktarı artırıldığından renk verimi düşmektedir[2, 25].

Çizelge 3.18. A₁₀ için ΔE^* sonuçları

	Değişken Parametre	ΔE^*
std A10-1	Standart	
A10-2	Minimum tuz	0,7
A10-3	Maksimum tuz	1
A10-4	Minimum soda	0,94
A10-5	Maksimum soda	0,74
A10-6	Minimum kostik	0,73
A10-7	Artan kostik	0,77
A10-8	Artan kostik	0,51
A10-9	Artan kostik	1,31
A10-10	Maksimum kostik	0,28

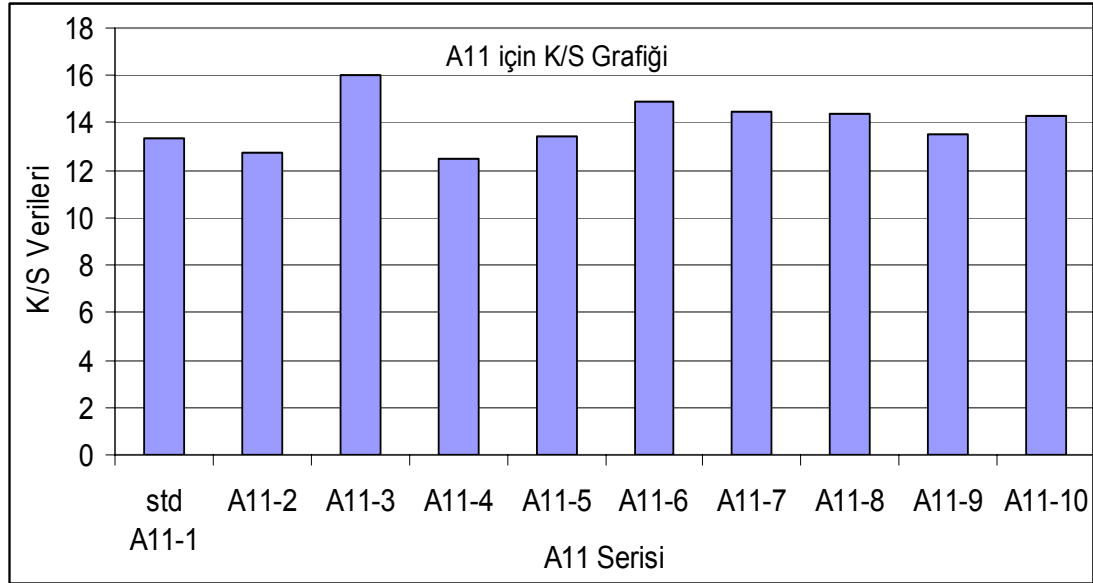


Şekil 3.13. A₁₀ için K/S grafiği

Bu proses A₇₋₈₋₉ den farklı olarak boyarmadde miktarı artırılmıştır. Bu yüzden K/S değerlerinde artma olmuştur[26]. En yüksek K/S A₁₀₋₅ en düşük A₁₀₋₁₀ dur. A₁₀₋₅ de soda miktarı artırılmış A₁₀₋₁₀ da ise kostik miktarı artırılmıştır.

Çizelge 3.19. A₁₁ için ΔE^* sonuçları

	Değişken Parametre	ΔE^*
std A11-1	Standart	
A11-2	Minimum tuz	0,96
A11-3	Maksimum tuz	0,38
A11-4	Minimum soda	1,18
A11-5	Maksimum soda	0,77
A11-6	Minimum kostik	1,1
A11-7	Artan kostik	1,14
A11-8	Artan kostik	0,72
A11-9	Artan kostik	0,99
A11-10	Maksimum kostik	0,84

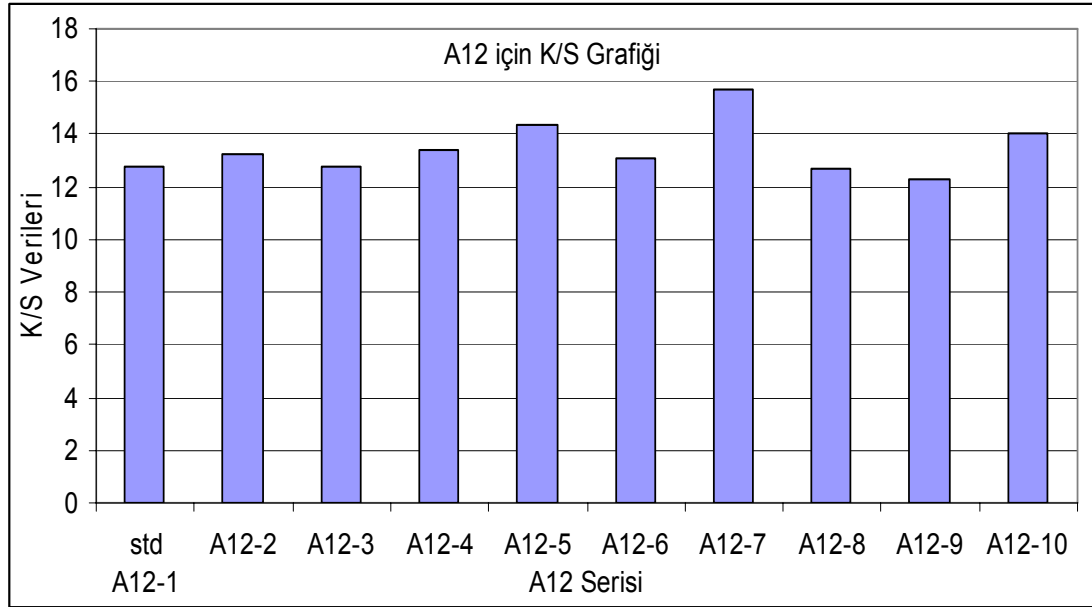


Şekil 3.14. A₁₁ için K/S grafiği

Bu proseste süre kısaltılmıştır. En yüksek K/S A₁₁₋₃, en düşük A₁₁₋₉ dur. A₁₁₋₃ de soda ve kostik miktarı sabitken tuz miktarı artırılmış, A₁₁₋₉ da ise tuz ve soda sabitken kostik miktarı artırılmıştır. Proseste süre kısaltıldığı için boyarmadde – lif etkileşimini artırmak için tuz artırılmış, fakat A₁₁₋₉ da ise kostik miktarı artırılarak renk verimi düşmüştür. Nedeni olarak kostik miktarının belli bir değerden sonra renk verimini olumsuz etkilediği verilebilir[2, 25].

Çizelge 3.20. A₁₂ için ΔE^* sonuçları

	Değişken Parametre	ΔE^*
std A12-1	Standart	
A12-2	Minimum tuz	0,47
A12-3	Maksimum tuz	0,32
A12-4	Minimum soda	0,79
A12-5	Maksimum soda	1,38
A12-6	Minimum kostik	0,5
A12-7	Artan kostik	0,72
A12-8	Artan kostik	0,24
A12-9	Artan kostik	0,55
A12-10	Maksimum kostik	1,17

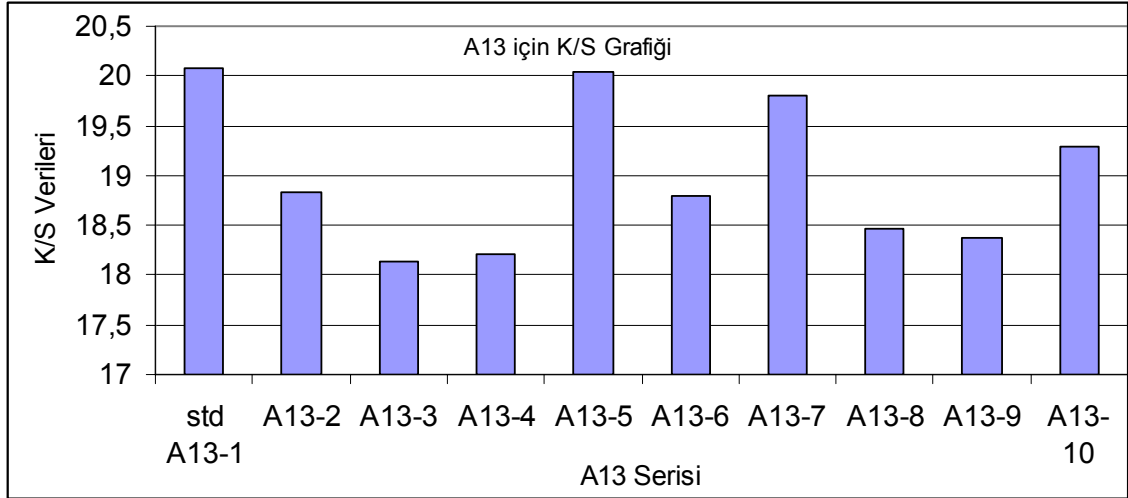


Şekil 3.15. A₁₂ için K/S grafiği

Bu proseste hem süre hem de sıcaklık düşürülmüştür. Buna göre en yüksek K/S, A₁₂₋₇ en düşük A₁₂₋₉ dur. A₁₂₋₇ de tuz ve soda miktarı sabitken kostik düşürülmüş, A₁₂₋₉ ise tuz ve soda miktarı sabitken kostik miktarı artırılmıştır. ΔE^* değerleri ise her iki prosesinde 1'den düşük bulunmuştur.

Çizelge 3.21. A₁₃ için ΔE^* sonuçları

	Değişken Parametre	ΔE^*
std A13-1	Standart	
A13-2	Minimum tuz	0,98
A13-3	Maksimum tuz	1,59
A13-4	Minimum soda	0,85
A13-5	Maksimum soda	0,52
A13-6	Minimum kostik	1,11
A13-7	Artan kostik	0,56
A13-8	Artan kostik	1,44
A13-9	Artan kostik	1,43
A13-10	Maksimum kostik	0,7

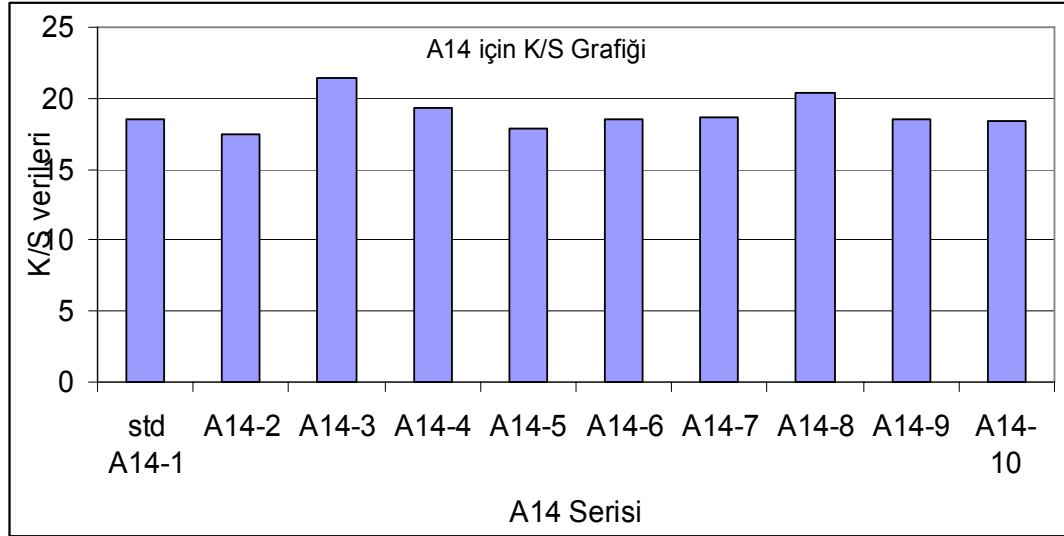


Şekil 3.16. A₁₃ için K/S grafiği

60 °C de koyu boyama prosesidir. Bu yüzden denemeler içerisindeki en yüksek K/S değerleri bu prosestedir. K/S 'i en yüksek A₁₃₋₅, en düşük A₁₃₋₃ tür. A₁₃₋₅ prosesinde tuz ve kostik miktarları sabitken soda miktarı artırılmış, A₁₃₋₃ de ise kostik ve soda miktarları sabitken tuz miktarı artırılmıştır. Fikse sırasındaki sodanın artırılması boyarmadde – lif arasındaki etkileşimi artıran tuzun artırılmasından renk verimi üzerinde daha etkili olmuştur.

Çizelge 3.22. A₁₄ için ΔE^* sonuçları

	Değişken Parametre	ΔE^*
std A14-1	Standart	
A14-2	Minimum tuz	1,65
A14-3	Maksimum tuz	0,96
A14-4	Minimum soda	0,49
A14-5	Maksimum soda	0,64
A14-6	Minimum kostik	0,29
A14-7	Artan kostik	0,23
A14-8	Artan kostik	1,07
A14-9	Artan kostik	0,32
A14-10	Maksimum kostik	0,41

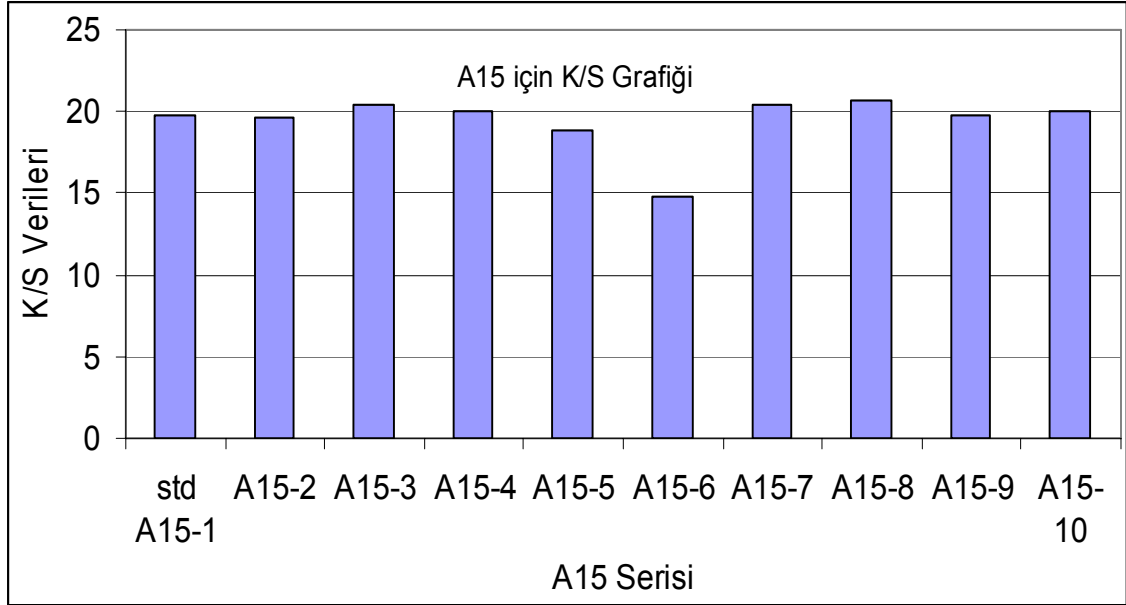


Şekil 3.17. A₁₄ için K/S grafiği

Süre kısaltılan bu proseste en yüksek K/S A₁₄₋₃ en düşük A₁₄₋₂ dir. A₁₄₋₃ prosesinde soda ve kostik sabitken tuz miktarı artırılmış, A₁₄₋₂ de ise kostik ve soda sabitken tuz miktarı düşürülmüştür. Tuz miktarının düşürülmesi renk veriminde düşmesine yol açmıştır. ΔE^* değerleri A₁₄₋₃ 1'den küçük A₁₄₋₂ de ise 1'den yüksek çıkmıştır.

Çizelge 3.23. A₁₅ için ΔE^* sonuçları

	Değişken Parametre	ΔE^*
std A15-1	Standart	
A15-2	Minimum tuz	0,32
A15-3	Maksimum tuz	0,41
A15-4	Minimum soda	0,09
A15-5	Maksimum soda	0,39
A15-6	Minimum kostik	1,61
A15-7	Artan kostik	0,31
A15-8	Artan kostik	0,41
A15-9	Artan kostik	1,13
A15-10	Maksimum kostik	0,38



Şekil 3.18. A₁₅ için K/S grafiği

Bu proseste süre ve sıcaklık birlikte düşürülmüştür. Buna göre en yüksek K/S A₁₅₋₂ en düşük A₁₅₋₆ dir. A₁₅₋₂ de soda ve kostik sabit kalırken tuz miktarı düşürülmüştür, A₁₅₋₆ da ise tuz miktarı sabit kalırken soda ve kostik miktarı birlikte düşmektedir. Soda ve kostik miktarları düştüğü için renk veriminde doğal olarak bir düşme olacaktır. ΔE^* değerleri ise A₁₅₋₂ de 1'den küçük A₁₅₋₆ da ise 1'den büyüktür.

Tuz etkisi, boyamalarda sodyum klorür ve sodyum sülfat olmak üzere iki tür tuz kullanılmıştır. Selüloz liflerin gerek ön terbiye gerekse boyama işlemleri alkali ortamda yapıldığı için lifler negatif yüke sahiptirler. Bu liflerin boyanmasında kullanılan boyarmaddelerin çoğunluğu da anyonik yapıda olduklarından boyarmadde de negatif yüklüdür. Bu itme eğilimini engellemek için ortama tuz ilave ederek boyarmadde – lif teması sağlanmaktadır. A₁₋₂₋₃ serilerinde sodyum sülfat, diğer serilerde sodyum klorür kullanılmıştır. Bu serilerde soda miktarı sabitken sülfat artırılması A₁ serisinde renk veriminde olumlu A₂ ve A₃ serilerinde renk veriminde olumsuz bir etki yapmıştır. A₂ ve A₃ serilerinde süre ve sıcaklık düşürüldüğü için sülfat fazlası renk verimini düşürmüş olabilir. Açık renk tonlarda tuz miktarının düşük oranlarda kullanıldığı bilinmektedir. A₄₋₅₋₆ serilerine bakılacak olursa bu

serilerde yine 80⁰C ‘de boyama yapılmış yalnız boyarmadde miktarı artırılmıştır. Bu da K/S lerin daha büyük çıkmasına yol açmıştır[16]. Buna göre A₁₋₂₋₃ serileri açık boyama olduğundan suyun sertliğini çok fazla değiştirmeyen sülfat kullanılmıştır. Burada A₄ serisinde tuz miktarının artırılması renk verimini olumlu etkilerken A₅ ve A₆ serilerinde tuz miktarının azaltılması renk verimi üzerinde olumlu bir etkiye sebep olmuştur. A₅ ve A₆ serilerinde süre ve sıcaklık kısaltıldığı için tuz miktarının artırılması belli bir seviyeden sonra olumsuz bir etki yapmaktadır[25]. A₇₋₈₋₉ serilerinde tuz etkisi incelenirse A₇ serisinde tuz azaltılması renk verimini düşürmüş A₈ de tuz artmasıyla K/S artmış A₉ da tuz azalmasıyla renk verimi düşmüştür. 80 – 60 ⁰C ‘lik orta boyamalar olan A₁₀₋₁₁₋₁₂ serilerinde durum A₁₁ de tuzun artırılması renk verimini artırmış A₁₀ ve A₁₂ de ise tuz miktarları sabit kalmaktadır. A₁₃₋₁₄₋₁₅ koyu boyama serilerinde A₁₃₋₁₄₋₁₅ de tuzun artırılması renk verimini düşürmüştür.

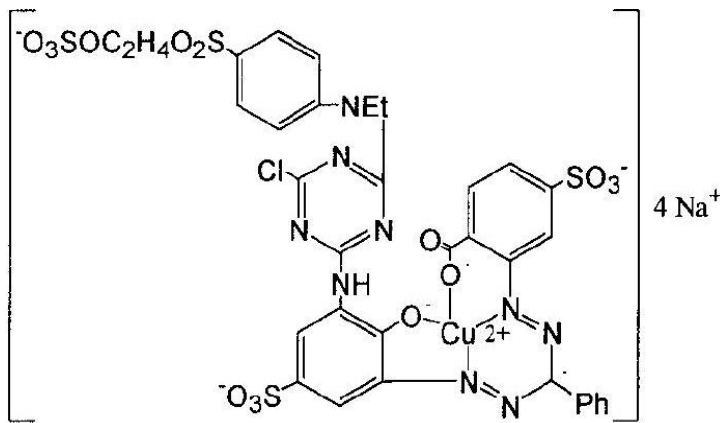
Alkali etkisi, alkali olarak açık boyamalarda soda, orta ve koyu boyama serilerinde soda ve kostik kullanılmıştır. A₁₋₂₋₃ açık boyama serilerinde A₁ serisi için sodanın artırılması renk verimini artırmış A₂ serisinde soda artırılması renk verimini düşürmüş A₃ serisinde ise soda artırılması renk verimini artırmıştır. Boyarmadde miktarı artırılan A₄₋₅₋₆ serilerinde A₄ ve A₆ serisi renk verimi soda artırılmasıyla olumlu A₅ serisi ise olumsuz şekilde etkilenmektedir. A₇₋₈₋₉ boyama serilerinde A₇ ve A₉ serileri soda miktarının artmasında renk verimi artmış fakat A₈ de sodanın artmasında renk verimi düşmüştür. Burada süre kısaltıldığı zaman sodanın düşürülmesi renk verimini artırırken sürenin yanında sıcaklık da düştüğü zaman fikseyi artırmak için soda artırılması gerektiği yorumu yapılabilir. 80 – 60 ⁰C‘de orta boyama yapılan A₁₀₋₁₁₋₁₂ serilerinde soda ve kostik birlikte kullanılmıştır. Buna göre A₁₀ serisinde kostik sabitken soda artması renk verimin artırmış soda sabitken kostik artması da renk verimini artırmıştır. 60 ⁰C‘lik koyu boyama prosesi olan A₁₃₋₁₄₋₁₅ serilerinde alkali etkisi incelenirse A₁₃ de soda artırıldığında renk verimi artmakta kostik artırıldığında ise azalmaktadır. A₁₄ de soda artırıldığında renk verimi düşmekte kostik artırıldığında renk verimi yükselmekte A₁₅ serisinde soda artınca renk verimi düşmekte kostik artınca da renk verimi artmıştır.

Zaman etkisi, açık boyamalarda süre kısaltıldığı zaman (A₂ A₅ A₈) genel itibariyle kullanılan kimyasal miktarı azaltıldığında renk verimi artmakta, orta boyamalarda ise süre kısaltıldığı zaman kullanılan kimyasallar arttırılarak renk verimi artmıştır. Koyu boyamalarda süre düşürüldüğünde renk verimi artan soda ve kostikle düşmekte fakat artan tuzla artmaktadır[43].

Sıcaklık etkisi, açık boyamalarda sıcaklık düşürüldüğü zaman genel olarak kullanılan kimyasal madde miktarı artmaktadır. Ancak bu şekilde renk verimi yüksek çıkmaktadır. Orta boyamalarda durum açık boyamalardaki gibidir. Koyu boyamalarda kostik ve tuz artırılması renk verimini artırmakta tuz artması renk verimini düşürmektedir.

3.12. Kullanılan Boyanın Kimyasal Yapısı

Kullanılan boyarmaddenin kimyasal yapısı şekil 3.20 ' deki gibidir.



Şekil 3.20. Kullanılan boyarmaddenin kimyasal yapısı

Kullanılan boyarmadde sülfatoetilsülfonil aminofenil ve sülfonik asit grupları ile monoklorotriazin yapıdan oluşmaktadır. Heterobifonksiyonel yapıdan dolayı yüksek reaktifliğe sahip bir boyarmaddedir. Bu boyarmaddenin molekül kütlesi 1125,4 g/mol dür[24, 43].

4. KONU İLE İLGİLİ LİTERATÜR ÇALIŞMALARI

Zotou A. ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada; 1:1 oranlarında karıştırılan iki tane flortriazin boyanın hidroliz kinetikleri HPLC yardımıyla yüksek performanstaki (ion-pair) iyon çiftlerinin ters çevrilmesi yöntemiyle çalışılmıştır. İki boyanın pamuk üzerinde bulunup bulunmama durumları boyama şartlarında izlenen yol olmuştur. Toplam fikse boya örneklerinin K/S değerleri spektrofotometrik olarak 80-100 ve 120 dakika aralıklarla bakılıp hesaplanırken, boya banyosunda çektirme değerleri tanımlanarak boyama sürecinin alkalinin eklenmesinden 10 dakika sonra tamamlandığı görülmüştür[27].

Uzun İ. tarafından yapılan çalışmada; reaktif sarı 2 (RY2)'nin ve reaktif siyah 5 (RB5)'nin chitosan (sigma 3646) tarafından adsorpsiyonun, sıcaklığın ve konsantrasyonun etkileri araştırılmıştır. Ayrıca, her boyarmaddenin izoterm adsorpsiyonu chitosan tarafından farklı sıcaklıklarda belirlenmiştir. Deneysel sonuçların temelinde maximum adsorpsiyon verileri elde edilmiştir. Suyula yapılan çözeltilerde asidik boyarmadde ve ağır metallerin adsorpsiyonunda birçok emiciyle karşılaştırıldığında daha iyi ve ucuz bir emici olduğu ve doğada bulunması, ayrıca BET yüzey alanı düşük olması tercih sebebi olarak belirlenmiştir[19].

Tang C. ve arkadaşları yaptıkları çalışmada; tekstil atık sularında ince bir tabaka karışık polysulfon zarı kullanarak crossflow nanofiltrasyonu elektrolit çözeltisini yeniden elde etmek için kullanılmıştır. Çalışma 4 ana parametre çeşitlenmesi yoluyla akışın mekanik kontrolü ve dışarı verilmesi crossflow hız, ilk boya konsantrasyonu ve elektrolit konsantrasyonudur. Sonuçta NaCl' nin dışarı verilmesi %14' ten az, ortalama boya dışarı verilmesi %98 ile oldukça yüksek derişimler elde edilmiştir. Böylece yeniden kullanımı yüksek kalitede su yeniden elde edilerek birkaç dönüşümden sonra ortalama %99 su kurtarımıyla zar geri dönülmez biçimde kirlenmediği tespit edilmiştir[31].

Alinsafi A. ve arkadaşları yaptıkları çalışmada; deneysel dizayn ve yüzey tepki analizleri tarafından kimyasal oksijen isteği azalması (COD) ve renk çıkarıcı

açısından mavi reaktif boya çözeltisinin elektro pıhtılaşması (drimaren K2LR CDG mavi) optimize edilmiştir. En iyi durumlar (pH, yoğunluk, reaksiyon zamanı) daha sonra sentetik ve gerçek tekstil atık su örneklerinde olduğu gibi diğer reaktif boya çözeltilerine uygulanmıştır. Elektro pıhtılaşmadan önce ve sonra bakterilerle ayrışabilme değerlendirilmiş ve bu tür uygulama ile yükseltilmiştir. Reaktif boya tekstili atık sularındaki toplam karbon ve rengin çıkarılması için, yüksek pH değeri, elektro pıhtılaşmanın etkili bir teknik olduğu yöntemin etkililiği reaksiyon zamanı ve güncelliğinden oldukça etkilenmiştir. En uygun elektroliz zamanı ve mevcut yoğunluk, reaktif mavi için 30-36 % arasında COD çıkarımı ve 90-95% arasında renk açma ürünü kazanmak için belirlenmiştir[20].

Okada Y. ve arkadaşları yaptıkları çalışmada; selüloz üzerine uygulanan bazı vinilsülfon reaktif boyaların değişik şartlar altında solma etkilerini incelemişlerdir. Selüloz üzerine uygulanan C.I. Reaktif Kırmızı 22 ve C.I. Siyah 5 ve monoazo viyoleto boya (MVD) maddeleri havasız su ortamında substrat yokluğunda ışığa maruz kaldığında reaktif boyaların solma gösterdiği ifade edilmektedir. Bununla beraber birçok vinilsülfon reaktif boyalarda solma olmadığı ayrıca kuru selüloz üzerine uygulanan bu üç boyanın kendiliğinden oksidatif ve redüktif solma gösterdiği ifade edilmiştir. Boyanın kendi özelliğine ek olarak, ışığa maruz kalma olayının atmosferik şartları ve özellikle oksijenin konsantrasyonu, redüktif mi yoksa oksidatif solma mı olacağını belirlediği belirtilmiştir[32].

Bae S.H. ve arkadaşları yaptıkları çalışmada; 3 farklı anyon boyanın (CI reaktif kırmızı 120, monoklorotriazin boya (Kırmızı-E) ve CI direkt mavi-1), 80°C sıcaklığında nötr bir boya banyosunda saoyum sülfatın geniş bir konsantrasyon aralığında selüloz üzerine uygulanması sonucundaki yüzeye tutunma özellikleri incelenmiştir. Dayanımının düşük olması nedeniyle, düşük elektrolitik konsantrasyonlarda kesin yüzeye tutunma değerleri elde edilememiştir. Bu boyalar için selüloz ve solüsyon fazları arasındaki potansiyel kimyasal farklar ve standart yakınlık, Donnan denge modeline göre bulunmuştur. İki reaktif boyanın (CI reaktif kırmızı 120 ve benzer MCT grubu bir kırmızı boya – Kırmızı-E) selüloz üzerindeki yüzeye tutunma özellikleri geniş bir sodyum sülfat çözeltisi altında incelenmiş ve CI

Direkt mavi-1 ile karşılaştırılmıştır. Orta değerdeki sodyum sülfat konsantrasyonlarında bu değer sabittir. Yüksek tuz konsantrasyonlarında boyalar yüzeye tutunmada doygunluk göstermeye başladığını düşük tuz konsantrasyonlarında ise, her üç boya da birbirlerine yakın nüfuziyet değerleri verdiği görülmüştür[33].

Sugane A. ve arkadaşları yaptıkları çalışmada; ışık ve terlemeye karşı renk hızları için, JIS L 0888 ve geliştirilmiş türevlerini de içeren test yöntemleri, pamuk boyama üzerine uygulanmış ve bu yöntemlerin boyaların potansiyel özelliklerine olan etkileri incelenmiştir. Bu yöntemde 14 reaktif boya, 7 monoklorotriazin, 3 vinilsülfon ve 4 heterobifonksiyonel boya kullanılmıştır. Bu boyaların kuru ve yaş dokumalar üzerindeki solma özellikleri de incelenmiştir. Korunmasız olması durumunda, ıslak pamuklu dokumalara uygulanmış olan boyaların çoğunluğunda, önce yüzeyde oksidatif terleme ve daha sonra da azalan bir terleme oluşmaktadır[34].

Reda M. ve arkadaşları yaptıkları çalışmada; boyamada sodyum edat kullanımı ile ilgili araştırma yapılmış ve çalışmalarda şunlar incelenmiştir; CI Reaktif Sarı 145, CI Reaktif Kırmızı 194 ve CI Reaktif Kırmızı 195 olarak adlandırılan heterobifonksiyonel reaktif boyalı pamuk/yün karışımının birleşik boyaması, bir-banyo ve iki-banyo boyama prosesi kullanılarak elde edilmiştir. Boyanabilirliğe etki eden faktörler; sodyum edat miktarı, sodyum sülfat miktarı, sıcaklık ve boya konsantrasyonu gibi faktörler araştırılmıştır. Boyama yapısı boya yoğunluğuna ve bağlılığına, seviyesine, hız özelliklerine göre değerlendirilmektedir. Her numune için en mükemmel hız boyama metodunu hesaba katmadan elde edilmiştir. Araştırma sonucu birleştirme boyaması için daha iyi bir seviyeli ve boyama kavramalı iki banyo ve bir banyo prosesi ile sodyum edat kullanılarak yeni bir uygulanabilir metod sunmaktadır. Hetero bi-fonksiyonel reaktif boyalı pamuk/yün karışım kumaşların boyama kabiliyeti boya banyosunda sodyum edat ve üç farklı boyama metodu kullanılarak araştırılmıştır. Sonuçlar sodyum edat iki banyo ve bir banyo tekniğinin iki banyo geleneksel boyama metoduyla ilgili en iyisi olduğunu göstermiştir. Proses optimizasyonunda bu başarı pamuk/yün karışımının birleşme boyaması için endüstriyel anlamda onun uygulamasının yaşayabilirliğini göstermiştir. Gelecek

çalışmalar boyamada sodyum edat kullanımı için, daha ileri araştırmalarda aşama göstereceği belirtilmiştir[29].

Kurbus T. ve arkadaşları yaptıkları çalışmada; H₂O₂/UV üzerinde vinil sülfon boyanın renk giderme değer etkileri üzerine bağlı bir çalışma yapılmıştır. Kimyasalların etkisi (NaOH, NaCl, üre), boya banyosuna boyama için belirlenmiş renklendirici ile eklenmiştir. Reaksiyon şartlarının etkisi (UV ışınlamanın şiddeti, hidrojen peroksit konsantrasyonu ve renk giderme zamanı) de tartışılmıştır. Etkiler ekolojik parametrelerin ölçümü ile: absorban, COD, TOC ve TIC belirlenmiştir. Burada COD: kimyasal oksijen ihtiyacı, TOC: toplam organik karbon, TIC: toplam inorganik karbon ifadesidir. Boya etkilerinin sadece absorban ve TIC üzerinde aynı olduğu gösterilmiştir.[35].

Young-A. Son ve arkadaşları yaptıkları çalışmada; heterobifonksiyonel reaktif boyalarla naylon lifleri üzerinde çalışma yapılmış, boyama özellikleri, boya parçaları analizi ve yıkama haslığı incelenmiştir. Geniş sıcaklık aralığında uygulamayı sağlayan sulfatoetilsulfon ve monoklorotriazin reaktif grupları gibi mixed double anchorlara sahip olmalarından dolayı heterobifonksiyonel reaktif boyalar boya- lif arasında güçlü bir reaksiyonun gerçekleşmesini sağlayacak uygun ortamı tedarik etmektedirler. Bu çalışmada farklı pH ve sıcaklık değerleri kullanılarak dört farklı heterobifonksiyonel reaktif boya, naylon lifi üzerine uygulanmıştır. Optimum çekme (%E) ve fikse (%F) değerleri bulunmuştur. Boya parçalarının yapısının tetkik edilmesinin gerçekleştirilmesi amacıyla boya çözeltilerinin farklı pH koşullarındaki analizleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca renk eşleşmesi sistemi kullanılarak boyanmış örneklerin karşılaştırılması amacıyla, reaktif boyalarla benzer renk dayanımına sahip asit boyaları hazırlanmıştır. Reaktif boyaların, asit boyalarla karşılaştırıldığı durumda, tekrarlanan yıkamalarla renk dayanımındaki düşüşün çok yavaş olduğu ve boyama renginin çok az değiştiği gözlenmiştir. Reaktif boyalar yüksek yıkama haslığı özelliğinin başarılması amacıyla incelenmiştir. Reaktif boyalar etkili boya-lif reaksiyonu için uygun ortamı sağlamaktadırlar. Naylon liflerindeki boya çekmesinin (%E) azalan pH uygulamalarıyla arttığı ve fiksenin (%F) artan pH uygulamalarıyla

arttığı anlaşılmıştır. Sıcaklık etkisinin incelenmesi göstermiştir ki, yüksek çekme ve fikse 100-110 °C aralığında gerçekleşmektedir. Her dört boya içinde tekrarlanan yıkamalar sonucunda boya kaybı çok düşüktür ve renk koyuluğu çok az değişmektedir. Asit bovalarıyla reaktif boyalar arasındaki bol su ile yıkamadaki farklılık boyaların, boya-lif etkileşimleri arasındaki farklılıktan kaynaklanmaktadır. Reaktif boyalar yıkama sonucunda renk koyuluğu değişimi yönünden çok iyi haslık özelliği göstermişlerdir ve yalnızca çok ufak renk vermeler gerçekleşmiştir[36].

Taylor J.A. ve arkadaşları yaptıkları çalışmada; boya yapısındaki değişikliklerin, reaktif boyayla naylon boyanması üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Her biri temelde aynı kromofora sahip bir ya da daha fazla reaktif grup ve birle-üç arası kromofor birimi içeren yedi adet kırmızı ticari selülozik reaktif boyanın, boyama davranışları naylon üzerinde değerlendirilmiştir. Fikse seviyelerinin, hem reaktif grup hem de kromofor birim sayısından bağımsız olduğu gözlenmiştir. Boya fiksesi üzerine en önemli etkinin reaktif grup sayısı ile değil, reaktif grubun molekül şekli ve türüyle ilgili olduğu görülmüştür. Anyonik reaktif boyalarla yapılan boyamada optimum pH değerinin 4 olduğu gözlenmiştir. Bu pH seviyesinde suyla gerçekleşen elektrofilik grubun hidroliz hızının, hidroksille gerçekleşen selülozik reaktif boya hidrolizinden daha yavaş olduğu görülmüştür. Reaktif grup sayısındaki artışla, renk verme ve fikse düşmüştür. Klorotriazin reaktif grubu naylon üzerinde 3- karboksipiridinyum triazin reaktif grubundan daha yüksek fikse verimine sahiptir. Sülfonasyon derecesi her zaman için naylonda boya fiksesi ve yapılanmada önemli bir belirleyici değildir. Moleküllerin yapısı ve boyutu naylonun boyama özelliği hakkında çok daha belirleyici rol oynar[21].

Solemani A. ve arkadaşları yaptıkları çalışmada; reaktif boyalarla boyamada sülfonasyon seviyesindeki değişikliklerin boyamaya etkisi üzerine çalışma yapılmıştır. Çalışmalarda hepsi aynı kromofora ve tek-monoklorotriazin reaktif grubuna sahip ancak sülfonasyon dereceleri farklı 4-mono-fonksiyonel reaktif MCT(monoklorotriazin) boyası sentezlemiş ve naylon üzerinde değerlendirilmiştir. Her bir boya için renk verme, fikse ve çekme oranları ve haslık özelliklerini tespit

edilmiştir. pH=4 değerindeki başlangıç çekmesinin tüm boyalar için yüksek olduğu ancak kovalent bağ oluşumuyla gerçekleşen yüzde fikse oranlarının artan sülfonasyon seviyesiyle birlikte artış gösterdiği gözlemlenmiştir. Tüm durumlar için fikse veriminin, uygulanan boyanın konsantrasyonundaki artışla, fark edilir şekilde azalma gösterdiği anlaşılmıştır. Sülfonasyon seviyesinden bağımsız olarak tüm boyaların naylon için yüksek başlangıç çekmesi gösterdiği, sülfonasyon derecesinin boya fiksasyonunun belirlenmesinde önemli bir rol oynadığı ve tüm durumlar için kovalent bağ oluşumuyla ilgili fiksenin, sülfonasyon seviyesiyle arttığı sonucuna varılmıştır. Son olarak naylona kovalent bağlarla bağlanmış olan boyalar için yıkama haslığının, tüm koyuluktaki renkler için oldukça iyi olduğu gözlemlenmiştir[37].

Chattopadhyay S ve arkadaşları yaptıkları çalışmada; jute(hint keneviri) kumaşının boyanmasında kullanılan reaktif boyaların geri kullanımı incelenmiştir. Yapılan çalışmada reaktif boyaların atılmadan geri kullanımını sağlayacak yeni bir boyama yönteminin bulunması amaçlanmıştır. Bu amaçla beyazlatılmış jüt kumaşı; cold brand, hot brand, vinil sülfon ve high exhaustion brand olarak adlandırılan dört farklı sınıf reaktif boyayla boyanmıştır. Çekme ve fikse basamaklarının ayrıldığı two step-two bath metodunun boyama çözeltilisinin tekrar kullanımı için en uygun yöntem olduğu bulunmuştur. Ayrılan orijinal örneklerin K/S oranları orijinal örneklerle aynıdır ve ayrılan geri kullanılan örneklerin K/S oranları boyanın sınıfına bağlı olarak, orijinal örneklerin %50 siyle %80'i arasında değişmektedir. Aynı boyama metodu şartlarında orijinal geri kullanılan örneklerin renk verimi, kullanılan boyanın sınıfına bağlı olarak, orijinal örneklere göre sadece %10–30 arasında farklılık göstermiştir. Ayrılmış banyo metodunun uygulandığı durumda reaktif boyaların tekrar kullanımının yüksek renk derinliği için uygun olduğu görülmüştür. Yürütülen bu çalışmayla sadece reaktif boyaların maksimum çekmesinin sağlanarak masrafların azaltılmasını gerçekleştirilmemiş aynı zamanda atılan boyanın azaltılmasıyla su kirliliğinin de minimuma indirilmesi sağlanmıştır. Dolayısıyla hem ekonomik hem de çevreci bir sistem geliştirilmiştir. Sonuç olarak, cold brand ve hot brand reaktif boyaların geri kullanımının yalnızca, iki kademeli ayrılmış banyo yöntemi izlendiğinde mümkün olduğu görülmüştür. Bu boyaların alkali ortamda hidroliz

olduğu ve orijinal banyonun tekrar kullanımıyla üretilen örneklerin renk verimlerinin ve yıkama haslıklarının oldukça zayıf olduğu anlaşılmıştır. Daha az reaktif olmaları ve kolaylıkla hidroliz olmamaları nedeniyle vinilsülfon reaktif boyalarının geri kullanımının, ortam sıcaklığında hem two-step same bath hem de two-step separate bath metotlarının izlenmesiyle mümkün olabildiği gözlenmiştir. Orijinal örneklere göre ayrılmış geri kullanılan örneklerin renk dayanımları, ortam ve sıcak prosesler için sırasıyla %75 ve %60 olarak bulunmuştur. HE-brand reaktif boyaların alkali eklenmesinden sonra çok iyi çekme gösterdikleri anlaşılmıştır. Bu nedenle orijinal boyanın daha sonraki kullanımda boyanan örneğin iyi haslık özelliklerine sahip olacak şekilde boyanmasını sağlayacak şekilde ilk işlemde ayrılmadığı fark edilmiştir. Bundan dolayı boyaların geri kullanımının iki basamaklı ayrı banyo prosesi uygulandığında mümkün olduğu ve boyaya bağlı olarak ayrılmış geri kullanılan örneklerin renk dayanımlarının, orijinal örneklerin %25-30'u arasında değiştiği bulunmuştur. Prosesin gider açısından ve çevre açısından uygun olabilmesi için %4 ve daha alttaki renk derinlikleri ve ayrı banyo yöntemi kullanılarak, reaktif boyaların geri kullanımının sağlanması gerçekleştirilmiştir[26].

Kamply V. ve arkadaşları yaptıkları çalışmada; 4-m-carboksipridinyum – 1,3,5-triazin -2-oksit reaktif gruplarını içeren reaktif boyalarla, alkali ve nötral fikse koşullarında, pamuk çektirme yöntemiyle boyanması amaçlanmıştır. Her biri 4-m-carboksipridinyum – 1,3,5-triazin -2-oksit reaktif grubunu içeren iki adet sülfolanmış boya, hem alkali hem de nötral boyama koşullarında çektirme boyama yöntemi kullanılarak pamukluya uygulanmıştır ve boyamalar klorotriazin ve beta sülfatoetilsülfonil bazlı ürünlerle karşılaştırılmıştır. Bu yeni boyaların, alkali fikse koşulu altında iyi renk verimi gösterdiği ancak beklenmedik bir şekilde nötral boyama şartlarında çok zayıf kaldıkları anlaşılmıştır. Deneysel çalışma, her biri 4-m-carboksipridinyum – 1,3,5-triazin -2-oksit reaktif grubunu içeren iki sülfolanmış reaktif boyanın hem alkali hem de nötral çekmeyle boyama koşullarında pamukluya uygulanmasıyla gerçekleştirilmiştir. Alkali fikse koşullarında, çekmeyle boyamada optimum aralık olan 60-70 °C arasında boyaların iyi renk verimi gösterdikleri gözlenmiştir. Yüksek sıcaklıklarda (>98 °C) ve nötral boyama koşullarında boyaların

kendileriyle benzer yapıya sahip ticari olarak mevcut boyalardan farklı olarak düşük renk verimi gösterdikleri bulunmuştur. Bu zayıf nötral boyama performansının reaktif grubun, nötral-yüksek sıcaklık boyama koşullarındaki düşük substantivitesi ve zayıf seçiciliğinin kombinasyonuna ve kararsız olan boya-lif bağına dayandırılabilmesi belirtilmiştir[25].

Pahsa, K. ve arkadaşları yaptıkları çalışmada; monoklorotriazin ve klorasetilamino reaktif gruplarının her ikisini de içeren heterobifonksiyonel reaktif boyalarla pamuklunun boyanması konusunda çalışma yapılmıştır. Çalışmanın gerçekleştirilmesi amacıyla hem monoklorotriazin hem de klorasetilamino grup içeren suda çözünebilir reaktif boyalar hazırlanmıştır. Alkali uygulaması altında çalışıldığında, istenilen nükleofilik yer değiştirmenin (klorür ile klorasetilamino grubu arasında) aracılığıyla, hiç ya da çok az yeni fikse gözlenmiştir. Yürütülen deneysel çalışmada ilk üretilen reaktif boyaların oda sıcaklığında ve alkali şartlarda selülozla reaksiyona giren oldukça reaktif diklorotriazin grubunu içerdikleri belirtilmiş ve ilerleyen yıllarda düşük reaktifliğe sahip (sıcak boyama) monoklorotriazin (MCT) reaktif grubu boyalarının üretildiğinden daha sonrada sulfatoetilsulfonyl “vinil sülfon” (VS) grubu reaktif grubunu taşıyan ılık boyama boyalarının üretildiğinden bahsedilmiştir. Bu reaktif grupların, pamuklu için reaktif boyamada kullanılmalarından yaklaşık 40 yıl sonra bile günümüzde hala sıklıkla kullanıldıkları belirtilmiştir. Alkali fikse basamağı boyunca, reaktif boyada hidrolizin meydana geldiği, bu fikse olmamış, hidroliz olmuş boyanın yıkama prosesiyle uzaklaştırılmasıyla, boyanmış olan pamuklunun yüksek yaş haslığı gösterebileceği belirtilmiştir. Bunun yanında çektirme yöntemiyle boyamada, yüksek likör oranlarında, boya fiksesinin maksimize edilmesi amacıyla çift monoklorotriazin grubu boyaların üretildiği anlatılmıştır. İki monoklorotriazin reaktif grubunun varlığının boyada yüksek kalıcılığı sağladığı ve fikse verimini arttırdığı anlaşılmıştır. Bunların sonucunda ekonomi iyileştirilmekte ve düşük boya sızması sağlanmaktadır. Reaktif boyaların pamuk üzerindeki fikse verimini arttırmayı amaçlayan araştırmalar hem alternatif grup kullanımı hem de farklı reaktif grupların kombinasyonuna odaklanmıştır. Bu amaçla geliştirilen heterobifonksiyonel reaktif boyaların hem

MCT hem de VS grubu içerdikleri belirtilmiştir. Ilık boyama ve sıcak boyama sağlayan reaktif grupların aynı moleküldeki kombinasyonu geniş sıcaklık aralığında oldukça yüksek fiksenin gerçekleşmesini sağlamıştır[2].

Burkinshaw S. M. ve arkadaşları yaptıkları çalışmada; klasik ve mikrofiber naylon 6-6 kumaşı üzerine, üç vinilsülfon ve beş adet klorotriazin boyasının boyama haslığı test edilmiştir. Boya fikse miktarı, fikse olmayan boyanın, sulu pridin kullanılarak boyamadan sıyırılmasıyla belirlenmiştir. Sonuç olarak naylon 6-6'nın her iki çeşit boyada boyanmasında optimum pH değeri, yüksek fiksenin ve iyi çekmenin sağlandığı pH 5 ve pH 6 değerleri arasında bulunmuştur ve boyaların boyama özelliklerinin pH'a bağlı olduğu ve boyadan boyaya değişiklik gösterdiği anlaşılmıştır[38].

Gorenssek, M. yaptığı çalışmada; iki farklı pH ortamının ve üç farklı sıcaklığın, boyayla selülozik lif arasındaki bağa olan etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Kullanılan boyarmaddeler pH 10 ve 12 değerlerinde 60, 85 ve 98 °C de pamuklu kumaşa uygulanmışlardır ve hepsi tekstil boyamada geniş kullanım alanına sahiptirler. Çalışmada spektrofotometrik ölçüm yöntemi kullanılarak, hidroliz incelenmiş ve hidroliz olan boya yüzdesi hesaplanmıştır. Kırmızı ve mavi monoklorotriazin boyalarındaki kovalent bağın, pH 10 değerinde ve 60 °C de en kararlı hallerinde oldukları bulunmuştur[40].

Katserillas, D. ve arkadaşları yaptıkları çalışmada; farklı alkaliler uygulayarak, selülozik liflerden boyarmaddenin yıkanarak çıkarılması incelenmiştir. Monoklorotriazin ve bis-monoklorotriazin boyaları pamuklu kumaşa uygulandıktan sonra, boyamalar amonyum hidroksit, sodyum bikarbonat, potasyum hidroksit, sodyum hidroksit ve beş farklı tampon sistem kullanılarak yıkanmıştır. Değişen miktarlardaki alkalinin hem boyadan uzaklaştırılan miktara etkisi hem de boyamanın yaş haslığına etkisi bulunmuştur. Sonuç olarak bu dokuz adet yıkama çözeltisi fikse olmamış boyanın uzaklaştırılması amacıyla kullanılmıştır ve her birinin etkisinin farklı olduğu gözlenmiştir. KOH ve NaHCO₃'ün en etkili, pH 8 tampon çözeltisinin

ise en etkisiz olduğu bulunmuştur. Genel olarak yıkama çözeltilisindeki pH değerindeki artışla, uzaklaştırılan boya miktarının da arttığı belirlenmiştir. Hiçbir boyama mükemmel renk haslığı göstermemiştir[16].

Koh, J. yaptığı çalışmada; yeni oluşturulan selülozik elyafların reaktif boyama özellikleri incelenmiştir. Yapılan deneysel çalışmada viskoz rayon, asetil grupları ve onların boyamalarının hidrolizi ve karşılaştırılan hız özellikleri ile selüloz asetat lifinden hazırlanan yeni oluşturulan selülozik elyafları düzenlemek için iki çeşit reaktif boya (monoklorotriazin ve vinilsülfon tipleri) çalışılmıştır. Sonuçlardan, enVix'in daha iyi boyanabilir olduğu ve düzenli vizkoz rayondan daha hızlı olduğu bulunmuştur. Bu sonuçlar bu iki lifin supramolekuler yapısı içindeki farklılıklarla açıklanmıştır. Yeni oluşturulan selülozik elyaf üzerindeki boyama özellikleri düzenli vizkoz rayon ile karşılaştırılmıştır ve mükemmel olduğu görülmüştür. Reaktif boyalarla iki rayon üzerinde boya ürününün dikkatli karşılaştırılmasıyla, supramoleküler yapılar ve boyama özellikleri arasında bir korelasyon olduğunu doğrulanmıştır. enVix'in muhtemelen daha düşük kristalinite(%) ve yönlendirme düzeyinden dolayı vizkoz rayondan daha iyi yorgunluk değerleri ve daha iyi artış özellikleri gösterdiği düşünülmüştür. Aynı zamanda enVix üzerindeki reaktif boyaların hız özelliklerinin vizkoz rayondan bir parça daha iyi olduğu anlaşılmıştır[17].

Lewis D.M. ve arkadaşları yaptıkları çalışmada; bis-etilsulfon-disülfid içeren yeni bir boya tipi sentezlenmiştir. Bu boya alkalın koşullar altında iki küçük vinylsulfon molekülüne indirgenebilme kabiliyetine sahiptir. Bu boya pamuklu dokumalara uygulandığında, pH değerini 11,5'e çıkarmak suretiyle kovalent bağ oluşturması sayesinde eşdeğer bir sulfatoetilsulfon boyaya göre daha yüksek bir nüfuziyet sağlamaktadır. Disülfid bağının beta eliminasyon özellikleri, farklı pH değerleri altında ve farklı sıcaklıklarda incelenmiştir. Beta eliminasyonunun oluşma şekli ve disülfid-bis-etilsulfon boyanın beta eliminasyonu sonucunda oluşan ürünlerin yapıları, kapiler elektroforesis kullanılması ile saptanmıştır. Örnek disülfid boya, farklı tuz konsantrasyonu içeren ve çeşitli pH değerlerindeki banyolarda pamuk

üzerine uygulanmıştır. Yüksek moleküler ağırlığı nedeniyle, disülfid boyalar sülfatelsülfon boyalara göre daha yüksek dayanıklılık göstermiştir. Nüfuziyet ve kapatma açısından en iyi sonuçlar pH değerinin 11,5 olduğu, tuz içeriğinin bulunduğu (50g/L) ve 60° sıcaklık altındaki uygulamalarda elde edilmiştir[30].

Gottlieb A. ve arkadaşları yaptıkları çalışmada; tekstil atıklarında bulunan C.I. Reaktif Siyah 5 ve 3 Procion boyalarının zehirlilikleri bioluminescent bakterisi *Vibrio fischeri* kullanılarak belirlenmiştir. Hidroliz sonrası reaktif siyah orjinal halinden az miktarda zehirli çıkmıştır. Hidrolize Reaktif Siyah 5'in sentetik atıklarda rengini açmak için anaerobik ve aerobik bölmelere sahip bir biyoreaktör kullanılmıştır. Hidrolize reaktif siyah 5'in renginin açılması zehirlilik oranının artmasına sebep olmuştur. Rengi açılmış Reaktif Siyah 5'in aerobik koşullarda metabolize edilmesi halinde zehirlilik belirlenmemektedir. Orjinal veya hidrolize reaktif boyaların vitro veya bioreaktörlerde renginin açılması sonrasında genotoksisite tespit edilmemiştir. Rengi açılmış C.I. Asit Turuncu 7'nin toksisite ve genotoksisite değerleri 1-amino-2 naphthol üretimine bağlı olduğu tespit edilmiştir[41].

Petricic I. ve arkadaşları yaptıkları çalışmada; reaktif boyalarla tekstil baskısının ardından çıkan atık suların membran filtrasyonu anlatılmıştır. Atıklarının %80'i pamuklu kumaşlarda boyama ve baskıda kullanılan reaktif boyalar olan, Slovenya'daki bir fabrikanın atık suları incelenmiştir. Özellikle baskı hamurunun hazırlanmasında kullanılan üre, sodyum alginat, oksidasyon katkısı ve reaktif boya gibi maddeler aranmıştır. Mevcut atık suların incelenmesi sonucunda, atıklarda Slovak kanunlarında belirtilen sınırların üzerinde sonuçlar alınmıştır. Membran filtrasyon çalışması, ultrafiltrasyon (UF) ve ters ozmos (RO) ünitelerine sahip pilot bir atık su işleme tesisi üzerine kuruludur. Atık suların kalitesi UF ile arttırılmasına rağmen hala belirtilen limitlerin altına düşmemektedir. RO ile arıtılan sular ise istenen değerlere ulaşmakta ve böylece baskısı tamamlanmış tekstil ürünlerinin yıkanması işleminde kullanılabilir. Reaktif baskı sonrası atık suların arıtılmasında UF ve arkasından RO kullanımı ile yapılan membran teknolojisi çok verimli olmuştur. Reaktif baskıda kirletilen su miktarı çok fazla olduğundan, bu

suyun geri kazanımı için yapılan çalışmalar son derece önemlidir. Mevcut atık suların TOC, COD, fenol, toplam fosfor oranı ve renk değerleri gibi ekolojik faktörlerinin çok yüksek olduğu görülmüştür. Atık su örneği son derece zehirli olup bu zehirden arındırılabilmesi için 20 defa seyreltilmesi gerekmiştir. Bu çalışmanın bulguları, tekstil atık sularının arıtılmasında UF metodunun tek başına yeterli olmadığını göstermiştir. Atık suyun kalitesi yükselmiş ancak yine de istenen değerlere ulaşamamıştır. Ancak yine de UF yöntemi RO'nun başarısını garanti etmekle kalmayıp RO membran ömrünü de uzatmaktadır. RO ile arıtılmış atık suların değerleri spesifikasyonları karşılamaktadır, arıtılmış suyun baskı işleminde tekrar kullanılabilirliği görülmüştür[42].

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada bakır kompleks yapıda heterobifonksiyonel formazan boya kullanılarak Blue KBR (C.I. 221) reaktif boyarmaddesinin çektirme metoduna göre boyama şartları incelenmiştir. Boyama proseslerinde pH değeri 10-12 dolayında tutulmuş ve tuz, alkali, sıcaklık ve süre değişkenlerinin boyama verimi üzerine etkileri araştırılmıştır. Boyanmış kumaşlarda önemli kalite göstergesi olan renk haslıkları deneyleri sonucunda kullanılan kimyasal madde miktarı artırıldıkça ışık haslıklarında artma görülmekte sürenin kısaltılmasında açık ve orta boyamalarda haslığı biraz düşürmekte sıcaklığın düşmesi ise boyamaların genelinde olumlu bir etki yapmış bu da özellikle işletmelerde ekonomi açısından önemli bir veridir. Diğer taraftan sürtünme ve yıkama haslığı değerleri de beklenildiği gibi yüksek değerlerde tespit edilmiştir. Bu yüksek değerlere ulaşmada kullanılan boyarmaddenin heterobifonksiyonel yapıda olması ve standart yıkama prosesinin etkili olduğu söylenebilir.

L, a,b değerlerine bakıldığı zaman, açık boyamalarda L eksenini yüksekken boyarmadde miktarı arttıkça bu değer düşmektedir, bu da boyamaların koyulaştığının bir sonucudur. a değerleri açık boyamalarda – değerde iken koyu boyamalarda + eksene kaymıştır. b değerleri ise açık boyamalarda – kısımda düşük değerler almışken koyu boyamalara geçildikçe – eksen değeri artmaktadır. Yani mavi bölgede boyamalar yoğunlaşmaktadır. K/S değerlerine göre, açık boyamalarda boyarmadde miktarı az olduğundan renk verimi düşük çıkmakta koyu boyamalara gidildikçe yani boyarmadde miktarı artırıldıkça K/S değerleri yükselmektedir[16]. Boyamalarda genel itibariyle kimyasal madde miktarının artırılması renk verimini artırmakta yalnız sürenin kısaltıldığı proseslerde belli bir seviyeden sonra kimyasal madde miktarının artırılması renk verimini düşürmektedir. Sıcaklığın düşürüldüğü proseslerde ise K/S artması için kimyasal madde miktarının artırılması gerekmektedir.

Kullanılan ticari reaktif boyarmaddenin çektirme metoduyla örölmüş penye kumaşa uygulanmasında hangi proses özelliği öne çıkmakta ise o prosesin tercih sebebi olacağı açıktır. Bu nedenle bulunan sonuçların endüstriyel boyutta zaman, sıcaklık ve kimyevi tasarrufu ile aynı zamanda enerji tasarrufuna da olumlu katkı sağlayacağı ortaya çıkmıştır.

Bundan sonraki çalışmalarda yıkama ve kurutma şartlarının incelenmesi önerilebilir. Bu prosesler işletmelere maliyet açısından çok büyük yük getirmektedir. Yıkama prosesi çevresel ve haslık testleri bakımından çok önemlidir. Eğer yıkama iyi yapılmazsa yani lif üzerinde fikse olmamış fiziksel kuvvetlerle bağlanmış boya kalırsa haslıkların düşük çıkmasına sebep olur bu da kaliteyi olumsuz yönde etkiler. Çevresel etkileri yönünden değerlendirilecek olursa yıkama sırasında çok fazla su harcanmaktadır. İşletmelerde atık suyun yaklaşık olarak % 70-80 kadarı atık yıkama suyundan gelmektedir. Daha iyi bir yıkama prosesi bulunabilirse hem çevresel yönden hem de işletmelerde maliyet açısından önemli bir kaynak sağlanmış olabilir.

KAYNAKLAR

1. Başer İ., İnancı Y., “Boyarmadde Kimyası”, *Marmara Üniversitesi Yayınları*, 34-37 (1990).
2. Taylor, J. A., and Pahsa, K., and Phillips, D. A. S., “The Dyeing of Cotton with Heterobifunctional Reactive Dyes Containing Both A Monochlorotriazinyl and Chloroacetylamino Reactive Group”, *Dyes & Pigments*, 51: 145-152 (2001).
3. Özcan Y., “Tekstil ve Boyama Tekniği”, *İstanbul Üniversitesi Yayınları*, 41-45 (1978).
4. Yakartepe Z., Ünal A., Yakartepe M., “Büyük Tekstil Terbiye Ansiklopedisi”, *T.K.A.M Tekstil & Konfeksiyon Araştırma Merkezi Yayınları*, 12: 789-897 (2005).
5. Tarakçıoğlu I., “Tekstil Boyacılığı”, *Ege Üniversitesi Tekstil Fakültesi Tekstil Kimyası ve Terbiyesi Bölümü Yayınları*, 67-75 (1979).
6. Yakartepe Z., Ünal A., Yakartepe M., “Büyük Tekstil Terbiye Ansiklopedisi”, *T.K.A.M Tekstil & Konfeksiyon Araştırma Merkezi Yayınları*, 17:1100-1145 (2005).
7. Yakartepe Z., Ünal A., Yakartepe M., “Büyük Tekstil Terbiye Ansiklopedisi”, *T.K.A.M Tekstil & Konfeksiyon Araştırma Merkezi Yayınları*, 18:1234-1247 (2005).
8. Başer İ., “Elyaf Bilgisi”, *İstanbul Üniversitesi Yayınları*, 25-31 (1998).
9. Saçak M., “Lif ve Elyaf Kimyası”, *Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü Gazi Kitabevi Yayınları*, 56-69 (2002).
10. Seventekin N., “Tekstil Kimyası”, *Ege. Üniv. Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma-Uygulama Merkezi Yayınları*, 56-79 (2004).
11. Yakartepe Z., Ünal A., Yakartepe M., “Büyük Tekstil Terbiye Ansiklopedisi”, *T.K.A.M Tekstil & Konfeksiyon Araştırma Merkezi Yayınları*, 3:234-246 (2005).
12. Tarakçıoğlu I., “Tekstil Terbiyesi ve Makinaları Cilt-1”, *Ege. Üniv. Tekstil Fakültesi Tekstil Kimyası ve Terbiyesi Bölümü Yayınları*, 65-78 (1979).
13. Çoban S., “Genel Tekstil Terbiyesi ve Bitim İşlemleri”, *Ege. Üniv. Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma-Uygulama Merkezi Yayınları*, 51-62 (1999).

14. “Tekstil ve Giyim Sanayi Özel İhtisas Komisyonu Raporu”, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, *Devlet Planlama Teşkilatı Yayını*, DPT:2549-ÖİK:565 (2001).
15. Duran K., “Tekstilde Renk Ölçümü ve Reçete Çıkarma”, *Ege. Üniv. Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma-Uygulama Merkezi Yayınları*, 15-29 (2001).
16. Burkinshaw, S. M., Katserrilas, D., “ The Wash-off Reactive Dyes on Cellulosic Fibres Part 2. Monochlorotriazine Dyes on Cotton”, *Dyes & Pigments*, 33: 11-31 (1997).
17. Koh, J., “Reactive Dyeing Properties of Novel Regenerated Cellulosic Fibres”, *Dyes & Pigments*, 64: 9-16 (2005).
18. Tarakçıoğlu I., “Tekstil Terbiyesinde Aplikasyon Yöntem ve Makineleri “*Ege. Üniv. Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma-Uygulama Merkezi Yayınları*, 46-69 (2000).
19. Uzun İ., “Kinetics Of The Adsorption Of Reactive Dyes by Chitosan”, *Dyes & Pigments*, 70: 76–83 (2006).
20. Alinsafi A., M. Khemis, M.N. Pons, J.P. Leclerca, A. Yaacoubib, A. Benhammouc, A. Nejmeddined, “ Electro-coagulation Of Reactive Textile Dyes and Textile Wastewater”, *Chemical Engineering and Processing*, 44: 461–470 (2005).
21. A. Soleimani-Gorgani, J.A. Taylor, “Dyeing of Nylon with Reactive Dyes. Part 1. The Effect of Changes in Dye Structure on the Dyeing of Nylon with Reactive Dyes”, *Dyes and Pigments*, 68: 123–131 (2006).
22. “Eysel Yıkamaya ve Ticari Müesseselerde Yıkamaya Karşı Renk Haslığı”, *TS EN ISO 105-C06 Tekstil-Renk Haslığı Deneyleri-Bölüm C06*, (2001).
23. “Sürtünmeye Karşı Renk Haslığı Tayini”, *TS 717 EN 150105-X12 Tekstil-Renk Haslığı Deneyleri-Bölüm X12*, (2000).
- 24 “Yapay Hava Şartlarına Karşı Renk Haslığı: Ksenon Ark Lambası ile Soldurma Deneyi”, *TS 1008 EN ISO 105-B02 Tekstil –Renk Haslığı Deneyleri-Bölüm B04*, (2001).
25. Kamply V., and Phillips, D. A. S., and Renfrew, A. H. M., “Reactive Dyes Containing A 4-m-carboxypridinium-1,3,5-triazine-2-oxide Reactive Group: Exhaust Dyeing of Cotton Under Alkaline and Neutral Fixation Conditions”, *Dyes and Pigments* , 61: 165-175 (2004).

26. Chattopadhyay, S. N., Pan, N. C., Day A., "Reuse of Reactive Dyes for Dyeing of Jute Fabric", *Bioresource Technology*, 97: 77-83 (2005).
27. Zotou A., I. Eleftheriadis, M. Helib, S. Pegiadou, "Ion-Pair High Performance Liquid Chromatographic Study of the Hydrolysis Behaviour of Reactive Fluorotriazinic Dyes", *Dyes & Pigments*, 53: 267-275 (2002).
28. CIBA-G., "Cibacron Documentation, Reactive Dyes Basic Principles", *CIBA-GEIGY*, 49 (1996).
29. El-Shishtawy R.M., Y.A. Nahed Y, S.E. Ahmed, A.A. Mousa, "The Use of Sodium Edate in Dyeing: II. Union Dyeing of Cotton/Wool Blend with Hetero Bi-functional Reactive Dyes", *Dyes and Pigments*, 25: 145-154 (2006).
30. Lewis D.M. , Renfrew A. H. , Siddique A. A, "The Synthesis and Application of a New Reactive Dyebased on Disulfide-bis-ethylsulfone", *Dyes & Pigments*, 40: 151-167 (2000).
31. Tang C., Chen V., "Nanofiltration of Textile Wastewater for Water Reuse", *Desalination*, 143: 11-20 (2002).
32. Okada Y., Morita Z., "Fading of Some Vinylsulfonyl Reactive Dyes on Cellulose Under Various Conditions ", *Dyes and Pigments*, 18: 259-270 (2004).
33. Bae S.H. , Motomura H. , Morita Z. , "Adsorption Behaviour of Reactive Dyes on Cellulose", *Dyes & Pigments*, 34: 37-55 (1997).
34. Okada Y. , Sugane A. , Fukuoka F. , Morita Z. , "An Assesment of Testing Methods of Color Fastness to Light, Water and Perspiration and Related Methods with Some Reactive Dyes.", *Dyes & Pigments*, 39: 1-23 (1998).
35. Kurbus T., Slokar M., Majcen Le Marechal A., "The Study of the Effects of the Variables on H₂O₂/UV Decoloration of Vinylsulphone Dye: Part II", *Dyes and Pigments*, 54: 67-78 (2002).
36. Young-A. Son, Jin-Pyo Hong, Hyeong-Tae Lim, Tae-Kyung Kim, "A Study of Heterobifunctional Reactive Dyes on Nylon Fibers: Dyeing Properties, Dye Moiety Analysis and Wash Fastness", *Dyes and Pigments*, 66: 231-239 (2005).
37. Solemani A., Taylor J.A. "Dyeing of Nylon with Reactive Dyes.Part 2. The effect of Changes in Level of Dye Sulphonation on the Dyeing of Nylon with Reactive Dyes", *Dyes and Pigments*, 68: 109-117 (2005).

38. Burkinshaw S. M., and Wills A. E., "The Dyeing of Conventional and Microfibre Nylon 6.6 with Reactive Dyes-3. Vinyl Sulphone and Chlorotriazine Dyes", *Dyes and Pigments*, 34: 243-253 (1997).
39. Abadulla E., Tzanov T., Costa S., Robra K-H., Cavaco-Paulo A., Gübitz G. M., "Decolorization And Detoxification Of Textile Dyes With A Laccase From *Trametes Hirsuta*", *Applied And Environmental Microbiology*, 66: 3357-3362 (2000)
40. Gorenssek, M., "Dye Fibre Bond Stabilities of Some Reactive Dyes on Cotton", *Dyes & Pigments* 40: 225-233 (1999).
41. Gottlieb A., Shaw C., Smith A., Wheatley A., Forsythe S., "The Toxicity of Textile Reactive Azo Dyes After Hydrolysis and Decolourisation", *Journal of Biotechnology*, 101: 49-56 (2003).
42. Sostar-Turk S., Simonic M., Petrinic I., "Wastewater Treatment After Reactive Printing", *Dyes & Pigments*, 64: 147-152, (2005).
43. Hunger K., "Industrial Dyes Chemistry, Properties, Applications", *Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.KGAA*, 353, 123 (2003).

EKLER

EK-1. Boyalı tekstil mamulünün L, a, b sonuçları

Çizelge 1.1. Boyalı tekstil mamulünün L, a, b sonuçları

	L	A	b
A1-1	74	-4	-14
A1-2	74	-4	-15
A1-3	72	-4	-15
A1-4	73	-4	-16
A1-5	72	-4	-16
A1-6	73	-4	-15
A1-7	72	-4	-15
A1-8	70	-4	-16
A1-9	71	-4	-17
A1-10	74	-4	-15

Çizelge 1.2. Boyalı tekstil mamulünün L, a, b sonuçları

	L	a	b
A2-1	71	-4	-16
A2-2	73	-4	-16
A2-3	71	-4	-16
A2-4	71	-4	-16
A2-5	71	-4	-16
A2-6	73	-4	-15
A2-7	73	-4	-15
A2-8	73	-4	-16
A2-9	73	-4	-15
A2-10	72	-4	-15

EK-1.(Devam) Boyalı tekstil mamulünün L, a, b sonuçları

Çizelge 1.3. Boyalı tekstil mamulünün L, a, b sonuçları

	L	a	b
A3-1	72	-4	-16
A3-2	72	-4	-16
A3-3	72	-4	-16
A3-4	72	-4	-17
A3-5	71	-4	-16
A3-6	71	-4	-16
A3-7	68	-3	-17
A3-8	71	-4	-17
A3-9	71	-4	-16
A3-10	70	-4	-17

Çizelge 1.4. Boyalı tekstil mamulünün L, a, b sonuçları

	L	a	b
A4-1	46	-3	-27
A4-2	46	-3	-27
A4-3	46	-2	-27
A4-4	46	-3	-27
A4-5	46	-2	-27
A4-6	45	-2	-27
A4-7	47	-3	-27
A4-8	44	-2	-28
A4-9	45	-2	-27
A4-10	45	-2	-28

EK-1. (Devam) Boyalı tekstil mamulünün L, a, b sonuçları

Çizelge 1.5. Boyalı tekstil mamulünün L, a, b sonuçları

	L	a	b
A5-1	46	-2	-27
A5-2	47	-3	-27
A5-3	47	-3	-27
A5-4	48	-3	-27
A5-5	47	-3	-27
A5-6	47	-2	-27
A5-7	47	-2	-27
A5-8	46	-3	-26
A5-9	47	-3	-27
A5-10	47	-2	-27

Çizelge 1.6. Boyalı Tekstil Mamulünün L, a, b Sonuçları

	L	a	b
A6-1	48	-3	-27
A6-2	48	-3	-27
A6-3	48	-3	-27
A6-4	47	-2	-28
A6-5	47	-2	-27
A6-6	47	-2	-28
A6-7	47	-2	-28
A6-8	48	-2	-27
A6-9	48	-2	-27
A6-10	45	-2	-28

EK-1.(Devam) Boyalı tekstil mamulünün L, a, b sonuçları

Çizelge 1.7. Boyalı tekstil mamulünün L, a, b sonuçları

	L	a	b
A7-1	40	-2	-28
A7-2	40	-1	-29
A7-3	38	-1	-29
A7-4	38	-1	-29
A7-5	39	-1	-29
A7-6	39	-1	-29
A7-7	40	-1	-28
A7-8	37	-1	-28
A7-9	39	-1	-29
A7-10			

Çizelge 1.8. Boyalı tekstil mamulünün L, a, b sonuçları

	L	a	b
A8-1	40	-1	-29
A8-2	39	-1	-29
A8-3	40	-1	-29
A8-4	40	-1	-28
A8-5	40	-2	-28
A8-6	39	-1	-28
A8-7	39	-1	-28
A8-8	40	-1	-29
A8-9	39	-1	-29
A8-10	40	-1	-29

EK-1.(Devam) Boyalı tekstil mamulünün L, a, b sonuçları

Çizelge 1.9. Boyalı tekstil mamulünün L, a, b sonuçları

	L	a	b
A9-1	38	-1	-29
A9-2	36	-1	-27
A9-3	39	-1	-29
A9-4	39	-1	-29
A9-5	39	-1	-29
A9-6	39	-1	-29
A9-7	38	-1	-29
A9-8	38	-1	-29
A9-9	38	-1	-29
A9-10	39	-1	-29

Çizelge 1.10. Boyalı tekstil mamulünün L, a, b sonuçları

	L	a	b
A10-1	37	-1	-29
A10-2	36	-1	-29
A10-3	36	-1	-29
A10-4	35	-1	-29
A10-5	35	-1	-29
A10-6	35	0	-29
A10-7	34	0	-29
A10-8	34	0	-29
A10-9	35	0	-29
A10-10	35	0	-29

EK-1.(Devam) Boyalı tekstil mamulünün L, a, b sonuçları

Çizelge 1.11. Boyalı tekstil mamulünün L, a, b sonuçları

	L	a	b
A11-1	34	0	-30
A11-2	35	0	-30
A11-3	34	0	-29
A11-4	34	0	-29
A11-5	33	0	-29
A11-6	33	0	-29
A11-7	33	0	-30
A11-8	33	0	-30
A11-9	34	0	-30
A11-10	34	0	-30

Çizelge 1.12. Boyalı Tekstil Mamulünün L, a, b Sonuçları

	L	a	b
A12-1	33	0	-29
A12-2	35	0	-29
A12-3	34	0	-29
A12-4	33	0	-29
A12-5	34	0	-30
A12-6	33	0	-29
A12-7	34	0	-29
A12-8	34	0	-30
A12-9	35	0	-29
A12-10	34	0	-29

EK-1.(Devam) Boyalı tekstil mamulünün L, a, b sonuçları

Çizelge 1.13. Boyalı tekstil mamulünün L, a, b sonuçları

	L	a	b
A13-1	28	1	-28
A13-2	29	1	-29
A13-3	29	1	-29
A13-4	30	1	-29
A13-5	29	1	-29
A13-6	29	1	-29
A13-7	29	1	-29
A13-8	29	1	-29
A13-9	30	0	-29
A13-10	30	1	-29

Çizelge 1.14. Boyalı tekstil mamulünün L, a, b sonuçları

	L	a	b
A14-1	29	1	-29
A14-2	29	1	-29
A14-3	28	2	-30
A14-4	29	1	-30
A14-5	30	1	-30
A14-6	29	1	-30
A14-7	29	1	-29
A14-8	29	1	-29
A14-9	28	1	-28
A14-10	28	1	-29

EK-1.(Devam) Boyalı tekstil mamulünün L, a, b sonuçları

Çizelge 1.15. Boyalı Tekstil Mamulünün L, a, b Sonuçları

	L	a	b
A15-1	29	1	-29
A15-2	30	1	-30
A15-3	30	1	-29
A15-4	30	1	-30
A15-5	29	1	-30
A15-6	29	1	-29
A15-7	29	1	-29
A15-8	28	1	-29
A15-9	29	1	-29
A15-10	29	1	-29

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : KOCA Murat
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 01.06.1982 Konya
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0 536 790 28 10
e-mail : muratkoca42@gmail.com.

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi /Kimya Müh. Bölümü	-
Lisans	Atatürk Üniversitesi/ Kimya Müh. Bölümü	2004
Lise	İmam-Hatip Lisesi	1999

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Tenis, Bilgisayar teknolojileri, Basketbol, Gezi