

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**PAMUKLU KUMAŞIN
MİKRODALGA ORTAMINDA REAKTİF
BOYARMADDELERLE BOYANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Zeynep DOYURAN

Enstitü Anabilim Dalı : KİMYA
Enstitü Bilim Dalı : FİZİKOKİMYA
Tez Danışmanı : Prof. Dr. Murat TEKER

Mayıs 2010

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PAMUKLU KUMAŞIN
MİKRODALGA ORTAMINDA REAKTİF
BOYARMADDELERLE BOYANMASI**

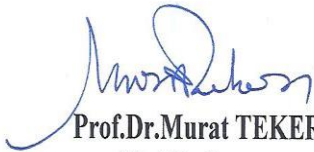
YÜKSEK LİSANS TEZİ


Kimyager Zeynep DOYURAN

Enstitü Anabilim Dalı : KİMYA

Enstitü Bilim Dalı : FİZİKOKİMYA

Bu tez ~~05/05/2010~~ tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.


Prof. Dr. Murat TEKER
Jüri Başkanı


Yrd. Doç. Dr. Aynur MANZAK
Üye


Yrd. Doç. Dr. Ali ÇORUH
Üye

TEŞEKKÜR

Çalıőmanın yönetilmesinde, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım sayın Prof. Dr. Murat TEKER 'e katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Çalıőmamın deneysel aőamasında ve spektrofotometre ölçümlerinin yapılmasında bana yardımcı olan Aydın Örne çalıőanlarına ve özellikle arkadaşım Gamze Hande ÇAKIR 'a teşekkür ederim.

Kaynak araştırma ve deneylerin yapımında bilgi ve yardımlarını esirgemeyen arkadaşım Ayőe USLUOĞLU'na teşekkür ederim.

Çalıőmalarım sırasında her zaman yanımda olduklarını hissetiğim aileme ve sevgili eőim Alpay DOYURAN'a sabır, anlayıő ve desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Zeynep DOYURAN

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ÖZET.....	xi
SUMMARY.....	xii
BÖLÜM 1. GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2. TEORİ.....	3
2.1. Pamuk Kumaşı ve Genel Özellikler.....	3
2.2. Pamuk Lifinin Kimyasal Yapısı.....	3
2.3. Pamuk Kumaşının Fiziksel Özellikleri.....	6
2.4. Pamuk Kumaşının Kimyasal Özellikleri.....	6
2.4.1. Şişirici maddelerle reaksiyonlar.....	7
2.4.1.1. Suyun etkisi.....	7
2.4.1.2. Sodyum hidroksitin etkisi.....	8
2.4.1.3. Sıvı amonyağın etkisi.....	8
2.4.2. Eterleşme.....	9
2.4.2.1. Buruşmazlık dayanımı.....	9
2.4.2.2. Reaktif boyama.....	10
2.4.2.3. Güç tutuşurluk.....	10
2.4.2.4. Çok fonksiyonlu özellikler.....	10
2.4.3. Esterleşme.....	10
2.4.3.1. Asetilleme.....	11

2.4.3.2. Formaldehitsiz buruşmazlık dayanımı.....	11
2.4.3.3. İnorganik asitlerin esterleri.....	11
2.4.4. Bozunma zarar görme.....	11
2.4.4.1. Yükseltgenme.....	12
2.4.4.2. Asitlerin etkisi.....	12
2.4.4.3. Bazların etkisi.....	13
2.4.4.4. Biyolojik bozunma.....	13
2.4.4.5. Piroliz, ısı etkisiyle bozunma.....	13
2.4.4.6. UV ve yüksek enerji radyasyonu.....	14
2. 4.5. Enzimatik modifikasyon.....	
2.5. Reaktif Boyarmaddeler.....	15
2.5.1. Reaktif boyarmaddelerin özellikleri.....	15
2.5.2. Reaktif gruplar ve sınıflandırılması.....	16
2.5.3. Reaktif boyarmaddelerin soğukta ve sıcakta boyayanlar olarak sınıflandırılması.....	18
2.5.4. Selüloz elyafının reaktif boyarmaddelerle boyanması.....	18
2.6. Reaktif Boyarmaddelerle Çektirme Metoduna Göre Boyama.....	21
2.6.1. Çektirme yöntemine göre reaktif boyarmadde seçimi.....	21
2.6.2. Çektirme yönteminde alınma oranını etkileyen faktörler.....	22
2.6.3. Reaktif boyamada sıcaklık etkisi.....	22
2.6.4. Reaktif boyamada baz etkisi.....	23
2.6.5. Reaktif boyamada tuz etkisi.....	23
BÖLÜM 3. BOYAMA.....	24
3.1. Işık ve Renk.....	25
3.2. Renk Teorileri.....	25
3.3. Boyama Kinetiği.....	29
3.4. Rengin Ölçümü.....	33
3.4.1.Ostwald renk sistemi.....	33
3.4.2.Munsell renk sistemi.....	33
3.4.3. CIELab renk uzayı.....	34
3.4.4. Kubelka-Munk teorisi.....	34

3.5. Renk Haslıkları.....	35
3.5.1. Kullanılma esnasında istenen haslıklar.....	35
3.5.2. Üretim esnasında istenen haslıklar.....	36
3.6. Mikrodalga Enerjisinin Tekstil Boyanmasına Kullanımı.....	36
3.6.1. Mikrodalga enerjisi.....	37
3.6.2. Mikrodalga enerjisinin tekstil boyamada kullanımı.....	42
BÖLÜM 4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....	44
4.1. Kullanılan Kimyasal Maddeler.....	44
4.2. Kullanılan Malzeme ve Cihazlar.....	45
4.3. Yöntem.....	45
4.3.1. Boyama çalışmaları.....	45
4.3.2. Mikrodalgada zamana bağlı olarak yapılan boyama çalışmaları...	45
4.3.3. Mikrodalgada seviyeleri ve boya şiddetine bağlı olarak yapılan boyama çalışmaları.....	46
4.3.4. Tuz miktarına bağlı olarak yapılan boyama çalışmaları.....	47
4.3.5. Soda miktarına bağlı olarak yapılan boyama çalışmaları.....	47
4.3.6. Flotte miktarına bağlı olarak yapılan boyama çalışmaları.....	48
BÖLÜM 5. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	49
5.1. Mikrodalgada Zamana Bağlı Olarak Yapılan Boyama Çalışmaları Sonuçları.....	49
5.2. Mikrodalgada Seviyeleri ve Boya Şiddetine Bağlı Olarak Yapılan Boyama Çalışmaları Sonuçları.....	51
5.3. Tuz Miktarına Bağlı Olarak Yapılan Boyama Çalışmaları Sonuçları....	62
5.4. Soda Miktarına Bağlı Olarak Yapılan Boyama Çalışmaları Sonuçları....	65
5.5. Flotte oranlarına Bağlı Olarak Yapılan Boyama Çalışmaları Sonuçları.....	68
BÖLÜM 6. TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	71
KAYNAKLAR.....	75

ÖZGEÇMİŞ.....

79

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

Å	: Amstrong, dalga boyu birimi
cm	: Santimetre
g/L	: gram / Litre
µm	: Mikrometre
β	: Beta formu
K/S	: Kubela/munk sabiti
pH	: Asitlik derecesi
L	: Mikrodalğanın en düşük güç seviyesi
ML	: Mikrodalğanın düşük seviyesi
BTCA	: 1,2,3,4 bütantetrakarboksilli asit
M	: Mikrodalğanın orta güç seviyesi
Ç	: Çözünürlük sağlayan grup
MH	: Mikrodalğanın yüksek seviyesi
H	: Mikrodalğanın en yüksek güç seviyesi
K	: Köprü grup
Kr	: Kromofor grup
MD	: Mikrodalga
R	: Reaktif grup
S1	: Substitüsyon reaksiyonu sırasında yer değiştiren substitüent
S2	: Diğer substitüentlerdir
Sel	: Selüloz
UV	: Ultraviyole bölge
V	: Volt
W	: Watt

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	Selülozun kimyasal yapısı.....	3
Şekil 2.2.	Selülozdaki serbest OH grupları	7
Şekil 2.3.	Selülozun kopardığı selülozdaki glikosidik bağlar[7]	14
Şekil 2.4	Reaktif boyar maddenin kimyasal yapısı	16
Şekil 3.1.	Elektromanyetik spektrum [24].....	25
Şekil 3.2.	Kinon ve benzoidin molekül yapısı [12]	27
Şekil 3.3.	Mikrodalga ışınımına maruz kalan çeşitli maddeler (a) İletken, (b) Yalıtkan, (c) Dielektrik kaybına sahip maddeler [24]	38
Şekil 3.4.	Magnetronun kesit görüntüsü [24].....	40
Şekil 3.5.	Geleneksel ve mikrodalga ısıtma sistemleri [24].....	42
Şekil 4.1.	Iyozol Red HE3B (C.I. Reaktive Red 120) [19]	44
Şekil 5.1	ML(460 W) seviyesi K/S Zaman grafiği	50
Şekil 5.2	M (759 W) seviyesi K/S Zaman grafiği.....	51
Şekil 5.3	% 0,1lik boyama şiddeti için Dalga boyu (Nm) K/S grafiği.....	54
Şekil 5.4.	% 0,5lik boyama şiddeti için Dalga boyu (Nm) K/S grafiği.....	56
Şekil 5.5.	% 1 lik boyama şiddeti için Dalga boyu (Nm) K/S grafiği.....	58
Şekil 5.6.	% 2 lik boyama şiddeti için Dalga boyu (Nm) K/S grafiği	60
Şekil 5.7.	% 4 lik boyama şiddeti için Dalga boyu (Nm) K/S grafiği	62
Şekil 5.8.	Tuz miktarı ve Dalga boyu (Nm) değişim grafiği	65
Şekil 5.9.	Soda miktarı ve Dalga boyu (Nm) değişim grafiği	68
Şekil 5.10	Flotte oranları ve Dalga boyu (Nm) değişim grafiği.....	70
Şekil 6.1.	Boya şiddeti-Pik K/S değişim grafiği	72
Şekil 6.2.	Tuz Miktarına göre K/S değişim grafiği	72
Şekil 6.3.	Soda Miktarına göre K/S değişim grafiği.....	73
Şekil 6.4.	Flotte oranına göre K/S değişim grafiği.....	74

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1.	Tipik pamuk liflerinin kompozisyonu [7].....	4
Tablo 2.2.	Pamukta bulunan metaller [7]	5
Tablo 2.3.	Başlıca reaktif gruplar, ticari isimleri ve boya üreticileri [11] ...	17
Tablo 2.4.	Reaktif boyarmaddelerin avantajları ve dezavantajları	20
Tablo 3.1.	Işık absorpsiyonu ve renk [22].....	25
Tablo 3.2.	M_{∞} değerinin hesaplanmasında kullanılan katsayılar.....	31
Tablo 3.3.	Bazı maddelerin 20 ⁰ C'deki dielektrik sabitleri [37].....	39
Tablo 4.1.	Boyarmaddenin özellikleri.....	44
Tablo 4.2.	Mikrodalga fırının değişik seviyeleri için güç değerleri.....	45
Tablo 4.3.	M-L ve M seviyesi için farklı sürelerde boyanan örneklerin numaraları	46
Tablo 4.4.	Mikrodalga güç seviyelerinin boya şiddetine göre değişimini gösteren numunelerin numaraları	47
Tablo 4.5.	Mikrodalga M Seviyesinde tuzun etkisini gösteren numunelerin numaraları	47
Tablo 4.6.	Mikrodalga M Seviyesinde tuzun etkisini gösteren numunelerin numaraları	48
Tablo 4.7.	Mikrodalga M Seviyesinde Flottenin etkisini gösteren numunelerin numaraları.....	48
Tablo 5.1.	Kullanılan kimyasal - elyaf miktar tablosu.....	49
Tablo 5.2.	Mikrodalga fırının değişik seviyeleri için güç değerleri.....	49
Tablo 5.3.	M-L ve M seviyesi için farklı sürelerde boyanan örneklerin numaraları.....	50
Tablo 5.4.	Mikrodalga güç seviyelerinin boya şiddetine göre değişimin gösteren numunelerin numaraları	52
Tablo 5.5.	% 0,1 lik boyama şiddetinde gerçekleşen K/S değerleri.....	53
Tablo 5.6.	% 0,5 lik boyama şiddetinde gerçekleşen K/S değerleri	55

Tablo 5.7.	% 1 lik boyama şiddetinde gerçekleşen K/S değerleri	57
Tablo 5.8.	% 2 lik boyama şiddetinde gerçekleşen K/S değerleri	59
Tablo 5.9.	% 4 lik boyama şiddetinde gerçekleşen K/S değerleri	61
Tablo5.10.	Kullanılan kimyasal - elyaf miktar tablosu.....	63
Tablo5.11.	Farklı Tuz oranlarında gerçekleşen K/S değerleri.....	64
Tablo5.12.	Kullanılan kimyasal - elyaf miktar tablosu.....	66
Tablo 5.13	Farklı Soda oranlarında gerçekleşen K/S değerleri.....	67
Tablo5.14.	Kullanılan kimyasal - elyaf miktar tablosu.....	68
Tablo5.15.	Farklı Flotte oranlarında gerçekleşen K/S değerleri.....	69
Tablo 6.1.	Mikrodalga güç seviyeleri için maksimum pik değerleri.....	71

ÖZET

Anahtar Kelimeler: Pamuk, Reaktif Boyarmaddeler, Mikrodalga enerjisi,

Bu çalışmada, pamuk elyafının ve boyarmaddelerin genel özellikleri hakkında bilgiler verilmiş, renk ölçüm sistemleri ve renk haslıkları açıklanmıştır. Reaktif boyarmaddelerin bütün özellikleri detaylı olarak anlatılmıştır. Pamuklu kumaşların reaktif boyarmaddelerle boyanmasında kullanılan tüm yöntemler ayrıntılı şekilde incelenmiştir.

Bu çalışmada, pamuk elyafın boyanabilirliği farklı boyama banyosu koşullarında, mikrodalga enerjisi kullanılarak incelenmiştir. Bu amaçla üç farklı flotte (1/20, 1/50 ve 1/100) ve üç farklı boyama şiddetinde (%0,5, %1 ve %2) hazırlanan boyama banyolarında dispers boyarmadde kullanılarak denemeler yapıldıktan sonra, en iyi boyama banyosu koşulları ve en iyi boyama süresi belirlenmiştir. Tüm denemeler için boyanabilirlik, renk şiddeti (K/S) değerleri ile yorumlanmıştır. Boyamanın kinetik açıdan değerlendirilmesi her bir yöntem için en iyi boyama koşullarında difüzyon katsayılarının hesaplanması ile gerçekleştirilmiştir. boyama sonuçları K/S oranlarıyla analiz edildi. Boyama şiddetine göre yapılan boyamada % çekimin en fazla olduğu boyama şiddeti değeri % 0,5 lif boyamada tespit edildi. Mikrodalga düzeylerindeki artış ile boyarmadde çekiminin arttığı saptandı. Ayrıca boyamanın süreyle doğru orantılı olarak arttığı tespit edildi.

DYEING FABRICS WITH REACTIVE IN MICROWAVE CONDITIONS

SUMMARY

Keywords: Cotton, Reactive dyes, Microwave energy

In this project, color measurement systems and color fastness are explained, after giving some information about general properties of cotton fiber and dyes. The whole properties of reactive dyes are given in detail. All application methods used for dyeing of cotton fabric with reactive dyes are investigated in detail.

In this study, dyeability of polypropylene fiber is investigated in different dye baths by using microwave and ultrasonic energy. By this purpose dyeing experiments have been done in different dye baths (three different liquors to good ratio: 1/20, 1/50 and 1/100 and three different dyestuff concentration: %0.5, %1 and %2 owf) and optimum dye bath conditions were obtained. Dyeability of fibers was determined by using color strength values (K/S). In order to examine the kinetics of dyeing, diffusion coefficients in all methods were calculated.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Pamuk bilinen en eski elyaf türüdür. Günümüzde en çok kullanılan elyaf türü olmaya devam etmektedir [1]. Boyaması da tarihi kadar eskilere dayanmaktadır. Eskiden bitki kökenli boyarmaddelerle boyanmaktaydı. Sentetik boyaların üretilmesinden sonra değişik boyama yöntemleri geliştirilmişti [2].

İlk reaktif boyarmadde olan Procionların keşfine kadar selülozik elyafın, ancak kimyasal yapısını bozacak şiddetli reaksiyon koşullarında kovalent bağ oluşturulabileceği, oysa protein elyafta , -NH₂ , -OH , -SH ve -COOH gibi reaksiyon yeteneği yüksek olan fonksiyonel grupların varlığı nedeniyle kimyasal reaksiyonun çok daha kolay olacağı sanılıyordu. Bu nedenle ICI Firması 1951 yılında yüne uygulanacak reaktif boyarmaddeler araştırmaya başladı. 1953 yılında Dr. Stephen 2,4-Diklorotriazinilamino grubu içeren boyarmaddeyi sentez etmeyi başardı. Aynı firmanın, boyar maddelerin uygulama ve boyama mekanizmasını incelemekle görevli olan kimyageri Ratte, selülozun esterleşmesi için siyanürilklorürün ksilendeki çözeltisinin kullanıldığını hatırlayarak aynı boyarmaddenin pamuk üzerine uygulanmasını araştırarak boyarmaddenin oda sıcaklığında selüloz molekülü ile çok kolay reaksiyon verdiğini bulmuştur [3].

Reaktif boyarmaddelerde bütün renk serisi (renk gamı) mevcut olduğu gibi renkler de çok parlaktır. Önceleri bazik ve azoik boyarmaddeler ile parlak renkler elde etmek mümkün olmamıştır. Azoiklerle elde edilen renkler çok sınırlı olduğu gibi bu seride bütün renkler de mevcut bulunamamaktaydı. Ayrıca, bu boyarmaddelerin diğer bir önemi de soğukta bekletme koşullarında boyanabilmeleriydi. Bu sayede büyük enerji tasarrufu sağlandığından bu sınıf boyar maddeler çok kısa zamanda gelişmiştir. Boyarmadde yapımcısı olan diğer firmalar bu konuda yoğun çalışmalara başlayarak procion boyarmaddelerindeki diklorotriazinil grubundan farklı, birçok reaktif grup keşfettiler. Bunlarda selüloz ile kimyasal reaksiyon vermekle beraber, pek çoğunun

reaktivitesi (reaksiyon yeteneği) diklorotriazinil grubun reaktivitesinden daha dūřüktür. Birkaçı dışında, pek çođu sıcakta uygulanmaktadır [4, 5].

Bu çalışmanın amacı boyama süresini kısaltarak mikrodalga ortamı kullanarak yeni bir boyama yöntemi geliştirmektir.

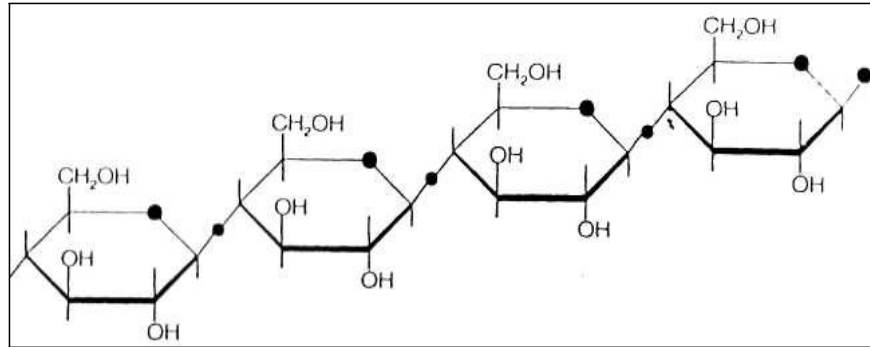
BÖLÜM 2. TEORİ

2.1. Pamuk Elyafı ve Genel Özellikleri

Pamuk, keten ve yün ile birlikte tekstilde kullanılan en eski elyafıdır. Anavatanı Hindistan'dır. Pamuk bitkisi, Antarktika 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 ABD, 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 Anadolu'da da yetiştirilmektedir [6].

2.2. Pamuk Lifinin Kimyasal Yapısı

Çırcırlama ve mekanik temizlemeden sonra, ham pamuk elyafı yaklaşık % 95 oranında selüloz içermektedir. Selülozun kimyasal yapısı Şekil 2.1 de gösterilmektedir.



Şekil 2.1. Selülozun kimyasal yapısı [7]

Pamuk elyafı bünyesindeki selüloz harici bileşenlerin büyük bir kısmı, primer

duvarda ve etrafında bulunmaktadır. Tablo 2.1 de tipik bir pamuk elyafının kompozisyonu verilmiştir.

Tablo 2.1. Tipik pamuk liflerinin kompozisyonu [7]

Bileşenler	(Kuru ağırlığın %'si)	
	Genel	Değişim Aralığı
Selüloz	95, ⁿ	88,0-96,0
Protein	1,3	1,1-1,9
Pektik Maddeler	1,2	0,7-1,2
Kül	1,2	0,7-1,6
Yağ	0,6	0,4-1,0
Toplam Şeker	0,3	0,1-1
Pigment	Eser Miktar	
Diğerleri	1,4	

Terbiye işlemlerinden sonra, pamuk üzerinde bulunan bu selüloz harici maddeler uzaklaştırılır ve pamuk elyafındaki selüloz oranı yaklaşık % 99'a çıkar. Tablo 2.1 de gösterilen selülozik olmayan bileşenler; azot içerikli bileşikler (Protein), yağlar, pektik maddeler, organik asitler, şekerler ve inorganik tuz üreten kül şeklindedir. Pigmentler ise çok düşük miktarlarda bileşen olarak pamuk yapısında görülmektedir. Bu bileşenlerin miktarlarını etkileyen ana parametreler şu şekilde sıralanabilir:

- a- Toprak yapısı,
- b- İklim yapısı ve hava koşulları,
- c- Zirai uygulamalar,
- d- Pamuk cinsi

Selüloz harici maddeler çeşitli kimyasallarla pamuktan uzaklaştırılabilirler. Bu maddelerin tamamına yakını, seyreltik sodyum hidroksit çözeltisiyle pamuğun kaynatılması ve daha sonra yıkanması sonucu uzaklaştırılır [8].

Azot içerikli bileşikler, diğer selülozik olmayan bileşenler içinde en fazla orana (% 1-2) sahiptir. Ön terbiye işlemi görmüş pamuktaki azot içerikli protein oranı yaklaşık % 0,22 oranındadır. Pamuk elyafı ve primer duvarı hem protein ve serbest aminoasit hem de protein olmayan azot içermektedir. Tespit edilen serbest amino asitler şunlardır: glutamik asit, aspartik asit, valin, serin ve treonin. Pamuk yağı (% 0,4-1,0), elyafın primer duvarında yer almaktadır. Pamuk yüzeyi arttıkça ve lif

inceldikçe yağ miktarı artmaktadır. Yağ, pamuk elyafından düzgün iplik eğrilmesi için gerekli yağlayıcı görevini görmektedir. Fakat pamuk yağı aynı zamanda pamuğun mukavemetini azaltmaktadır. Pamukta bulunan şekerler; bitkisel şekerler ve böceklerden kaynaklı şekerler olmak üzere iki tipte bulunurlar. Bitkisel şekerler çoğunlukla monosakkaritler, glikoz ve fruktoz olarak, az miktarda da disakkarit olarak bulunmaktadır. Pektik maddeler büyük oranda primer duvarda bulunmakta olup, elyafın kuru ağırlığının % 0,7-1,2'sini oluşturur. Ham elyaftaki organik asitler, çoğunlukla malik asit (% 0,5) ve sitrik asittir (% 0,07). Anorganik tuzlar (fosfatlar, karbonatlar ve oksitler) ve organik asitlerin tuzları, kül olarak % 1,2 oranında verilmiştir [7].

Pamukta bulunan metaller, özellikle iplik üretimi, kasar ve boyama gibi terbiye işlemlerinde problemlere yol açtığından, büyük dikkat gerektiren bileşenlerdir. Ca, P, S, K ve Fe bitkiye ait metallerdir; Mg, Al, Si, Fe, Cr, Se, Hg, Ni, Cu, K ve Ca topraktan gelen metallerdir. Lewin (1998)'in bildirdiğine göre Brushwood ve Perkins (1994) çeşitli bölgelerde pamuk elyafının metal içeriğini araştırmışlar ve pamuktaki hangi metallerin ne kadar bulunduğunu tespit etmişlerdir. Tablo 2.2 de pamuktaki metal içeriği verilmiştir.

Tablo 2.2. Pamukta bulunan metaller [7]

Metal	ppm
Potasyum	2000-6500
Magnezyum	400-1200
Kalsiyum	400-1200
Sodyum	100-300
Demir	30-90
Mangan	1-10
Bakır	1-10
Çinko	1-10
Arsenik	<1
Fosfor	180-1000

Pamukta bulunan metaller, örmede ve rotor iplik üretiminde sürtünme problemlerine neden olurlar. Peroksit ağartmaları magnezyum tuzlarından etkilenir. Ayrıca demir

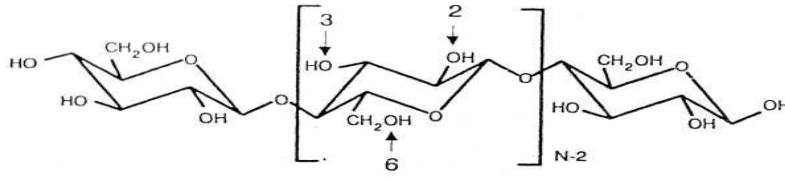
ve bakır üniform olmayan bir ağartmaya neden olurlar. Çözülmeyen kalsiyum ve magnezyum tuzları boyamaya tesir ederler. Bakır metali ise bitmiş denim kumaşların sarılığını arttırmaktadır. Demir metali elyafın, boyamayı etkileyen kalıcı pembe veya kahverengi olmasına neden olabilmektedir. Tekstil atık sularında en çok ilgilenilen metaller bakır ve çinkodur. Bu metaller pamuk elyafında çok düşük miktarlarda olduğunda atık sularda problem teşkil etmemektedir. Metaller, uygun yıkama ve ağartma işlemleriyle pamuktan uzaklaştırılır ve renklendirmede doğacak problemler önlenmiş olur [8].

2.3. Pamuk Elyafının 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 maksimum 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 ıslatıldığında 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 [6].

2.4. Pamuk Lifinin Kimyasal Özellikleri

Pamuk elyafı büyük ölçüde selüloz yapısında olup, pamuğun kimyasal reaktifliğini selüloz polimeri belirlemektedir. Selüloz polimeri, 1 ve 4 numaralı karbon atomlarından birbirine bağlanmış β-d glikozdan meydana gelmiştir. Şekil 2.2 de selülozun serbest OH grupları gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Selülozdaki serbest OH grupları [7]

Selülozun bu kimyasal yapısındaki 2-OH, 3-OH ve 6-OH grupları, selülozun bir polialkol etkisi göstermesine neden olmaktadır. Kimyasal maddelerin selüloz moleküllerine etkisi büyük ölçüde bu gruplar üzerinden olmaktadır. Selüloz moleküllerinden oluşan zincirler birbirlerine moleküller arası hidrojen köprüleriyle bağlanırlar ve böylece mikrofibriller oluşur. Mikrofibrillerden de makrofibriller meydana gelmektedir. Makrofibriller de lif yapısında organize olmuş şekilde bulunurlar.

Pamuk elyafının, yumuşak şartlar altında dietilaminoetil klorid ile reaksiyonunu baz alan kimyasal ölçüm OH' ların reaksiyona girme yeteneklerinin azalan sıraya göre 2-OH > 6-OH >> 3-OH şeklinde olduğunu göstermiştir. Hidroksil gruplarının toplam reaktivliği ve 2-OH, 3-OH ve 6-OH gruplarının relatif reaktivliği, şişirici ön işleme, ayrıca ve tepkime şartlarına göre farklılıklar göstermektedir [7].

2.4.1. Şişirici maddelerle reaksiyonlar

Pamuk elyafında; su, sodyum hidroksit ve sıvı amonyak şişmeye neden olmaktadır.

2.4.1.1. Suyun etkisi

Selüloz, hidrofilik özellikte olup, suyun varlığında şişme etkisi göstermektedir. Su molekülleri selüloz molekülleri içindeki kristalitlerin içerisine giremezler, yani intermiselar bir tepkime gösterirler. Ayrıca kristalitlerin dış yüzeyiyle de tepkimeye girerler. Kristalitler lif eksenine paralel şekilde uzandığından, dış yüzeydeki OH' larla dipol çekim kuvvetleri ve hidrojen köprüleri üzerinden bağlanan su molekülleri, lif kesitinde şişmeye neden olmaktadır. Uzunluktaki artış ise çok azdır. Pamuk liflerinin ıslandıklarında, rejenere selüloz liflerinin aksine mukavemetlerinde artış

görülmektedir. Bunun temel sebebi de kristalin bölgelerin fazla oluşu ve makro molekül zincirlerinin uzun olmasıdır [8].

2.4.1.2. Sodyum hidroksitin etkisi

Pamuğun sıvı sodyum hidroksit çözeltisiyle şişmesi, önemli bir ticari işlemdir ve merserizasyon olarak adlandırılır. Lityum hidroksit ve potasyum hidroksit bazları da pamuğun merserizasyonunu gerçekleştirebilir, fakat normal olarak sodyum hidroksit kullanılmaktadır. Sodyum hidroksitle muamele sonucunda, pamuklu kumaşların boyarmadde afinitesi, kimyasal reaktivliği, stabilitesi, mukavemeti, parlaklığı ve düzgünlüğü gibi özellikleri gelişmektedir.

İşlem görmüş pamuktaki yapısal değişimler; kristal yapının selüloz I'den selüloz II'ye dönüşmesi, kristalitlerin uzunluğunun azalması, nem almanın artması ve kristalinite derecesinde azalma olarak belirlenmiştir [7, 9].

2.4.1.3. Sıvı amonyakın etkisi

Pamuk elyafında şişmeye neden olan bir diğer kimyasal madde sıvı amonyaktır. Sıvı amonyak önce amorf bölgelerdeki serbest hidroksil gruplarıyla reaksiyona girdikten sonra kristalin bölgelere sızarak ve oradaki hidrojen köprülerini kırarak reaksiyona girer.

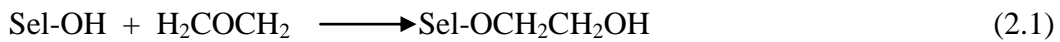
Lewin (1998)' de belirttiğine göre, Lewin ve Roldan (1971); pamuğun sıvı amonyakla muamelesi ve yıkanması sonucunda kristalinite indeksinin 79'dan % 30-40'a düştüğünü ve ayrıca kristalit büyüklüğünün 54 Å'dan 34-37 Å'ya düştüğünü tespit etmişlerdir. Dairesellik ve homojenlik artmıştır. Amonyakla muameledeki germeye bağlı olarak mukavemet büyük ölçüde yükselmiş ve kopma uzamasında azalma görülmüştür. Liflerin boyanabilme yeteneklerinde ayrıca artış gözlenmiştir [7].

2.4.2. Eterleşme

Selüloz eterleri genel olarak çok stabildirler. Eterleşmiş pamukların çoğu hem asidik hem de bazik ortamlarda alt grupların hidrolitik ayrışmasına karşı çok dirençlidir. Bu dayanıklılıktan dolayı, pamuğa uygulanan birçok kimyasal apre işlemi eterleştirme reaksiyonları üzerine kurulmuştur. Buruşmazlık yüksek terbiyesi, su geçirmezlik, güç tutuşurluk ve anti mikrobiyal apreler bu reaksiyon tipine örnek olarak gösterilebilir.

Kondensasyon reaksiyonu temeline dayanan işlemler en stabil pamuk türevlerini üretmektedir. Diğer yandan, katılma reaksiyonu temeline dayanan işlemler daha az stabil olan selüloz eterleri oluşturmaktadır. Stabiledeki bu düşmenin neden adisyon reaksiyonunun dengesinin doğasından kaynaklanmaktadır. Selüloz eterleşmesinin bu iki yapısının bilinen örnekleri olan karboksi metilleme ve siyanoetilleme ortamda alkali varlığında gerçekleştirilir [7].

Selüloz eterler genel olarak Sel-OR şeklinde gösterilir. Eter grubundaki R ile gösterilen, alkil, aromatik, heteroalkil, heterosiklik ve diğer alt gruplar olabilir. Pamuk elyafının etilen oksitle verdiği eterleşme reaksiyonu şu şekildedir:



Fakat oluşan bu hidroksietil grubu kimyasal açıdan yüksek reaktifliğe sahiptir ve diğer etilen oksit molekülüyle tepkimeye girerek uzun alt grup zincirlerinin oluşmasını sağlar. Bu işleme aşırı eterleşmesi denir ve sonuçta Sel-O(CH₂CH₂O)_nH oluşur [8].

2.4.2.1. Buruşmazlık dayanımı

Pamuğun eterleşme tepkimelerinden en önemlisi, kumuşların buruşmaya karşı dayanımının geliştirildiği apre işlemleridir. Aldehitler; formaldehit ve gliyoksal, iki selüloz zincirindeki OH gruplarıyla reaksiyona girerek onları tek zincire

dönüştürür ve böylece birbirine bağlanan zincirlerden dolayı materyalin buruşma özelliği gelişir. Buruşmazlık yüksek terbiyesinde farklı kimyasallar da kullanılmaktadır [8].

2.4.2.2. Reaktif boyama

Bir diğer ticari eterleşme reaksiyonu da pamuğun reaktif boyarmaddelerle boyanması işlemidir. Bu konu üzerinde ileriki bölümlerde detaylı bilgi verilmiştir [8].

2.4.2.3. Güç tutuşurluk

Yanmaya karşı direnç gösterme özelliği, pamuk elyafına uygulanan önemli apre işlemlerinden biridir. Yanmaya karşı kalıcı direnci arttıran birçok kimyasal geliştirtmesine rağmen, değişik nedenlerden dolayı çok azı pratik uygulamaya uygundur. Özellikle azot ve fosfor içeren bileşikler güç tutuşurluk üzerinde çok etkili olduklarından kullanılmaktadırlar. Güç tutuşurluk apresi de bir eterleşme reaksiyonudur [8].

2.4.2.4. Çok fonksiyonlu özellikler

Selülozik liflerin N-metilol bileşikleriyle eterleşme reaksiyonu göstermesiyle esnek kompozit bir yapı oluşur. Eterleşme işlemiyle; kalıcı ütü ve yaylanma özelliği, kir iticilik, antimikrobiyal özellik gibi birçok özellik materyale kazandırılabilir [8].

2.4.3. Esterleşme

Selülozdaki hidroksil grupları; karboksilli asitlerle, anhidridlerle, izosiyanatlarla ve ketonlarla tepkimeye girebilirler. Bu şekilde selüloz esterleri oluşur ve ayrıca lif, iplik ve kumaş yapısında orijinallik bozulmaz. İşlem öncesi doğal pamuktaki kristalinite oranı yüksek olup, zincirler arasındaki hidrojen köprüleri kimyasal ajanların sızmasını engellemektedir. Bu nedenle monofonksiyonel karboksilli asitler ve anhidritlerle esterleşme reaksiyonu öncesi elyafa şişirici ajanlarla muamele yapılması gerekmektedir [8].

2.4.3.1. Asetilleme

Eğrilmiş veya dokunmuş pamuklu mamullerinin asetilleşmesi sonucunda materyalin ısı direncinde artış gözlenmektedir. Bölgesel olarak asetillenen pamuk ütü masalarında ve sıcak başlı çamaşır preslerinde kaplama olarak kullanılmaktadır [8].

2.4.3.2. Formaldehitsiz buruşmazlık dayanımı

Her molekülünde 3-4 karboksil grubu bulunan polikarboksilik asitlerle pamuk selülozunun yüksek sıcaklıkta çapraz bağlanmasının gerçekleşmesiyle, formaldehitsiz buruşmazlık yüksek terbiyesi materyale kazandırılmaktadır. En etkili asitler; BTCA (1,2,3,4 bütantetrakarbonsilli asit), trikarbonsilik asit ve sitrik asittir [7].

2.4.3.3. İnorganik asitlerin esterleri

Pamuk elyafı inorganik asitlerle de esterleşme reaksiyonu göstermektedir. Pamuk linterlerine uygulanan nitrik asitlerle selüloz nitratlar elde edilmektedir. % 13 oranında azot içeren bu selüloz nitratlar pamuk barutu olarak bilinirler. Yüksek sıcaklıkta mono veya diamonyum fosfatla muamele sonucu pamuk elyafının güç tutuşurluğu gelişmektedir [8].

2.4.4. Bozunma zarar görme

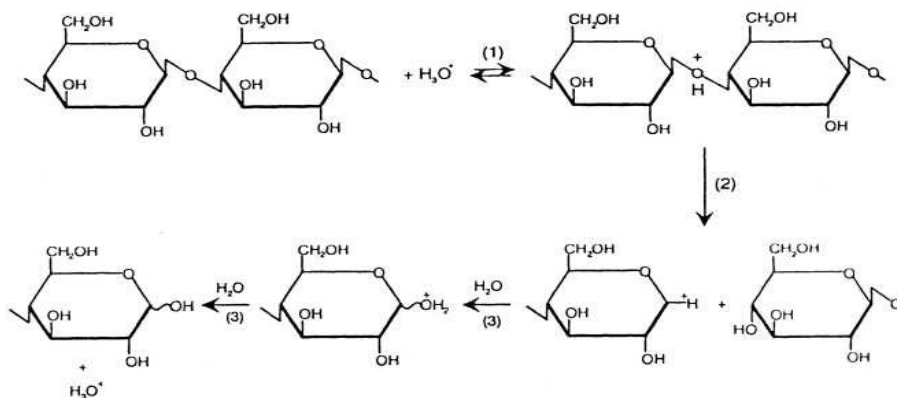
Tekstil lifleri içindeki pamuğun yerinin en önde olması büyük ölçüde, pamuğun gördüğü işlemler sırasında kimyasal zarara karşı koyma kapasitesine bağlıdır. Belirli şartlar altındaki muamelelerin pamuğa zarar veriyor olması, pamuğun bozunması üzerine çalışmaları zorunlu kılmıştır. Pamuğun bozunmasına neden olan başlıca maddeler; asitler, bazlar, yükseltgen katkılar, ısı, radyasyon ve enzimler şeklindedir [8].

2.4.4.1. Yükseltgenme

Selüloz moleküllerini oluşturan glikoz yapı taşlarında yükseltgenebilecek farklı alkol grupları mevcuttur. Örneğin 6. karbondaki birincil alkol grubunun bir derece yükseltgenmesiyle aldehit, iki derece yükseltgenmesiyle karboksilli asit oluşur. 2 ve 3 konumunda bulunan ikincil alkollerin sert koşullarda bir derece yükseltgenmesiyle ketonlar oluşur. Bu şartların türüne göre bu bölgede C-C bağı kopabilir ve halka açılır. Şartlar devam ettiğinde makro moleküller parçalanırlar ve oksiselülozlar oluşmuş olur. Oksiselülozlar indirgen özellik gösterirler. Özellikle pamuklu materyallerin ağartılması işleminde yükseltgen maddelerle çalışıldığı için çok dikkat edilmesi gerekmektedir. Lewin (1998), pamuk bünyesindeki bu grupların tespit edilmesi için değişik metotların uygulandığını belirtmiştir [8].

2.4.4.2. Asitlerin etkisi

Pamuğun asitlerle bozunması olayı, aşağıdaki reaksiyonda görüldüğü gibi glikosidik bağların hidrolizi sonucu oluşmaktadır. Reaksiyon 3 adımda gerçekleşir. Glikosidik bağların kopması sonucu karbonyum iyonu formasyonu gözlenmektedir. Lewin'in (1998), belirttiğine göre, Bemiller (1967), glikozitlerin hidrolizi tamamen analog olarak gerçekleşmektedir. Homojen hidrolizde, % 72'lik sülfirik asitle muamelede, % 90 oranında D-glikoz randımanı elde edilmektedir.

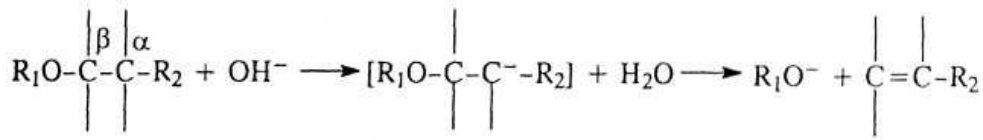


Tekstildeki işlemlerde pamuk elyafı için seyreltik sıvı asitler kullanılır. Elyaf karışım oranlarının belirlenmesinde ise pamuğu parçalamak ve çözmek için sülfirik

asit çözeltisi veya sıcak fosforik asit çözeltisi kullanılmaktadır [8].

2.4.4.3. Bazların etkisi

Pamuk elyafı bazlara karşı çok iyi direnç gösterir ve belirli şartlarda bazı özellikleri bazların etkisiyle gelişir. Ama ağır şartlarda (sıcak bazlarla muamele), pamukta bozunma görülmektedir. Lewin' in (1998)' de belirttiğine göre, Isbell (1922), selülozun sıcak alkali muamelesinde gerçekleşen temel mekanizmasının, beta-alkoksil karbonil eliminasyon reaksiyonu olduğunu göstermiştir [8].



2.4.4.4. Biyolojik bozunma

Selülozun biyolojik bozunmasına selülaz enzimleri neden olmaktadır. Bu selülaz enzimleri, birçok mikroorganizma tarafından üretilmektedir. Enzimatik bozunmanın başlıca reaksiyon çeşidi hidrolizdir. Bakteri ve mantarların neden olduğu mikrobik zarar, pamuklu kumaşlara olabileceği gibi, kozaların patlamasından sonra toplama öncesinde ve sonrasında ve depolama sırasında da gerçekleşebilmektedir [8].

2.4.4.5. Piroliz, ısı etkisiyle bozunma

Pamuk liflerinin ısıya karşı gösterdikleri tepki; sıcaklığın, ısıtma süresinin, elyafın nem içeriğinin ve havadaki nem oranının bir fonksiyonu şeklindedir. Ayrıca, kristalin bölge durumu ve polimerizasyon derecesi ile ısıtma çeşidi de termal bozunmayı etkilemektedir. Süre, sıcaklık ve eklenen katalitik materyal içeriği pirolizi etkileyen temel faktörlerdir.

Pamuk lifleri 140 °C'nin üzerine ısıtıldığında, mukavemet kaybı ve karbonil ile karboksil gruplarında artış görülmektedir. Mukavemetin tamamen kaybolması için, oksijen varlığında, 200 °C ve üzerinde birkaç saat tutulması ile ortaya

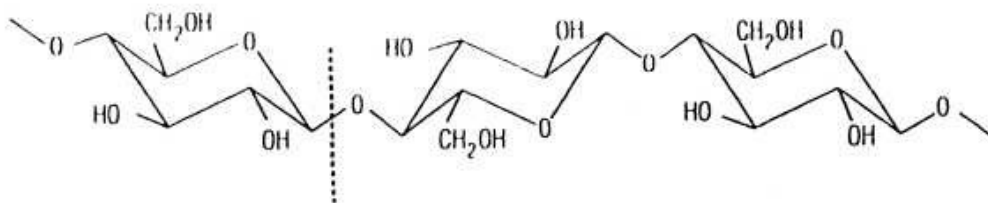
çıkılmaktadır. 200 °C'nin üzerinde ısı dekompozisyon ve depolimerizasyon başlamaktadır. 200 ve 300 °C arasında birincil uçucu dekompozisyon gelişir. Selülozun 400 °C'nin üzerine ısıtılmasıyla kalan tek madde kömürdür [8].

2.4.4.6. UV ve yüksek enerji radyasyonu

Selülozun görünür ve UV ışıkla ilişkisi fotokimyaya, yüksek enerjili radyasyonla ilişkisi de radyasyon kimyasına girmektedir. Işık özellikle pamuklu kumaşların zarar görmesine neden olmaktadır. Güneşin ultraviyole ışınları pamuğun zamanla oksiselüloza dönmesine neden olur ve mukavemet düşer. 2-3 hafta direkt güneş ışığına maruz kalan pamuğun mukavemeti % 50 oranında düşme göstermektedir. Yüksek enerjili radyasyon selülozun oksidatif depolimerizasyonuna neden olmaktadır. Düşük dozajlarda lif özelliklerinde değişme görülmesi de yüksek dozajlarda pamuğun fiziksel ve kimyasal özelliklerinde değişme gözlenmektedir. Pamuğun oksidatif depolimerizasyonu içerdiği karbonil ve karboksil grupların artmasıyla orantılıdır [10].

2.4.5. Enzimatik modifikasyon

Tekstil uygulamalarında kullanılan enzimler; haşıl sökmede kullanılan enzimler, yüzey liflerinin uzaklaştırılması için kullanılan enzimler, yumuşak tutum veren enzimler ve boyanmış pamuğun renk özelliğini geliştirmede kullanılan enzimler şeklindedir. Her enzimin etki ettiği belirli maddeler vardır. Tekstilde kullanılan enzimler selülozu oluşturan glikoz yapıtaşları arasındaki oksijen köprülerini koparan enzimlerden değildir. Selülaz veya 1,4-β-glukanaz enzimleri direkt zinciri oluşturan oksijen köprülerini koparmaktadırlar. Şekil 2.3 de bu olay gösterilmektedir [7].



Şekil 2.3. Selülozun kopardığı selülozdaki glikosidik bağlar [7]

Enzimlerin stabilitesi, ortamdaki hidrojen iyonu konsantrasyonuna bağlıdır. Enzimlerin pamuk elyafının terbiye işlemlerinde kullanılmasının en önemli nedenlerinde biri de, enzimlerin ekolojik açıdan güvenli olmalarıdır [8].

2.5. Reaktif Boyarmaddeler

2.5.1. Reaktif boyarmaddelerin özellikleri

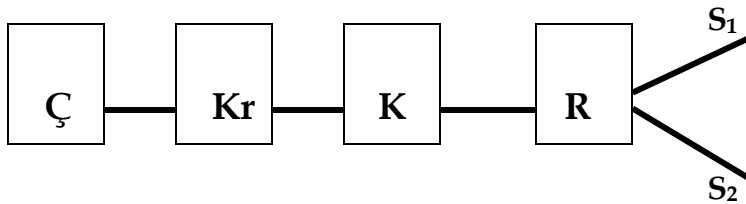
Reaktif boyarmaddeler ilk defa 1956 yılında ICI (Zeneca) firması tarafından üretilmiştir. Reaktif boyarmaddeler uygun koşullar altında lif ile kimyasal reaksiyona girerek, kovalent bağ özelliğine sahip tek boyarmadde sınıfıdır. Karakteristikleri küçük ve basit molekül yapılarına sahip olmalarıdır. Molekül ağırlıkları genellikle 69-221 g/mol dır. Küçük parçacık özelliği life hızlı bir şekilde nüfuz etmelerini sağlar. Çok parlak renklere sahip reaktif boyar maddeler basit yapılarının sonucu olarak spektrumlarında çok dar ve yüksek pikler gösterirler. En çok mavi, kırmızı, oranj ve sarı renklerin eldesi için kullanılırlar.

Reaktif boyarmaddeler suda kolay çözünürler. Selülozun -OH, poliamidin -NH₂ protein esaslı liflerin -NH₂, -SH (merkaptan) grupları ile kovalent bağlar oluşturarak liflere bağlanırlar. Reaktif boyarmaddeler önce selüloz esaslı lifler için geliştirildikleri gibi yaygın olmasa da yün, ipek, orlon, akrilik ve karışımları içinde kullanılmaktadır. Daha az olarak reaktif boyarmaddeler naylon ipek ve asetatlarda kullanılabilir. Naylon ve yün için asit reaktif gruplar kullanılır. Boyarmadde grubu olarak azo grubu içeren reaktif boyarmaddeler aşındırma baskılarda uygundur. Özellikle pamuk baskısında yüksek ışık ve yaş haslıklarına sahip parlak renkler elde edilir. Reaktif boyarmadde ile boyanacak ya da basılacak iyi bir ön terbiye işlemi görmeleri gerekmektedir. Özellikle nişasta haşılının uzaklaştırılması zorunludur. Aksi halde boyarmadde materyal yerine nişasta haşılı ile reaksiyona girer. Tüm ağartma maddelerinin de iyi bir durulama ile materyalden uzaklaştırılması gerekmektedir.

Reaktif boyarmaddelerin ışık, yaş ve ter haslıkları yüksektir. Boya-lif bağları çok düşük ve yüksek pH'larda hidrolize uğradığı için asit ve alkali haslıkları orta

seviyededir. Özellikle reaktifliği diklor ve triklorprimidin boyarmaddeleri hidrolize çok eğilimlidirler. Klor haslıkları düşük olduğu için klor içermeyen ağartma maddeleri kullanılarak bu dezavantaj indirgenmeye çalışılmaktadır. Boyamanın bitiminde hidrolize uğrayan boyarmadde kısmını uzaklaştırmak için sabunlama ve durulama ile iyi bir ard işlem yapmak gerekmektedir. Tuz ya da alkali fiksesi yapılabilir. Reaktif boyarmaddeler sökülebilirler. Bazı boyarmaddeler beyaza dek sökülebilmektedir.

Reaktif boyarmaddeler, yüksek ölçüde suda çözünebilen boyarmaddelerdir. Ancak direkt boyarmaddelerin yerine düşük substantiviteye sahip olacak şekilde geliştirilmişlerdir. Kovalent bağın oluşumu alkali ortamda olur ve bazen tersinir olabilir. Buharlamada boyarmaddenin fiksajına yardım eder. Kovalent bağın kuvveti, metal koordinasyon bağlarından kuvvetlidir. Elektrostatik bağlar, hidrojen köprüleri, Van der Waals kuvvetleriyle oluşan bağlar çok daha kuvvetlidir. Bunun sonucu olarak reaktif boyarmaddeler çok iyi yıkama sürtme ve ışık haslıkları verir [2, 6]. Reaktif boyarmaddenin kimyasal yapısı Şekil 2.4 de verilmiştir.



Şekil 2.4. Reaktif boyarmaddenin kimyasal yapısı [11]

2.5.2. Reaktif gruplar ve sınıflandırılması

Reaktif boyarmaddeler genel olarak reaktif grubun kimyasal yapısına göre veya bu grubun kimyasal reaktivitesinin derecesine göre sınıflandırılırlar. En yaygın olarak kullanılan reaktif boyarmadde grupları azalan aktiviteye göre şu şekilde sıralanır;

Diklortriazin

Diflorokloropirimidin

Vinilsülfon

Monoklortriazin

Kloropirimidin

Akrilolamino

Monoflortriazin

Bir boyarmadde yukarıdaki gruplardan yalnızca birine sahip olabileceği gibi birden fazla reaktif gruba da sahip olabilir. Bu tip boyarmaddeleri bifonksiyonel reaktif boyalar denir. Bu tip boyarmaddelerin boyama verimleri monofonksiyonel yapılara nazaran daha iyidir [11].

Aşağıdaki Tablo 2.3 de belli başlı reaktif gruplar üreticilerine göre verilmiştir.

Tablo 2.3. Başlıca reaktif gruplar, ticari isimleri ve boya üreticileri [11]

Boya Reaktif Grupları	Ticari İsmi	Boya Üreticileri
DİKLORTRİAZİN	PROCION MX BASILEN M	BASF BASF
MONOKLORTRİAZİN	CIBACRON CIBACRON E PROCION H,HE,SP BASILEN E,P DRIEN P SUMUFIX H	CIBA-GEIGY CIBA-GIEGY BASF BASF CLARIANT SUMITOMO
VİNİLSÜLFON	REMAZOL SUMUFIX RIFAZOL KIMSOLINE	DYSTAR SUMITOMO ITOCHU KISCEKISCO
TRİKLORPRİMİDİN	CIBACRON T-E DRIMEN X	CIBA-GEIGY CLARIANT
DİFLORKLOROPRİMİDİN	LEVAFIX E-A DRIMAREN K	DYSTAR CLARIANT
MONOFLORTRİAZİN	CIBACRON F LEVAFIX E-N	CIBA-GEIGY DYSTAR

2.5.3. Reaktif boyarmaddelerin soğukta ve sıcakta boyayanlar olarak sınıflandırılması

Soğukta boyayan reaktif boyarmaddeler için sıcaklık 20–40°C arasındadır. Reaktiflik yüksek olduğu için sıcaklığı yükseltmeden ve alkali ilavesini arttırmadan elyaf ile çok kolay reaksiyona girerler [6]. Bunların avantajları;

Daha hızlı boyama yapmak

Daha az kimyasal madde tüketimi

Daha az enerji tüketimi

Yüksek boyarmadde verimi

Tekrarlanabilme olanağının daha iyi olması

Aynı zamanda düşük subsantiviteleri yüzünden yıkanmalarının çok kolay olmasıdır.

Yüksek sıcaklıkta durulama yeterlidir.

Sıcakta boyanan reaktif boyarmaddelerin boyama sıcaklığı 60-80° C arasındadır, reaksiyon kabiliyetleri zayıf oldukları için sıcaklığı yükseltmek ve alkali ilavesini arttırmakla aktivite sağlanır. Sıcak boyamada sıcaklığı yüksekliği nedeni ile çok düzgün boyamalar elde edilir ve boyar madde nüfuziyeti mükemmeldir [6]. Bunların en büyük avantajları;

Hidroliz tehlikesinin az olması

Daha iyi nüfuz etmeleridir.

2.5.4. Selüloz elyafın reaktif boyarmaddeler ile boyanması

Reaktif boyarmaddeler selüloz elyafı ile aşağıdaki reaksiyona göre kovalent bağ oluştururlar.



Ortama alkali konulduğu zaman, boyarmadde selülozun OH grubu ile reaksiyona girerken, bir kısmı da banyoda bulunan OH iyonları ile birleşir ve aktivitesini yitirir. Bu reaksiyona hidroliz olmuş boya denir. Hidroliz olmuş boyanın elyafa ilgisi azdır ve elyafa fiziksel olarak bağlanırlar.

Bir boyarmaddenin elyafa olan ilgisine süstantivite denir. Bu ilgi boyar maddenin reaktif grubuna ve boyama koşullarına göre değişir. Sabstantivite reaktif gruplara, tuz miktarına, flotte oranına ve boyama sıcaklığına bağlıdır.

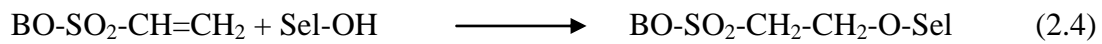
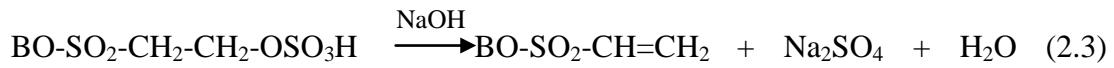
Daha önce de belirtildiği gibi, kovalent bağ reaksiyonu boyarmaddenin reaktif grubu ile selülozun OH grubu arasında oluşur. Reaktif gruplardaki klor, flor, sülfon iyonları, hidroksil iyonunun hidrojeni ile birleşerek asit oluşturur. Ortaya çıkan asit, soda ilavesi ile nötr hale getirilerek ortamdaki uzaklaştırılır ve reaksiyon sağa doğru ilerler.

Selüloz elyafı su içine girdiği zaman yüzeyi su ile kaplanır. Reaktif boya da, suda çözüldüğü zaman aniyonik yüklüdür. İki negatif yüklü madde birbirini iteceğinden boyarmadde pamuğa yaklaşamaz. Bu nedenle ortama tuz verilir. Tuzun artı yüklü sodyum iyonları, selülozun eksi yüklü hidroksil iyonlarını çevreler ve yüzeyin pozitif yüklü olmasını sağlar. Bu durumda, boyarmadde elyafa doğru hareket eder.

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 ısıda kullanılabilir. Her durumda, kumaş boyamadan sonra fikse olmamış (boyarmadde banyosundaki su ile bağ yapmış olduğu için boyamada bir değeri olmayan), elyafa fiziksel bağlarla bağlanmış boyarmaddelerin uzaklaştırılması amacı ile iyice sabunlanır.

Boyarmadde bünyesinde iki veya daha fazla reaktif grup bulunabilir, bu tip boyar maddeler elyafı bifonksiyonel reaksiyona girerler. Sonuçta; boyarmaddenin elyafı yaptığı bağın çok sağlam olması nedeni ile fikse edilmeleri de çok iyidir. Bu da

boyamanın haslığı ve boyarmadde verimi üzerine etki eden önemli faktörlerden biridir. Reaktif boyamada istenmeyen yan reaksiyon, boyarmaddelerin % 15-40' a kadar hidrolize olmasıdır. Ancak son gelişmeler suya daha stabil boyarmadde üretimini sağlamıştır. Bifonksiyonel ve polifonksiyonel tipler bu açıdan avantajlıdır. Örneğin, Ciba firmasının Cibacron FN markaları bifonksiyonel etki gösterirler. Hem vinilsülfon hem de monoflortriazin grubu içeren reaktif boyarmaddelerdir. Bu da boyarmadde veriminin yüksek olmasına neden olur. Reaktif boyarmaddeler selüloz ile ester bağları oluşturmak üzere yer değiştirme (süstitüsyon) reaksiyonu verebileceği gibi, eter bağları oluşturmak üzere katılma (adisyon) reaksiyonu da verebilir.



Eter bağları, ester bağlarının tam aksine asit ortamlara dayanıklı, bazik ortamlara dayanıksızdır. Reaktif boyarmaddeler haricindeki diğer boyarmaddeler; küp boyarmaddeler, direkt boyarmaddeler, kükürt boyarmaddeler ve azoik boyarmaddelerdir. Reaktif boyarmaddelerin avantaj ve dezavantajları aşağıda Tablo 2.4.' de verilmektedir [6, 11].

Tablo 2.4. Reaktif boyarmaddelerin avantajları ve dezavantajlar

Avantajları	Dezavantajları
<ul style="list-style-type: none"> *Yıkama ve ışık haslıkları. *Parlak ve canlı renkleri vardır. *Yüksek ölçüde tekrarlanabilirlik mümkündür. *Düzgün boyama elde etmek kolaydır. *Renk paleti mükemmeldir. *Hemen hemen tüm emdirme ve çektirme metotlarına uygundur. 	<ul style="list-style-type: none"> *Klor haslıkları ve bazik çözeltilere haslıkları iyi değildir. *Yüksek sıcaklıktaki bazik işlemlerde lifler bağlanan kovalent bağların bir kısmı kopar ve lifle reaksiyona girme yeteneğini kaybeden boyarmadde şekline dönüşür. *Boyama süreleri diğer boyarmaddelerden daha uzundur (yaklaşık 5-7 saat) *Ard işlemleri dikkat ve zaman gerektirir, maliyeti arttırırlar, su ve atık su problemi getirirler.

2.6. Reaktif Boyarmaddelerle Çektirme Metoduna Göre Boyama

Çektirme metoduna göre boyama tekstil mamulün uzun flotte oranında uzunca bir süre boyanması demektir. Çektirme metoduna göre üç adımda gerçekleşir.

Boyarmaddenin lifler tarafından alınması

Boyar maddelerin liflere fiksajı

Fikse olmamış boyarmaddelerin uzaklaştırılması

Reaktif boyarmaddelerle çektirme metoduna göre boyama iki temel prensipte yapılır. Birincisi; Boya ve fikse işleminin aynı anda yapılması, İkincisi; Normal olarak boyama bittikten sonra alkali ilave edilerek boyarmaddenin fikse edilmesi.

Birinci metot, kolay ve kısa süreli olmasına rağmen bazik ortamda boyarmaddenin hidrolizi nedeniyle her zaman uygulanmaz [6].

2.6.1. Çektirme yöntemine göre reaktif boyarmadde seçimi

Çektirme yöntemine göre boyamada, substantifliği fazla olan boyarmadde seçilir. Substantifliği az olması halinde flottede kalan boyarmadde miktarı fazla olacaktır. Ancak, substantifliği fazla olan boyarmaddenin kullanılması halinde, hidroliz de fazla olacak boyarmadde verimi düşecektir. Lifler tarafından alınan boyarmadde miktarını artırmak için alınan iki tedbir; biri flotte oranını mümkün derece kısa tutmak, diğeri flotteye bol miktarda tuz vermektir.

Reaktif boyarmaddelerle aynı madde üzerinde yapılan boyamalar sonucunda elde edilen parlak kırmızı renkler; ölçülebilir renk tonu farklılıklarına, aynı zamanda optimum kesikli boyama şartlarında ve haslık değerlerinde de belirgin farklılıklara sahiptirler.

Triazinil ve pirimidinil boyarmaddeleri pH 6-7 derecelerinde yapılan testlerde optimum yaş haslıklar gösterirken, vinilsülfonlar en iyi sonucu pH 4,5 değerinde verir. Bu pH optimumları her iki tarafında (alt ve üst değerlerinde) boyarmadde- lif bağlarının hidrolize olması baz ya da asit ile katalize edilebilir.

Vinilsülfon boyarmaddesi ile boyamada alkaliye karşı duyarlılık olması nedeni ile boyamadan sonra alkalinin uzaklaştırılması için ılık asetik asit yıkaması yapılır.

Farklı reaktif sistemlere dayanan çok sayıda boyarmadde olmasının doğurduğu bir sonuç da, elektrolit, alkali ve sıcaklıkla ilgili tavsiyelerin çok çeşitlenmesidir.

Boyarmadde seçiminde en önemli pratik kriter; istenilen renk ve haslığın tatmin edici boyama kalitesi ile en ekonomik olarak yakalandığı yöntemin bulunmasıdır.

Türkiye piyasası, çektirme yöntemine göre boyamalarda % 70 oranda sıcakta boyama reaktif boyarmaddelerle boyama yapmaktadır. Diğer çoğunluğu ılık grup alır [11].

2.6.2. Çektirme yönteminde çekim oranını etkileyen faktörler

Boyarmaddenin substantifliği,

Lifin cinsi

Mamulün gördüğü ön terbiye işleminin yeterliliği,

Flotte oranı,

Tuz konsantrasyonu, cinsi, flotteye ilave şekli,

Baz konsantrasyonu,

Boyarmaddenin kimyasal reaktivitesi,

Boyama sıcaklığı,

Boyama cihazının cinsi,

Boyama süresi

2.6.3. Reaktif boyamada sıcaklık etkisi

Boyarmaddenin fikse olması için gerekli sıcaklık, boyarmaddenin cinsine ve kullanılan baza göre değişir. Sıcaklığın 10 °C artırılması reaktif boyar maddenin tepkimeye girme hızını 4 kat artırır. Boyarmaddenin lifler tarafından alınması düşük sıcaklıkta fazladır, yüksek sıcaklıkta difüzyon ve düzgünleşme fazla olur. Aplikasyon sıcaklığındaki değişmelerin etkisi, zaman ve etkinlik arasında bir uyuşmanın gerekliliğini de beraberinde getirir [6].

Yapılan çalışmada aynı boyama prosesleri farklı sıcaklıklarda tekrarlanarak sıcaklığı

boyama verimi üzerindeki etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Sıcaklık değeri yanında zamanında boyama verimine etkisi bulunmaktadır. Kullanılan boyama proseslerine ve boyarmadde cinsine göre zaman değeri belirlenmektedir. Zamanında boyama verimine sıcaklıktaki gibi etkisinin belirlenmesi amacı ile zaman değerleri üzerinde de değişiklikler yapılmıştır [11].

2.6.4. Reaktif boyamada baz etkisi

Ortam bazikliği, selülozun reaksiyona girebilmesi ve boyarmaddenin reaktifleşmesi için gereklidir. Reaktif boyarmaddenin tepkimeye girme hızı pH değerine ve sıcaklığa bağlıdır. pH değerinin 1 derece artırılması reaksiyon hızını 9-10 kat artırır. Reaktif boyarmaddelerle boyama flottesinin bazikliği; trisodyumfosfat, sudkostik, soda, sodyum bikarbonat ve su camı ile ayarlanabilir [6, 12].

2.6.5. Reaktif boyamada tuz etkisi

Reaktif boyamada tuz ilavesi substantifliği artırır. Ancak bir seferde fazla tuz ilavesi homojen olmayan bir boyamaya neden olabilir, bu durumda boyarmaddenin lif tarafından alınması devam ettikçe porsiyonlar halinde tuz ilave edilmelidir. Tuz olarak sodyumsülfat veya sodyumklorür kullanılır. Çektirme metodu ile yapılan boyamalarda başlangıçta NaCl veya Na₂SO₄ ilavesi açık renklerde 10-30 g/L gerekirken koyu renklerde 50 g/L olup Vinilsülfon boyalarda substantiviteyi artırmak için 80 g/L'nin üzerine de çıkılabilir [13, 14].

BÖLÜM 3. BOYAMA

3.1. Işık ve Renk

Işık, yüksek hıza sahip elektromanyetik dalgalar şeklinde olan enerji çeşidi olarak tanımlanabilir. Elektromanyetik dalgalar, dalgaların tepe noktaları arasındaki uzaklığı ifade eden dalga boyu ve belirli bir sürede belirli bir noktadan geçen dalga sayısını ifade eden frekans özellikleri ile karakterize edilirler. Dalga boyu ile frekansın çarpımı dalganın hızını verir. Bu belli bir ortam için sabit bir değerdir [20].

İnsan gözü görünür bölge olarak adlandırılan ve dalga boyu 400-750 nm arasında olan elektromanyetik dalgaları algılayabilir [20, 21].

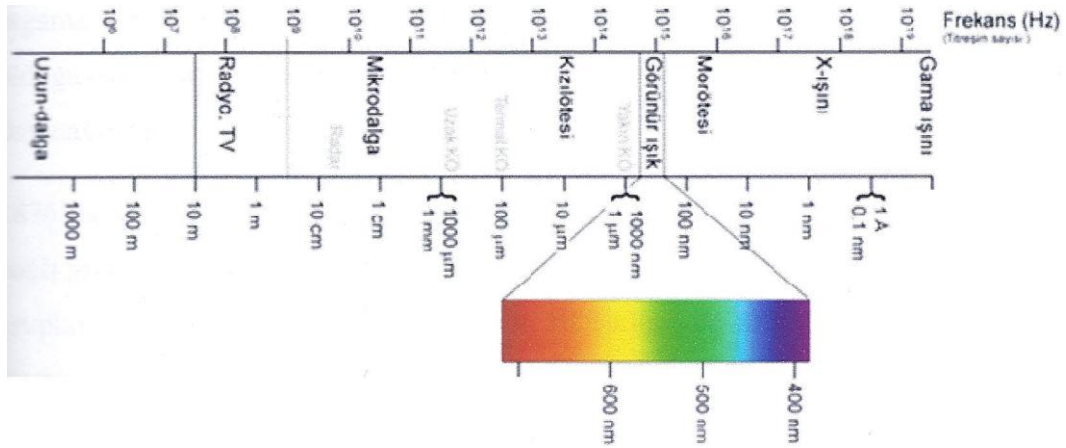
Rengin algılanmasının üç aşaması vardır ve bunların her biri çok sayıda karmaşık prosesler içerir.

1. Göze gelen renkli ışığın gözün retina kısmında yer alan hassas hücreler tarafından absorplanması
2. Sinir uyarılarının retinadan beyne göz sinirleri aracılığıyla iletilmesi
3. Görme korteksine ulaşan bu sinyallerin yorumlanması [20].

Güneş ışığı bir prizmadan geçirilerek bir beyaz ekran üzerine düşürülürse kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor renk tonlarına ayrılır. Elde edilen bu renk serisine renk spektrumu veya tayf adı verilir. Bu renk serisi bir prizma yardımıyla yeniden toplanırsa beyaz ışık elde edilebilir [21].

Eğer bir cisim üzerine düşen ışığın tamamını yansıtıyorsa beyaz, ışığın tamamını absorplayıp hiç yansıma yapmıyorsa siyah görünür. Cisim üzerine düşen beyaz ışıktan belli dalga boyundaki bazı ışık veya ışıkları absorpluyorsa beyaz ışıktan geri kalanları yansır ve bu yansıyan ışıkların dalga boyuna bağlı olan bir renkte

görünür. Spektrumda birbirleri ile karışmaları durumunda beyaz rengin elde edilebildiği renklere komplementer (tamamlayıcı) renk adı verilir. Örneğin beyaz ışıktan sarı absorplanırsa mavi görünür. Bu sebeple mavi ve sarı komplementer renklerdir. Cismin beyaz ışıktan absorpladığı ışığın dalga boyu ile cismin görünen rengi aşağıdaki tabloda gösterilmiştir [21, 22].



Şekil 3.1. Elektromanyetik spektrum [35]

Tablo 3.1. Işık absorpsiyonu ve renk [22]

Dalga boyu	Absorplanan ışığın	Yansıyan ışığın fark edilen
400-480	Mor	Sarımsı yeşil
480-500	Mavi	Sarı
500-560	Yeşilimsi mavi	Turuncu
560-580	Mavimsi yeşil	Kırmızı
580-595	Yeşil	Morumsu kırmızı (eflatun)
595-605	Sarımsı yeşil	Mor
605-605	Sarı	Mavi
605-605	Turuncu	Yeşilimsi mavi
605-750	Kırmızı	Mavimsi yeşil

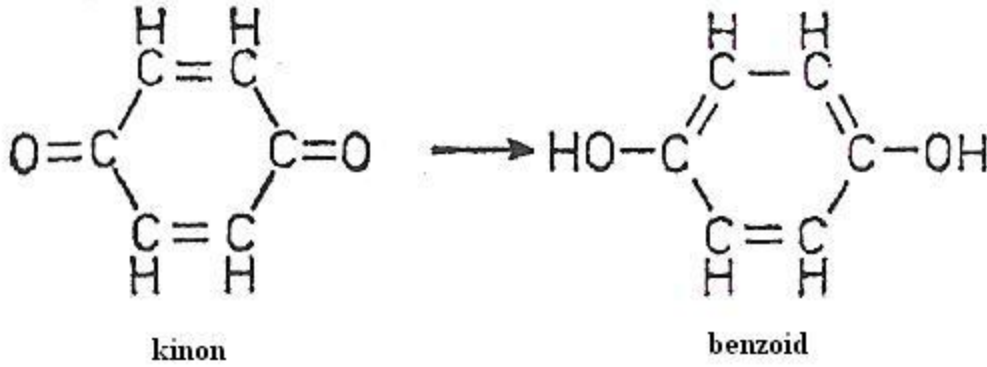
3.2. Renk Teorileri

Bir boyarmaddenin herhangi bir boyama metoduyla tekstil boyamada kullanılabilmesi için bizzat renkli olması ve elyaf ile sıkı sıkıya birleşebilmesi

gerekir. Renklilik ve elyaf üzerine bağlanabilmek, birbirinden tamamen ayrı olan ve birbiriyle hiçbir ilişkisi bulunmayan iki ayrı özelliktir. Elyaf üzerine bağlanabilmek, gerek renkli bileşiğin gerekse elyafın bileşimine olduğu gibi uygulanan boyama metoduna da bağlıdır [21,22].

Maddenin kimyasal yapısı ile renklilik arasındaki ilişki çok eski yıllardan beri araştırılmıştır. 1869'da Graebe ve Liebermann indirgen maddelerin hemen her zaman organik maddelerin renklerini giderdiğini görerek renkliliğin doymamışlıkla ilişkisi olduğu sonucunu çıkardılar. Bugün hala diğer nedenler arasında renklilik en çok doymamışlıkla atfedilmektedir. 1876'da Witt nitro, nitrozo, azo, karbonil, etilenik çift bağ, tiyokarbonil gibi çifte bağlı grupların renklilik sağladığını öne sürdü. Bu gruplara kromofor yani renk verici gruplar adını verdi. Bu grupları taşıyan bileşiklere de kromojen dedi. Molekülde kromofor grup sayısının artması rengin koyulaşmasına neden olmakla beraber, kromofor bir grup içeren, örneğin azobenzen gibi bir madde teknik bir boyarmadde olmaktan çok uzaktır. Witt'e göre bir kromojenin boyarmadde karakterini alabilmesi için molekülde kromofordan başka oksokrom denilen amino, substitue amino, hidroksil, metoksil, sülfonik ve karboksil gruplarının da bulunması gerekir. Birçok durumlarda oksokromlar sadece renk oluşmasında kromoforu tamamlamakla kalmayıp, molekülün suda çözünmesini ve elyafa karşı afiniteye sahip olmasını da sağlarlar. Witt'in kromofor-oksokrom teorisi bütün renk olaylarını açıklamakta yeterli değildir. Çünkü bu teori bir grubun kromofor özellik gösterebilmesi için yapısında aranan koşulların ve kromofor gruplarla oksokrom gruplar arasındaki kimyasal etki ve ilişkilerin neler olduğunu açıklamaktan uzaktır [20, 21, 22].

Bundan sonraki gelişmeler birbirinden tamamen farklı iki yoldan yürümüştür. Birinci yol Willsatter'in merikinoid teorisi, ikinci yol ise Dilthey ve Wizinger'in koordinatif doymamışlık ve iyonlaşma teorisidir. 1888'de H.E.Armstrong renklilik hakkında kinonoid teorisini ortaya attı. Armstrong, bütün kinonların renkli olup benzoid yapısına indirgendiklerinde rengin kaybolmasına dayanarak kinon halkasını kromofor kabul etmiş ve bütün boyarmaddelerde kinoid bir atom sıralanışının bulunması gerektiğini ileri sürmüştür [20, 21, 22].



Şekil 3.2. Kinon ve benzoidin molekül yapısı [21]

Ancak kinonoid teori bazı kinonların (örneğin dimin kinon) renksiz olmaları sebebiyle tam olarak açıklayıcı değildir [21,22].

Daha sonraları trifenilmetan boyarmaddelerinin renkliliklerini inceleyen Willstatter ve Piccard'ın yaptıkları açıklamalara göre renkliliğin asıl nedeni, aynı cins oksokrom grupları taşıyan kinoid ve benzoid halkalarının yan yana bulunmasıdır. Günümüzde hala geçerli olan rezonans teorisine çok benzeyen merikinoid teorisine göre bağ elektronlarının kayması sonucu halkaların oksidasyon basamaklarının değişmesiyle benzoid olan halka kinoid, kinoid olan halka ise benzoid olur. Ancak bu teori seçimli ışık absorpsiyonunu açıklayamaması bakımından yetersizdir [21,22].

Merikinoid teorisinin yetersizliğini araştıran Dilthey ve Wizinger kinoid gruplaşmanın varlığını kabul etmeyerek koordinatif doymamış tek atomları kromofor olarak kabul ettiler. Bu teoriye göre kromoforun etkisi bileşik iyon haline geçtiğinde daha da artar. Fakat bu teori de seçimli ışık absorpsiyonunu açıklamakta yetersiz kalmıştır [21,22].

Günümüzde spektroskopik tekniklerin gelişmesiyle kromofor içersin veya içermesin bütün organik bileşiklerin radyasyon absorpladıkları anlaşılmıştır. Bazı bileşiklerin renkli oluşu bunların absorpsiyon bantlarının tesadüfen spektrumda insan gözünün

duyarlı olduğu çok dar bölgede bulunmasından kaynaklanır. Bu nedenle renk genel bir olayın özel bir durumudur [21,22].

Moleküllerdeki elektronlar değişik enerji seviyelerinde bulunabilirler. Normal sıcaklık ve basınç koşullarında en düşük seviyede yani esas durumdadırlar. Enerji absorplayarak daha yüksek enerji seviyelerine yani uyarılmış duruma getirilebilirler. En düşük enerji seviyesi E_0 daha yüksek enerji seviyeleri E_1 , E_2 , $E_3...$ ile gösterildiğinde uyarılmış durumda bulunan bir molekülde elektronlar tarafından absorbe edilen ışık enerjisi her iki orbitalin enerji seviyeleri arasındaki farka eşittir.

$$\Delta E = E_n - E_0 = h\nu \quad (3.1)$$

Burada h : Planck sabiti ν : absorplanan ışığın frekansını göstermektedir. Frekans ile dalga boyu ters orantılı olduğundan absorplanan enerji ne kadar büyük olursa absorbe edilen ışığın dalga boyu o kadar kısa olur. Yalnız σ elektronlarından oluşan tek bağlı elektron sistemlerini içeren doymuş bileşikler özellikle doymuş hidrokarbonlar Schumann ultraviyole alanı denilen ve dalga boyu 120-190 nm olan alanda doymamış absorpsiyon yaptıklarından göze renksiz görünürler. Buna karşılık molekülerinde π elektronlar içeren maddelerde bu elektron sistemleri daha az enerji ile uyarılabildiklerinden absorplanan enerji küçük dolayısıyla dalga boyu büyük olur. Kısacası doymamış bileşikler ve boyarmaddeler kuvarz ultraviyole (dalga boyu 190-400 nm arasında olan) ve görünür bölge (dalga boyu 400-800 nm arasında olan) alanda absorpsiyon yaparlar. Sonuç olarak esas durumla uyarılmış durumları arasındaki enerji farkının oldukça küçük olduğu moleküllere sahip bileşikler göze renkli görünürler [20, 21, 22].

Moleküler orbital teorisine göre konjuge çifte bağ sistemi içeren bir molekülde π elektronları karbon zinciri boyunca uzanan bir bulut oluştururlar. Konjuge zincirin uzaması π orbitalleri arasındaki enerji aralıklarının azalmasına ve sayılarının artmasına neden olduğundan konjuge zincir ne kadar uzunsa elektronları uyarılmış

duruma geçirmek için gereken enerji o kadar az olur ve absorplanan ışığın dalga boyu da o kadar büyük olur [21,22].

Bir bileşiğin renkli olabilmesi için yapısal şartlar şu şekilde belirtilebilir:

1. Molekülde π elektronlarının varlığı ve yeterli sayıda olması
2. Konjuge çift bağlar
3. Kromoforlar ve oksokromlar

3.3. Boyama Kinetiği

Pek çok tekstil boyama prosesi başlangıçta boyarmaddenin sulu çözeltiden elyafın yüzeyine geçişini içerir. Bu olay adsorpsiyondur. Boyarmadde molekülleri daha sonra elyafın içine difüzenir. Bu elyafın iç yapısına bağlı olarak polimer molekülleri arasına veya boşluklara geçiş şeklinde olur. Bu adım yani difüzyon, hızı belirleyen basamaktır. Adsorpsiyon ve boyarmaddenin elyafın içine nüfuz etmesi olaylarının bütününe adsorpsiyon denir [29, 30].

Boyarmaddenin elyafa difüzenmesi boya banyosunun pH'ına, sıcaklığına ve kullanılan yardımcı kimyasallara bağlıdır [29].

Absorpsiyon tersinir bir prosestir. Materyalin yıkanması esnasında boyarmadde sulu ortama geri dönebilir. Bu durum desorpsiyon olarak tanımlanır. Direkt adsorpsiyondan başka, elyafın boyanması boyarmaddenin elyafın içinde çöktürülmesini veya elyafı boyarmadde arasında kimyasal bir reaksiyonu da içerebilir. Bu iki yöntem tersinmez prosesler olduğundan daha iyi yıkama haslığı ile sonuçlanırlar [30].

Boyamanın en yavaş basamağı olan difüzyonun kinetik açıdan incelenmesi ile boyama kinetiğinin belirlenmesi pek çok araştırmacı tarafından çalışılmıştır.

Boyarmaddenin elyaf içerisine difüzyonu Fick yasası tarafından tanımlanır. İkinci Fick yasasına göre, elyafın birim alanına difüzenen boyarmadde akısı (J,

mol/m²s),bu alandaki konsantrasyon gradyenti (dC/dx, mol/m³m) ve difüzyon katsayısı (D,m²/s) ile doğru orantılıdır [30].

$$j = -D \frac{dC}{dx} \quad (3.2)$$

Difüzyonun r yarıçapındaki sonsuz uzunluktaki bir silindir (ya da filament) içerisine olması durumu Hill denklemi ile açıklanabilir.

$$\frac{M_t}{M_\infty} = 1 - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{4}{q_n^2} \exp\left(-q_n^2 \frac{Dt}{r^2}\right) \quad (3.3)$$

Denklemden M_t , t zamanında elyaf üzerindeki boyarmaddenin miktarını, M_∞ dengede elyaf üzerindeki boyarmaddenin miktarını, D difüzyon katsayısını, r ise elyafın yarıçapını ifade etmektedir. q_n sıfırinci derece Bessel fonksiyonunun pozitif köklerini göstermektedir [31].

$Dt/r^2 \ll 1$ olması durumunda Denklem 3.3 Crank denklemi olarak bilinen Denklem3.4'e indirgenir [32].

$$\frac{M_t}{M_\infty} = 4 \sqrt{\frac{Dt}{\pi r^2}} \quad (3.4)$$

M_t/M_∞ değerlerinin \sqrt{t} değerlerine karşılık grafiğe geçirilmesiyle elde edilen lineer doğrunun eğiminden difüzyon katsayısı değeri tespit edilebilir [32].

Deneysel olarak M_∞ değerlerinin tespit edilebilmesi uzun deney sürelerinin gerektirebilir. Bu uzun boyama süresi içerisinde boyarmaddenin ve elyafın bozunması ihtimali sebebiyle deneysel olarak M_∞ değerlerinin tespit edilebilmesigüçtür. Bu sebeple M_∞ değerinin matematiksel ifadelerle elde edilebilmesine yönelik çalışmalar literatürde mevcuttur [31,33].

Shibusawa hidrofobik liflerin dispersboyarmaddeler ile boyanmasında difüzyon katsayılarının tespit edilebilmesi için Hilldenklemini aşağıdaki şekilde tekrar düzenlemiştir.

$$\frac{M_t}{M_\infty} \approx P_1 \left(\frac{Dt}{r^2} \right)^{1/2} - P_2 \left(\frac{Dt}{r^2} \right) \quad (3.5)$$

Bu denklemdeki P1 ve P2 polinomun katsayılarıdır ve deneme yanma yoluyla aşağıdaki tabloya uygunluklarına göre belirlenirler.

Tablo 3.2. M_∞ değerinin hesaplanmasında kullanılan katsayılar

Aralık	P ₁	P ₂	$\Delta \left(\frac{M_t}{M_\infty} \right)$
$0 < \frac{M_t}{M_\infty} < 0.6$	2.271	1.122	± 0.0005
$0 < \frac{M_t}{M_\infty} < 0.7$	2.277	1.150	± 0.001
$0 < \frac{M_t}{M_\infty} < 0.8$	2.297	1.222	± 0.002
$0 < \frac{M_t}{M_\infty} < 0.9$	2.331	1.352	± 0.005

$\Delta(M_t/M_\infty)$ Hill denkleminin yeniden düzenlenmesi ile orijinal halinden farkını ifadeetmektedir. Deneysel M_t değerlerinin $t^{1/2}$ 'ye karşı grafiğe geçirilmesiyle ikincidereceden bir polinom denklemi elde edilebilir.

$$M_t \approx A_0 + A_1 t^{1/2} + A_2 t \quad (3.6)$$

Bu polinomun katsayıları ve seçilen P₁ ve P₂ katsayılarıyla M_∞ değeri ve difüzyonkatsayısı aşağıdaki denklemler kullanılarak hesaplanabilir.

$$M_{\infty} \approx \frac{A_1^2 P_2}{A_2 P_1^2} \quad (3.7)$$

$$\left(\frac{D}{r^2}\right)^{1/2} \approx \frac{A_2 P_1}{A_1 P_2} \quad (3.8)$$

Seçilen P_1 ve P_2 değerlerine bağlı olarak Denklem 3.7'den hesaplanan M_{∞} değeri ile deneysel değerlerin oranının, M_t/M_{∞} , seçilen P_1 ve P_2 değerlerinde belirtilen aralığauymaması durumunda yeniden seçim yapılarak işlemler tekrarlanır [31].

Bu şekilde difüzyon katsayısı belirlenen aralık için ortalama bir değer olarak hesaplanabilirken, aşağıdaki denklemler vasıtasıyla belirlenen aralıktaki her bir zaman değeri için de ayrı ayrı hesaplanıp ortalama bulunabilir. Böylece daha hassas değerler elde edilebilir [31].

$M_t/M_{\infty} < 0.855$ olması durumunda,

$$\left(\frac{Dt}{r^2}\right)^{1/2} \approx \frac{0.44292M - 0.480014M^2 + 0.069127M^3}{1 - 1.282686M + 0.31912M^2} \quad (3.9)$$

$0.855 < M_t/M_{\infty} < 0.998$ olması durumunda,

$$\left(\frac{Dt}{r^2}\right)^{1/2} \approx \left\{ -\frac{0.36839 + \ln(1-M)}{5.7836} \right\}^{1/2} \quad (3.10)$$

$$M = M_t/M_{\infty} \quad (3.11)$$

Kubelka-Munk teorisine göre boyanmış bir tekstil materyali üzerindeki boyarmaddenin konsantrasyonu ile K/S değerleri arasında lineer bir ilişki vardır. Budurumda M_t/M_{∞} değerleri yerine $(K/S)_t / (K/S)_{\infty}$ değerleri kullanılabilir.[34]

3.4. Rengin Ölçümü

Herhangi bir rengin sayısal değerlerden yararlanılarak yapılan ölçümü ve değerlerin başka yer ve zamanda karşılaştırılması işlemi kolorimetri olarak tanımlanır [21, 23].

Herhangi bir rengin belirlenebilmesi farklı yöntemler kullanılabilir.

3.4.1. Ostwald renk sistemi

Ostwald renk sistemi 1914 yılında Alman bilim adamı Wilhelm Ostwald (1852-1932) tarafından geliştirilmiştir. Renklerin bir çember üzerine düzenli olarak sıralandığı, ortaya doğru, yani dairenin merkezine doğru rengin grileştiği ve tümünün aşağı doğru koyulaşıp, yukarı doğru açıldığı düşünülerek, renk çemberi boyunca taban tabana birleşmiş iki koniden oluşmuş geometrik bir yapıya sahiptir. Ostwald renk sisteminde 4 temel renk, 8 tonlama vardır. Ana renkler sarı, deniz mavisi, kırmızı ve deniz yeşilidir. Bunlarda kendi aralarında 24 renk oluşturacak şekilde daire üzerinde yer alırlar [24].

3.4.2. Munsell renk sistemi

Munsell renk sistemi, 1905 yılında Amerikalı Albert H. Munsell (1858-1918) tarafından geliştirilmiştir. Bu sistemin esası, bir rengin görsel özelliklerinin üç bileşenle tanımlanabileceği ve herhangi bir bileşenin eşit adımlarının, eşit görsel algılama adımlarına karşılık geleceği düşüncesine dayanmaktadır. Söz edilen üç bileşen renk adı (H: hue), değer (V: value) ve doygunluktur (C: chroma). Renk adı (H): Bir rengi ötekilerden ayırt eden niteliktir. Munsell renk sisteminde 5 ana renk (kırmızı, sarı, yeşil, mavi, mor) vardır. Bunların arasında ise 5 yardımcı renk sarı kırmızı, yeşil-sarı, mavi-yeşil, mor-mavi, kırmızı-mor) vardır. Değer (V): açık bir rengi koyu bir renkten ayırt etmeyi sağlayan bileşendir. Doygunluk (C): Bir rengin aynı değerdeki renk tonu olmayan (siyah beyaz arası) bir renkten ayırım derecesini belirleyen niteliğidir. Bir renk griden uzaklaştıkça doygunluğu artar, griye yaklaştıkça doygunluğu azalır. Tam grinin doymuşluğu 0'dır [25].

3.4.3. CIELab renk uzayı

Tekstil endüstrisinde renk ölçümü için yaygın olarak kullanılan CIELab renk uzayı Munsell renk sistemi üzerine kuruludur. CIELab renk uzayının bileşenleri değer (L: lightness), tonlama ve doygunluk (a, b) tur. L, bir rengin açıklığını-koyuluğunu, a ve b ise rengi oluşturmaktadır. a^* , CIELab renk uzayında kırmızı-yeşil eksenidir. +a, kırmızı yönünü, -a, yeşil yönünü göstermektedir. b^* , CIELab renk uzayında sarı mavi eksenidir. +b, sarı yönünü, -b ise mavi yönünü göstermektedir. İki renk birbiriyle karşılaştırılırken ΔE toplam renk farklılığının genliğini ifade eder ve şu formülle hesaplanır [26].

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (3.12)$$

3.3.4. Kubelka-Munk teorisi

Kubelka-Munk denklemi boyanmış bir tekstil materyalinin renginin ölçümü için geliştirilmiş matematiksel ifadelerden en önemlisidir. Boyanmış bir materyal için belirli bir dalga boyunda reflektans değerlerinin konsantrasyon değerlerine karşı çizilmesiyle elde edilen grafik lineer olmaktan çok uzaktır. Ancak Kubelka-Munk denklemi ile enstrümantal olarak eşleştirme yapabilmek için gerekli lineer ilişki kurulmuş olur [27].

Kubelka-Munk denklemi:

$$\frac{K}{S} = \frac{(1-R)^2}{2R} \quad (3.13)$$

K/S saçılım katsayısıdır ve boyarmadde konsantrasyonuyla direkt ilişkilidir. R isemaksimum absorpsiyondaki dalga boyunda kumaşın reflektansıdır [28, 27]. Kumaşüzzerindeki boyarmaddenin konsantrasyonu üç yöntemle belirlenebilir [28].

1. Çözeltideki boyarmaddenin konsantrasyonunun zamanla azalmasının ölçümüyle (ultraviyole spektroskopisiyle)
2. Belirli bir zaman süresince boyanmış kumaştaki boyarmaddenin uygun bir çözücüde ekstraksiyonu ve bu yeni çözeltinin ultraviyole spektroskopisiyle analiziyle
3. Boyanmış kumaşın reflektans değerlerinin ölçümü ve Kubelka-Munk denkleminin uygulanmasıyla

3.5. Renk Haslıkları

Renk haslığı, bir tekstil materyalinin renginin üretim ve kullanılma esnasındakarşılaştığı çeşitli etkenlere karşı gösterdiği direnme gücü şeklinde tanımlanır. Bir boyarmaddenin haslığı ışık, su, ter gibi belirli bir etkene karşı farklılık gösterebileceği gibi boyarmaddenin uygulandığı materyale göre de farklılık gösterir. Örneğin bir boyarmaddenin haslığı yün üzerinde düşük, fakat orlon üzerinde yüksek olabilir. Ya da ışığa karşı yüksek, fakat tere karşı düşük haslık değerinden bahsedilebilir [22].

Renk haslıkları genel olarak iki açıdan incelenir:

3.5.1. Kullanılma esnasında istenen haslıklar

Işık, yıkama, sürtünme, deniz suyu, ter, çözücü, ütüleme haslıkları bu bağlamda değerlendirilir [22].

3.5.2. Üretim esnasında istenen haslıklar

Daha sonra karbonize, merserize, yıkama gibi terbiye işlemlerine tabi tutulacak mamüllerin boyanmasında aranan haslıklardır. Bunlar asit, alkali, soda, pişirme, klor, kükürt, tuz, kaynatma haslıkları olabilir. Mamülün daha sona göreceği işlemler gözönüne alınarak boyarmadde seçimi yapmak önem taşır [22].

Boyanmış tekstil materyali üzerinde yapılan testlerden elde edilen veriler boyamanın haslık değerlendirilmesi hakkında bilgi verir. Renk haslığı testlerinin

değerlendirilmesinde deney sonuçlarının saptanması için gerekli derecelere sahip gri skalalar kullanılır. Gri skala üzerinde derece derece koyulaşan gri renkler içerir. Işık haslığı 8, diğer bütün haslıklar 5 ölçeği üzerinden değerlendirilir. Boyanmış tekstil materyali biri kendisiyle aynı, diğeri farklı cinsten iki tekstil materyaliyle sıkıca temasta olarak üretim veya kullanılma esnasında rastlayacağı koşullar altında çeşitli maddelere etki ettirilir. Boyalı örnekte meydana gelen renk değişikliği ve boyanmamış örneklerin lekelenme dereceleri gri skalalar yardımıyla değerlendirilir. Buna göre 1 en düşük haslığı 5 ise en yüksek haslığı ifade eder [22].

Günümüzde renk haslığının belirlenmesi testlerinde boyalı örneğe değişik elyaflardan mamül bir multifiberin sıkıca temasta bulundurulmasıyla haslık testleri yapılmakta ve örneğin diğer elyafları lekelemesi tespit edilmektedir. Multifiber; yün, akrilik, polyester, poliamid, pamuk ve asetat liflerinden hazırlanmıştır [27].

Yıkama haslığı testi, ISO standartlarına göre haslığı tespit edilecek materyal ile sıkıca temasta bulunan multifiberin yıkama makinasında flotte oranı 1:50 olacak şekilde 50 °C sıcaklıkta 30 dakika süreyle yıkanmasıyla gerçekleştirilir. Yıkama esnasında kullanılacak deterjan en çok %0.3 oranında serbest alkali (Na_2CO_3 cinsinden hesaplanmış) içermelidir ve toplam yağlı madde miktarı en çok %85 olmalıdır. Yıkamadan sonra örnekler önce soğuk destile su ile iki kere sonra akarmusluk suyu ile 10 dakika çalkalanır ve sıkıldıktan sonra 60°C sıcaklıktaki havada kurutulur. [22].

3.6. Mikrodalga Enerjisinin Tekstil Boyanmasına Kullanımı

3.6.1. Mikrodalga enerjisi

Mikrodalgalar elektromanyetik spektrumun infrared ve radyo dalgaları arasında yer alan, frekansları 300 MHz ile 300 GHz arasında, dalga boyları ise 1 mm ile 1 m arasında olan elektromanyetik dalgalardır. Birbirine dik elektrik ve manyetik alanlar ile karakterize edilen ve iyonlaşmayan elektromanyetik enerji türü olan mikrodalgalar, molekül ya da iyonların hareketlenmesine yol açar. Yansıtılabilir, iletilebilir, absorblanabilir ve absorblandığı materyal içerisinde ısı üretimine yol açar.

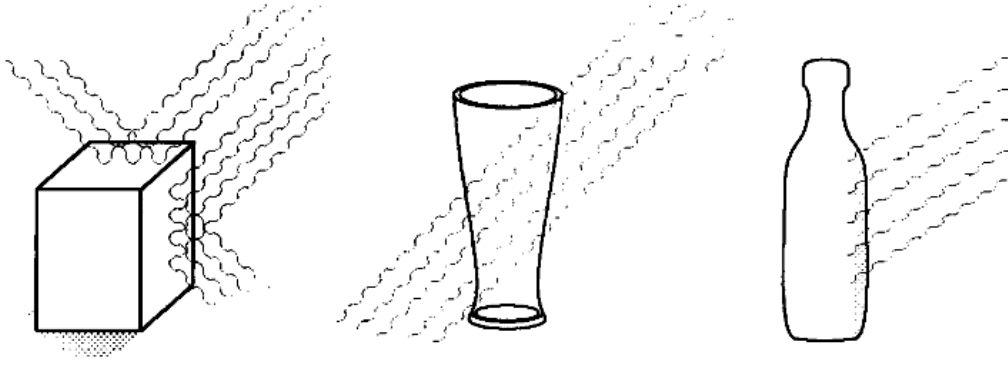
Mikrodalgalar cep telefonları, radarlar, endüstriyel, bilimsel ve medikal uygulamalarda kullanılmaktadır [35].

Mikrodalga ışımasını radyoaktif ışımadan ayıran temel fark radyoaktif ışımının iyonize olmasıdır. İyonlaşan ışımalarda akım yüksektir. Bu yüzden canlı hücrelerinde hasara sebebiyet verebilir. Bu tehlikeli ışınlar maddenin yapısını değiştirip, genetik mutasyona neden olabilir. İyonlaşmayan ışımada ise düşük akımdan dolayı bu tür tehlikeler görülmez. Mikrodalga ışımaları iyonize olmayan ışımalar grubuna girerler [27].

Mikrodalga enerjisinin kullanımının bazı üstünlükleri vardır: proses hızı klasik metotlardan daha büyüktür, enerji, numune içerisine iç ısı üretimine yol açacak şekilde nüfuz eder, sıcaklık gradyenti minimumdur, volumetrik ısıtma sağlar, karışımlarda seçici ısıtma sağlar, otomatik sistemlere kolaylıkla adapte edilebilir, güç seviyesi elektronik olarak düzenlenebilir ve kontrol edilebilir, kolayca ve hızlı bir şekilde başlatılıp durdurulabilir [36].

Bir madde mikrodalga ışımasına maruz kaldığında,

1. Eğer madde iletken ise (metaller, grafit gibi)mikrodalga maddenin yüzeyinden yansır. Bu sebeple mikrodalga iletken malzemelerin ısıtılması amacıyla kullanılamaz.
2. Eğer madde iyi dielektrik özelliklere sahip bir yalıtkan ise (kuvartz, porselen, seramik, cam gibi) mikrodalga absorpsiyon olmadan maddenin içinden geçer. Bu maddeler mikrodalgaları geçirgendir.
3. Eğer madde az dielektrik özelliğe sahipse (bu tür maddeler elektromanyetik alanda titreşerek ısı üretimine sebep olurlar, örneğin su) mikrodalga madde tarafından absorplanır [35].



Şekil 3.3. Mikrodalga ışınımına maruz kalan çeşitli maddeler (a) İletken, (b) Yalıtkan, (c) Dielektrikkaybına sahip maddeler [35]

Dielektrik maddeler elektriği iletmezler ancak uygulanan elektrik alandan etkilenirler. Elektrik alanın etkisinde maddenin elektron ve atomları yer değiştirir. Bunun sonucunda yük merkezleri değişerek elektriksel kutuplanma oluşur. Oluşan elektriksel dipoller dielektrik malzeme yüzeyinde elektriksel yük birikimi sağlarlar[37].

Mikrodalgaları kimyasal proseslere uygulayabilmek için en azından bir bileşenin polarize olabilmesi ve bileşiğin dipollerinin mikrodalga ışıması altında yönlendirilebilmesi gereklidir. Pek çok organik bileşik ve çözücü bu gereksinimleri karşılar ve mikrodalga uygulamalarında kullanılabilirler. Mikrodalganın uygulanabilmesi için ilk adım bileşenlerin dielektrik özellikleri bakımından incelenmesidir. Dielektrik özelliklerden en önemlisi maddenin elektrik geçirgenliğinin vakumun (boşluğun) elektrik geçirgenliğine oranı olan dielektrik sabitidir. Dielektrik sabiti maddenin karakteristik özelliğidir ve durumuna, voltaja ve elektrik alanın frekansına bağlıdır. Genel olarak, frekans arttıkça dielektrik sabiti azalmakta ve çok yüksek frekanslarda sabit kalmaktadır. [35].

$$\epsilon_r = \frac{C}{C_0} \quad (3.14)$$

Bu denklemde ϵ_r : dielektrik sabitini C ve C_0 ise kapasitörün işlem başlangıcındaki ve sonundaki toplam yükünü göstermektedir.

Tablo 3.3. Bazı maddelerin 20 °C'deki dielektrik sabitleri [37]

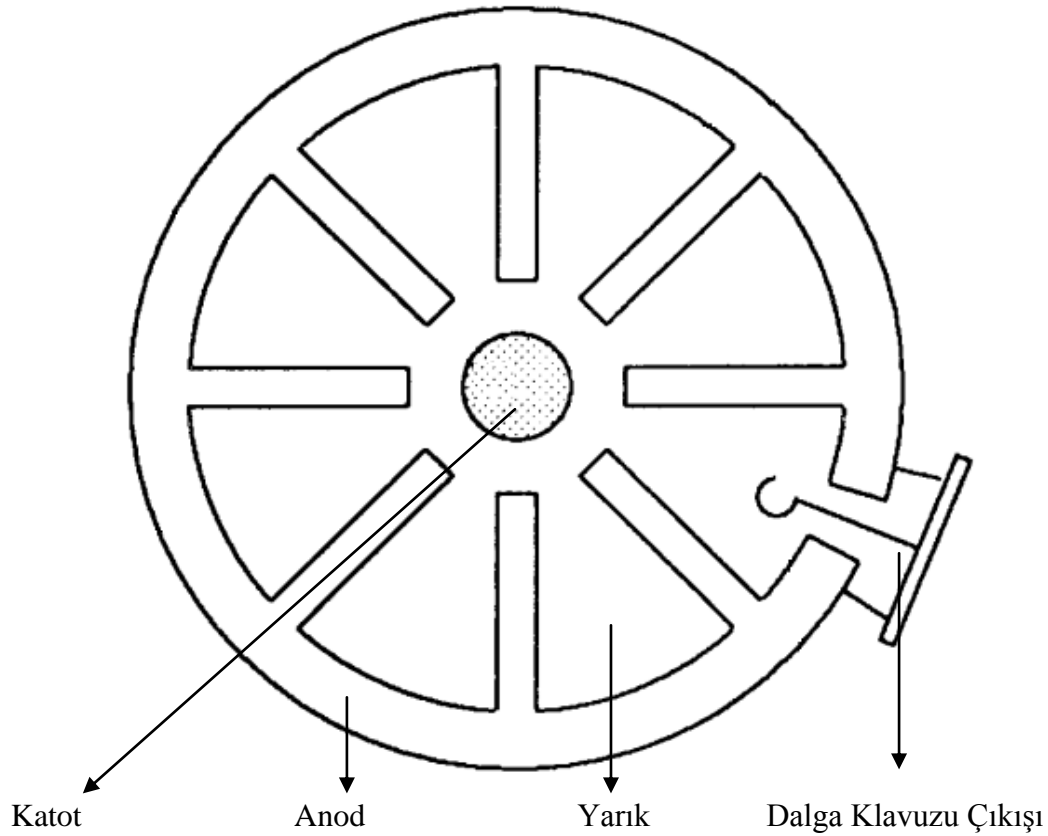
Madde	Dielektrik sabiti	Madde	Dielektrik sabiti
Vakum	1	Naylon	3-22
Hava (1 atm)	1.00059	Kağıt	1-3
Hava (100 atm)	1.0548	Su	80
Cam	5-10	Asetonitril	38
Kuvartz camı	5	Amonyak (sıvı -78 °C)	5
Porselen	5-6	Etil alkol	25
Mika	3-6	Benzen	2
Karbon tetraklorür	2	n-hekzan	2
Polivinilklorür	3	Polietilen	2
Polistiren	1.05	Polipropilen	2.2

Polar organik çözücüler (örneğin su, asetonitril, etil alkol gibi) yüksek dielektrik sabitlerine sahiptirler ve mikrodalga ışıması ile dielektrik ısınma meydana getirebilirler. Apolar organik çözücüler (benzen, karbon tetraklorür, n-hekzan) ise düşük dielektrik sabitine sahip olmaları dolayısıyla mikrodalga ısıtma işleminde kullanılamazlar. Pek çok plastiğin de dielektrik sabiti düşüktür. Bunlar cam veya kuvartz camı yerine mikrodalga uygulamalarında kullanılacak olan reaksiyon kaplarının yapımında kullanılabilirler [35].

Maddelerin mikrodalga ışımasına maruz kaldıklarında ısınmaya sebebiyet verip veremeyeceğini gösteren bir diğer önemli terim de kayıp tanjantıdır. Bu parametre maddenin mikrodalga enerjisini absorplama yeteneğini ifade eder. Kayıp tanjantı çalışma frekansı ve sıcaklığa bağlıdır [35].

Kimyasal işlemler için kullanılan mikrodalga cihazları temel olarak üç kısımdan oluşur [35].

1. Mikrodalga güç kaynağı (mikrodalga üretici),
2. Dalga kılavuzu (mikrodalga enerjisini aplikatöre ileten hat),
3. Mikrodalga aplikatörü (maddenin mikrodalga enerjisine maruz kaldığı bölge).



Şekil 3.4. Magnetronun kesit görüntüsü [35]

Mikrodalga üreteçlerinin temel iki tipi magnetron ve klistronlardır. Magnetronlar daha ucuz olukları için uygulamada daha çok yer bulurlar. Magnetronun çalışma prensibi elektrik ve manyetik alanlar tarafından uyarılan elektronların hareketlerine dayanır. [35].

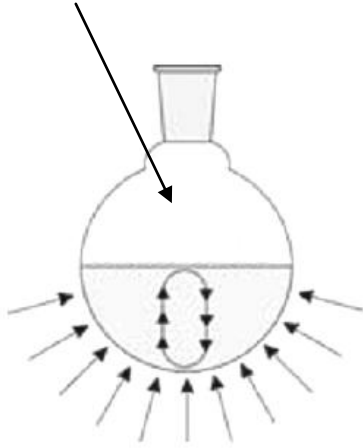
Magnetron ile elde edilen mikrodalga enerjisi dalga kılavuzu ile maddenin mikrodalgaya maruz kalacağı aplikatöre iletilir.

Mikrodalgalar molekülleri iki yolla etkiler. İlk etki dipol rotasyondur. Dipol rotasyon, dipol momente sahip olan molekülleri elektrik alan bileşiği yardımı ile sıraya dizer. Bir numune veya örnek içerisinde mikrodalga geçerse, dipol momente sahip olan moleküller, bu etki ile sıraya girmeye başlarlar. Bileşik ne kadar polar ise, elektrik alandan o kadar fazla etkilenirler. Transfer edilen enerjinin miktarı, kayıp tanjantı olarak bilinir. Kayıp tanjantı dipol moment ile dielektrik sabiti değerlerinin

bir fonksiyonudur. Bu ilişki lineer değildir. Dielektrik kayıp faktörü ile dielektrik sabitinin birbirine oranı olan dağılım faktörünün büyük olması, numunenin mikrodalga enerjisini almasının ve etkilenmesinin kolay olacağını gösterir. İkinci etki ise iyonik kondüksiyondur. İyonik kondüksiyon, değişen elektrik alanının etkisi ile çözünen veya titreşen iyonların göç etmesidir. Isı üretimi de sürtünme kayıplarından oluşur. İyonik kondüksiyonla, çözeltinin ısınmasını hızlandıracak iyonik bazdaki etkileşimlere sebep olan elektriksel alandan gelen enerji transfer edilir. İyonik kondüksiyon sıcaklık ile artırılır. Sıcaklığı arttığı için iyonik çözelti mikrodalgayı daha kuvvetli almaya başlar [36].

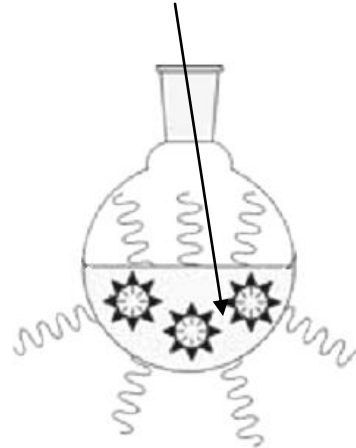
Mikrodalga sistemleri gıda alanında (kurutma, pastörizasyon, pişirme, buz çözme gibi), metalurji alanında (kömürün iyileştirilmesi, orman ürünlerinin kurutulması gibi) ve kimya alanında (reaksiyonların hızlandırılması, polimerizasyon reaksiyonlarının başlatılması ve yürütülmesi, tekstil elyafın boyanması, kağıt ve karton üretiminde kurutma, seramik ve porselenin sinterlenmesi, kauçuğun vulkanizasyonu gibi) uygulamalarda kullanılırlar [27].

Konveksiyon Akımları



Kondüksiyon

Lokal Isınma



Mikrodalga Isınma

Şekil 3.5. Geleneksel ve mikrodalga ısıtma sistemleri [35]

3.6.2. Mikrodalga enerjisinin tekstil boyamada kullanımı

Mikrodalga enerjisinin tekstil elyafın boyanmasında kullanılabilirliği hakkındaliteratürde pek çok bilgi mevcuttur. Xu ve Yang yaptıkları çalışmada, mikrodalga ışımasının polyester kumaşlarınsodyum hidroksit ile bitim işlemleri ve oyanabilirlikleri üzerindeki etkisiniincelemişlerdir. Sonuçlarına göre mikrodalga ışıması polyesterin hidrolizini veboyanabilirliğini arttırmıştır [39].

Büyükakıncı [27], yapmış olduğu tez çalışmasında polipropilen elyafın mikrodalga ile boyanabilirliğini incelemiş ve yapılan boyamaların renk kalitesinde gelişme, boyama süresinde kısalma ve dolayısıyla enerji tasarrufuna neden olduğunu belirtmiştir.

Kim ve arkadaşları [40] yaptıkları çalışmada polyesterin boyanmasında mikrodalğanın etkilerini incelemek maksadıyla 2450 MHz frekansa ve 700 W gücesahip bir mikrodalga fırın kullanmışlardır. Araştırmacılar boyama banyosuna sodyumklorür ve üre ilave edilmesiyle elyafın 10 dakika fularlanması ve ardından 7 dakika mikrodalga ışıması altında boyanmasının boyanabilirliği geliştirdiğini artan K/S değerlerine dayanarak belirtmişlerdir. Boyama banyosuna n-hekzan, dimetilformamid ve aseton gibi çeşitli çözücülerin etkisi de bu çalışmada incelenmiş

ve çözücülerin ilavesinin mikrodalga ışıması altında boyanabilirliği artırdığı sonucuna varmışlardır.

Ohe ve Yoshimura [41] ise naylon 6 elyafın çeşitli çözücüler içerisinde mikrodalga ışımasına maruz kalması durumunda meydana gelen değişiklikler üzerine bir çalışma yapmışlardır. Araştırmacılar bu amaçla, dimetil formamid, etilen glikol ve gliserol çözücülerini içerisinde naylon 6 elyafı reaktif boyarmaddeler kullanarak boyamaya çalışmışlar ve sonuçta çözücünün cinsi, sıcaklığı ve mikrodalga ışımasının büyüklüğüne bağlı olarak elyafın kristalliğinin azalması ve bu sayede boyarmadde alımının artması ve aynı zamanda nem çekiciliğinin artması şeklinde bulgulara ulaşmışlardır. Ancak çalışma sonucunda elyafın mukavemetinin azalması da sonuçlarda belirtilmiştir.

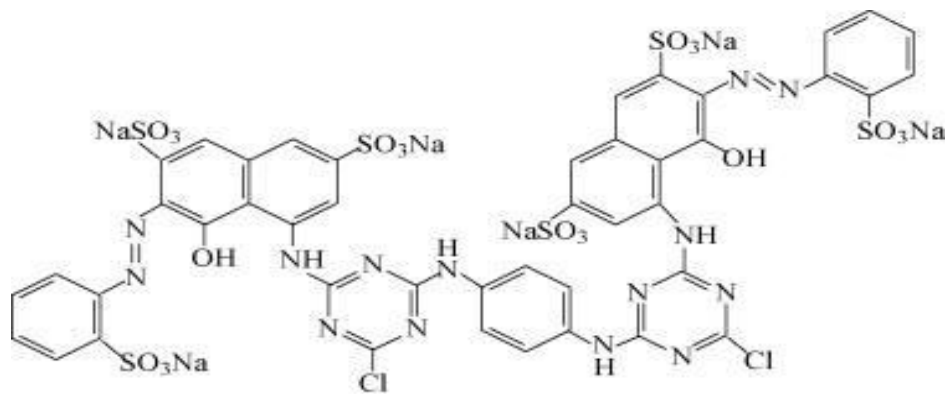
BÖLÜM 4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

4.1. Kullanılan Kimyasal Maddeler

Deneysel çalışmada, %100 pamuktan mamul örme kumaş kullanılmıştır. Kullanılan boyarmaddelerin özellikleri Tablo 4.1’de verilmiştir. Tuz olarak Na_2SO_4 ve ayrıca soda olarak Na_2CO_3 reaktif boya olarak da Iyozol Red HE 3B Reaktif Boyarmaddeleri kullanılmıştır.

Tablo 4.1. Boyarmaddenin özellikleri

Boyarmadde Adı	Firma	C.I. Numarası	Kimyasal Sınıfı
Iyozol Red HE 3B	Dystar	C.I. Reaktif Red 120	Reaktif



Şekil 4.1. Iyozol Red HE3B (C.I. Reaktif Red 120) [19]

4.2. Kullanılan Malzeme ve Cihazlar

Mikrodalga fırın: Kumtel marka KUM-1225 model 1150 W güçte,
Spektrofotometre: Gretag Macbeth marka Color Eye 7000 A model,
Gri skala: Boyanan kumaşların yıkama haslıklarının belirlenmesinde kullanılan gri ölçek,

Boyama banyosu olarak beher ve balonjoje, ayrıca mezür, pipet, hassas terazi ve diğer laboratuvar malzemeleri ve %100 pamuk kumaş kullanılmıştır.

4.3. Yöntem

4.3.1. Boyama çalışmaları

Değişik flotte (1/10, 1/20, 1/50 ve 1/100) ve değişik boyama şiddetlerinde (%0.1, %0.5, %1 ve %2) hazırlanan boyama banyolarında mikrodalga enerjisi kullanılarak değişik güç ve sürelerde boyamalar gerçekleştirilmiştir.

Tablo 4.2. Mikrodalga fırının değişik seviyeleri için güç değerleri

Parametre	Mikrodalga Seviyeleri				
	Low (L)	Medium-Low (M-L)	Medium (M)	Medium-High (M-H)	High (H)
Güç (%)	17	40	66	85	100
Güç (W)	195.5	460	759	977.5	1150

4.3.2. Mikrodalgada zamana bağlı olarak yapılan boyama çalışmaları

Boyamanın zaman bağıllığını belirlemek ve optimum boyama süresini tespit edebilmek amacıyla 1/100 flotte oranında M-L ve M seviyeleri için 1 dk, 2 dk, 3 dk, 4 dk, 5 dk, 10 dk, 15 dk, 20 dk, 25 dk ve 30 dk. Süre ile boyamalar

gerçekleştirilmiştir. Tablo 4.3. de değişik yöntemlerde farklı sürelerde boyanan örneklerin numaraları verilmiştir.

Tablo 4.3. M-L ve M seviyesi için farklı sürelerde boyanan örneklerin numaraları

Süre	Mikrodalga Güç Seviye	
	M-L Seviyesi	M Seviyesi
1	1	11
2	2	12
3	3	13
4	4	14
5	5	15
10	6	16
15	7	17
20	8	18
25	9	19
30	10	20
1/100 Flotte oranı, %0.5 lik Boya çözeltisi ile Boyama		

4.3.3. Mikrodalgada seviyeleri ve boya şiddetine bağlı olarak yapılan boyama çalışmaları

Boyamanın Mikrodalga'nın güç seviyelerine (L, M-L, M, M-H ve H) ve boyanın şiddetine bağlılığını: Optimum süre kullanarak boyamalar gerçekleştirilmiştir. Tablo 4.4. de değişik mikrodalga seviyeleri farklı boya şiddetleri için boyanan örneklerin numaraları verilmiştir.

Tablo 4.4. Mikrodalga güç seviyelerinin boya şiddetine göre değişimini gösteren numunelerin numaraları

Mikrodalga Güç Seviyeleri	Boyama şiddeti				
	%0.1	%0.5	%1	%2	%4
L	21	26	31	36	41
M-L	22	27	32	37	42
M	23	28	33	38	43
M-H	24	29	34	39	44
H	25	30	35	40	45
1/50 Flottede, 5 Dakika, Boyama					

4.3.4. Tuz Miktarına bağlı olarak yapılan boyama çalışmaları

Optimum Süre(5dakika), flotte(1/50 lik), boya şiddeti (%2 lik) ve mikrodalga güç seviyesi (M) kullanılarak boyamalar gerçekleştirilmiştir. Tablo 4.5. de Mikrodalga M Seviyesinde Tuzun etkisini gösteren numunelerin numaraları verilmiştir.

Tablo 4.5. Mikrodalga M Seviyesinde Tuzun etkisini gösteren numunelerin numaraları

Tuz Miktarı			
0,5	1	1,5	2,0
46	47	48	49
1/50 Flottede, 5 Dakika, %2 Boyama Şiddeti, M Güç seviyesi			

4.3.5. Soda Miktarına bağlı olarak yapılan boyama çalışmaları

Optimum Süre (5dakika), flotte(1/50 lik), boya şiddeti (%2 lik) ve mikrodalga güç seviyesi (M) kullanılarak boyamalar gerçekleştirilmiştir. Tablo 4.6. de Mikrodalga M Seviyesinde Tuzun etkisini gösteren numunelerin numaraları verilmiştir.

Tablo 4.6. Mikrodalga M Seviyesinde Tuzun etkisini gösteren numunelerin numaraları

Soda Miktarı			
0,5	1	1,5	2,0
50	51	52	53
1/50 Flottede, 5 Dakika, M Güç seviyesi			

4.3.5. Flotte Oranına bağlı olarak yapılan boyama çalışmaları

Optimum Süre(5dakika), boya şiddeti (%2 lik) ve mikrodalga güç seviyesi (M) kullanılarak farklı flottelerde boyamalar gerçekleştirilmiştir. Tablo 4.7. de Mikrodalga M Seviyesinde Flottenin etkisini gösteren numunelerin numaraları verilmiştir.

Tablo 4.7. Mikrodalga M Seviyesinde Flottenin etkisini gösteren numunelerin numaraları

Flotte oranı				
1/20	1/40	1/50	1/70	1/100
54	55	56	57	58
5 Dakika, %2 Boyama Şiddeti, M Güç seviyesi				

BÖLÜM 5. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

5.1. Mikrodalgada Zamana Bağlı Olarak Yapılan Boyama Çalışmaları Sonuçları

Boyamalar Tablo 5.1. deki miktarlara uygun olarak 1,2,3,4,5,10,15,30,25,30 dakikalar için Mikrodalganın ML(460 W) ve M (759 W) seviyelerinde yapılarak Tablo 5.2 ve Tablo 5.3 deki K/S değerleri elde edilmiştir. Elde edilen K/s değerlerinin süre ile değişim grafikleri ise Şekil 5.1 ve Şekil 5.2 de verilmiştir.

Zamana bağlı olarak, M-L ve M seviyeleri için 1- 30 dakikalar arasında yapılan boyama çalışmalarında süre ve mikrodalga seviyesi arttıkça K/S değerlerinde artma görülmektedir. Bu artış 5.dakikadan sonra sabit kaldığı kabul edilebilir. Görülen artışın, boyama çözeltisinin buharlaşması sonucunda derişiminin artması sebebi ile ortaya çıkmaktadır.

Tablo 5.1.Kullanılan kimyasal - elyaf miktar tablosu

Flotte	1/100
B.M. Kons.	0,50%
Elyaf	1
B.M Mikt	0,25 ml
Tuz g/l	10 g/l
Tuz ml	25 ml
Soda g/l	2g/l
Soda ml	10 ml
Su	64,75

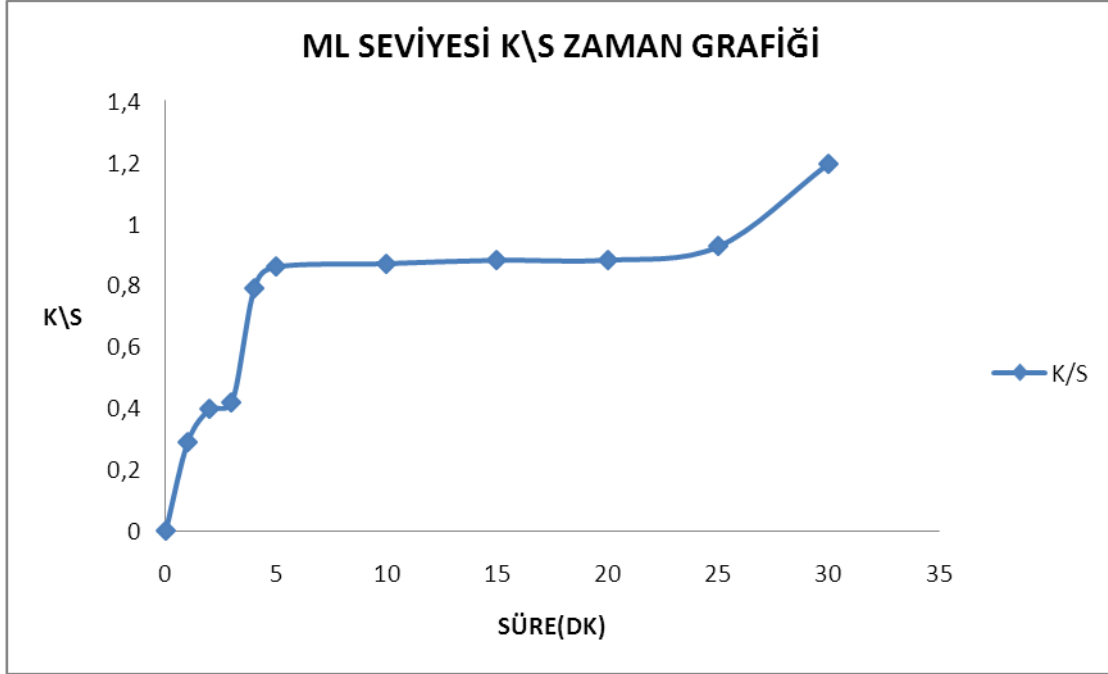
Tablo 5.2. Mikrodalganın M-L Seviyesi için farklı sürelerle elde edilen K/S değerleri

SÜRE (Dk.)	0	1	2	3	4	5	10	15	20	25	30
K/S	0	0,290	0,396	0,418	0,787	0,859	0,870	0,881	0,881	0,925	1,195

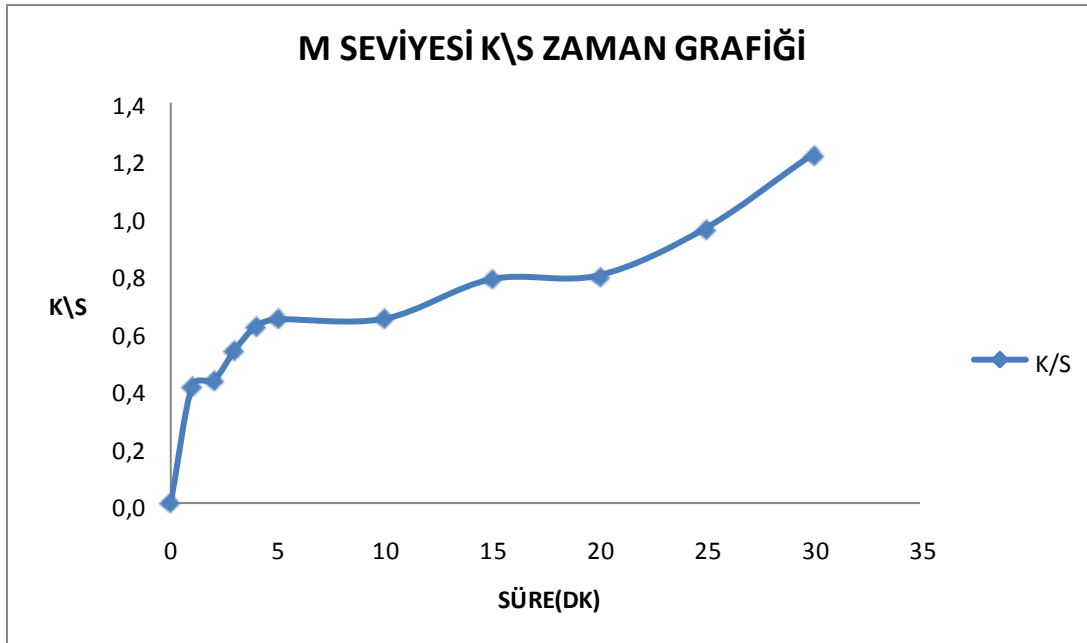
Tablo 5.3.Mikrodalga M Seviyesi için farklı sürelerle elde edilen K/S değerleri

SÜRE	0	1	2	3	4	5	10	15	20	25	30
------	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----

(Dk.)											
K/S	0,000	0,409	0,427	0,534	0,618	0,641	0,643	0,781	0,794	0,958	1,216



Şekil 5.1. ML(460 W) Seviyesi K/S Zaman Grafiği



Şekil 5.2. M (759 W) Seviyesi K/S Zaman Grafiği

5.2. Mikrodalgada Seviyeleri ve Boya Şiddetine Bağlı Olarak Yapılan Boyama Çalışmaları Sonuçları

Boyamalar Tablo 5.4. deki miktarlara uygun olarak Mikrodalganın L(195,5 W), M-L (460 W), M (759 W), M-H (977,5 W) VE H (1150 W) seviyelerinde ,% 0,1'lik boyama şiddetinde yapılarak Tablo 5.5 teki K/S değerleri ,% 0,5'lik boyama şiddetinde yapılarak Tablo 5.6, % 1'lik boyama şiddetinde yapılarak Tablo 5.7, % 2'lik boyama şiddetinde yapılarak Tablo 5.8, % 4'lik boyama şiddetinde yapılarak Tablo 5.9. daki K/S değerleri bulunmuştur.Bu K/S değerlerinin Dalga boyları ile değişim grafikleri ise sırası ile Şekil 5.3., Şekil 5.4., Şekil 5.5., Şekil 5.6. ve Şekil 5.7. de verilmiştir.

Farklı mikrodalga seviyelerinde ve farklı boyama şiddetlerinde yapılan boyamalarda en yüksek pik değerleri 540 nm de elde edilmiştir. Boyama şiddeti arttıkça Iyozol Red HE3B boyarmaddesinin pamuk elyafa difüzyonu, K/S değerlerinde artışlar daha yüksek olmuştur.

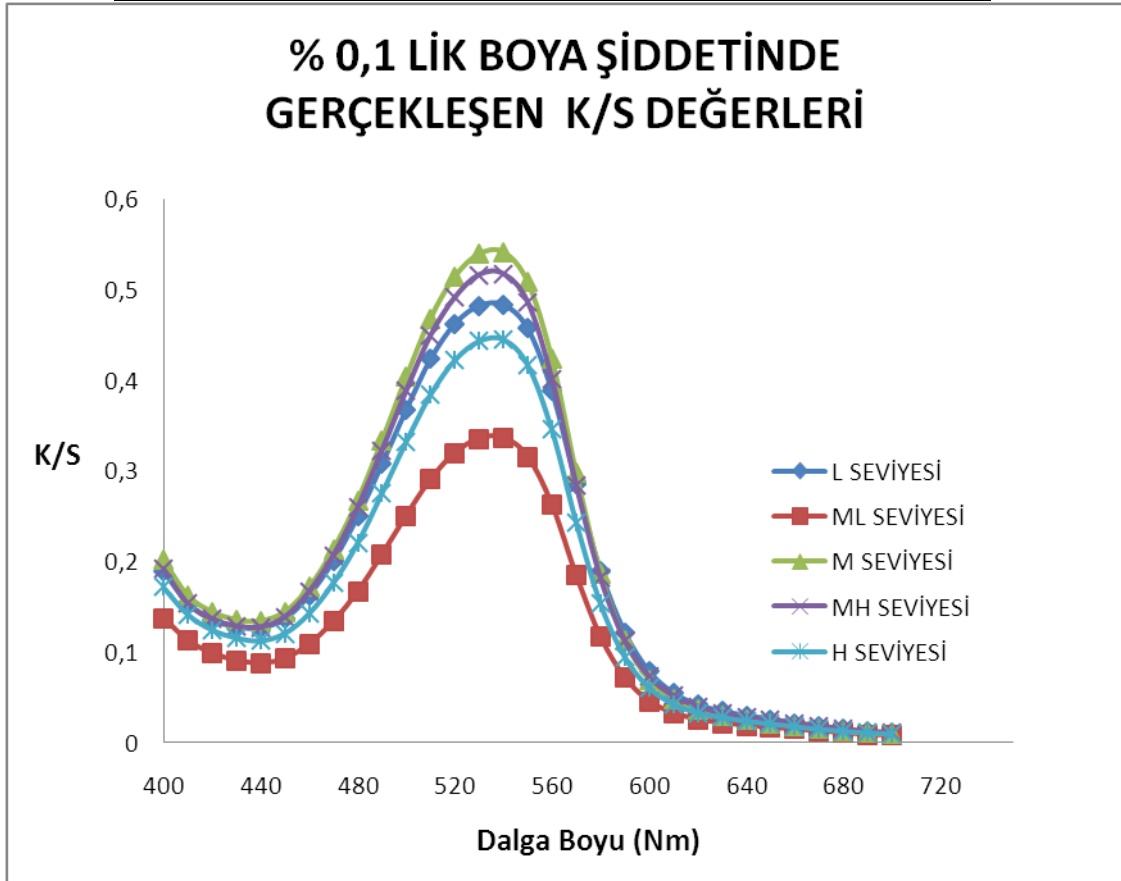
Tablo 5.4. Kullanılan kimyasal - elyaf miktar tablosu

Flotte	1/50	1/50	1/50	1/50	1/50
B.M. Kons.	0,10%	0,50%	1%	2%	4%
Elyaf	1	1	1	1	1
B.M Mikt	0,05 ml	0,25 ml	0,5 ml	1 ml	2 ml
Tuz g/l	10 g/l	10 g/l	20g/l	20g/l	20g/l
Tuz ml	12,5 ml	12,5 ml	25 ml	25 ml	25 ml
Soda g/l	2g/l	2g/l	5g/l	5g/l	5g/l
Soda ml	5 ml	5 ml	12,5 ml	12,5 ml	12,5 ml
Su	32,45 ml	32,25 ml	12 ml	11,5	10,5

Tablo 5.5. % 0,1 lik boyama Şiddetinde gerçekleşen K/S değerleri

DALGA BOYU	% 0,1 LİK BOYA ŞİDDETİNDE GERÇEKLEŞEN K/S DEĞERLERİ				
	L SEVİYESİ	ML SEVİYESİ	M SEVİYESİ	MH SEVİYESİ	H SEVİYESİ
400	0,189	0,137	0,201	0,191	0,171
410	0,153	0,112	0,162	0,153	0,141
420	0,135	0,098	0,144	0,136	0,124
430	0,127	0,09	0,135	0,128	0,115
440	0,126	0,087	0,134	0,127	0,112
450	0,136	0,092	0,144	0,138	0,12
460	0,162	0,108	0,171	0,166	0,142
470	0,2	0,133	0,213	0,206	0,176
480	0,249	0,166	0,267	0,259	0,22
490	0,307	0,207	0,333	0,322	0,275
500	0,367	0,25	0,403	0,388	0,332
510	0,423	0,29	0,468	0,449	0,384
520	0,462	0,319	0,514	0,491	0,422
530	0,482	0,335	0,539	0,516	0,443

540	0,483	0,336	0,541	0,517	0,445
550	0,457	0,315	0,508	0,486	0,417
560	0,388	0,262	0,423	0,401	0,345
570	0,285	0,184	0,297	0,284	0,243
580	0,189	0,116	0,186	0,181	0,153
590	0,121	0,071	0,112	0,112	0,094
600	0,078	0,045	0,069	0,072	0,06
610	0,054	0,032	0,047	0,051	0,042
620	0,041	0,025	0,036	0,039	0,032
630	0,034	0,021	0,029	0,032	0,027
640	0,029	0,018	0,025	0,028	0,023
650	0,025	0,016	0,021	0,024	0,02
660	0,021	0,014	0,018	0,02	0,017
670	0,018	0,012	0,015	0,017	0,014
680	0,014	0,01	0,012	0,014	0,012
690	0,012	0,008	0,01	0,011	0,01
700	0,01	0,007	0,009	0,01	0,009

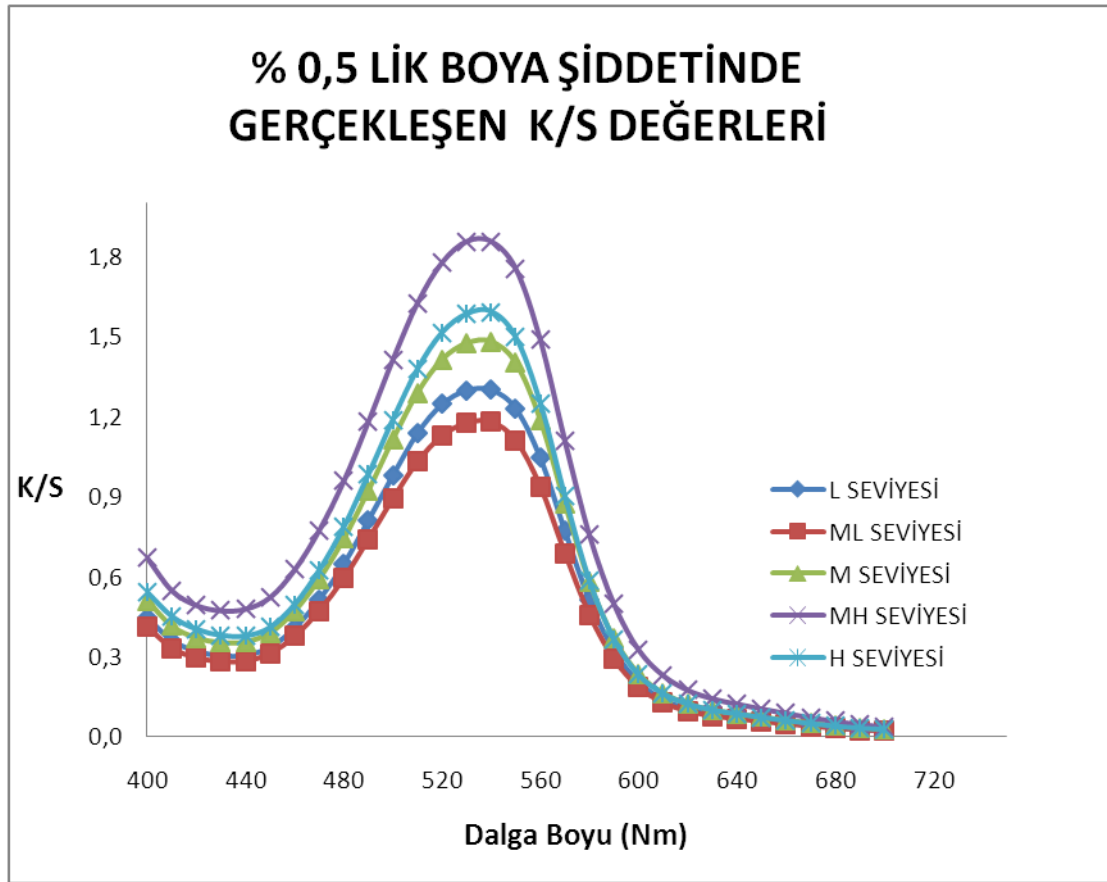


Şekil 5.3. % 0,1 lik boyama şiddeti için Dalga boyu(Nm) K/S Grafiği

Tablo 5.6. % 0,5 lik boyama Şiddetinde gerçekleşen K/S değerleri

DALGA BOYU	% 0,5 LİK BOYA ŞİDDETİNDE GERÇEKLEŞEN K/S DEĞERLERİ				
	L SEVİYESİ	ML SEVİYESİ	M SEVİYESİ	MH SEVİYESİ	H SEVİYESİ
400	0,445	0,409	0,508	0,668	0,539
410	0,359	0,329	0,413	0,546	0,449
420	0,319	0,293	0,369	0,491	0,401
430	0,302	0,279	0,351	0,471	0,378
440	0,304	0,281	0,354	0,477	0,376
450	0,334	0,309	0,388	0,521	0,408
460	0,406	0,374	0,470	0,624	0,494
470	0,512	0,470	0,589	0,772	0,622
480	0,646	0,591	0,740	0,956	0,784
490	0,809	0,738	0,920	1,178	0,98
500	0,978	0,890	1,112	1,411	1,186
510	1,136	1,029	1,287	1,623	1,375
520	1,244	1,126	1,411	1,774	1,511
530	1,296	1,174	1,472	1,853	1,581
540	1,298	1,178	1,478	1,853	1,590
550	1,228	1,109	1,398	1,751	1,494
560	1,044	0,936	1,185	1,485	1,248
570	0,770	0,686	0,871	1,107	0,899
580	0,510	0,455	0,577	0,754	0,582
590	0,321	0,288	0,367	0,496	0,363
600	0,203	0,183	0,234	0,325	0,230
610	0,138	0,125	0,162	0,229	0,160

620	0,102	0,093	0,122	0,174	0,121
630	0,083	0,075	0,099	0,142	0,099
640	0,070	0,064	0,085	0,122	0,084
650	0,060	0,054	0,072	0,104	0,071
660	0,049	0,045	0,061	0,087	0,059
670	0,040	0,037	0,050	0,071	0,048
680	0,031	0,029	0,040	0,057	0,038
690	0,025	0,023	0,032	0,045	0,031
700	0,021	0,019	0,026	0,037	0,026

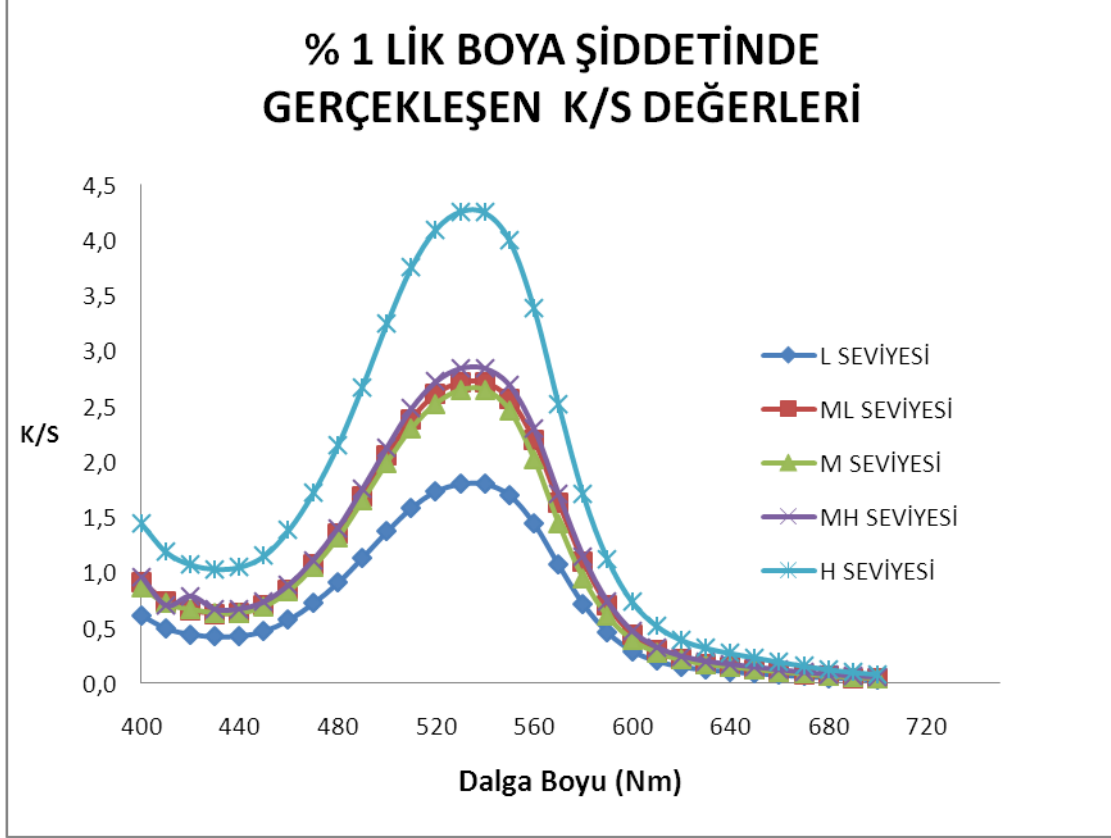


Şekil 5.4. % 0,5 lik boyama şiddeti için Dalga boyu (Nm) K/S Grafiği

Tablo 5.7. % 1 lik boyama Şiddetinde gerçekleşen K/S değerleri

DALGA BOYU	% 1 LİK BOYA ŞİDDETİNDE GERÇEKLEŞEN K/S DEĞERLERİ				
	L SEVİYESİ	ML SEVİYESİ	M SEVİYESİ	MH SEVİYESİ	H SEVİYESİ
400	0,613	0,914	0,870	1,440	0,961
410	0,495	0,738	0,720	1,184	0,701
420	0,442	0,659	0,670	1,071	0,786
430	0,421	0,627	0,637	1,030	0,666
440	0,427	0,633	0,637	1,048	0,670
450	0,470	0,698	0,692	1,149	0,734
460	0,571	0,847	0,835	1,380	0,886
470	0,720	1,070	1,047	1,715	1,112
480	0,905	1,349	1,314	2,143	1,399
490	1,131	1,691	1,645	2,672	1,752
500	1,368	2,052	1,991	3,244	2,127
510	1,582	2,382	2,299	3,752	2,479
520	1,732	2,607	2,521	4,095	2,723
530	1,799	2,710	2,644	4,256	2,843
540	1,799	2,710	2,646	4,246	2,843
550	1,699	2,563	2,461	3,996	2,692
560	1,442	2,190	2,023	3,383	2,299
570	1,070	1,630	1,446	2,516	1,709
580	0,716	1,095	0,948	1,704	1,146
590	0,459	0,698	0,606	1,118	0,735
600	0,292	0,440	0,395	0,734	0,470
610	0,201	0,297	0,280	0,517	0,325
620	0,150	0,217	0,214	0,391	0,243
630	0,122	0,173	0,176	0,318	0,197
640	0,104	0,145	0,151	0,271	0,168
650	0,089	0,122	0,128	0,231	0,144
660	0,074	0,100	0,107	0,192	0,120

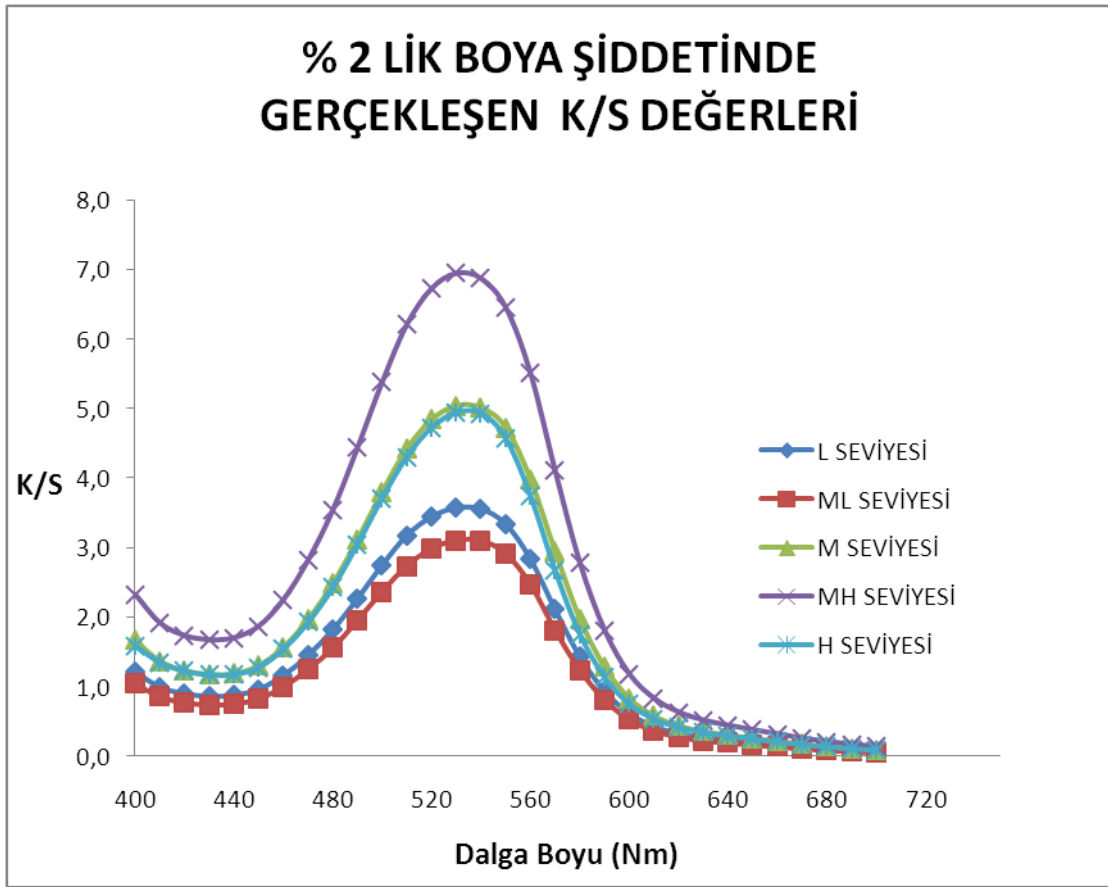
670	0,061	0,080	0,087	0,156	0,097
680	0,049	0,062	0,070	0,124	0,078
690	0,039	0,049	0,056	0,099	0,063
700	0,033	0,040	0,047	0,081	0,052



Şekil 5.5. % 1 lik boyama şiddeti için Dalga boyu (Nm) K/S Grafiği

Tablo 5.8. % 2 lik boyama Şiddetinde gerçekleşen K/S değerleri

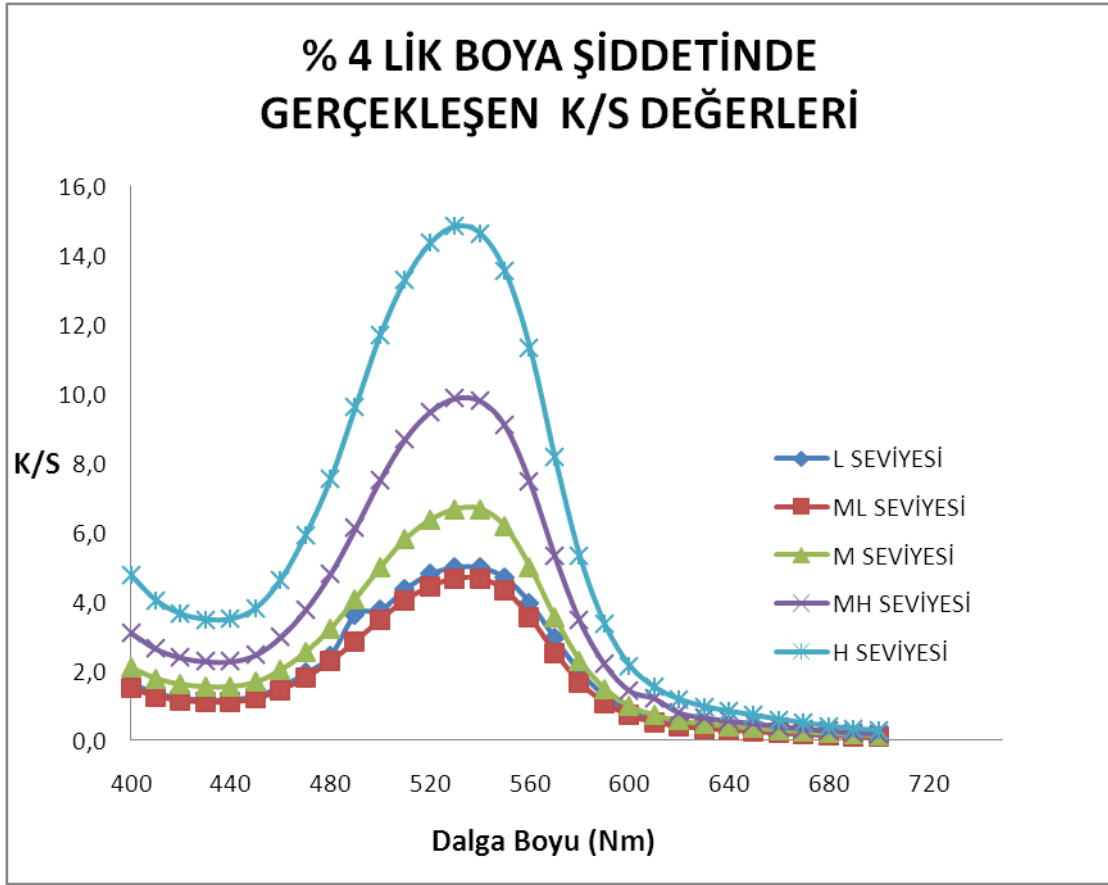
DALGA BOYU	% 2 LİK BOYA ŞİDDETİNDE GERÇEKLEŞEN K/S DEĞERLERİ				
	L SEVİYESİ	ML SEVİYESİ	M SEVİYESİ	MH SEVİYESİ	H SEVİYESİ
400	1,210	1,047	1,665	2,324	1,587
410	0,993	0,856	1,369	1,913	1,346
420	0,896	0,772	1,232	1,731	1,223
430	0,860	0,741	1,177	1,669	1,170
440	0,874	0,752	1,190	1,699	1,174
450	0,961	0,828	1,302	1,866	1,276
460	1,159	0,998	1,569	2,246	1,538
470	1,449	1,249	1,967	2,815	1,923
480	1,819	1,556	2,482	3,536	2,421
490	2,267	1,953	3,114	4,434	3,044
500	2,750	2,365	3,801	5,377	3,705
510	3,176	2,734	4,417	6,208	4,300
520	3,447	2,982	4,837	6,725	4,719
530	3,572	3,097	5,037	6,943	4,932
540	3,556	3,094	5,008	6,869	4,925
550	3,339	2,908	4,726	6,452	4,564
560	2,834	2,466	3,982	5,507	3,739
570	2,109	1,810	2,943	4,105	2,667
580	1,429	1,238	1,977	2,779	1,752
590	0,935	0,810	1,282	1,807	1,136
600	0,611	0,528	0,834	1,179	0,751
610	0,426	0,369	0,582	0,829	0,539
620	0,322	0,278	0,440	0,630	0,416
630	0,263	0,225	0,358	0,514	0,343
640	0,224	0,192	0,306	0,439	0,294
650	0,191	0,164	0,261	0,376	0,250
660	0,159	0,136	0,217	0,314	0,208
670	0,128	0,110	0,175	0,255	0,169
680	0,102	0,087	0,139	0,205	0,136
690	0,082	0,069	0,112	0,165	0,110
700	0,067	0,057	0,092	0,136	0,091



Şekil 5.6. % 2 lik boyama şiddeti için Dalga boyu(Nm) K/S Grafığı

Tablo 5.9. % 4 lik boyama Şiddetinde gerçekleşen K/S değerleri

DALGA BOYU	% 4 LİK BOYA ŞİDDETİNDE GERÇEKLEŞEN K/S DEĞERLERİ				
	L SEVİYESİ	ML SEVİYESİ	M SEVİYESİ	MH SEVİYESİ	H SEVİYESİ
400	1,633	1,487	2,079	3,094	4,745
410	1,346	1,254	1,769	2,631	4,020
420	1,208	1,136	1,604	2,378	3,633
430	1,151	1,086	1,534	2,267	3,477
440	1,158	1,090	1,537	2,265	3,489
450	1,266	1,188	1,669	2,457	3,801
460	1,527	1,431	2,013	2,970	4,625
470	1,926	1,797	2,535	3,757	5,923
480	2,432	2,263	3,213	4,797	7,533
490	3,630	2,845	4,075	6,117	9,617
500	3,744	3,466	4,980	7,518	11,710
510	4,366	4,025	5,794	8,697	13,303
520	4,791	4,423	6,344	9,484	14,354
530	4,987	4,644	6,655	9,869	14,839
540	4,980	4,650	6,666	9,799	14,641
550	4,688	4,305	6,158	9,085	13,552
560	3,962	3,528	4,994	7,461	11,336
570	2,940	2,516	3,532	5,321	8,168
580	1,972	1,652	2,293	3,447	5,313
590	1,277	1,069	1,478	2,188	3,343
600	0,825	0,706	0,982	1,427	2,145
610	0,574	0,506	0,709	1,200	1,517
620	0,431	0,390	0,552	0,788	1,166
630	0,351	0,322	0,459	0,651	0,959
640	0,298	0,275	0,395	0,559	0,821
650	0,254	0,235	0,338	0,478	0,703
660	0,211	0,195	0,283	0,400	0,587
670	0,170	0,159	0,231	0,326	0,488
680	0,135	0,127	0,187	0,264	0,390
690	0,109	0,103	0,153	0,216	0,319
700	0,090	0,086	0,128	0,180	0,264



Şekil 5.7. % 4 lik boyama şiddeti için Dalga boyu(Nm) K/S Grafiği

5.3. Tuz Miktarına Bağlı Olarak Yapılan Boyama Çalışmaları Sonuçları

Boyamalar Tablo 5.10. deki miktarlara uygun olarak farklı tuz miktarlarında yapılan boyamaların K/S değerleri Tablo 5.11.de verilmiştir.Bu K/S değerlerinin Dalga boyları (Nm) ile değişim grafiği ise Şekil 5.8. de verilmiştir.

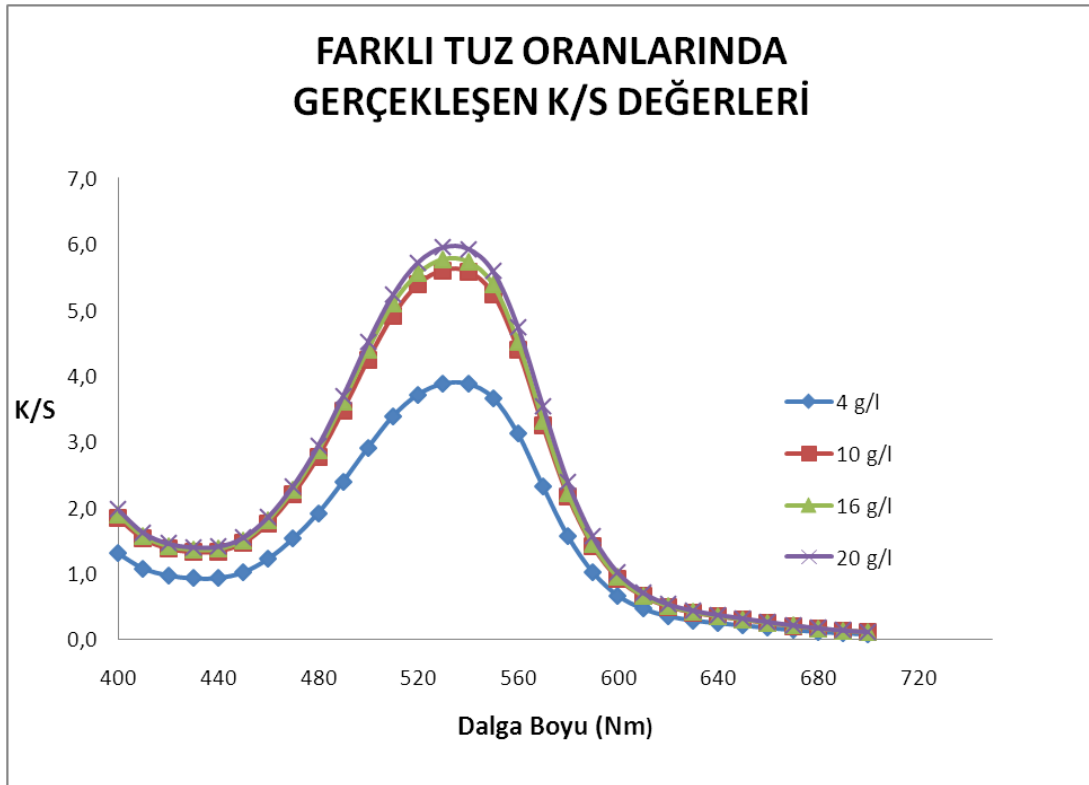
Tuz miktarının K/ S değerine etkisini incelemek için yapılan çalışmalarda: 540 Nm deki en yüksek pik değerlerinin alındığı 10 g/L tuz miktarına kadar K/S değerinin çok hızlı arttığı 10 g/L den sonra ise K/S değişim değerinin yavaş etkilendiği gözlemlenmiştir.Sonuç olarak tuz miktarının 10 g/L kullanılması yeterlidir.

Tablo 5.10. Kullanılan kimyasal - elyaf miktar tablosu

Flotte	1/50	1/50	1/50	1/50
B.M. Kons.	2%	2%	2%	2%
Elyaf	1 g	1 g	1 g	1 g
B.M Mikt	1 ml	1 ml	1 ml	1 ml
Tuz g/l	4 g/l	10 g/l	16 g/l	20 g/l
Tuz ml	5 ml	12,5 ml	20 ml	25 ml
Soda g/l	5 g/l	5 g/l	5 g/l	5 g/l
Soda ml	12,5 ml	12,5 ml	12,5 ml	12,5 ml
Su	31,5	24 ml	16,5	11,5

Tablo 5.11. Farklı Tuz oranlarında gerçekleşen K/S değerleri

DALGA BOYU	FARKLI TUZ ORANLARINDA GERÇEKLEŞEN K/S DEĞERLERİ			
	4 g/l	10 g/l	16 g/l	20 g/l
400	1,300	1,832	1,892	1,969
410	1,075	1,522	1,567	1,619
420	0,967	1,373	1,415	1,453
430	0,922	1,317	1,356	1,394
440	0,927	1,329	1,368	1,406
450	1,013	1,453	1,497	1,538
460	1,217	1,749	1,807	1,851
470	1,521	2,192	2,265	2,322
480	1,909	2,758	2,857	2,929
490	2,387	3,466	3,596	3,684
500	2,902	4,230	4,394	4,504
510	3,379	4,904	5,095	5,221
520	3,705	5,377	5,549	5,713
530	3,869	5,591	5,767	5,942
540	3,869	5,574	5,731	5,923
550	3,658	5,236	5,385	5,583
560	3,114	4,394	4,516	4,739
570	2,316	3,234	3,318	3,536
580	1,563	2,167	2,220	2,389
590	1,015	1,406	1,440	1,555
600	0,661	0,918	0,941	1,011
610	0,464	0,648	0,663	0,708
620	0,351	0,491	0,505	0,534
630	0,286	0,401	0,412	0,436
640	0,245	0,342	0,352	0,372
650	0,209	0,291	0,300	0,317
660	0,174	0,241	0,250	0,264
670	0,141	0,195	0,202	0,213
680	0,113	0,156	0,161	0,170
690	0,091	0,125	0,129	0,136
700	0,075	0,103	0,107	0,112



Şekil 5.8. Tuz Miktarı ve Dalga Boyu (Nm) değişim grafiği

5.4. Soda Miktarına Bağlı Olarak Yapılan Boyama Çalışmaları Sonuçları

Boyamalar Tablo 5.12. deki miktarlara uygun olarak farklı soda miktarlarında yapılan boyamaların K/S değerleri Tablo 5.13.de verilmiştir. Bu K/S değerlerinin Dalga boyları (Nm) ile değişim grafiği ise Şekil 5.9. de verilmiştir.

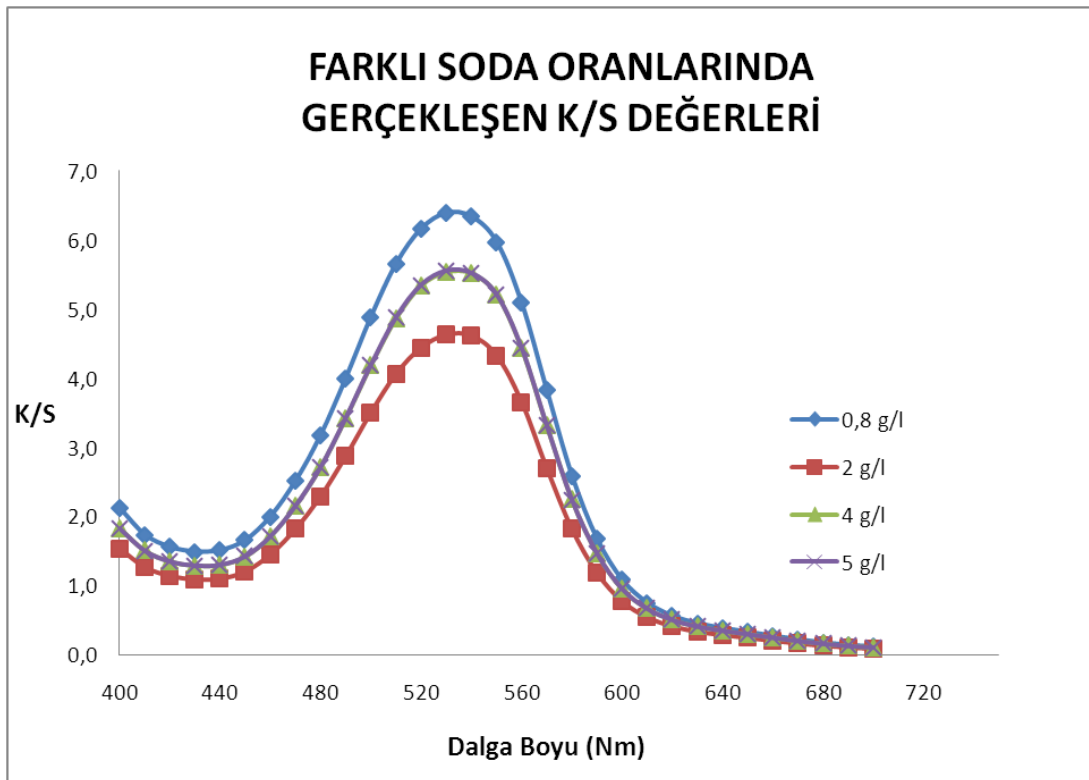
Soda miktarının K/S değerine etkisinin incelendiği çalışmada: 540 Nm deki en yüksek pik değerlerinde, soda miktarının en yüksek değerinin 0,8 g/L verdiği görülmektedir. Soda miktarının 1 g/L nin üzerine çıkarılmasının boyanın çekimine olumlu bir katkısının olmadığı gözlemlenmiştir. Soda miktarının derişiminin artması boyarmaddenin hidroliz olmasına da yol açmaktadır. Bu yüzden normal boyamalarda gerekli soda miktarı boyamanın sonuna doğru ilave edilerek boyama yapılır. Mikrodalga boyamada optimum soda derişimi 0,8 g/L olarak tespit edilmiştir.

Tablo 5.12. Kullanılan kimyasal - elyaf miktar tablosu

Flotte	1/50	1/50	1/50	1/50
B.M. Kons.	2%	2%	2%	2%
Elyaf	1 g	1 g	1 g	1 g
B.M Mikt	1 ml	1 ml	1 ml	1 ml
Tuz g/l	20 g/l	20 g/l	20 g/l	20 g/l
Tuz ml	25ml	25ml	25ml	25ml
Soda g/l	0,8 g/l	2 g/l	4 g/l	5 g/l
Soda ml	2 ml	5 ml	10 ml	12,5 ml
Su	22 ml	19 ml	14 ml	11,5

Tablo 5.13. Farklı Soda oranlarında gerçekleşen K/S değerleri

DALGA BOYU	FARKLI SODA ORANLARINDA GERÇEKLEŞEN K/S DEĞERLERİ			
	0,8 g/l	2 g/l	4 g/l	5 g/l
400	2,116	1,535	1,827	1,824
410	1,731	1,265	1,506	1,503
420	1,553	1,138	1,349	1,349
430	1,487	1,088	1,288	1,288
440	1,506	1,098	1,298	1,300
450	1,652	1,202	1,421	1,423
460	1,995	1,449	1,712	1,711
470	2,509	1,818	2,153	2,154
480	3,173	2,291	2,713	2,713
490	3,996	2,871	3,420	3,424
500	4,884	3,501	4,182	4,187
510	5,652	4,060	4,864	4,877
520	6,158	4,440	5,337	5,345
530	6,387	4,625	5,532	5,549
540	6,334	4,613	5,515	5,515
550	5,971	4,327	5,213	5,206
560	5,087	3,654	4,429	4,434
570	3,823	2,695	3,311	3,311
580	2,587	1,817	2,244	2,240
590	1,672	1,182	1,463	1,464
600	1,078	0,771	0,951	0,952
610	0,745	0,541	0,666	0,666
620	0,555	0,409	0,502	0,503
630	0,447	0,333	0,408	0,408
640	0,379	0,284	0,348	0,348
650	0,322	0,242	0,297	0,297
660	0,266	0,201	0,247	0,247
670	0,213	0,162	0,199	0,200
680	0,168	0,129	0,159	0,159
690	0,133	0,104	0,127	0,127
700	0,108	0,085	0,104	0,104



Şekil 5.9. Soda Miktarı ve Dalga Boyu (Nm) değişim Grafiği

5.5. Flotte Oranlarına Bağlı Olarak Yapılan Boyama Çalışmaları Sonuçları

Boyamalar Tablo 5.14. deki miktarlara uygun olarak farklı flotte oranlarında yapılan boyamaların K/S değerleri Tablo 5.15.de verilmiştir. Bu K/S değerlerinin Dalga boyları (Nm) ile değişim grafiği ise Şekil 5.10. de verilmiştir

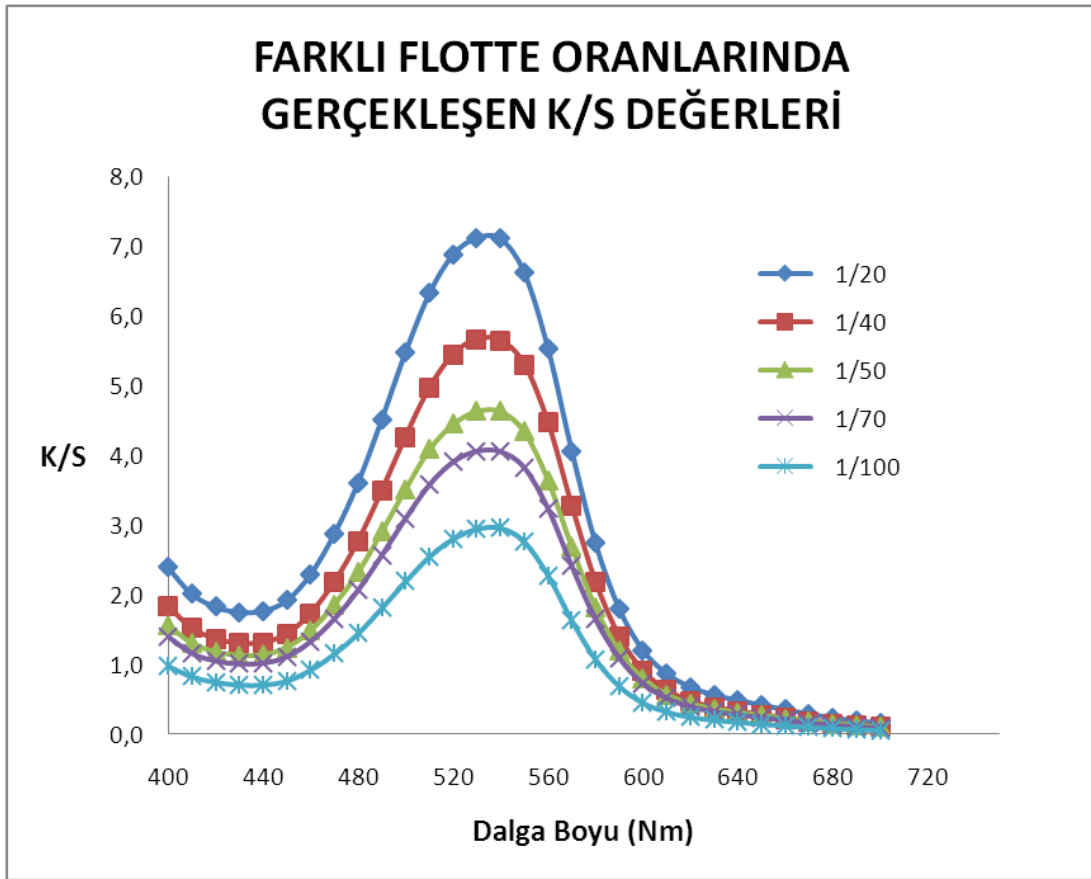
Flotte oranı arttıkça K/S değerinin düştüğü gözlemlenmiştir. Ortamın seyrelmesi ile boyama şiddetinde düşme görülmektedir.

Tablo 5.14. Kullanılan kimyasal - elyaf miktar tablosu

Flotte	1/20	1/40	1/50	1/70	1/100
B.M. Kons.	2%	2%	2%	2%	2%
Elyaf	1 g	1 g	1 g	1 g	1 g
B.M Mikt	1 ml	1 ml	1 ml	1 ml	1 ml
Tuz	5 ml	10 ml	12,5 ml	17,5 ml	25 ml
Soda	5 ml	10 ml	12,5 ml	17,5 ml	25 ml
Su	9 ml	19 ml	24 ml	34 ml	49 ml

Tablo 5.15. Farklı Flotte oranlarında gerçekleşen K/S değerleri

DALGA BOYU	FARKLI FLOTTE ORANLARINDA GERÇEKLEŞEN K/S DEĞERLERİ				
	1/20	1/40	1/50	1/70	1/100
400	2,389	1,831	1,560	1,399	0,976
410	2,008	1,511	1,299	1,156	0,824
420	1,822	1,359	1,175	1,046	0,744
430	1,747	1,295	1,124	1,001	0,705
440	1,763	1,306	1,133	1,014	0,704
450	1,915	1,428	1,236	1,106	0,762
460	2,291	1,725	1,481	1,325	0,916
470	2,871	2,177	1,853	1,649	1,147
480	3,605	2,763	2,316	2,062	1,439
490	4,516	3,489	2,900	2,563	1,804
500	5,482	4,262	3,512	3,094	2,186
510	6,323	4,959	4,080	3,576	2,540
520	6,881	5,441	4,446	3,906	2,796
530	7,122	5,660	4,631	4,060	2,940
540	7,108	5,643	4,631	4,055	2,952
550	6,620	5,298	4,338	3,823	2,758
560	5,532	4,463	3,642	3,234	2,275
570	4,060	3,268	2,679	2,408	1,628
580	2,734	2,173	1,804	1,642	1,070
590	1,795	1,393	1,184	1,087	0,686
600	1,198	0,896	0,785	0,720	0,447
610	0,865	0,621	0,560	0,510	0,317
620	0,671	0,464	0,429	0,388	0,242
630	0,559	0,377	0,354	0,318	0,200
640	0,482	0,319	0,303	0,272	0,170
650	0,415	0,270	0,259	0,232	0,144
660	0,349	0,223	0,216	0,193	0,120
670	0,285	0,179	0,176	0,156	0,098
680	0,230	0,142	0,141	0,124	0,079
690	0,188	0,113	0,113	0,099	0,064
700	0,158	0,093	0,094	0,082	0,053



Şekil 5.10 Flotte oranları ve Dalga Boyu (Nm) değişim Grafiği

BÖLÜM 6. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

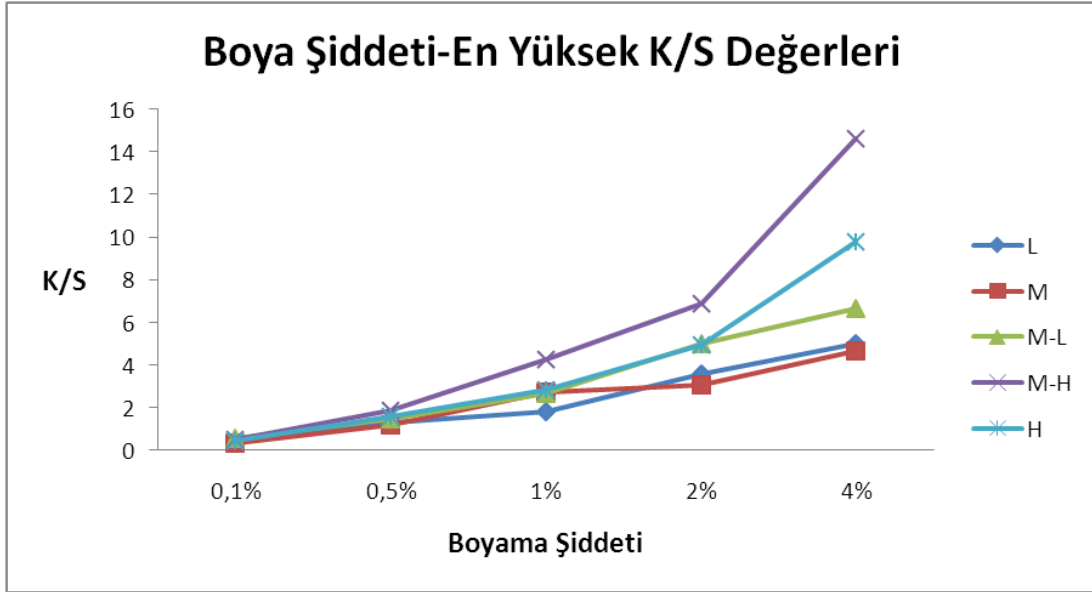
Zamana bağılı olarak, M-L ve M seviyeleri için 1- 30 dakikalar arasında yapılan boyama çalışmalarında süre ve mikrodalga seviyesi arttıkça K/S değerlerinde artma görülmektedir. Bu artış 5.dakikadan sonra sabit kaldığı kabul edilebilir. Görülen artışı, boyama çözeltisinin buharlaşması sonucunda derişiminin artması sebebi ile ortaya çıkmaktadır.

Farklı mikrodalga seviyelerinde ve farklı boyama şiddetlerinde yapılan boyamalarda en yüksek pik değerleri 540 nm de elde edilmiştir. Şekil 6.1. den de görüleceği üzere düşük boya konsantrasyonunda % 0,1 lik Iyozol Red HE 3B boyarmaddesinin pamuk elyafa difüzyonu, mikrodalga seviyesindeki artışlar K/S değerinin düşük değerlerde olmasına yol açmıştır. Boyama şiddeti arttıkça, Iyozol Red HE3B boyar maddesinin pamuk elyafa difüzyonu, K/S değerlerinde artışlar daha yüksek olmuştur.

Şekil 6.1. den de görüleceği üzere % 0,5, % 0,1, % 2, % 4 lük boyamalarda en yüksek K/S pikleri M-H seviyesinde alınmış olup, yüksek sıcaklıklarda ya da yüksek mikrodalga seviyesinde (H) Iyozol Red HE3B boyasının K/S değerinde görülen düşmelerin sebebi reaksiyon dengesinin geri kayması ve boyama sıcaklığının yüksek olması boyam tepkimesine ters etki yapmaktadır. Çünkü normal boyama sıcaklığı 60⁰ - 80⁰ C arasındadır.

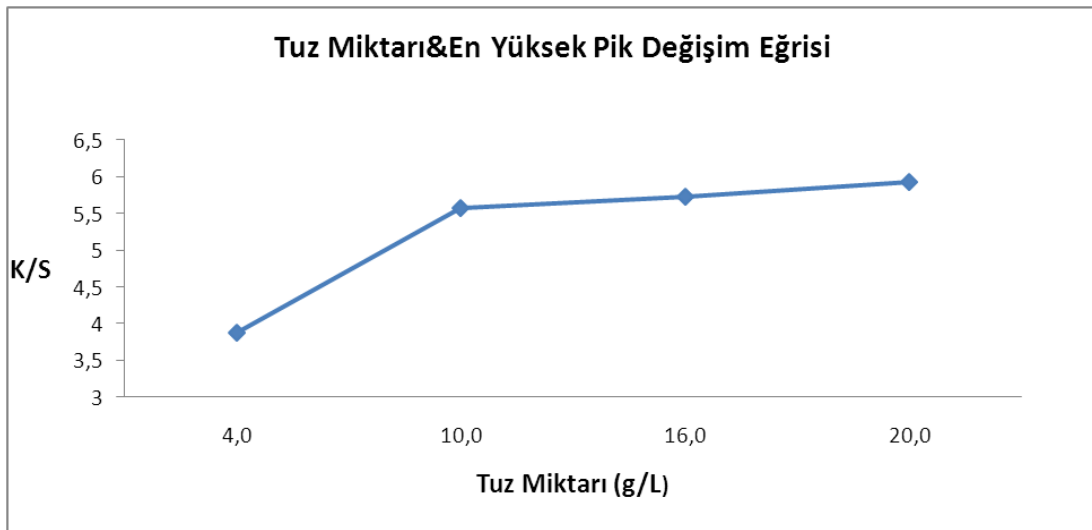
Tablo 6.1 Mikrodalga güç seviyeleri için Maksimum Pik değerleri

	0,1%	0,5%	1%	2%	4%
L	0,483	1,298	1,799	3,556	4,980
M	0,336	1,178	2,710	3,094	4,650
M-L	0,541	1,478	2,646	5,008	6,666
M-H	0,517	1,853	4,246	6,869	14,641
H	0,445	1,590	2,842	4,925	9,799



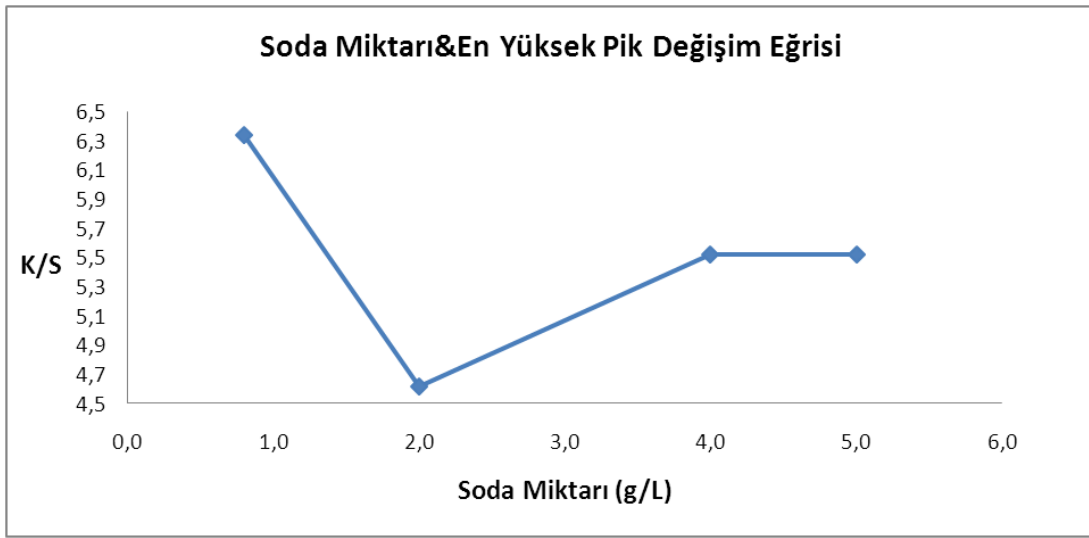
Şekil 6.1. Boya şiddeti-Pik K/S değişim Grafiği

Tuz miktarının K/ S değerine etkisini incelemek için yapılan çalışmalarda: 540 Nm deki en yüksek pik değerlerinin alındığı Şekil 6.2 den de görüleceği gibi 10 g/L tuz miktarına kadar K/S değerinin çok hızlı arttığı 10 g/L den sonra K/S değişim değerinin yavaş etkilenmesine rağmen en büyük K/S değerinin 20 g/L tuz miktarında alındığı gözlemlenmiştir. Tuz miktarının 10 g/L kullanılması yeterlidir.



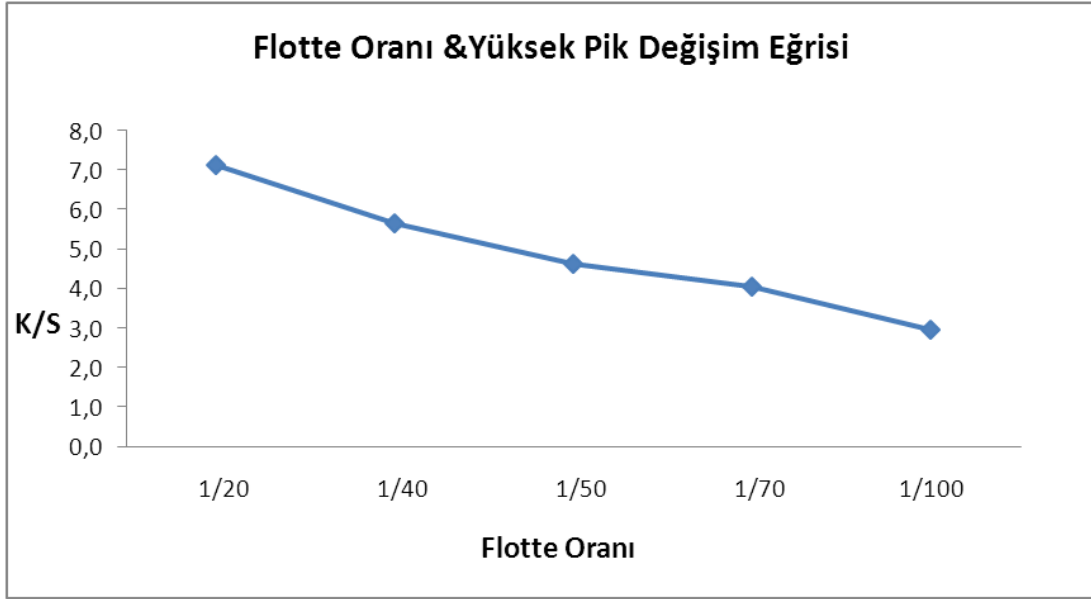
Şekil 6.2 Tuz Miktarına Göre K/S değişim Grafiği

Soda miktarının K/S değerine etkisinin incelendiği çalışmada: 540 Nm deki en yüksek pik değerlerinin alındığı Şekil 6.3. den de görüleceği gibi 0,8 g/L soda miktarında en yüksek pik değerini verdiği görülmektedir. Soda miktarının 1 g/L nin üzerine çıkarılmasının boyanın çekimine olumlu bir katkısının olmadığı gözlemlenmiştir. Soda miktarının derişiminin artması boyarmaddenin hidroliz olmasına da yol açmaktadır. Bu yüzden normal boyamalarda gerekli soda miktarı boyamanın sonuna doğru ilave edilerek boyama yapılır. Mikrodalga boyamada optimum soda derişimi 0,8 g/L olarak tespit edilmiştir.



Şekil 6.3. Soda Miktarına Göre K/S değişim Grafiği

Flotte oranının K/S değerişne etkisinin incelendiği çalışmalarda: 540 Nm deki en yüksek pik değerlerinin alındığı Şekil 6.4. den de görüleceği gibi Flotte oranı arttıkça K/S değerinin düştüğü gözlemlenmiştir. Ortamın seyrelmesi ile boyama şiddetinde düşme görülmektedir.



Şekil 6.4. Flotte oranına Göre K/S değişim Grafiği

KAYNAKLAR

- [1] ÖZCAN, Y., “Tekstil Elyaf ve Boyama Tekniği”, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 176-209, 482-491, 1978.
- [2] BAŞER, İ., İNAN, Y., “Boyarmadde Kimyası”, Marmara Teknik Eğitim Fk. Tekstil Eğitimi Bölümü, İstanbul 7-17, 47-126, 1990.
- [3] KURBANLI, R., MİRZAOĞLU, R., “Boya ve Tekstil Kimyası ve Teknolojisi”, S.Ü Yayınları, Konya , 318-340, 2004.
- [4] AKÇAKOCA, E., P., ÖZGÜNEY, A.,T., ATAY, R., “The efficiency of washing reagent in the post-dyeing removal of hydrolized reactive dye”, Dyes and Pigments, 71:214-218, 2006.
- [5] TARAKÇIOĞLU, I., “Reaktif boyarmaddelerle çektirme yöntemine göre boyamalarda bazı yeni gelişmeler”, Tekstil ve Teknik, Eylül 21-28, 1990.
- [6] SERİNDAĞ, O., HALEFOĞLU, Y., “Tekstil Kimyası”, Ç.Ü. Fen Edebiyat Fak. Kimya Bölümü, 126-142, 2001.
- [7] LEWIN, M., PEARCE, E. M., “Handbook Of Fiber Chemistry”, New York, 1083s, 1998.
- [8] İÇOĞLU, H., İ., “Pamuklu Dokunmuş Kumaşların Reaktif Boyarmaddelerle Boyanması ve Uygulama Yöntemlerinin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 2006.
- [9] WARWICKER, J. O., JEFRIES, R., COLBRAN, R. L., ROBINSON, R. N., “A Review of the Literature on the Effect of Caustic Soda and Other Swelling Agents of the Fine Structure of Cotton, Pamphlet”, No:93, Manchester, 1966.
- [10] YAKARTEPE, M., YAKARTEPE, Z., T.K.A.M. Tekstil Ansiklopedisi, Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Merkezi Yayını, İstanbul, cilt 5-6, 2158s, 1993.
- [11] UTAÇ, E., “Kırmızı reaktif boyanın (reaktif kırmızı 195) örülmüş pamuklu kumaşa uygulanmasında değişik parametrelerin renk verimi üzerine etkilerinin incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, 2006.

- [12] DURAN, K., “Tekstilde Renk Ölçümü ve Reçete Çıkarma”, Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma ve Uygulama Merkezi, Yayın No:17, 45-63, 2001.
- [13] YAKARTEPE, Z., ÜNAL, A., YAKARTEPE, M., “Büyük Tekstil Terbiye Ansiklopedisi, Cilt 18”, T.K.A.M Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Merkezi, 147, 342, 2005.
- [14] HUNGER, K., “Industrial Dyes, Chemistry, Properties, Applications”, Wiley-VCH, Verlag GmbH, Weinheim, 353, 2003.
- [15] YILDIZ, K., ALP, A., “Using of Microwave in Metallurgical Processes”, Metalurji TMMOB, 24 (125), 1300-4824, 1999.
- [16] SUTTON, W., H., “Microwave Processing of Ceramic Materials”, Ceramic Bulletin, 68 (2), 1100-1118, 1989.
- [17] KUTBAY, I., KUŞKONMAZ, N., “Mikrodalga ısıtmanın seramik üretiminde kullanımı”, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, 2008.
- [18] TEKER, M., “Tekstil Elyaf Boyama Ders Notları”, Sakarya Üniversitesi, Sakarya, 2008.
- [19] TEKER, M., KONUK, Z., “Reaktif Boyarmaddelerin Bitkisel Kökenli Adsorbanlarla Atık Sulardan Giderilmesi”, Doğu Akdeniz Üniversitesi, XXII.Ulusal Kimya Kongresi, Mağusa, KKTC, 2009
- [20] BROADBENT, A.D., Basic Principles of Textile Coloration, Society of Dyers and Colourists, England, 2001
- [21] BAŞER, İ., İNANICI, Y., Boyarmadde Kimyası, Marmara Üniv. Yay., İstanbul, 1990.
- [22] ÖZCAN, Y., Tekstil Elyaf ve Boyama Tekniği, Fatih Yayınevi Matbaası, İstanbul, 1984
- [23] OHTA, N., ROBERTSON, A.R., Colorimetry: Fundamentals and Applications, John Wiley and Sons Ltd., England, 2005.
- [24] AGOSTON, G. A., Color Theory and Its Application in Art and Design, Springer-Verlag, Berlin, 1987
- [25] ÜNVER, R., Renk Görünüm Dizgeleri, 3.Ulusal Aydınlatma Kongresi, İTÜ Mimarlık Fakültesi, 138-143, Kasım, 2000.
- [26] ÖNER, E., Tekstil Endüstrisinde Renk Ölçümü, Marmara Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 2001.

- [27] TROTMAN, E.R., Dyeing and Chemical Technology of Textile Fibres, 4th ed. Charles Griffin&Co.Ltd., London, 1970.
- [28] NEEDLES, H.L., Textile Fibers, Dyes, Finishes and Processes, Noyes Publications, USA, 1986.
- [29] UJHELYIOVA, A., BOLHOVA, E., ORAVKINOVA, J., TINO, R., MARCINCIN, A., Kinetics of Dyeing Process of Blend Polypropylene/Polyester Fibres with Disperse Dye, Dyes and Pigments, 72, 212-216, 2007.
- [30] GUPTA, B., PLESSIER, C., Modified Polypropylene Fibers with Enhanced Moisture Absorption and Dispers Dyeability, Journal of Applied Polymer Science, 73, 2293-2297, 1999.
- [31] SHIBUSAWA, T., A Method of Estimating the Diffusion Coefficient of Disperse Dyes into Hydrophobic Fibers from the Initial Sorption Data of Dyeing by Means of the Polynomial Least-squares Method, Bull.Chem.Soc.Jpn., 54, 3, 909-912, 1981.
- [32] CHOI, T.S., SHIMIZU, Y., SHIRAI, H., HAMADA, K., Disperse Dyeing of Nylon 6 Fiber Using Gemini Surfactants Containing Ammonium Cations as Auxiliaries, Dyes and Pigments, 48, 217-226, 2001.
- [33] INOUE, H., SUDA, Y., On A Simple Equation of Obtaining Diffusion Coefficient within a Fibre in the Case of An Infinite Dye bath, Sen'i Gakkaishi, 24, 88-93, 1968.
- [34] LI, D., SUN, G., Kinetics of Thermo-fixation of Solvent Dyes and Pigments in Polyester Fibres, Coloration Technology, 122,194-200, 2006
- [35] BOGDAL, D., PROCIAK, A., Microwave-Enhanced Polymer Chemistry and Technology, Blackwell Publishing, USA, 2007.
- [36] KINGSTON, H., HASWELL, J., Microwave-Enhanced Chemistry, Fundamentals, Sample Preparation and Applications. American Chemical Society: Washington, DC, 1997.
- [37] GÖVER K., Bazı Endüstriyel Malzemelerin Mikrodalga Dielektrik Sabitinin Ölçülmesi, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniv., Fen Bilimleri Enst., Bursa, 1996.
- [38] GALANTI, A., Polypropylene Fibers, Thesis of Master of Science, Newark Collega of Engineering, New Jersey, 1964.
- [39] XU, W., YANG, C., Hydrolysis and Dyeing of Polyester Fabric Using Microwave Irradiation, Coloration Technology, 118, 211-214, 2002.

- [40] KIM, S.S, LEEM, S.G.,GHIM, H.D., KIM, J.H., LYOO, W.S., Microwave Heat Dyeing of Polyester Fabric, *Fibers and Polymers*, 4, 4, 204-209, 2003.
- [41] OHE, T., YOSHIMURA, Y., Microwave Irradiation onto Nylon 6 Fibers in Organic Solvent, *Sen'i Gakkaishi*, 65, 1, 64-70, 2009.

ÖZGEÇMİŞ

Zeynep DOYURAN, 02.07.1977 de İstanbul'da doğdu. İlkokulu İstanbul'da okuduktan sonra orta ve lise eğitimini 1994 yılında Kocaeli'de tamamladı. 1994 yılında başladığı SAÜ Kimya bölümünü 1998 yılında bitirdi.. 1998 yılından 2001 yılına kadar Sakarya'daki dersanelerde kimya öğretmenliği ve idarecilik yaptı.2002 yılından beri de Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı liselerde Kimya öğretmeni olarak çalışmaktadır.