

**PAMUKLU ELYAFI REAKTİF BOYAMADA ALTERNATİF TUZLARIN
DENENMESİ**

HANİFE ÖZLEM DÜNDAR

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
KİMYA MÜHENDİSLİĞİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

KASIM 2005

ANKARA

H.Özlem DÜNDAR tarafından hazırlanan PAMUKLU ELYAFI REAKTİF BOYAMADA ALTERNATİF TUZLARIN DENENMESİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof.Dr. Ahmet ALICILAR
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından Kimya Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan :

Üye :

Üye :

Üye :

Üye :

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

**PAMUKLU ELYAFI REAKTİF BOYAMADA ALTERNATİF TUZLARIN
DENENMESİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

Hanife Özlem DÜNDAR

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

KASIM 2005

ÖZET

Pamuklu elyafı boyamada değişik boyarmaddeler kullanılmakla birlikte en yaygın kullanıma sahip boyarmaddelerden birisi reaktif boyarmaddelerdir. Reaktif boyamada, boya banyosunda katkı maddesi olarak tuz ve soda kullanılmakta; tuz olarak NaCl ve Na₂SO₄ tercih edilmektedir. Bu tuzların korozyon olmaları ve biyolojik olarak bozunmamaları nedeniyle alternatif tuz arayışları sürdürülmektedir.

Bu çalışmada, pamuklu elyafı reaktif boyamada tuz olarak; Potasyum Asetat, Potasyum Sodyum Tartarat ve Potasyum Oksalat Mono Hidrat denenmiş; sonuçlar NaCl tuzu için gözlenen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. Bu amaçla atık banyoda boya konsantrasyonu spektrometrik olarak belirlenerek çekim yüzdeleri hesaplanmış, yıkama sonrası banyodaki konsantrasyon yardımıyla fikse yüzdelere geçilmiştir.

Renk ölçümleri Datacolor Spektroflash marka cihaz ile TL-84 ışık kaynağında gerçekleştirilerek L, a, b değerleri belirlenmiş, ışık kabinde UV ışın kullanılarak gözle kontrol yapılmıştır. İlave olarak ışık, yıkama ve sürtünme haslıkları tayin edilmiştir. Bütün bu sonuçlar kendi içinde değerlendirilerek NaCl'e alternatif olarak kullanılan 3 tuzun kullanılabilirliği tartışılmıştır.

Sonuç olarak, özellikle Potasyum Asetat olmak üzere Potasyum Sodyum Tartarat ve Potasyum Oksalat Mono Hidrat tuzlarının pamuklu elyafı reaktif boyamada etkin olmaları, atık suda korozif etki göstermemeleri ve biyolojik olarak bozunabilir olmaları yönüyle NaCl tuzuna göre alternatif olarak kullanılabileceği ileri sürülmüştür.

Bilim Kodu : 961
Anahtar Kelimeler : Reaktif boyama, Pamuklu elyaf, Potasyum asetat, Potasyum sodyum tartarat, Potasyum oksalat.
Sayfa Adedi : 57
Tez Yöneticisi : Prof. Dr. Ahmet Alıcılar

TESTING OF VARIOUS SALTS IN REACTIVE DYEING THE COTTON FIBERS

(M.Sc.Thesis)

Hanife Özlem Dünder

**GAZI UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
NOVEMBER 2005**

Although many different types of dyestuffs are being utilized in dyeing of cotton fibers, the most widely used ones are the reactive dyestuffs. In reactive dyeing, salt and soda are used as additives in dye bath, and the preferred salts are NaCl and Na₂SO₄. The mentioned salts are corrosive and non-biodegradable. Therefore the search for alternative salts are still being conducted.

In this study; potassium acetate, potassium sodium tartarate and potassium oxalate mono hydrate are tested as alternative salts in reactive dyeing of cotton fibers, and the results are compared with those of NaCl salt. For this purpose, absorption percentages are calculated by spectrometrically determining the dye concentration in the waste water and then fixed amounts are calculated by using concentration in the bath after washing.

The color measurements are performed by a DATACOLOR SPECTROFLASH brand mark device with a TL-84 light source; L, a, b values are determined and dyeing is inspected with naked eye in a light booth using UV light. Additionally, light, wash and friction fastnesses are determined. All these results are evaluated within each other and the applicability of three salts being used as alternative salts is discussed.

In conclusion, it is suggested that potassium acetate, potassium sodium tartarate and potassium oxalate mono hydrate salts can be used as an alternative to NaCl salt in reactive dyeing of cotton fibers, because they are non-corrosive, biological degradabile and effective salts in dyeing.

Science Code : 961

Key Words : Reactive dyeing, Cotton, Potassium acetate, Potassium sodium tartarate, Potassium oxalate.

Page Number : 57

Adviser : Prof. Ahmet Alıcılar

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans çalışmalarımın gerçekleşmesinde değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren Sayın Hocam Prof.Dr. Ahmet ALICILAR'a, laboratuvar çalışmalarım boyunca manevi desteği ve yardımlarıyla beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan babama sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. BOYALAR.....	3
2.1. Boyaların Sınıflandırılması.....	3
2.1.1. Kimyasal yapılarına göre sınıflama.....	3
2.1.2. Boyama özelliklerine göre sınıflama.....	8
2.1.3. Uygulama sahasına göre sınıflama.....	12
3. REAKTİF BOYALAR.....	14
3.1. Reaktif Boyaların Yapısı.....	15
3.1.1. Reaktif grubun yapısı.....	15
4. PAMUKLU KUMAŞIN BOYANMASI.....	19
4.1. Pamuklu Kumaşın Boyanmasında Reaktif Boyarmaddenin Kullanılması.....	19
4.1.1. Boyamayı etkileyen faktörler.....	20
5. RENKLERİN TANIMLANMASI.....	22
5.1. Munsell Sistemi.....	22
5.2. CIE Sistemi.....	22
6. HASLIK TAYİNLERİ.....	25
6.1. Kullanım Esnasında İstenen Haslıklar.....	25
6.2. Üretim Esnasında İstenen Haslıklar.....	26

	Sayfa
6.3. Haslık Değerlendirmesi.....	26
7. LİTERATÜR ÇALIŞMASI.....	28
8. DENEYSEL ÇALIŞMA.....	35
8.1. Pamuklu Elyafın Reaktif Boyarmadde İle Boyanması.....	35
8.1.1. Boya banyolarının hazırlanması.....	35
8.1.2. Boyama reçetesi.....	37
8.2. Boyamanın Değerlendirilmesi.....	37
8.2.1. Boyama sonrası yapılan konsantrasyon tayinleri.....	37
8.2.2. Renk ölçümleri.....	39
8.2.3. Haslık deneyleri.....	39
9. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	41
9.1. % Çekim değerleri.....	41
9.2. % Fikse değerleri.....	43
9.3. % Kayıp değerleri.....	44
9.4. Genel Renk Değerlendirmesi.....	46
9.5. Renk Haslıklarının Değerlendirilmesi.....	47
10. YORUM.....	49
KAYNAKLAR.....	50
EKLER.....	53
EK-1.Örnek hesaplama.....	54
ÖZGEÇMİŞ.....	57

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.1. Absorplanan ışık ve gözlenen renk arasındaki ilişki.....	23
Çizelge 6.1. Haslıklarla ilgili Türk Standartları.....	27
Çizelge 8.1. Endüstriyel uygulamalarda 60 °C’de normal çektirme metodu için kullanılan tuz-soda miktarları.....	36
Çizelge 9.4. Boyalı elyafın renk ölçüm değerleri.....	46
Çizelge 9.5. Boyanmış pamuklu elyaf için haslık değerleri.....	48

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 5.1. CIE renk şiddet diyagramı.....	23
Şekil 5.2. CIEL a^* b^* renk uzayı.....	24
Şekil 9.1. % Çekim değerleri.....	41
Şekil 9.2. % Fikse değerleri.....	43
Şekil 9.3. % Kayıp değerleri.....	44

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

C

V

C_{boya}

Açıklama

Konsantrasyon

Hacim

Boya konsantrasyonu

Kısaltmalar

dak

nm

m_{boya}

TSE

Açıklama

Dakika

Nanometre

Gram boya kütlesi

Türk Standartları Enstitüsü

1. GİRİŞ

Pamuklu elyafı reaktif boyarmaddelerle boyamada çektirme ve fular metotları olmak üzere 2 farklı metot kullanılır. Çektirme metodunda reaktif boyarmaddelerle boyama iki basamakta meydana gelir. İlk basamakta boyarmadde, direkt boyarmaddelerdekine benzer bir mekanizma ile elyaf tarafından adsorplanır. Boyarmaddenin tabiatına bağlı olarak %25-90'ı çekilir. Bu basamakta boyarmadde elyafa fikse olmaz ve boyarmadde molekülleri serbestçe hareket edebildiklerinden materyal üzerinde düzgün bir şekilde dağılırlar. Ayrıca boyarmaddenin hidroliz hızı, düşük pH değerlerinde daha az olduğundan çözelti nötralken; yani henüz alkali ilave edilmeden, elyafın bir süre flottede kalması boyama verimini artırır. Düzgün bir şekilde adsorplanan boyarmadde ikinci basamakta alkali ilavesiyle elyafa fikse olur; yani kovalent bağlarla elyafa bağlanır.

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

Bazı boyarmadde sınıflarında fiksaj boyama ile aynı zamanda, bazılarında ise boyama periyodundan sonra yapılır. En kısa ve en basit olan; fakat bütün hallerde uygulanamayan bir metotta tuz, boyarmadde ve alkali başlangıçta konulup boyamaya soğukta başlanır, sonra fiksaj sıcaklığına kadar ısıtılır.

Fular metodunda çok çeşitli modifikasyonlar olmakla beraber; bunları genel olarak yarı sürekli ve sürekli metotlar diye iki grup altında incelemek mümkündür. Reaktif boyarmaddelerin nötral ortamda elyaf afinitelerinin az; fakat daha sonra yapılan ve gerçek has boyamanın elde edildiği alkali fiksajın kolay oluşu, bunların fular metotları için uygun olmalarına neden olur.

Fularlamada ya boyarmadde alkali ile birlikte veya önce boyarmadde, sonra alkali fularlanır. Yüksek reaktiviteli boyarmaddelerde ilave edilen boyarmaddenin çabuk

hidroliz olması, ilk yol için dezavantajdır. Bunlarla yapılan boyamada karıştırıcıların çok dikkatle kullanılması zorunludur. Diğer taraftan bekletme sürenin kısa olması gibi avantajları da vardır (1).

Pamuklu kumaşın etkin olarak boyanmasında, uygulanan boyama metotlarının yanı sıra, birçok parametre de etkilidir. Bu parametreleri sıcaklık, pH, elektrolit (tuz) vb. olarak sıralayabiliriz. Endüstride bu parametrelerden biri olan elektrolit olarak NaCl ve Na₂SO₄ kullanılmaktadır.

Son yıllarda tuz ve soda kullanmada veya kullanılan miktarı azaltarak boyama öncesi elyafı modifiye etmek suretiyle boyama arayışları sürdürülmektedir.

2. BOYALAR

2.1. Boyaların Sınıflandırılması

Boyalar kimyasal yapılarına veya tekstil elyafa uygulanmalarına göre, yani boyama özelliklerine ve diğer renklendirme amaçlarına göre sınıflandırılabilir.

Bu iki sınıflandırma şekli (kimyasal yapı, boyama özelliklerine göre) arasında çok az ilişki vardır. Kimyasal yapı bakımından büyük bir grubu oluşturan azo boyarmaddeleri boyama özelliklerine göre yapılan sınıflamada her grupta yer alır.

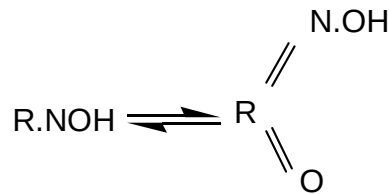
Bir boyacı her şeyden önce boyarmaddenin boyama özellikleri bakımından hangi gruba girdiği ile ilgilenir. Kimyasal yapı onun için boyama özellikleri kadar önemli olmadığından burada kısaca bahsedilecektir. Ancak son yıllarda uygulama alanlarına göre de sınıflandırma yapılmaktadır.

2.1.1. Kimyasal yapılarına göre sınıflama

Kimyasal yapılarına göre en önemli boyarmadde grupları aşağıda verilmiştir:

Grup

NİTROZO :



NİTRO :



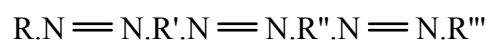
MONOAZO :



DISAZO :



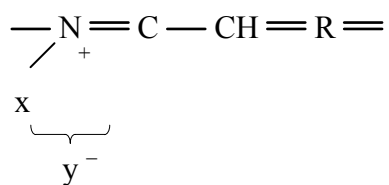
TRIAZO :



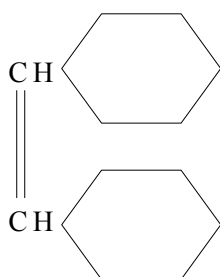
POLIAZO :



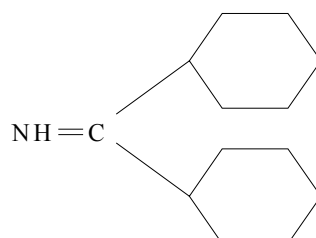
METIN :



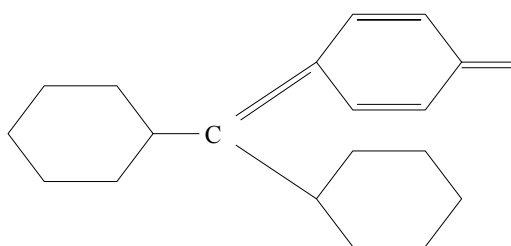
STILBEN :



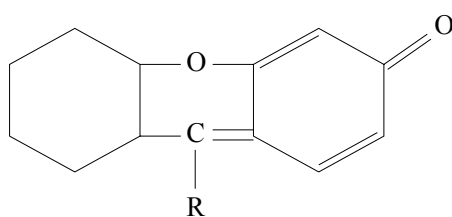
DİFENİL METAN :



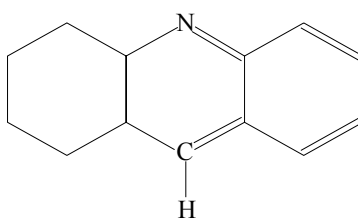
TRİARİL METAN:



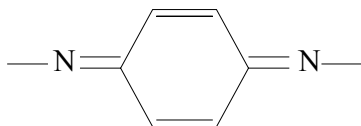
KSANTEN:



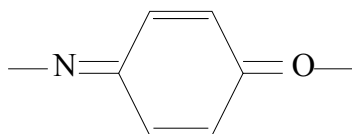
AKRİDİN :



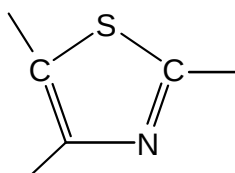
INDAMİN :



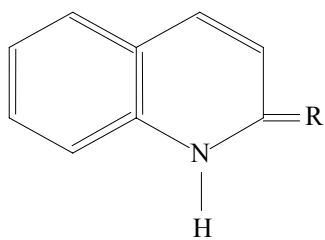
INDOFENOL :



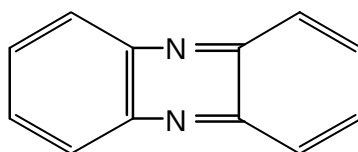
TIAZOL :



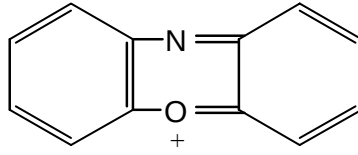
KİNOLİN :



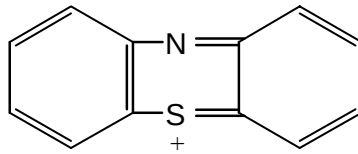
AZİN :



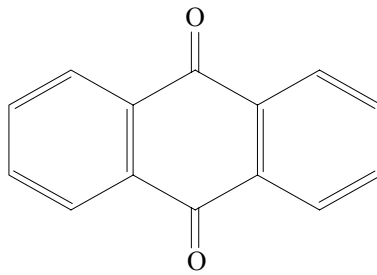
OKSAZİN :



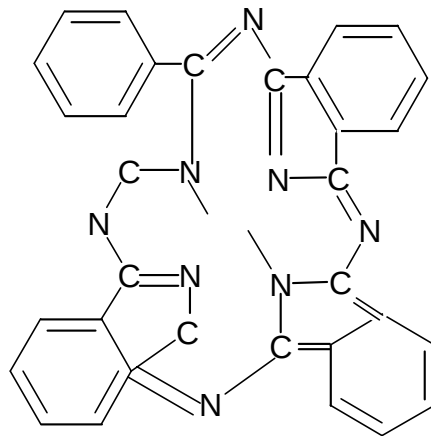
TİAZİN :



ANTRAKİNON :



FTALOSİYANİN :



2.1.2. Boyama özelliklerine göre sınıflama

Direkt boyarmaddeler

Bunlar genellikle sülfonik asitlerin bazen de karboksilli asitlerin sodyum tuzlarıdır. Yani renkli kısmı oluşturan iyon anyon şeklindedir. Bu nedenle $[B.M.SO_3]^- Na^+$ genel formülü ile gösterilebilirler (B.M. = Boyarmadde). Pek çoğu yapı bakımından azo boyarmaddeleri grubuna girer. Selülozik elyafa doğrudan doğruya bağlanabilirler. Bunlara sabit boyarmaddeler de denilir. Protein elyafı boyasalar da özel durumlar dışında bu amaçla kullanılmazlar. Direkt boyarmaddelerle protein elyaf boyarmaddesi olan asit boyarmaddeler arasındaki sınır pek kesin değildir. Örneğin Direkt Kırmızı 37 hem direkt bir boyarmadde olarak selüloza, hem de asit boyarmadde olarak protein elyafa uygulanabilir.

Küp boyarmaddeleri

Bunlar suda çözünmezler; fakat sodyum hidroksit ve sodyum hidrosülfid ($Na_2S_2O_4$) gibi bir indirgenin etkisiyle suda çözünebilen leuko bileşiklerine dönüşürler. Selülozun leuko bileşiklerine karşı ilgisi vardır. Leuko bileşiği elyaf tarafından adsorplandıktan sonra derhal yükseltgenerek suda çözünmeyen boyarmadde pigmentine dönüştürülür. Bu sınıfın haslıkları son derece iyi; ancak fiyatları yüksektir.

Kükürt boyarmaddeleri

Bu grubun üyeleri kükürt içeren karmaşık yapıli organik bileşiklerdir. Selülozik elyafın boyanmasına yararlar. Renkleri parlak olmamakla beraber yaş haslıkları çok yüksek, fiyatları düşüktür.

Azoik boyarmaddeler

Bunlar suda çözünmeyen renklendiricilerdir. Suda çözünen kenetleme bileşeninin (naftol) fularlanmasından sonra, diazolandırılmış bir bazla muamele sonucu elyaf içinde oluşturulurlar. Selülozik elyafın uygun fiyatla parlak, has renklere boyanmasına yararlar.

Reaktif boyarmaddeler

Son yıllarda keşfedilen bu boyarmaddeler, selüloz ile reaksiyon vererek kovalent bağ oluşturdıklarından yaş haslıkları çok yüksektir. Bir çok halde soğuk çözeltide boyayabildiklerinden ısıdan tasarruf sağlarlar. Sürekli boyama yöntemleri için uygun olan boyarmaddelerdir.

Ingrain boyarmaddeleri

Selülozik elyafın boyanmasına yarayan ftalosiyanın boyarmaddeleridir. Ftalodinitril türevleriyle bakır, nikel ve bazı metal tuzlarının elyaf içinde birleştirilmesiyle meydana geldiklerinden haslıkları çok yüksektir.

Oksidasyon boyarmaddeleri

Bu gruba anilin hidroklorürün elyaf içinde yükseltgenmesiyle oluşturulan anilin siyahı örnek olarak verilebilir. Selülozik elyafın boyanmasına yarayan bu boyarmaddenin haslığı çok yüksektir.

Asit boyarmaddeler

Bunlar da direkt boyarmaddeler gibi sülfonik asitlerin veya çok ender olarak karboksilli asitlerin sodyum tuzları şeklindedirler. İstisnaları olmakla beraber çoğunun selülozik elyafa karşı ilgisi yoktur. Başlıca protein ve poliamit elyafın boyanmasına yararlar.

Bazik boyarmaddeler

Bunlar genellikle organik bazların hidroklorürü şeklinde bulunurlar. Yani renkli kısım katyon halinde olup $[B.M.NH_3]^+ Cl^-$ genel formülü ile gösterilebilir. Bu nedenle bunlara son zamanlarda katyonik boyarmaddeler denilmeye başlanmıştır. Eskiden yün ve pamuk boyarmaddesi olarak kullanılan bu boyarmaddeler son zamanlarda poliakrilonitril elyaf boyanmasında büyük önem kazanmışlardır.

Mordan boyarmaddeleri

Bu grup doğal ve sentetik birçok boyarmaddeyi içerir. Sentetik olanlar genellikle antrasenden üretilirler. Tekstil elyafına karşı doğrudan ilgiye sahip değildirler. Selülozik ve protein elyafı bir metal tuzuyla mordanlandıktan sonra boyayabilirler.

Krom boyarmaddeleri

Asit mordan boyarmaddeleri de denilen bu grup, yün ve poliamit elyafın boyanmasında kullanılır. Önce bir asit boyarmaddesi gibi elyaf üzerine çektirilir ve sonra kromlama tamamlanır. Böylece yaş haslıkları çok yüksek boyamalar elde edilir.

Metal-Kompleks boyarmaddeler

Metal kompleksleri şeklinde imal edilen, yüksek haslıkta yün ve poliamit boyarmaddeleridir.

Dispers boyarmaddeler

Hidrofob özelliğe sahip primer sekonder asetat ve sentetik elyafın boyanmasında dispers boyarmaddeler kullanılır. Bunlar, sudaki çözünürlükleri çok az olan organik bileşiklerin çok ince öğütülmüş süspansiyonları şeklinde uygulanır.

Pigment boyarmaddeler

Boyarmaddelerin özel bir grubu olan pigment boyarmaddelerinin tekstil elyafa karşı ilgisi yoktur. Bu nedenle reçine gibi bağlayıcı bir madde yardımıyla elyafa fiks edilirler. Bunların üstünlüğü elyafın kimyasal bileşimine ve histolojik yapısına bakmaksızın basit bir teknikle her cins elyafa uygulanabilmeleridir.

Bu sınıflamada görüldüğü gibi çeşitli boyarmaddeler farklı elyaf türleri üzerine farklı şekilde çekilirler. Çünkü çekim bir yandan boyarmaddenin yapısına diğer yandan elyafın cinsine ve işlenme durumuna bağlıdır. Selüloz ile yünün boyanabilme yeteneği farklı olduğu gibi iplikle kumaşınki de farklıdır. Hatta iplik numarası ve iplik yoğunluğu bile boyanma özelliklerine etki eder. Bu nedenle bir kumaşta bulunan ipliklerin numarasındaki, gerilimindeki, kumaş yoğunluğundaki veya diğer teknolojik sabitlerdeki değişiklikler boyamanın dalgalı olmasına neden olabilir.

Diğer taraftan selülozik yapıli her türlü elyaf aynı boyarmadde grubu ile boyanmakla beraber, pektin ve protein gibi yabancı maddeler içeren keten, kenevir ve koko elyaf selülozik yapıda olmasına rağmen bu yabancı maddeler nedeniyle pamuk, viskon gibi saf selülozik elyaftan oldukça farklı boyanma özelliklerine sahiptir. Pamuğun aksine katyonik ve anyonik (asit) boyarmaddelerle boyanabilir.

Çeşitli selülozik elyaf aynı boya banyosunda aynı boyarmadde ile boyandığında bile elde edilen renk derinliği ve erişilen renk tonu her elyaf türü için farklıdır. Çünkü her elyafın boyanması kendine özgü histolojik yapısına, doğal veya rejenere olmasına, kökenine, yabancı madde içeriğine ve uygulanan ön işlemlere göre değişir. Bütün bu faktörler elyafın işlenmesinde göz önünde tutulmalıdır.

Protein esaslı her türlü elyaf aynı boyarmadde gruplarıyla boyanır. Çünkü prensip olarak aynı kimyasal yapıya sahip olan elyaf türleri aynı sınıf boyarmaddelerle boyanabilir. Fakat protein elyaf grupları arasında bile boyamada farklılıklara neden olan değişik faktörler vardır. Örneğin her yün cinsi kökenine bağlı olarak ve hatta aynı yün lifinin çeşitli bölgeleri farklı boyanabilir. Aynı şekilde doğal ipek yünle kıyaslandığında alkaliye karşı büyük direnç gösterdiğinden ipek, kaleviliği oldukça yüksek boya banyolarında boyanabilir. Yapay proteinler ise doğal proteinleri boyayan boyarmaddelerle boyanırlar. Fakat boyama koşulları farklıdır. Boyanma davranışındaki farklar yalnız renk derinliğine ve renk tonuna etki etmeyip, bazı durumlarda haslık özelliklerinde de değişikliklere neden olur.

Bazı boyarmaddelerin bir elyaf türünü boyayıp, diğerini hiç boyamamasından teknikte elyaf karışımlarında renk elde etmede yararlanılır. Bu şekilde bir elyaf karışımındaki her elyaf bileşenini farklı renk tonlarına boyamak mümkün olur. Diğer taraftan boyama davranışlarının farklı oluşu bazı teknik güçlükler de yaratır. Örneğin, elyaf karışımlarının aynı tonda aynı yaş haslıkta boyanması güçleşir (1).

2.1.3. Uygulama sahasına göre sınıflama

Boyarmaddeler boyayabildikleri elyaf türüne göre de son yıllarda sınıflandırılabilirler. Bu tür sınıflamaya göre boyarmaddeler 3 başlık altında toplanabilir.

Selülozik esaslı elyaf boyamada kullanılan boyalar

- ❖ Direkt (substantif) boyarmaddeler
- ❖ Azoik (naftol) boyarmaddeler
- ❖ Küp boyarmaddeler
- ❖ Reaktif boyarmaddeler
- ❖ Kükürt boyarmaddeler

selülozik esaslı elyafı boyamada kullanılmaktadırlar.

Protein esaslı elyaf boyamada kullanılan boyalar

Protein esaslı elyaf boyamada kullanılan boyarmaddeler şunlardır:

- ❖ Asit boyarmaddeler
- ❖ Metal-kompleks boyarmaddeler
- ❖ Krom boyarmaddeler
- ❖ Reaktif boyarmaddeler

Sentetik elyaf boyamada kullanılan boyalar

Bu tür sınıflamada, kullanılan sentetik elyaf türüne göre boyarmaddeler üç grup altında toplanabilir.

- ❖ Poliamit elyaf için
 - Dispers boyarmaddeler
 - Asit boyarmaddeler
 - Metal-kompleks boyarmaddeler
- ❖ Polyester elyaf için
 - Dispers boyarmaddeler
- ❖ Poliakrilonitril elyaf için
 - Katyonik boyarmaddeler

3. REAKTİF BOYALAR

Reaktif boyarmaddeler uygun koşullar altında lif ile kimyasal reaksiyona girerek, kovalent bağ oluşturan boyarmadde sınıfıdır. Karakteristikleri, küçük ve basit molekül yapılarına sahip olmalarıdır. Molekül ağırlıkları genellikle 69-221 g/mol'dür. Küçük partikül şeklinde olmaları, life hızlı bir şekilde nüfuz etmelerini sağlar. Çok parlak renklere sahip reaktif boyarmaddeler basit yapılarının sonucu olarak spektrumlarında çok dar ve yüksek pikler gösterirler. En çok mavi , kırmızı, portakal ve sarı renkleri elde etmek için kullanılırlar.

Reaktif boyarmaddeler selülozik elyafın boya ve baskısına yarayan çok önemli bir boyarmadde grubudur. Ayrıca çok olmamakla beraber yün, ipek, naylon ve deri boyamada da kullanılır.

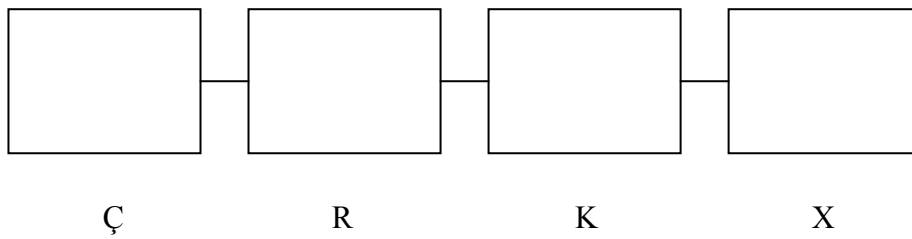
Reaktif boyalar, kovalent bağ oluşturdıklarından meydana gelen boyamanın yaş haslıkları çok yüksektir. Işık ve yıkama haslıkları bakımından küp boyar maddelerden daha düşük, direkt boyalardan daha üstündür. Küp boyar maddelerin tonları mat, boyaması zor ve fiyatları yüksek olduğundan, reaktif boyar maddelerin tüketimi devamlı artmaktadır.

Reaktif boyarmaddelerin temel avantajları şöyle sıralanabilir:

- ❖ Parlak renkleriyle geniş renk serisi sunar.
- ❖ Koyu renkler elde edilebilir.
- ❖ Mükemmel yaş haslıkları sağlar.
- ❖ Normal boyama cihazlarında uygulanabilen basitleştirilmiş bir boyama yöntemi ile boyama gerçekleştirilebilir.

3.1. Reaktif Boyaların Yapısı

Bütün reaktif boyalarda ortak olan özellik, hepsinin kromoforu taşıyan renkli bir grup yanında, bir reaktif ve bir de moleküle çözünürlük sağlayan grup içermesidir. Kromoforu taşıyan moleküller çoğunlukla azo, antrakinin ve ftalosiyanın türevleridir. Boyama tekniği bakımından reaktif grup sorumludur. Çünkü boyanın reaksiyon yeteneği ve reaksiyon hızını bu grup belirler.



Ç: Çözünür Grup

R: Renkli (Kromofor) Grup

K: Köprü Grup

X: Reaktif Grup

Çözünür grup boyarmaddenin su içerisinde üniform bir şekilde çözünmesini sağlayan sülfonik asit vb. gruplardır.

Kromofor grup boyarmaddeye renk veren kısımdır. Bu moleküller çoğunlukla azo, antrakinin ve ftalosiyanın türevleridir.

Reaktif grup boyarmaddenin reaksiyon yeteneğini ve reaksiyon hızını tayin eden gruptur. Esas itibarıyla triazin ve vinil sülfon türevleridir.

Köprü grup boyarmaddeyi reaktif gruba bağlayan gruptur.

3.1.1. Reaktif grubun yapısı

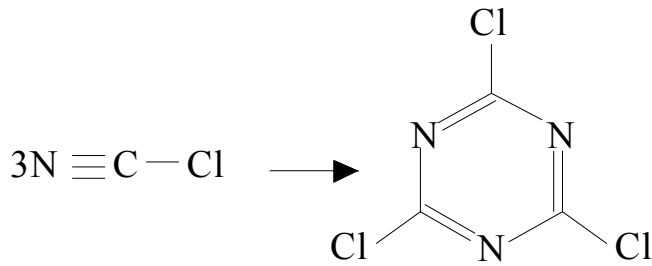
Selülozun hidroksil grupları ile boyarmadde arasındaki reaksiyon, reaktif gruba bağlı olarak, ya selüloz esteri oluşturmak üzere nükleofilik substitüsyon, ya da selüloz eteri vermek üzere nükleofilik adisyon reaksiyonudur. Bir ikisi dışında, hepsi alkali ortamda gerçekleşir. Çünkü alkali ortamda selülozun nükleofilik karakteri arttığından, reaksiyon kolaylaşır. Reaktif boyarmaddeler, yüksek ölçüde suda

çözünebilen boyarmaddelerdir. Ancak direkt boyarmaddelerin tersine düşük substantiviteye sahip olacak şekilde geliştirilmişlerdir. Kovalent bağın oluşumu alkali ortamda olur ve bazen tersinir olabilir. Kovalent bağ, metal kompleks bağlarından kuvvetlidir. Bunun sonucu olarak reaktif boyarmaddeler çok iyi yıkama, sürtme ve ışık haslıkları verir. Reaktif boyarmaddelerde reaktif gruplar, reaksiyon mekanizmasına göre temel olarak 2 gruba ayrılır.

1.Grup: Oynak halojen atomu içeren heterosiklik halka sistemleridir. (S_N2) mekanizmasına göre reaksiyon verirler. Bu grubun içinde;

1. Di ve monoklorotriazinil yapısı içerenler
 2. 2,4,5-trihalojeno primidinil yapısı içerenler
 3. 2,3-Dikloro kinoksalin-6-karbonil yapısı içerenler
 4. 2-Kloro-benzotiazolil yapısı içerenler
 5. 1,4-Dikloro ftalazinin-6-piridazonil yapısı içerenler
 6. 4,5-Dikloro-6-piridazonil yapısı içerenler
- yer almaktadır.

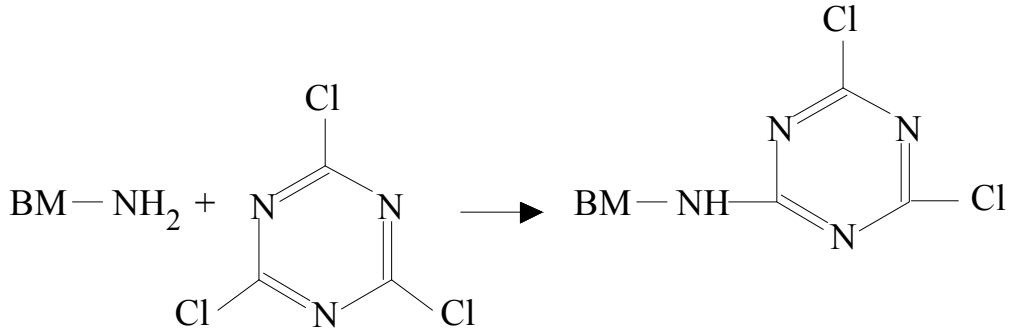
1.Grup içerisinde 6 farklı yapı içinden en fazla triazin bileşikleri kullanılmaktadır



(Siyanklorür)

Triklorotriazin

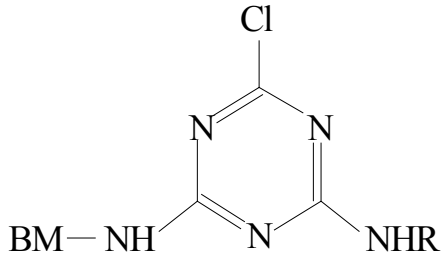
(Siyanürlitriklorür)



Diklorotriazinilamino

Boyarmaddeleri

Bu boyarmaddenin bir aminle ($\text{R}-\text{NH}_2$) (R : H , C_6H_5 , $\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{H}$ v.b....) etkileşimi monoklor boyarmadde oluşturur.



Monoklorotriazinilamino

Boyarmaddeleri

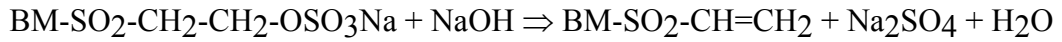
2.Grup: Nükleofilik adisyon mekanizması ile eter bağı oluşturanlar bu gruba girmektedir. Bunların bazılarında boyama esnasında, adisyondan önce meydana gelen bir eliminasyon reaksiyonu sonucu reaktif grup giderek serbest kalır. Bu, adsorpsiyon hızını azaltarak boyamanın daha düzgün olmasını sağlar. Bu grubun içinde;

1. Vinil Sülfonil boyarmaddeleri
2. Vinil sülfonamit boyarmaddeler
3. Akrilamit boyarmaddeleri
4. Kloro-asetil boyarmaddeleri

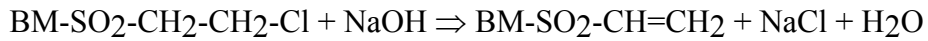
yer almaktadır.

2. Grup içerisinde en fazla vinil sülfonil boyarmaddeleri kullanılmaktadır. Vinil sülfonil boyarmaddeler boyama ortamında alkali ile muamele edildiklerinde eliminasyon reaksiyonu sonucu, vinil sülfonil grubu meydana gelir. Bu grup su, alkol ve selülozdaki hidroksil grupları ile katılma reaksiyonu verir.

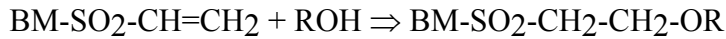
β -Sülfato-etil sülfonil grubu içerenler için reaksiyon denklemi şu şekildedir:



β -Kloro-etil sülfonil grubu içerenler için reaksiyon denklemi şu şekildedir:



Oluşan vinil sülfon grubu ise selüloz veya su ile aşağıdaki şekilde etkileşir:



ROH molekülünde;

R: H ise su (boyarmaddenin hidrolizi)

R: Selülozik grup ise selüloz

söz konusudur (1).

4. PAMUKLU KUMAŞIN BOYANMASI

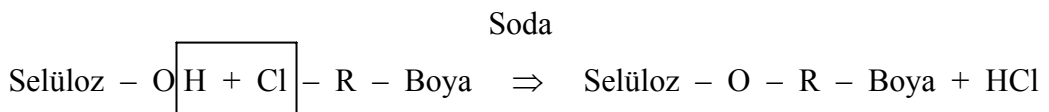
Pamuklu kumaşın boyanmasında kullanılabilen boyarmaddeleri şu şekilde sıralayabiliriz;

1. Direkt veya son işlemli direkt boyarmaddeler (Substantif boyarmaddeler)
2. Küp boyarmaddeler
3. Çözünür küp boyarmaddeler
4. Kükürt ve çözünür kükürt boyarmaddeleri
5. Çözünmeyen azoik boyarmaddeler (Naftol AS boyarmaddeler)
6. Reaktif boyarmaddeler
7. Ingrain boyarmaddeleri
8. Oksidasyon boyarmaddeleri
9. Sentetik reçine ile elyafa bağlanan pigment boyarmaddeleri
10. Bazik boyarmaddeler
11. Mineral haki boyarmaddesi

1-7. grup arasında kalan boyarmaddeler günümüzde kullanılmasına rağmen, 8-11. grup arasında kalan boyarmaddeler günümüzde önemini yitirmiştir (1).

4.1. Pamuklu Kumaşın Boyanmasında Reaktif Boyarmaddenin Kullanılması

Reaktif boyarmaddelerle pamuklu boyama işleminde; kovalent bağ boyarmaddenin reaktif grubu ile selülozun OH grubu arasında oluşur. Reaktif gruplardaki klor, flor, sülfon iyonları, hidroksil iyonunun hidrojeni ile birleşerek asit yapar. Ortaya çıkan asit soda ilavesi ile nötr hale getirilerek ortamdan uzaklaştırılır ve reaksiyon sağa doğru devam eder. Soda ilavesi hızına göre boyama yavaş/ hızlı ve dolayısı ile düzgün olur.



Reaktif boyalar, belirli sıcaklıkta pamuk liflerine eklenen suda çözünebilen anyonik boyalardır. Boyama işlemi 3 aşamada gerçekleşir;

1. Tuzun olduğu flottede boyanın life çektilmesi ve düzgün dağılıma ulaşması.
2. Alkali ortamında boyarmaddenin selülozla reaksiyonu (fikse).
3. Fikse olmamış boyarmaddenin yıkama ve sabunlama ile elyaf üzerinden uzaklaştırılması.

İlk aşamada daha çok tuz miktarı, ikinci aşamada ise öncelikle alkali oranı ve sıcaklık etkilidir.

4.1.1. Boyamayı etkileyen faktörler

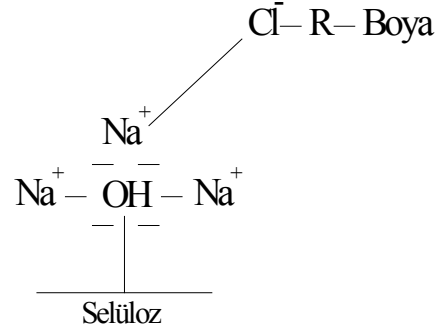
Boyamayı etkileyen faktörleri şu şekilde sıralayabiliriz:

1. Afinite (Substantivite)
2. Elektrolit (tuz) ilavesi
3. Sıcaklık
4. pH
5. Flotte oranı
6. Migrasyon vb.

Reaktif boyamaya elektrolit (tuz) etkisi

Selüloz elyafı su içine girdiği zaman yüzeyi negatif yükle kaplanır. Reaktif boya da, suda çözüldüğü zaman anyonik yüklüdür. İki negatif yüklü madde birbirini iteceğinden boyar madde pamuğa yaklaşamaz. Bu nedenle ortama tuz verilir. Tuzun artı yüklü sodyum iyonları, selülozun eksi yüklü hidroksil iyonlarını ve

boyarmaddeyi çekerek buluşmalarını sağlar. Bu yaklaşımın hızını kontrol edebilmek



için, tuz eklemesi yavaş yavaş yapılır

Reaktif boyamada kullanılan inorganik tuzun iki fonksiyonu vardır. Birincisi, boyanın afinitesini arttırmaktır. İkincisi ise, boya moleküllerinin birbirine birleşmesine ve suda çözünme miktarının azalmasına neden olmaktadır.

5. RENKLERİN TANIMLANMASI

Aynı renkler, değişik isimlerle adlandırılarak farklılaştırılabilir. Örneğin mavi için gök mavisi, deniz mavisi, koyu mavi gibi tonlar kullanılır. Ancak çok sayıdaki isme rağmen rengin kesin olarak tarifi çok zordur. Rengin tanımlanması için en çok kullanılan sistemler Munsell ve CIE (Commision Internationale de L'Eclairage) sistemleridir. Ostwald sistemi de başarılı olarak değerlendirilse de Munsell sistemi onun yerini almıştır.

5.1. Munsell Sistemi

Bugün pek çok sektörde kullanılan bu sistemde değişik renk, ton ve şiddetleri kullanarak büyük bir aralıkta renkleri gösteren kartlar vasıtasıyla renkler tanımlanır. Munsell renk, ton ve şiddet skalası yaklaşık 960 renk kartı ile topaçı andıran bir atlas halinde birleştirilmiştir.

5.2. CIE Sistemi

Bir boyarmaddenin renginin kelimelerle tarifi gayet zordur. Özellikle renklerin tonu merak edilir. Bir rengin görünüşü çevrenin renk ve ışık şartları gibi parametrelere göre değişebilir. Bu zorluklar üretilen renklerin ifade edilmesinde pratik olarak çok büyük önem kazanmıştır. Bu zorlukların üstesinden gelebilmek amacıyla CIE tarafından bir sistem geliştirilerek, kırmızı, mavi ve yeşil primer renklerin karışımı ile üretilen renklerin ifade edilmesi sağlanmıştır. CIE sisteminde renkler sayısal oranla tanımlanır. Bu oranlar, primer renklerin (mavi, yeşil, kırmızı) miktarlarına aittir.

Yansıma spektrofotometreleri tekstil maddelerinin renklerinin belirlenmesi amacıyla kullanılan düzeneklerdir. Bu renk ölçüm cihazı kolorimetre olarak adlandırılır. Bu spektrofotometreler yansıyan ışığı ölçme ve bu ölçümleri elektronik olarak x, y ve z değerlerine dönüştürebilme yeteneğine sahiptirler. Absorplanan ışığa bağlı olarak

gözlenen renkler Çizelge 5.1’de, CIE renk şiddet diyagramı ise Şekil 5.1’de görülmektedir.

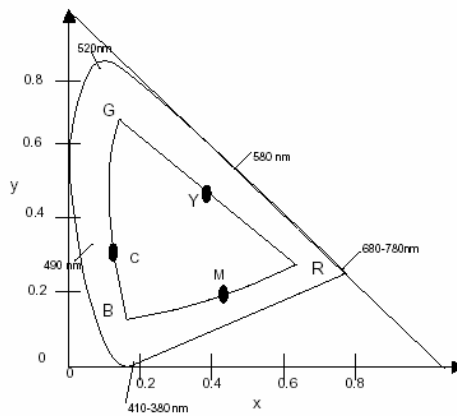
Çizelge 5.1. Absorplanan ışık ve gözlenen renk arasındaki ilişki

Dalga boyu (nm)	Renk	Gözlenen renk
400-430	Menekşe-mavi	Sarı
430-470	Mavi	Turuncu
470-500	Mavi-yeşil	Turuncu-kırmızı
500-540	Yeşil	Kırmızı-mor
540-570	Sarı-yeşil	Mor
570-590	Sarı	Menekşe
590-610	Turuncu	Mavi
610-700	Turuncu-kırmızı	Yeşilimsi mavi

Renk şiddet değerleri yüzde olarak ta verilebilir ve istenilen renk şu şekilde ifade edilebilir.

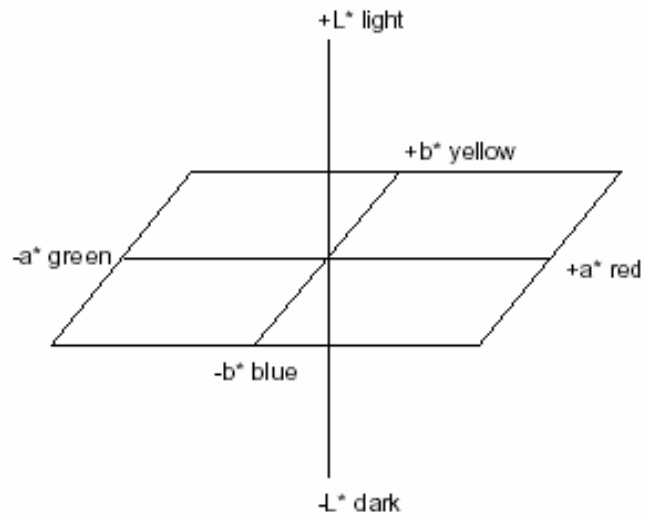
$$C = xX + yY + zZ \quad [5.1]$$

Bu eşitlikte x, y, z sırasıyla kırmızı, yeşil ve mavi miktarını, C ise istenilen rengi göstermektedir. X, Y ve Z renk şiddetlerini göstermektedir.



Şekil 5.1. CIE renk şiddet diyagramı

Şiddet koordinatları boyalı maddenin rengini belirlemektedir, ancak parlaklık açısından bilgi sunamamaktadır. Renk parlaklığı şiddet diyagramına üçüncü bir eksen eklenerek tanımlanır. Bu, parlaklık eksenini olarak bilinir ve L ile gösterilir (Şekil 5.2). L eksenini siyah ve beyaz rengi temsil eder. L 'nin sıfır değeri mükemmel siyaha, 100 değeri de mükemmel beyaza işaret eder. Diyagramda a parametresi kırmızı ($+a^*$) ve yeşil rengi ($-a^*$), $+b^*$ sarı ve $-b^*$ mavi rengi göstermektedir (2).



Şekil 5.2. CIE $L^*a^*b^*$ renk uzayı

6. HASLIK TAYİNLERİ

Boyalı bir maddenin en önemli özelliği renk haslıklarıdır. Fakat bir boyarmaddenin haslığı mutlak bir özellik değildir. Hem ışık, su, ter gibi belirli bir etkene karşı, hem de boyarmaddenin uygulandığı maddeye göre farklılık gösterir. Bir boyarmaddenin haslığı örneğin yün üzerinde düşük, fakat orlon üzerinde yüksek olabildiği gibi ışığa karşı yüksek, fakat diğer bir etkene (suya, klor v.b.) karşı düşük olabilir.

Haslık bir tekstil ürününün üretim ve kullanım esnasında karşılaştığı çeşitli etkenlere karşı gösterdiği direnme gücü şeklinde tanımlanır. Bu tanımdan anlaşıldığı gibi haslıklar genel olarak:

1. Kullanım esnasında istenen haslıklar,
 2. Maddenin tam işlenmiş hale geçmeden geçirdiği işlemlere bağlı olarak üretim esnasında istenen haslıklar,
- olmak üzere ikiye ayrılır.

6.1. Kullanım Esnasında İstenen Haslıklar

Işık, yıkama, sürtünme, deniz suyu, ter, çözücü, ütöleme v.b. haslıklar kullanım esnasında istenilen haslıklardan bazılarıdır. Kullanım sırasında istenilen haslıklardan, ışık haslığı, yıkama haslığı, sürtünme haslığı ve ter haslığı özelliklerinden genel olarak bahsedebiliriz.

Işık Haslığı: Testin amacı boya veya baskı yapılmış tekstil örneğinin renginin, güneş ışınlarına karşı direncinin ölçülmesidir. Tekstil örneği, standart koşullar altında ışık haslıkları 1-8 arasında olan mavi boyalı standart yün örnekleriyle birlikte güneş ışığının etkisine bırakılır. Test örneğinin 8 standarttan hangisi ile aynı solma derecesi gösterdiğine bakılır.

Yıkama Haslığı: Testin amacı boya veya baskı yapılmış tekstil örneğinin hafiften şiddetliye kadar değişen 5 ayrı yıkama koşuluna karşı renk haslığının tayinini kapsar.

Belirlenmiş refakat bezi ile temasta olan numune, belirlenmiş sıcaklık ve sürede belli sabun (ya da sabun-soda) çözeltisi içinde mekanik olarak karıştırılır, durulanır ve kurutulur. Test sonucunda, numunedeki renk değişimi ve refakat bezine renk akması (lekelenme) gri skala ile değerlendirilir.

Sürtünme Haslığı: Testin amacı boya veya baskı yapılmış tekstil örneğinin renginin, sürtünmeye karşı direncinin ölçülmesidir. Deney numunesinin kuru ve yaş sürtme bezleri ile ayrı ayrı sürtünmesi ile meydana gelen renk değişmesi incelenir. Sürtünme bezine renk akması, gri skala ile değerlendirilir.

Ter Haslığı: Testin amacı boya veya baskı yapılmış tekstil örneğinin tere karşı direncinin ölçülmesidir. Ter haslığını kontrol etmek için yapay ter çözeltileri hazırlanır. Tekstil örneği bu ter çözeltilerinin içerisinde ıslatılır ve kurumaya bırakılır. Test sonucunda tekstil örneğindeki renk değişimleri ve lekelenme derecesi gri ölçek yardımıyla tayin edilir (1).

6.2. Üretim Esnasında İstenen Haslıklar

Asit, alkol, soda, pişirme, klor, merserize, kalevi dinkleme, asidik dinkleme, karbonize, kükürt, kaynatma, dekatür, yaş dekatür, su v.b. haslıklarıdır (1).

6.3. Haslık Değerlendirmesi

Işık haslığı 8, diğer bütün haslıklar 5 ölçeği üzerinden değerlendirilir. 1 en düşük haslığı, diğer rakamlar sırasıyla daha yüksek haslıkları gösterir. Haslık tayinlerinde kullanılan deneysel metotlarla ilgili Türk Standartlarının başlıcaları Çizelge 6.1’de verilmiştir (2).

Çizelge 6.1. Haslıklarla ilgili Türk Standartları

TS No	Standardın Adı
TS 396	Boyalı ve/veya Baskılı Tekstil Mamulleri İçin Renk Haslığı Deney Metotları-Suya Karşı Renk Haslığı Tayini
TS 398	Boyalı ve Baskılı Tekstil Mamulleri İçin Renk Haslığı Deney Metotları-Tere Karşı Renk Haslığı Tayini
TS 399	Boyalı ve Baskılı Tekstil Mamulleri İçin Renk Haslığı Deney Metotları-Su Damlasına Karşı Renk Haslığı Tayini
TS 400	Boyalı ve Baskılı Tekstil Mamullerinde Renklerin Peroksit Yıkama Haslığı Tayini
TS 472	Boyalı ya da Baskılı Tekstil Mamulleri İçin Renk Haslığı Deney Metotları-Ütülemeye Karşı Renk Haslığı Tayini
TS 473	Boyalı ve Baskılı Tekstil Mamulleri İçin Renk Haslığı Deney Metotları-Kuru Temizlemeye Karşı Renk Haslığı Tayini Metodu
TS 474	Boyalı ve/veya Baskılı Tekstil Mamulleri İçin Renk Haslığı Deney Metotları-Alkali Damlasına Karşı Renk Haslığı Tayini
TS 475	Boyalı ve/veya Baskılı Tekstil Mamulleri İçin Renk Haslığı Deney Metotları-Asit Damlasına Karşı Renk Haslığı Tayini
TS 716	Boyalı ve Baskılı Tekstil Mamulleri İçin Renk Haslığı Deney Metotları-Yıkamaya Karşı Renk Haslığı Tayini
TS 717	Boyalı ve/veya Baskılı Tekstil Mamulleri İçin Renk Haslığı Deney Metotları-Sürtünmeye Karşı Renk Haslığı Tayini
TS 738	Boyalı ya da Baskılı Tekstil Mamulleri İçin Renk Haslığı Deney Metotları-Soda İle Kaynatmaya Karşı Renk Haslığı Tayini
TS 739	Boyalı ve Baskılı Tekstil Mamulleri İçin Renk Haslığı Deney Metotları-Hipokloritle Beyazlatmaya Karşı Renk Haslığı Tayini
TS 867	Boyalı ve Baskılı Tekstil Mamulleri İçin Renk Haslığı Deney Metotları-Gün Işığına Karşı Renk Haslığı Tayini
TS 982	Boyalı ve Baskılı Tekstil Mamullerinin Suni Işığa Karşı Renk Haslıklarının Tayini (Karbon Ark Lambası)
TS 1008	Boyalı ve Baskılı Tekstil Mamulleri İçin Renk Haslığı Deney Metotları-Işığa Karşı Renk Haslığı Tayini Metodu-Ksenon Ark Lambası Metodu
TS 7584	Boyalı ve/veya Baskılı Tekstil Mamulleri için Renk Haslığı Deney Metotları-Ticari ve Ev Tipi Yıkamalara Karşı Renk Haslığı Tayini

7. LİTERATÜR ÇALIŞMALARI

Literatürde reaktif boyama üzerine yapılan çalışma sayısı fazladır. Son yıllarda yapılan çalışmalara ait bazı örnekler aşağıda verilmiştir.

NSE (3), reaktif boyarmadde ile pamuklu kumaşı boyamada, organik tuz olan sodyum edat ile inorganik tuz olan sodyum sülfatı kullanmış, sonuçları karşılaştırmıştır. Araştırmacı boyama işlemleri sırasında, boya banyosunda alkali kullanmamıştır. Çalışmaları sırasında, boyanabilirliği etkileyen tuz konsantrasyonu, alkali konsantrasyonu, boyama zamanı ve sıcaklık gibi faktörleri incelemiş, boyanmış kumaşın renk haslığı ve ışık haslığı sonuçlarını da karşılaştırmıştır. Genel sonuç olarak, Sodyum edat'ın reaktif boyarmaddeyi pamuğa daha iyi fikse ettiğini savunmuştur.

Broadbent ve çalışma arkadaşları (4), pamuk lifleri içeren kumaşlara sürekli yöntemle boyama işlemi uygulamışlardır. Bu boyama işlemi sırasında, kumaşı alkali çözeltisi ve reaktif boyarmadde ile doymuşlar, daha sonra infrared cihazı kullanarak kurutmuşlardır. Boyarmaddenin kumaşa en iyi şekilde fikse olması için, boya banyosunun kuvvetli bir alkali çözeltisi olmasını ve kurutmanın kumaş liflerine zarar vermeyecek şekilde mümkün olduğunca yüksek sıcaklıkta yapılması gerektiğini savunmuşlardır. Renk yoğunluğunu ve kalitesini, lif uzunlukları boyunca kontrol etmişler, çok az renk farklılıklarının meydana geldiğini görmüşlerdir. Araştırmacılar, infrared sürecini kullanarak reaktif boyamadaki yıkama likörünün kirlenme olasılığını azalttıklarını ve boyarmaddenin de kumaşa fikse verimini arttırdıklarını savunmuşlardır.

Koh (5), bi-fonksiyonel reaktif boyarmaddeyi viskoz suni ipeğe ve yapılandırılmış selülozik life (enVix((R))) uygulamıştır. enVix((R)) adlı selülozik lifi, asetil grubun hidrolizi ile selüloz asetatdan hazırlanmıştır. Viskoz suni ipeği ve enVix((R)) lifi boyarmadde ile boyanmış, solma özellikleri karşılaştırılmıştır. enVix((R)) lifinin boyanabilirliğinin viskoz suni ipeğin boyanabilirliğinden daha iyi olduğu gözlenmiş,

bunun nedeni de enVix((R)) lifinin moleküler yapısının supramoleküler olmasıyla açıklanmıştır.

Yamada ve çalışma arkadaşları (6), ilk olarak pamuklu kumaşı reaktif boyarmadde kullanarak boyamışlardır. Pamuklu kumaşı reaktif boyarmadde ile boyamak, ağırlık kaybı aktivitesini ve hücrelerin sakkarifikasyon aktivitesini engellemiştir. Ayrıca, boyanmış olan pamuklu kumaşı, ekzo tip (cellobiohidrolase I (CBH I)) hücreler ve endo tip (endoglucanase II (EG II)) hücreler ile işleme sokulmuş, boyamada endo tip (endoglucanase II (EG II)) hücreler kullanıldığında daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Lif yüzeyindeki morfolojik değişimleri görüş açısına göre karşılaştırmada ise ekzo tip (cellobiohidrolase I (CBH I)) hücreler kullanıldığında daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Araştırmacılar, boyanmış pamuklu kumaş üzerindeki her hücre bileşeninin değişim aktivitesinin, hücrelerin sinerji hareketlerini etkilediğini savunmuşlardır.

İbrahim ve arkadaşları (7), asidik ve nötr selülozları, ön uygulama basamakları olarak, yumuşak terbiyeleme, kolay bakım terbiyeleme ve bileşik anyonik, katyonik boyama öncesinde merserize edilmiş ve merserize edilmemiş pamuklu kumaşlara uygulamışlardır. Bu tip enzimatik uygulamaların pamuklu kumaşlar üzerindeki etkisi araştırılmış ve elde edilen sonuçlar şu şekilde özetlenmiştir. a) Kumaş direncindeki artış ve azalma, enzimatik faaliyetlerin selüloz üzerindeki etkisi; asidik > nötr > hiç olmayan, yumuşatıcı ajan tipi (R) SIN > Solousoft (R) WMA > Basosoft (R) SWK olacak şekilde bu parametrelerden etkilenirler. b) Enzimatik ön uygulamaların arkasından gelen reçine terbiyelemesi ise kumaş sıklığında ve kopma direncinde azalmaya neden olurken, çapraz bağlama derecesinde (nitrojen içeriği ve kumaş direnci olarak ifade edilir) artış sağlar ve bu bahsedilen parametrelerdeki değişme derecesi selülozik substratın yanısıra çapraz bağlayıcı ajanın reaktivitesi ile kontrol edilir. c) Pamuklu kumaşların asidik veya nötr selüloz ile terbiye edilmesi ve daha sonra anyonik veya katyonik boyama yapılması, ve reaktif bir katkı maddesi olan kaolin klorit veya sitrik asitle parlatılması sonucunda boyama işleminin ve reçine terbiyelemesinin derecesi artar. Ayrıca, yukarıda bahsedilen özelliklerdeki iyileşme

derecesinin enzimin doğal yapısı, selülozik substratın yapısı ve boya ile birlikte eklenen katkı maddelerinin yapısıyla ilgili olduğu da vurgulanmıştır.

Lim and Hudson (8), pamuklu kumaşı, yapısında amonyum grupları ve kitosan klorit içeren ve kitosan türevi olan elyaf-reaktifi ile işleme tabi tutmuşlardır. Kitosan türevindeki amonyum grubu O-akrilamidometil-N-((2-hidroksi-3-trimetilamonyum) olarak, kitosan kloriti ise (NMA-HTCC) olarak belirlenmiştir. NMA-HTCC ile işlenmiş olan pamuklu kumaş, tuz eklemeyen reaktif boyarmadde ile direkt olarak boyanmıştır. Daha fazla tuz eklenmesine rağmen renk kazancı, işlenmemiş pamuktakinden yüksek çıkmıştır. Ayrıca, boyama işleminden sonra, NMA-HTCC ile işlem gören pamuklu kumaşın yıkama haslığının NMA-HTCC ile işlem görmeyen pamuklu kumaşa göre daha iyi sonuç verdiği savunulmuştur.

Onal ve çalışma arkadaşları (9), boya kökü kullanarak, pamuk, tüylü deri ve yün boyamada yeni bir yöntem geliştirmişlerdir. Boyama işlemi sırasında, kumaş örneklerine, kalsiyum oksalat, amonyak ve ürenin karışımından oluşan kombinasyonlar kullanılmış, renk sabitleme işlemi uygulanmıştır. Bu kombinasyonlar; üre+amonyak, üre+kalsiyum+oksalat, amonyak+kalsiyumoksalat ve üre+amonyak+kalsiyumoksalat olarak belirlemiştir. Ayrıca, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{Ni}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ve $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ geçiş elementi tuzları seçilerek, renk sabitleyici yardımcı maddeleri olarak kullanılmıştır. Boyama işlemi sonunda, üre+amonyak+kalsiyumoksalat kombinasyonunun kullanıldığı zaman en iyi ışık haslığı sonucunu verdiği belirtilmiştir.

El-Shishtawy ve çalışma arkadaşları (10), pamuklu kumaş için, pad-dry-curing boyama tekniğinde, katyonik yardımcıları olan fenilmonoklorotriazinil ve epoksipropil maddelerini kullanmışlardır. Cl Asit 1 kullanılmış, katyonize olmuş pamuklu kumaşın boyanabilirliğinin, kullanılan uygun boya banyosuna ve katyonik yardımcının konsantrasyonuna bağlı olduğu belirtilmiştir. 3 farklı yapıda kumaş için, farklı sıcaklıklarda, boyama oranları, standart afinite, entropi ve boyama ısısı

değerleri hesaplanmış ve tartışılmıştır. Ayrıca, elde edilen denge verileri, Langmuir izotermi kullanılarak açıklanmaya çalışılmıştır.

Son 10 yılı aşkın bir süredir, reaktif boyalar ile pamuklu kumaşı boyamanın fizikokimyasal mekanizmasının anlaşılması üzerine çok büyük bir araştırma çabası içine girilmiştir. Bununla birlikte, fizikokimyasal modellerin kullanımı, basit kabullenmelerden dolayı sadece araştırma laboratuvarlarında sınırlı bırakılmıştır. Bu bilgi ışığında;

Ferus-Comelo ve Clark (11), yeni geliştirilen daha pratik bir model sayesinde, optimize edilecek yığın üretiminde kullanılan proses parametreleri ve boyama reçetesinin sağlanmasını planlanmışlardır. Bu modele ilave olarak, kontrol edilemeyen değişkenlerin toplam boyama verimi üzerine etkisinin de ölçülebileceği savunulmuştur.

Erkan ve Saruışık (12), farklı orijinli (mantar ya da bakteri) katalaz enzimlerin, tekstil ağartma işleminden sonra arta kalan hidrojen peroksitin uzaklaştırılması için önemli bir metot olduğunu düşünmüşlerdir. Katalaz kullanımının, önemli ölçüde, su, atıksu, enerji ve zaman tasarrufu sağladığından yola çıkılmış, mantar ya da bakteri katalazların boyama verimi üzerine etkisi, arta kalan hidrojen peroksitin de parçalanması araştırılmıştır. Bunun için yapılan çalışmada, işlem boyunca permanganat titrasyonu ile, arta kalan hidrojen peroksitin parçalanması ve KIS değerleri ölçülerek, reaktif boyama üzerine etkisini saptamak için 7 farklı ticari katalaz kullanılmıştır. KIS değerlerinin 15-10 arasında çıktığı ve enzimlerin çoğunun 8 dakikadan sonra hidrojen peroksiti parçaladığı gözlenmiştir. Ayrıca, arta kalan hidrojen peroksit derişimi ve KIS değerleri arasında doğrusal bir ilişki olduğu bulunmuştur.

Losoncz ve çalışma arkadaşları (13), çalışmalarında, temizlenmiş ve biyolojik olarak önceden sürece sokulmuş olan pamuklu kumaşların boyama ve beyazlaştırma özelliklerini araştırmışlardır. Anyonik olmayan surfaktan varlığında, enzimatik (selülaz, pektinaz, ksilenaz) ve basit tampon terbiyesi; kumaşların suda ıslanabilirliğini klasik alkali ile ovarak temizlemeye yakın olacak şekilde arttırır.

Kostikle ovulmuş kumaş, diğer biyolojik olarak ön terbiyeye maruz tutulan kumaşlara göre daha hafiftir ve daha az renklidir. Hidrojen peroksitin beyazlaştırıcı olarak biyolojik terbiyeden sonra uygulanması çok faydalıdır. Çünkü bu işlem biyolojik terbiye edilmiş ve klasik olarak ovulmuş kumaşlar arasındaki renk farkını ortadan kaldırır. Ön terbiyeye maruz kalmış kumaşların beyazlatılabilirliği, klasik olarak ovulmuş olanlardan daha fazladır. Biyolojik olarak ön terbiyeye maruz kalan kumaşlar, daha fazla oksidatif ağartmaya gerek duymadan reaktif bir boya ile enzimatik terbiye sonrasında boyanabilirler. Yüksek boya konsantrasyonlarında (1,2 %), boyanmış halde ön terbiyelenmiş ve ovulmuş örnekler arasında belirgin bir fark gözlenmemektedir. Soluk ve orta renkli boyalarda ise, bu fark belirgindir ve rahatça gözlenir.

İbrahim ve çalışma arkadaşları (14), çalışmalarında, selüloz içeren kumaşlara, formaldehitin sağlığa ve çevreye verdiği zararı önlemenin yanı sıra bakımı kolay özellikler uygulamak için, çeşitli katkı maddeleri içeren veya içermeyen katalitik sistemlerle birlikte sitrik asidi (CA) çapraz bağlayıcı ajan olarak kullanmışlardır. Daha sonra, çalışma şartları, çapraz bağlayıcı ajan tipi ve substrat tipi incelenmiştir. Sonuçlar, CA konsantrasyonunu 80 g/L'ye arttırmanın ve sıcaklığı 90 s içerisinde 140 °C'den 180 °C'ye arttırmanın karboksil içeriğini, performans özelliklerini arttırdığını, yırtılma direnci (TS) ve beyazlık indisini (WI) azalttığını göstermiştir. Trietanolamin hidroklorit (TEA.HCl) eklenmesi, karboksil içeriğini, yırtılma direncini, renk direncini azaltmıştır, fakat bağlı azot yüzdesini (%N), kırıyık giderme açısını (WRA) ve beyazlık indisi değerlerini dayanıklı baskı oranını (DP) etkilemeden arttırmıştır. Ölçülen aralıkta (0–30 g/L), PEG-600 konsantrasyonunu arttırmak ıslatma direnci, yırtılma direncini ve beyazlık indisi özelliklerini arttırmıştır. CA/DMDHEU sisteminde çapraz bağlayıcı ajanı arttırmak azot yüzdesini, kırıyık giderme açısını ve dayanıklı baskı oranını ve beyazlık indis değerini arttırmıştır. Diğer bir yandan TS, karboksil içeriği, K/S, SRR değerleri ise daha yüksek bir DMDHEU oranında daha az olmuştur. Karboksil içeriğinde artış, %N, WRA (ıslak ve kuru), DP ve SRR değerlerinin yanı sıra son renklenme (KS) değerleri farklı ester çapraz bağlayıcı ajanları kullanarak şu azalan sırayla olmuştur; sitrik asit > piromelitik dianhidrit. TS ve WI değerleri için ise tam tersi geçerlidir.

Kullanılan ester yapıda katalizör içinde (belirli şartlarda), $\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ en etkilisi olmuştur ve etki şiddetleri şu şekilde sıralanmıştır; $\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} > \text{K}_2\text{HPO}_4 > \text{Na-3-sitrat} > \text{Na-2-tartarat}$. Kullanılan silikon yumuşatıcı tipinden bağımsız olarak sisteme silikon yumuşatıcının eklenmesi yumuşaklık derecesinde, WRA, %N, DP, TS ve IVS değerlerinde artış, fakat karboksil içeriği değerlerinde ise azalma sağlamıştır. Kumaş örneklerinin performans özelliklerine substrat tipi ve özellikleriyle karar verilmiştir.

Burkinshaw ve çalışma arkadaşları (15), reaktif boyarmaddelerle pamuklu kumaşı boyamada izomer yapı kullanmışlar, izomer yapının boyamayı nasıl etkilediğini araştırmışlardır.

Remazol boyaların çoğu serbest olarak *vinillsulfone* grubu içermez Fakat reaktif olmayan β -sülfatoetilsülfon (SES) grubu içerir. Boyama prosesleri sırasında, bu gruptan $-\beta$ - grubu ayrılarak, *vinilsülfon* reaktif grubu oluşur. Bu reaktif grupta; su, alkol, amin ve selüloz gibi nükleofillerle reaksiyona girerek nükleofilik adisyon mekanizması oluşturur.

Bu bilgi ışığında; Lewis ve çalışma arkadaşları (16), ilk olarak deneysel ortamda *disülfürbisetilsülfon* (DSBES) sentezlemişlerdir. Daha sonra $-b-$ ayrılması, değişken pH değerlerinde ve farklı sıcaklık koşullarında, *disulfit* bağlarının kendine özgü özellikleri gözden geçirilerek araştırılmıştır. “*Kapiler elektro fores*” kullanılarak DSBES’ten $-b-$ ayrılması sonucu oluşan ürünlerin yapısını incelenmiştir. Daha sonra sentezlenen DSBES boyarmadde modeli, farklı tuz konsantrasyonları ve farklı pH değerlerinde bulunan boya banyosunda pamukla etkileştirilmiştir. Aynı koşullarda pamuk β -sülfatoetilsülfon (SES) ile boyanmıştır. Bu deneyler sonucunda; *disulfit* boyanın, DSBES’in moleküler kütlesi *b-sülfatoetilsülfon’a* (SES) göre daha fazla olduğu dolayı pamuğa karşı olan ilgisinin de daha fazla olduğu savunulmuştur. Bununla birlikte, boya banyosunda pH değeri 11,5, tuz konsantrasyonu 50 g/dm³, sıcaklık ise 60°C alındığında ve pamuklu kumaş 60 dakika boyandığında optimum fiksasyon değerlerine ulaşılmıştır.

Hamlin ve çalışma arkadaşları (17), tuz ve ürenin, reaktif boya çözeltilerine etkilerini incelemişlerdir. Bu çalışma oda sıcaklığında ve dalga boyu 400-600nm olan UV Spektrofotometresi kullanılarak yapılmıştır. Deneysel işlemlerde, biri Reaktif Kırmızı 180 diğeri Reaktif Kırmızı 2 olmak üzere iki farklı reaktif boyarmadde kullanılmıştır. Elektrolit olarak NaCl tuzu seçilmiştir. Daha sonra farklı konsantrasyonlarda NaCl ve üre içeren boya banyosuna iki farklı reaktif boya ayrı ayrı ilave edilmiş, reaktif boyaların absorpsiyon spektrumları UV-Spektrofotometresinde gözlenmiştir. Çalışmalar sonucunda; nötr durumda bulunan boya banyosuna tuz eklemenin boya moleküllerinin kümeleşme özelliğini arttırdığı, fakat boya banyosuna üre eklemenin boya moleküllerinin kümeleşme özelliğini azalttığı savunulmuştur.

Motomura ve çalışma arkadaşları (18), boyama işlemi sırasında, selülozdaki hidroksil grubun ayrılmasını incelemişlerdir. Hidroksil grubun ayrılma mekanizmasında elektrolitler kullanılmış, selüloza fikse olmuş anyonik grupların fonksiyonu olarak ele alınmıştır.

Motomura ve Bae (19), selülozu değişik reaktif boyarmaddelerle boyamışlar ve bu reaktif boyaların selüloz üzerindeki adsorpsiyon davranışlarını gözlemlemişlerdir. Deneysel çalışmada 3 farklı anyonik reaktif boya kullanılmıştır. Deneyler sırasında boya banyosunun sıcaklığı 80°C de, pH değeri 6,8’de sabit tutulmuş, yalnızca boya banyosuna eklenen elektrolit (Na_2SO_4) miktarı sürekli değiştirilmiş ve bu değişimin adsorpsiyon üzerine etkileri gözlemlenmiştir. Bu çalışmalar sonunda; boya banyosunda düşük miktarda elektrolit kullanıldığında, selüloza olan ilgi azalacağından, tam olarak adsorplama olayının gözlenmediği savunulmuştur. Bununla birlikte; Reaktif Kırmızı 120 ve Mavi 1’in adsorpsiyon izotermi kullanılarak, bu boyaların selüloz üzerindeki doyma noktaları saptanmış, yüksek tuz konsantrasyonlarıyla çalışıldığında Kırmızı E’nin de diğer ikisinin doyma noktasına benzer değerler verdiği savunulmuştur.

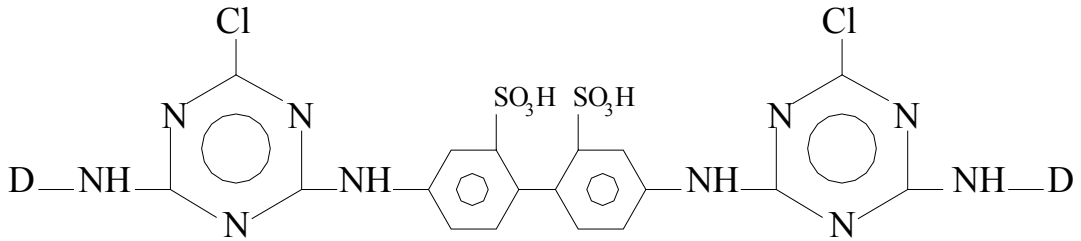
8. DENEYSEL ÇALIŞMA

Deneysel çalışma, boyama işlemi ve boyamanın değerlendirilmesi şeklinde 2 ana başlık altında verilebilir.

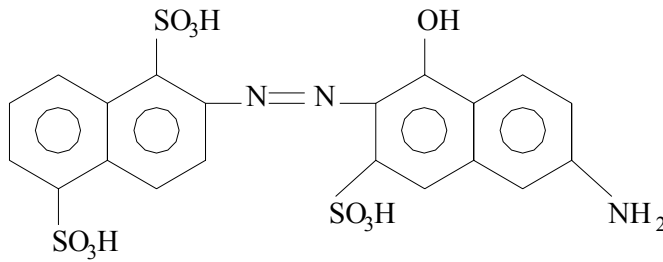
8.1. Pamuklu Elyafın Reaktif Boyarmadde ile Boyanması

8.1.1. Boya banyolarının hazırlanması

Yapılan deneysel çalışmada, reaktif boyarmadde olarak “Reactive Orange 84” (RD84) kullanılmış ve boyarmadde sanayiden hazır olarak temin edilmiştir. Boyarmaddenin yapısı şu şekilde verilebilir (Orange 84 Hern Azo Grubu):



D grubu ise;



şeklinde gösterilebilir.

Endüstriyel çalışmalarda, reaktif boyarmadde ile çektirme yöntemine göre yapılan boyama işlemlerinde, boya çözeltisi %1’lik ile %3’lük arasında hazırlanmaktadır.

Yapılan çalışmada, 10 g toz reaktif boyarmadde alınarak, saf su ile çözünmesi sağlanmış ve toplam 990 ml su eklenmiştir. Böylece kütlece %1'lik boyarmadde çözeltisi hazırlanmıştır.

Boyama işleminin gerçekleştiği boya banyosu; reaktif boyarmadde, soda, tuz ve saf sudan oluşmuştur. Bu maddelerin boya banyosu içerisinde kullanılması gereken miktarları belirlenmiş (Çizelge 8.1), daha sonra belirli miktardaki pamuklu elyaf bu boya banyosunda boyanmıştır.

Pamuklu elyaf için Flotte Oranı 1:10 (10 g kumaş için 100 ml boya banyosu) olarak alınmıştır. 100 ml boya banyosu için; 0,1 g reaktif boyarmadde (boyanacak kumaş ağırlığının %1'i kadar) ve 2 g Na_2CO_3 kullanılmıştır. 100 ml boya banyosu için tuz miktarları 1g, 3 g, 5 g ve 7 g olarak 4 farklı miktarda çalışılmıştır.

Çizelge 8.1. Endüstriyel uygulamalarda 60 °C'de normal çektirme metodu için kullanılan tuz-soda miktarları

Boya %'si	Normal Pamuk	
	Tuz (g/L)	Soda (g/L)
0.05'e kadar	3 – 5	10 - 15
0.05 - 0.1	3 – 8	10 - 15
0.1 - 0.5	15 – 25	10 - 20
0.5 - 1.0	25 – 35	20
1.0 - 2.0	40 – 50	20
2.0 - 3.0	50 <	20
3.0 - 5.0	50 <	20

Yapılan deneysel çalışmada ilk olarak, 10'ar g 4 parça pamuklu elyaf tartılmış ve 4 farklı yıkama tüpü alınmıştır.

1. yıkama tüpüne, 1 g NaCl tuzu, %1'lik boya çözeltisinden 10 ml ve 80 ml saf su konulmuştur. Daha sonra tartılmış olan 10 g pamuklu elyaf tüpe yerleştirilmiştir. 2., 3. ve 4. yıkama tüplerinde de benzer işlemler yapılmıştır. Farklı olarak 2. tüpe 3 g, 3. tüpe 5 g, 4. tüpe 7 g NaCl tuzu konulmuştur.

Bütün elyaflar tüplere yerleştirildikten sonra, boyama makinesi çalıştırılmıştır.

Boya banyosuna soda ilavesi, boyama işlemi başlatıldıktan 20 dakika sonra yapılmıştır. Cihaz durdurulmuş, kısa bir zaman diliminde boyama tüpleri açılarak, her bir tüpe ayrı ayrı %20'lik soda çözeltisinden 10 ml ilave edilmiştir. Daha sonra boyama tüpleri kapatılarak, boyama işleminin kaldığı yerden devam etmesi sağlanmıştır.

8.1.2. Boyama reçetesi

Pamuklu elyafı reaktif boyarmadde ile boyama işlemi, çektirme yöntemine göre TERMAL marka boyama makinesinde yapılmıştır. Madde 8.1.1'de verilen banyoda gerçekleştirilen bu yöntemine göre oda sıcaklığında boyama işlemine başlanmış, 3 ⁰C/dak ısıtma hızı ile 30⁰C'ye çıkılmış, 30 dakika boyama yapılmıştır. Daha sonra, 2 ⁰C/dak ısıtma hızı ile 60 ⁰C'ye çıkılmış, 90 dakika boyama yapılmıştır.

8.2. Boyamanın Değerlendirilmesi

8.2.1. Boyama sonrası yapılan konsantrasyon tayinleri

Madde 8.1.1'de verilen boya banyosu ile Madde 8.1.2'de verilen reçeteye uygun olarak yapılan boyama işlemi bittikten sonra boyama tüpleri açılmış, boyanmış elyaflar iyice sıkılmıştır. Böylece, 4 farklı boya banyo atığı elde edilmiştir. Elde edilen boya banyo atıkları belli oranda seyreltilmiş, elde edilen çözeltilerin PERKİN

ELMER (LAMBDA 900) cihazında, maksimum absorbans gözlenen dalga boyunda (495 nm) absorbans değerleri okunmuştur. Absorbans değerleri kullanılarak, daha önce oluşturulan kalibrasyon eğrileri yardımıyla konsantrasyon değerlerine geçilmiştir. Bu yolla atık banyoda kaybedilen boya miktarları belirlenmiştir.

Boyama işlemi bittikten sonra sıkılan alyaf, ayrı ayrı, içerisinde 100 ml sıcak saf su bulunan beherlere alınmış, 10 dakika boyunca standart bir yıkama işlemine tabi tutulmuştur. Yıkama sonucu elde edilen yıkama çözeltileri belli oranda seyreltilmiş, elde edilen çözeltilerin, PERKIN ELMER (LAMBDA 900) cihazında, 495 nm dalga boyunda, absorbans değerleri okunmuştur. Absorbans değerleri ve kalibrasyon eğrileri yardımıyla konsantrasyon değerleri belirlenmiştir. Yıkama suyunda bulunan boya miktarları ve banyo atığındaki kayıp boya miktarları toplanarak başlangıç boya miktarından çıkarılmış; bu yolla fıkse olan miktar belirlenmiştir.

Yıkama işlemi sonrası sıkılan ve sonra yıkanan elyaf, ayrı ayrı, içerisinde 100 ml saf piridin bulunan beherlere alınmıştır. 10 dakika boyunca piridin içerisinde bekletilen elyaf daha sonra sıkılarak saf su ile durulanmıştır. Piridinle muamele sonucu elde edilen çözeltiler belli oranda seyreltilmiş ve PERKIN ELMER (LAMBDA 900) cihazında, 495 nm dalga boyunda, absorbans değerleri okunmuştur.

Bu yolla konsantrasyon değerleri ve fıkse olan miktarlar başka tarzda belirlenmeye çalışılmıştır. Belirlenen miktarlar başlangıç değerleriyle kıyaslanarak % çekim, % kayıp ve % fıkse değerleri hesaplanmıştır. Örnek hesaplama Ek-1’de verilmiştir.

Yıkama işlemi sonrası sıkılan, sonra saf su ile durulanan ve numaralandırılan elyaf, haslık testlerinin yapılması için muhafaza edilmiştir.

Boyama banyosunda, NaCl tuzu kullanılarak yapılan bütün bu işlemler, NaCl yerine potasyum asetat (CH_3COOK), potasyum sodyum tartarat ($\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6\text{KNa} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) ve potasyum oksalat mono hidrat ($\text{C}_2\text{O}_4\text{K}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) kullanılarak tekrarlanmıştır. Bu tuzlarda da NaCl’de olduğu gibi 4 farklı miktar çalışılmıştır.

8.2.2. Renk ölçümleri

Bu aşamada boyalı kumaşların renk ölçümleri msTL84-10 ışık kaynağına sahip DATACOLOR SPECTROFLASH SF600 PLUS-CT marka cihazla 0,70 toleransla gerçekleştirilmiştir. Ayrıca boyanmış elyafa TERMAL 660 L marka ışık kabiniinde bakılarak dalgalanma olup olmadığı göz ile değerlendirilmiştir.

8.2.3.Haslık deneyleri

Kullanım esnasında en çok istenen 3 farklı haslık tayini aşağıdaki gibi gerçekleştirilmiştir.

Yıkama haslığı

Yıkamaya karşı renk haslığı tayini, Gyrowash marka cihaz ile Türk Standartları Enstitüsü'nün ilgili standardına göre yapılmıştır (20). Bu amaçla test örneği 4x10 cm boyutunda hazırlandı ve refakat bezi ile dikildi. 1:50 flotite oranında test çözeltisi alınarak 60 °C'de 30 dakika yıkama yapıldı. Yıkama süreci sonunda deney numunesi durularak etüvde kurutuldu. Sonuçlar gri skalada değerlendirilmiştir.

Sürtünme haslığı

Sürtünmeye karşı renk haslığı tayini, Krokmetre ile Türk Standartları Enstitüsü'nün ilgili standardına göre yapılmıştır (21). Bu amaçla 5x10 cm boyutundaki numune elyaf, sürtünme cihazının çeneleri arasında uzunlamasına sürtülecek şekilde kırışksız olarak gerildi. Cihazın sürtme baskı ayağına beyaz pamuklu sürtme bezi sarıldı. 10 cm'lik aralık içinde, 10 saniyede 10 defa gidip gelecek şekilde ve aynı doğrultuda pamuklu bez numuneye sürtüldü. Kumaşlarda oluşan akma gri skalada değerlendirildi.

Işık haslığı

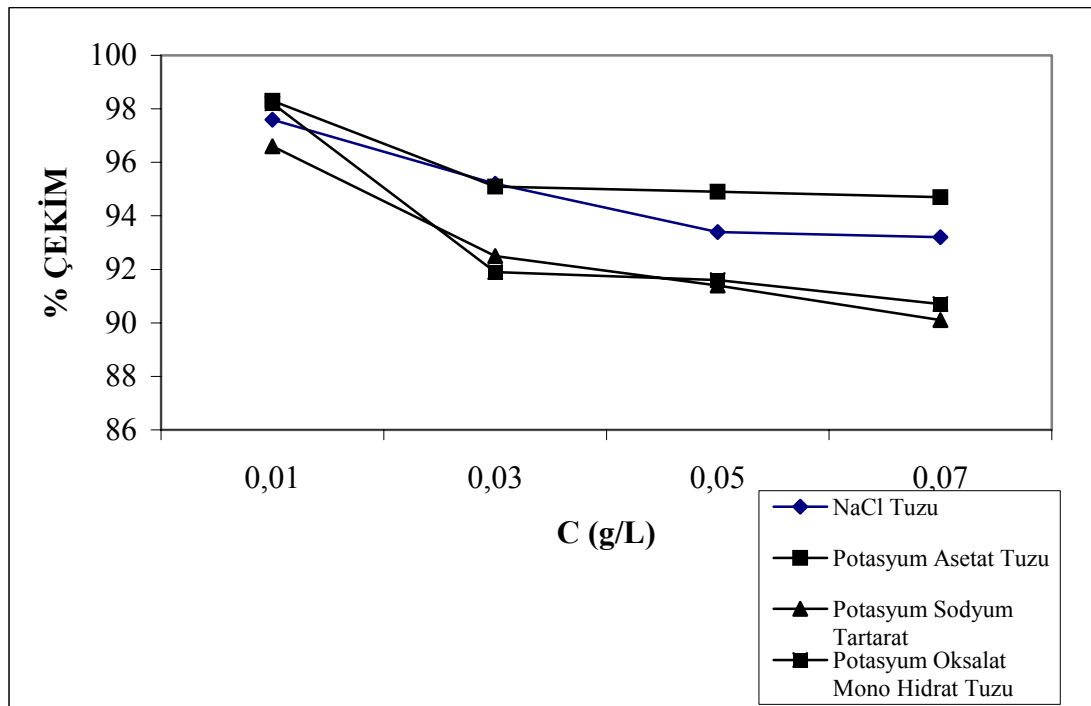
Işık haslığı tayini XENOTEST 150 S cihazında Türk Standartları Enstitüsü'nün ilgili standardına göre yapılmıştır (22). Bu amaçla boyalı elyaftan alınan numunelere 72 saat boyunca tekrarlanan 1 dakika su püskürtmesi, 29 dakika kurutma periyodu uygulandı. Sonuçlar mavi skalada değerlendirildi.

9. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Yapılan bu çalışmada, NaCl tuzundan başka $C_2H_3KO_2$, $C_2K_2O_4.H_2O$ ve $C_4H_4KNaO_6.4H_2O$ tuzları kullanılarak, bu tuzların % Çekim, % Fikse ve %Kayıp değerleri grafikler yardımıyla karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Ayrıca, genel renk değerlendirmesi yapılarak, yine karşılaştırmalı olarak haslık değerleri verilmiştir.

9.1. % Çekim Değerleri

Kullanılan 4 tuz için hesaplanan ve boyama sonunda elyafa absorbe olan boya miktarını temsil eden % çekim değerleri Şekil 9.1’de verilmiştir.



Şekil 9.1. % Çekim değerleri

Şekle bakılırsa potasyum asetat kullanıldığı durumda bütün tuz konsantrasyonları için çekim yüzdeleri NaCl’deki yüzdelere kıyasla daha yüksektir. 0,03’lük konsantrasyon için gözlenen değer biraz düşüktür ki, deneysel hata sınırları içindedir. Potasyum sodyum tartarat ve potasyum oksalat mono hidrat için gözlenen

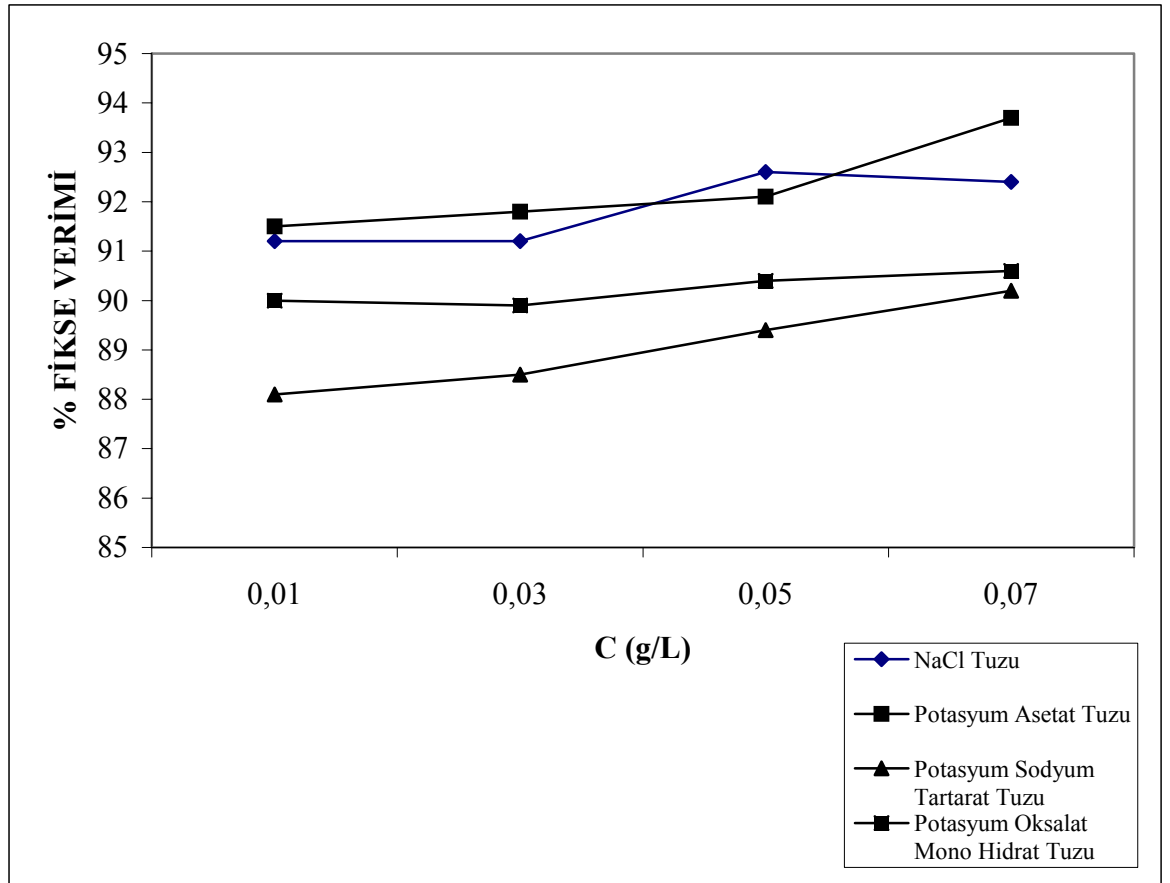
değerler, küçük konsantrasyonlar için yakın olmakla birlikte bir çok durumda daha düşüktür.

Sonuçlara göre potasyum asetatın, pamuklu elyafı reaktif boyamada NaCl'e alternatif bir tuz olarak düşünülebileceği söylenebilir. Zaten bu tuzun kumaşlar için yumuşatıcı etkisi bilinmektedir (23). Ayrıca NaCl'nin korozyif etkisi, asetatın bozunabilir yapısı dikkate alınırsa potasyum asetatın kullanılabilirliğinin daha uygun olduğu görülecektir. Ancak çekim yüzdelerinin yanısıra fiksasyon yüzdeleri, boyama düzgünlüğü ve haslıkları da tartışılmalıdır.

Şekilden görüldüğü gibi tuz konsantrasyonu arttırıldığında, tamamı için çekim yüzdesi önce azalmakta ve ardından hemen hemen sabit kalmaktadır. Bu azalma muhtemelen boya molekülleri arasında gerçekleşen topaklaşmadan kaynaklanmaktadır. Bu tür sonuçlar literatürdeki bazı çalışmalarda da gözlenmiş, topaklaşma sonucu çözünürlüğün ve dolayısıyla adsorpsiyon etkinliğinin azalmasıyla açıklanmıştır (24).

9.2. % Fikse Değerleri

Kumaşa tutunmayan boyanın yıkanarak uzaklaştırılması sonucu belirlenen % fikse değerleri Şekil 9.2’de grafiğe geçirilmiştir.



Şekil 9.2. % Fikse değerleri

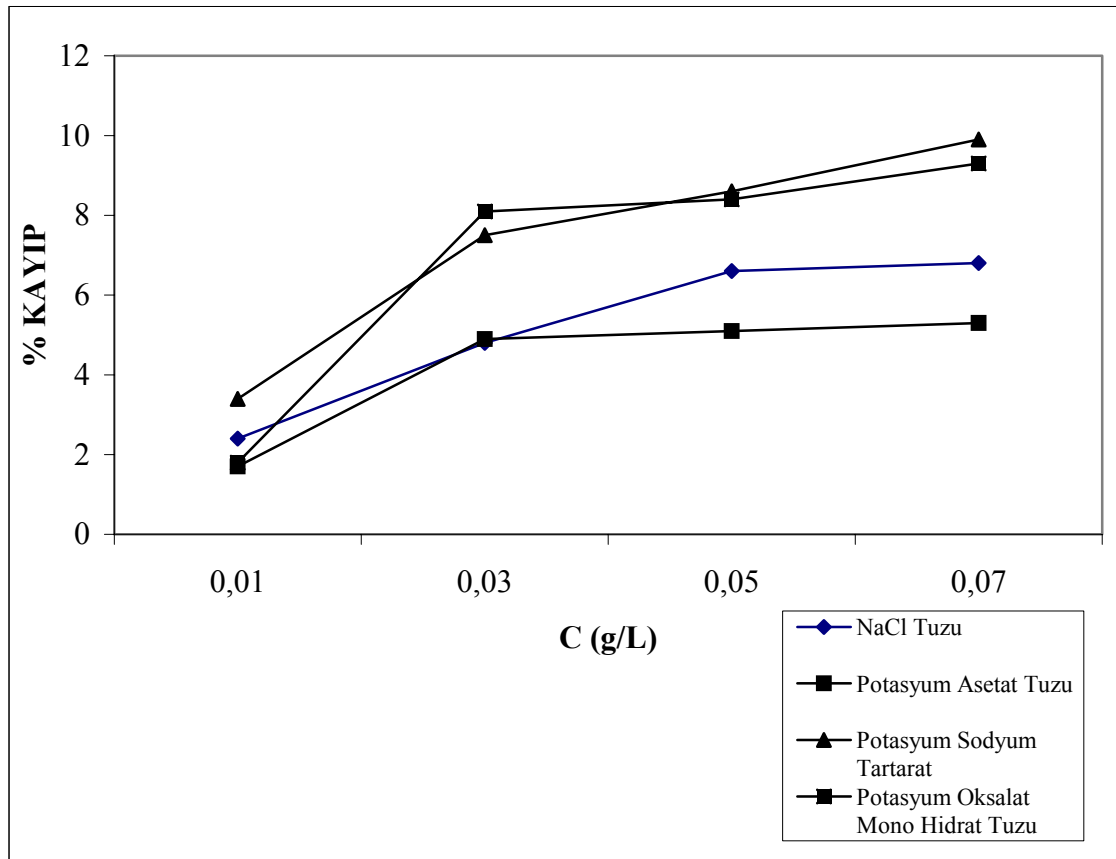
Fikse yüzdelere bakılırsa potasyum asetatın kullanıldığı durumdaki gözlenen % verim NaCl’e kıyasla daha yüksektir. 0,05’lik konsantrasyon için gözlenen değer biraz düşüktür ki, deneysel hata sınırları içindedir. Potasyum sodyum tartarat ve potasyum oksalat mono hidrat için gözlenen % fikse değerleri ise NaCl kullanıldığında gözlenen değerlere göre daha düşüktür.

Çekim yüzdesi boyanın banyoda kaybedilmemesi açısından önemlidir. Ancak daha da önemlisi elyaf tarafından çekilen boyanın elyafa fikse olmasıdır. Bu açıdan her 3

tuz NaCl'e alternatif olarak boyamada düşünülebilir. Asetatta yapılan yorumlar burada da tekrarlanabilir. Şöyle ki tartarat ve oksalat bileşikleri de biyolojik olarak bozunabilir özelliktedir ve korozif etkisi yoktur. Ayrıca okzalik asitin yün boyamada ve selülozik malzemelerin modifikasyonunda kullanıldığı bilinmektedir (25). Hem bu açıdan hem de çözünürlüklerinde sıkıntı olmaması yönüyle bu tuzlar da alternatif olarak dikkate alınmalıdır.

9.3. % Kayıp Değerleri

Toplam boya miktarından elyafa çekilen boya miktarları çıkarılarak belirlenen % kayıp değerleri Şekil 9.3'de grafiğe geçirilmiştir.



Şekil 9.3. % Kayıp değerleri

NaCl ile potasyum asetat tuzu için % kayıp değerleri karşılaştırıldığında; düşük konsantrasyonlarda yakın, yüksek konsantrasyonlarda ise potasyum asetatın % kayıp değerlerinin daha az olduğu gözlenmektedir. Potasyum sodyum tartarat tuzu ile potasyum oksalat mono hidrat tuzu için, tüm konsantrasyonlarda, % kayıp değerleri NaCl'den fazladır. Benzer sonuçlar % çekim grafiğinden görülebilmekle birlikte burada daha açık olarak vurgulanmıştır.

9.4. Genel Renk Değerlendirmesi

Çalışmanın bu bölümünde, boyama işlemleri sonucunda elde edilen 16 parça boyalı elyafın gerçek renk tonlarının belirlenmesi amacıyla renk ölçümleri yapıldı. Ölçümlere ait sonuçlar Çizelge 9.4’de verilmiştir.

Çizelge 9.4. Boyalı elyafın renk ölçüm değerleri

Tuz	L	a	b
NaCl (1 g)	66,56	40,20	54,66
NaCl (3 g)	66,81	38,39	51,64
NaCl (5 g)	65,09	42,24	56,03
NaCl (7 g)	67,21	40,10	53,05
Potasyum Asetat (1g)	67,78	39,98	53,94
Potasyum Asetat (3g)	66,38	40,52	53,51
Potasyum Asetat (5g)	65,63	39,87	52,83
Potasyum Asetat (7g)	65,17	41,20	53,30
PotasyumSodyumTartarat (1g)	67,19	38,67	51,99
PotasyumSodyumTartarat (3g)	66,28	40,20	54,38
PotasyumSodyumTartarat (5g)	66,88	39,27	54,09
PotasyumSodyumTartarat (7g)	66,07	40,44	52,29
PotasyumOksalatMonoHidrat (1g)	67,26	39,34	54,42
PotasyumOksalatMonoHidrat (3g)	67,59	38,82	51,30
PotasyumOksalatMonoHidrat (5g)	67,15	41,34	55,28
PotasyumOksalatMonoHidrat (7g)	66,02	40,14	54,88

Boyalı elyafın renk ölçüm değerleri CIELAB Renk Düzlemi’ne göre incelenmiş, $\Delta b/\Delta a$ değeri 0,4 ile 2,5 arasında hesaplanmış, elyaf renklerinin üçlü renk (L, a, b) değerlerine göre portakal rengi tonunda olduğu belirlenmiştir (26).

Ayrıca boyanmış elyaf ışık kabinine konularak göz ile değerlendirilmiş, dalgalanmanın, NaCl'e kıyasla, alternatif tuzlar kullanıldığında daha az olduğu gözlenmiştir.

9.5. Renk Haslıklarının Değerlendirilmesi

Boyanmış pamuklu elyaf için en çok kullanılan renk haslıklarının başında ışık, yıkama ve sürtünme haslığı gelmektedir. Işık haslığı TS 4460'a göre, yıkama haslığı TS EN 20105-C03'e göre ve sürtünme haslığı TS 717'e göre belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge 9.5'de verilmiştir.

Boyanmış pamuklu elyaf için yıkama haslığı sonuçları karşılaştırıldığında diğer 3 tuz için renk değişimi yönüyle NaCl'dekinden daha iyi sonuçlar elde edilebilmiştir. Lekeleme yönüyle en iyi yıkama haslığı sonucunu potasyum oksalat vermiştir. Aslında % çekim – % fikse fark değerleri de yıkama haslığı için bir indikatör olarak kabul edilmektedir (24). Şekil 9.1 ile 9.2 karşılaştırmalı olarak incelenirse bu fark değerlerin küçük tuz konsantrasyonlarında kısmen büyük olduğu, ancak tuz konsantrasyonu artırıldığında önemli ölçüde küçüldüğü görülmektedir.

Bu sonuçlardan hareketle, özellikle yüksek tuz konsantrasyonlarında, hidroliz olmuş boyanın kolaylıkla yıkanabileceği ve iyi yıkama haslığı gözleneceği söylenebilir.

Kuru sürtünme haslığı sonuçları değerlendirildiğinde, kullanılan 3 alternatif tuzun haslık değerlerinin NaCl ile aynı ve yüksek değerlerde olduğu görülmüştür.

Yaş sürtünme haslığı sonuçlarına bakıldığında, potasyum asetat ve potasyum sodyum tartarat tuzlarının NaCl ile aynı haslık değerlerinde olduğu, fakat potasyum oksalat mono hidrat tuzunun NaCl'den daha yüksek haslık sonucu verdiği gözlenmiştir.

Son olarak ışık haslığı sonuçları incelendiğinde, potasyum asetat ve potasyum sodyum tartarat tuzlarının NaCl'e göre daha iyi haslık gösterdiği saptanmıştır.

Bunun yanında en iyi ışık haslığı sonucunu ise, yıkama haslığında olduğu gibi potasyum oksalat mono hidrat tuzu vermiştir.

Çizelge 9.5. Boyanmış pamuklu elyaf için haslık değerleri

Tuz Adı	Yıkama Haslığı Sonucu		Kuru Sürtünme Haslığı Sonucu	Yaş Sürtünme Haslığı Sonucu	Renk Haslığı Sonucu
	Renk Değişimi	Lekeleme			
NaCl (1 g)	4	4	5	3	2
NaCl (3 g)	4	4	5	3	2
NaCl (5 g)	4	3	5	3	2/3
NaCl (7 g)	4	5	5	3	2/3
Potasyum Asetat (1g)	5	4	5	3	2/3
Potasyum Asetat (3g)	4	4	5	3	2/3
Potasyum Asetat (5g)	5	4	5	3	2/3
Potasyum Asetat (7g)	4	3	5	3	2/3
PotasyumSodyumTartarat (1g)	4	4	5	3	2
PotasyumSodyumTartarat (3g)	4	3	5	3	2/3
PotasyumSodyumTartarat (5g)	5	3	5	3	2/3
PotasyumSodyumTartarat (7g)	4	2	5	3	2/3
PotasyumOksalatMonoHidrat (1g)	5	4	5	4	2/3
PotasyumOksalatMonoHidrat (3g)	5	4	5	3	2/3
PotasyumOksalatMonoHidrat (5g)	4	3	5	5	2/3
PotasyumOksalatMonoHidrat (7g)	5	5	5	5	3

10. YORUM

Pamuklu elyafı reaktif boyamada tuz olarak kullanılan NaCl, ucuzluk avantajının yanında korozif olması ve biyolojik olarak bozunmaması gibi dezavantajlara sahiptir. Yüksek konsantrasyonlarda kullanıldığında yıkama zorluğu, zaman ve enerji israfı gibi dezavantajlardan da söz edilmektedir (16). Bu bakımdan tuzsuz çalışma veya alternatif tuz arayışları sürmekte; çalışmalar öncelikle biyolojik olarak bozunabilir organik tuzlar üzerine odaklanmaktadır (27,28). Bu çalışmada alternatif 3 farklı tuz olarak potasyum asetat, potasyum oksalat mono hidrat ve potasyum sodyum tartarat denenmiştir.

Boyamanın gerçekleşmesi için öncelikle boyanın elyaf tarafından çekilmesi sağlanmalıdır. Potasyum asetatteki çekim yüzdeleri NaCl'den yüksek; potasyum sodyum tartarat ve potasyum oksalat mono hidrat tuzlarındaki çekim yüzdeleri ise NaCl'den daha düşüktür. Fikse yüzdelerine bakıldığında da potasyum asetatın kullanıldığı durumda gözlenen fikse veriminin NaCl'e göre yüksek olduğu görülmektedir. İlave olarak Tablo 9.5'te verilen haslık değerleri de dikkate alındığında, bu çalışmada kullanılan diğer 2 tuzun yanısıra özellikle potasyum asetatın NaCl'e alternatif olarak kullanılabileceği; maliyetteki dezavantaja karşılık olarak koroziflik, biyolojik olarak bozunmazlık, yıkama zorluğu gibi bazı dezavantajları gidereceği; tamponlama yönüyle pH kontrolünü kolaylaştıracağı söylenebilir. Ancak bütün bu değerlendirmelerin monokloratriazin bir boya (Reaktif portakal 84) kullanılarak, çektirme tarzında bir boyama işlemi için yapıldığı unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

1. Özcan, Y., “Tekstil Elyaf ve Boyama Tekniği”, *İstanbul Üniversitesi Yayınları*, İstanbul, 176-209, 482-491 (1978).
2. Akkurt, F., “Dispers Azo Siyah Boya Eldesi, Karakterizasyonu ve Uygulanabilirliğinin Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 44-46 (2003).
3. Ahmed, N.S.E, “The use of sodium edate in the dyeing of cotton with reactive dyes”, *Dyes and Pigments*, 65 (3) : 221-225 (2005).
4. Broadbent, AD., Bissou-Billong, J., Lhachimi, M., Mir, Y., Capistran, S., “Continuous dyeing of cotton with reactive dyes using infrared heat”, *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 44 (11) : 3954-3958 (2005).
5. Koh, J., “Dyeing properties of a mixed bi-functional reactive dye on a novel regenerated cellulosic fibre”, *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 30 (1) : 88-93 (2005).
6. Yamada, M., Amano, Y., Horikawa, E., Nozaki, K., Kanda, T., “Mode of action of cellulases on dyed cotton with a reactive dye”, *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, 69 (1) : 45-50 (2005).
7. İbrahim, NA., Fahmy, HM., Hassan, TM., Mohamed, ZE., “Effect of cellulase treatment on the extent of post-finishing and dyeing of cotton fabrics”, *Journal of Materials Processing Technology*, 160 (1) : 99-106 (2005).
8. Lim, SH., Hudson, SM., “Application of a fibre-reactive chitosan derivative to cotton fabric as a zero-salt dyeing auxiliary”, *Coloration Technology*, 120 (3) : 108-113 (2004).
9. Önal, A., Kahveci, I., Soylak, M., “Investigation of the effect of (urea plus ammonia plus calcium oxalate) mordant mixture on the dyeing of wool, feathered-leather and cotton”, *Asian Journal of Chemistry*, 16 (1) : 445-452 (2004).
10. El-Shistawy, RM., Youssef, YA., NSE, A., Mousa, A.A., “Acid dyeing isotherms of cotton fabrics pretreated with mixtures of reactive cationic agents”, *Coloration Technology*, 120 (4) : 195-200 (2004).
11. Ferus-Comelo, M., Clark, M., “Physico-chemical modelling of the dyeing of cotton with reactive dyes”, *Coloration Technology*, 120 (6) : 301-306 (2004).
12. Erkan, G., Sarıışık, M., “Influence of catalases isolated from different origins on dyeing of cotton fabrics”, *AATCC REVIEW*, 4 (2) : 17-21 (2004).

13. Losoncz, A., Csiszar, E., Szakacs, G., Kaarela, O., "Bleachability and dyeing properties of biopretreated and conventionally scoured cotton fabrics", *Textile Research Journal*, 74 (6) : 501-508 (2004).
14. İbrahim, NA., Abo-Shosha, MH., Elnagdy, EI., Gaffar, MA., "ECO-friendly durable press finishing of cellulose-containing fabrics", *Journal of Applied Polymer Science*, 84 (12) : 2243-2253 (2002).
15. Burkinshaw, S.M., Mignanelli, M., Froehling, P.E., Bide, M.J., "The use of dendrimers to modify the dyeing behaviour of reactive dyes on cotton", *Dyes and Pigments*, 47 : 259-267 (2000).
16. Lewis, D.M., Renfrew, A.H., Siddique, A.A., "The synthesis and application of a new reactive dye based on disulfide-bis-ethylsulfone", *Dyes and Pigments*, 47 : 151-167 (2000).
17. Hamlin, J.D., Phillips, D.A.S., Whiting, A., "UV/Visible spectroscopic studies of the effects of common salt and urea upon reactive dye solutions", *Dyes and Pigments*, 41 : 137-142 (1999).
18. Motomura, H., Bae, S.H., Morito, Z., "Dissociation of hydroxyl groups of cellulose at low ionic strengths", *Dyes and Pigments*, 39 : 243-258 (1998).
19. Motomura, H., Bae, S.H., "Adsorption behavior of reactive dyes on cellulose", *Dyes and Pigments*, 34 : 37-55 (1997).
20. TSE, TS EN 20105-C03, Boyalı ve/veya Baskılı Tekstil Mamulleri İçin Renk Haslığı Deney Metotları-Yıkama Haslığı Tayini", Nisan 2002.
21. TSE, TS 717, "Boyalı ve/veya Baskılı Tekstil Mamulleri İçin Renk Haslığı Deney Metotları-Sürtünmeye Karşı Renk Haslığı Tayini", Ekim 2001.
22. TSE, TS 4460, "Boyalı ve/veya Baskılı Tekstil Mamulleri İçin Renk Haslığı Deney Metotları-Işık Haslığı Tayini", Ekim 2000.
23. Kirk, Othmer, R., "Encyclopedia of Chemical Technology", *JohnWiley and Sons*, New York, vol. 18 (1978-1983).
24. Mokhtari, J., Philiphs, D.A.S., Taylor, J.A., "Synthesis and evaluation of a series of trisazo hetero bi-functional reactive dyes for cotton", *Dyes and Pigments*, 64: 163-170 (2005).
25. Kirk, Othmer, R., "Encyclopedia of Chemical Technology", *JohnWiley and Sons*, New York, vol. 16 (1978-1983).

26. Völz, H. G., "Industrial Color Testing", Teague, B., **Wiley-VCH**, New York, 34-35 (2001).
27. Rucher, J.A., Guthrie, D.M., **AATCC Int. Conf. And Exhibition**, (1997).
28. Prabu, H.G., Sundrarajan, M., "Effect of the bio-salt trisodium citrate in the dying of cotton", **Coloration Technology**, 118 (3) : 131 (2002).

EKLER

EK-1. Örnek hesaplama

% Kayıp boya miktarını hesaplayabilmek için, boyama işlemi sonucunda atık boya banyosunun absorbands değeri PERKİN ELMER (LAMBDA 900) cihazında 495 nm’de 0,0636 olarak okunmuştur. Daha sonra, önceden oluşturulan kalibrasyon eğrisi kullanılarak, atıkta kalan reaktif boyarmaddenin konsantrasyon (C_{boya}) değerine geçilmiştir. Kalibrasyon eğrisi kullanıldığında 0,0636 olan absorbands değerine karşılık gelen C_{boya} değerinin 2×10^{-3} g/L olduğu görülmüştür.

$C_{\text{boya}} = (m_{\text{boya}} / V)$ denkliği kullanılarak atık boya banyosundaki boya miktarını hesaplanmıştır. Burada V: Atığın mL olarak miktarıdır.

$$m_{\text{boya}} = (2 \times 10^{-6} \text{ g/mL}) \times (40 \text{ mL})$$

$$m_{\text{boya}} = 0,8 \times 10^{-4} \text{ g olarak bulunmuştur.}$$

Tüm çözeltiler 1/50 oranında seyreltme işlemine tabi tutulduğundan;

$$m_{\text{boya}} = (0,8 \times 10^{-4}) \times 50$$

$$m_{\text{boya}} = 4 \times 10^{-3} \text{ g atık boya banyosundaki reaktif boyarmadde miktarı olarak bulunmuştur.}$$

Daha sonra atık boya banyosunda kalan reaktif boyarmaddenin, boyama tüplerine konulan toplam boyarmadde miktarının yüzde kaç olduğu hesaplanmıştır. Bunun için ilk olarak; boyama işlemleri sırasında boyama tüpleri içerisine konulan reaktif boyarmadde miktarı bulunmuş, daha sonra bu boyarmaddenin atık boya banyosu içerisinde kalan % miktarına geçilmiştir.

Yapılan çalışmada, 10 g toz reaktif boyarmadde alınarak, 1000 ml’lik balon jode saf su ile çözünmesinin sağlandığı, böylece %1’lik boyarmadde çözeltisi hazırlandığı belirtilmişti. Her bir boyama tüpüne bu çözeltiden 10 mL ilave edildiğinden;

$$\begin{array}{ll} 1000 \text{ mL boyarmadde çözeltisinde} & 10 \text{ g reaktif boyarmadde} \\ 10 \text{ mL boyarmadde çözeltisinde} & x \text{ g reaktif boyarmadde} \end{array}$$

$$x = 0,1 \text{ g boyarmadde (boyama tüpündeki reaktif boyarmadde miktarı)}$$

% Atık boyarmadde miktarı;

0,1 g boyarmaddenin	4×10^{-3} gramı atık boya banyosunda
100 g boyarmaddenin	x gramı atık boya banyosunda

$$x = \% 4 \text{ (m/m)}$$

% Absorplanan boya miktarını hesaplayabilmek için, saf su ile yıkama işlemi sonucunda kalan yıkama suyunun absorbans değeri PERKİN ELMER (LAMBDA 900) cihazında 495 nm’de 0,075 olarak okunmuştur. Daha sonra, kalibrasyon eğrisi kullanılarak, yıkama suyunda kalan reaktif boyarmaddenin konsantrasyon (C_{boya}) değerine geçilmiştir. Kalibrasyon eğrisi kullanıldığında 0,075 olan absorbans değerine karşılık gelen C_{boya} değerinin $2,4 \times 10^{-3}$ g/L olduğu görülmüştür.

$C_{\text{boya}} = (m_{\text{boya}} / V)$ denkliği kullanılarak yıkama suyundaki boya miktarı hesaplanmıştır.

$$m_{\text{boya}} = (2,4 \times 10^{-6} \text{ g/mL}) \times (40 \text{ mL})$$

$$m_{\text{boya}} = 0,96 \times 10^{-4} \text{ g olarak bulunmuştur.}$$

Tüm çözeltiler 1/50 oranında seyreltme işlemine tabi tutulduğundan;

$$m_{\text{boya}} = (0,96 \times 10^{-4}) \times 50$$

$$m_{\text{boya}} = 4,8 \times 10^{-3} \text{ g yıkama suyundaki reaktif boyarmadde miktarı olarak bulunmuştur.}$$

Daha sonra yıkama suyunda kalan reaktif boyarmaddenin, boyama tüplerine konulan toplam boyarmadde miktarının yüzde kaç olduğu hesaplanmıştır.

% Absorplanan boyarmadde miktarı;

0,1 g boyarmaddenin	$4,8 \times 10^{-3}$ gramı yıkama suyunda
100 g boyarmaddenin	x gramı yıkama suyunda

$$x = \% 4.8 \text{ (m/m)}$$

% 4 boya banyo atığında, %4.8 boya yıkama suyunda bulunduğuna göre %8,8'lik kısmın dışında kalan % 91,2'lik kısım elyaf tarafından absorplanmış, yani fikse olmuş demektir.

Literatürde piridinle çözerek fikse olan boya miktarını bulan çalışmalar da mevcuttur. Bu yolla kumaşa fikse olan % boya miktarını hesaplayabilmek için, piridinle yıkama işlemi sonucunda kalan yıkama suyunun absorbands değeri PERKİN ELMER (LAMBDA 900) cihazında 495 nm'de 0,0102 olarak okunmuştur. Daha sonra, kalibrasyon eğrisi kullanılarak, piridinle yıkama işlemi sonucunda kalan yıkama suyundaki reaktif boyarmaddenin konsantrasyon (C_{boya}) değeri bulunmuştur. Kalibrasyon eğrisi kullanıldığında 0,0102 olan absorbands değerine karşılık gelen C_{boya} değerinin $0,3 \times 10^{-3}$ g/L olduğu görülmüştür.

$C_{\text{boya}} = (m_{\text{boya}} / V)$ denkliği kullanılarak piridinle yıkama işlemi sonucunda kalan yıkama suyundaki boya miktarı hesaplanmıştır.

$$m_{\text{boya}} = (0,3 \times 10^{-6} \text{ g/mL}) \times (40 \text{ mL})$$

$$m_{\text{boya}} = 0,12 \times 10^{-4} \text{ g olarak bulunmuştur.}$$

Tüm çözeltiler 1/50 oranında seyreltme işlemine tabi tutulduğundan;

$$m_{\text{boya}} = (0,12 \times 10^{-4}) \times 50$$

$$m_{\text{boya}} = 6 \times 10^{-4} \text{ g yıkama suyundaki reaktif boyarmadde miktarı olarak bulunmuştur.}$$

Daha sonra piridinle yıkama işlemi sonucunda yıkama suyunda kalan reaktif boyarmaddenin, boyama tüplerine konulan toplam boyarmadde miktarının yüzde kaç olduğu hesaplanmıştır.

Kumaşa fikse olan %boyarmadde miktarı;

$$0,1 \text{ g boyarmaddenin} \quad 6 \times 10^{-4} \text{ gramı piridinde}$$

$$100 \text{ g boyarmaddenin} \quad x \text{ gramı piridinde}$$

$$x = \% 0.6 \text{ (m/m)}$$

ÖZGEÇMİŞ

28 Eylül 1979 tarihinde İzmit'te doğan H.Özlem DÜNDAR ilk ve orta öğrenimini Ankara'da tamamladı. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü'ndeki eğitimine 1997 yılında başladı, 1 yıl İngilizce Hazırlık eğitimi aldıktan sonra 2002 yılında mezun oldu. Aynı yıl Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Mühendisliği Anabilim dalında Yüksek Lisans programına katıldı. 2004 yılı Kasım ayından bu yana METEKSAN MATBAACILIK A.Ş.'de Kalite Kontrol Mühendisi olarak çalışmaktadır.