

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MİKRODALGA ORTAMINDA POLYAMİD  
ELYAFIN ASİT BOYARMADDELERLE BOYAMA  
KİNETİĞİNİN İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**Kimyager Hatice ÖKER**

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

**Eylül 2010**

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MİKRODALGA ORTAMINDA POLYAMİD  
ELYAFIN ASİT BOYARMADDELERLE BOYAMA  
KİNETİĞİNİN İNCELENMESİ**


**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

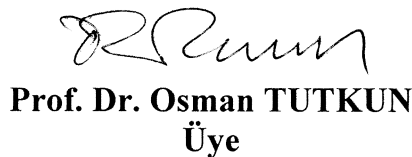
**Kimyager Hatice ÖKER**

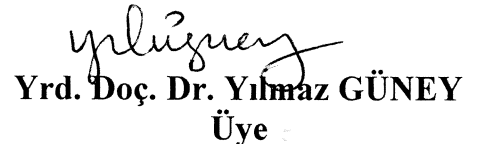
**Enstitü Anabilim Dalı : KİMYA**

**Enstitü Bilim Dalı : FİZİKOKİMYA**

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

  
**Prof. Dr. Murat TEKER**  
Jüri Başkanı

  
**Prof. Dr. Osman TUTKUN**  
Üye

  
**Yrd. Doç. Dr. Yılmaz GÜNEY**  
Üye

## TEŞEKKÜR

Çalışmanın her aőamasında tecrübelerinden yararlandığım Sayın Prof. Dr. Murat TEKER'e katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Çalıőmamın deneysel aőamasında ve spektrofotometre ölçümlerinin yapılmasında bana yardımcı olan firmam Aydın Örne A.Ő. çalıőanlarına teşekkür ederim.

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

Çalıőmalarım sırasında her zaman yanımda olduklarını hissettiğim aileme ve sevgili eőim Ferdun ÖKER'e sabır, anlayıő ve desteklerinden teşekkür ederim.

Hatice ÖKER

# İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR .....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
TABLolar LİSTESİ .....	xi
ÖZET.....	xi
SUMMARY .....	xiii

## BÖLÜM 1.

GİRİŞ.....	1
------------	---

## BÖLÜM 2.

TEORİK BİLGİLER .....	3
2.1. Sentetik Lifler .....	3
2.1.1. Polyamid lifleri.....	3
2.1.2. PA liflerinin fiziksel özellikleri .....	6
2.1.2.1. Uzunluk ve incelik.....	6
2.1.2.2. Parlaklık.....	6
2.1.2.3. Mukavemet ve kopma noktası.....	7
2.1.2.4. Sıcaklık .....	7
2.1.3. PA liflerinin kimyasal özellikleri .....	8
2.1.3.1. Suyun PA elyafa etkisi .....	9
2.1.3.2. Asitlerin PA elyafa etkisi.....	9
2.1.3.3. Bazların PA elyafa etkisi .....	9
2.1.3.4. Tuzların PA elyafa etkisi .....	9
2.1.3.5. Işığın PA elyafa etkisi.....	10
2.1.3.6. Yükseltgen ve indirgen maddelerin PA elyafa etkisi.....	10
2.1.4. Nylon 6 polimerinin yapısı .....	12

2.1.5. PA elyaf ve genel özellikleri .....	12
--	----

### BÖLÜM 3.

BOYAMA .....	13
3.1. Işık ve Renk.....	13
3.1.1. Renk teorileri .....	14
3.1.2. Boyama kinetiği .....	17
3.1.3. Rengin ölçülmesi.....	21
3.1.3.1. Ostwald renk sistemi .....	21
3.1.3.2. Munsel renk sistemi.....	22
3.1.3.3. CIA Lab renk uzayı .....	22
3.1.3.4. Kubelka-Munk teorisi.....	23
3.1.4. Renk haslıkları.....	24
3.1.4.1. Kullanılma esnasında istenen haslıklar .....	24
3.1.4.2. Üretim esnasında istenen haslıklar .....	24
3.2. Mikrodalga Yöntemiyle Boyama .....	25
3.2.1. Mikrodalga ışıması .....	25
3.2.2. Mikrodalga nedir ve nasıl çalışır .....	27
3.2.3. Mikrodalgada ısıtma teknolojisi .....	30
3.2.3.1. Çok modlu mikrodalga aplikatörleri .....	31
3.2.3.2. Tek modlu mikrodalga aplikatörleri.....	32
3.2.3.3. Sürekli sistem mikrodalga aplikatörleri .....	32
3.2.4. Mikrodalga sistemlerinin uygulama alanları .....	33
3.2.4.1. Gıda alanında kullanım alanları .....	33
3.2.4.2. Metalurji alanında kullanım alanları .....	34
3.2.4.3. Kimya alanında kullanım alanları .....	34
3.2.4.4. Tekstil alanında mikrodalga ile yapılan çalışmalar .....	34
3.2.5. Mikrodalganın insan sağlığına etkisi.....	37
3.2.6. Mikrodalga fırınlarının üretimindeki standartlar.....	39

## BÖLÜM 4.

DENEYSEL ÇALIŞMALAR .....	41
4.1. Kullanılan Kimyasal Maddeler .....	41
4.2. Kullanılan Malzeme ve Cihazlar .....	42
4.3. Yöntem.....	42
4.3.1. Boyama çalışmaları .....	42
4.3.2. Mikrodalgada flotte oranına bağlı olarak yapılan boyama Çalışmaları.....	43
4.3.3. Mikrodalganın M seviyesi ve farklı egalizatör miktarlarına bağlı olarak yapılan boyama çalışmaları .....	43
4.3.4. Mikrodalganın M seviyesinde pH etkisine göre yapılan boyama çalışmaları .....	43
4.3.5. Mikrodalgada M seviyesi ve farklı boyama şiddetine bağlı olarak yapılan boyama çalışmaları .....	44

## BÖLÜM 5.

SONUÇLAR .....	45
5.1. Mikrodalga Seviyelerine Göre Yapılan Boyama Çalışmaları Sonuçları...	45
5.2. Mikrodalga Flotte Farklarına Bağlı Olarak Yapılan Boyama Çalışmaları Sonuçları .....	46
5.3. Mikrodalgada Farklı Boyama Şiddetine Göre Yapılan Boyam Çalışması Sonuçları.....	66
5.4. Mikrodalgada Farklı Egalizatör Miktarına Göre Yapılan Boyama Çalışması Sonuçları .....	71
5.5. Mikrodalgada Farklı pH'lara Göre Yapılan Boyama Çalışmaları Sonuçları.....	76
5.6. Mikrodalgada Farklı zamanlara Göre Yapılan Boyama Çalışmaları Sonuçları.....	81

## BÖLÜM 6.

TARTIŞMA VE ÖNERİLER .....	82
6.1. Mikrodalga Seviyelerine Göre Yapılan Boyama Çalışmaları Sonuçları...	82
6.2. Mikrodalganın M Seviyesinde Flotte Miktarına Göre Yapılan Boyama Çalışmaları İçin Tartışma ve Öneriler .....	82

6.3. Mikrodalganın M Seviyesinde Boya Miktarına Göre Yapılan Boyama Çalışmaları İçin Tartışma ve Öneriler .....	83
6.4. Mikrodalganın M Seviyesinde Egalizatör Miktarına Göre Yapılan Boyama Çalışmaları İçin Tartışma ve Öneriler.....	83
6.5. Mikrodalganın M Seviyesinde pH Etkisine Göre Boyama Çalışmaları İçin Tartışma ve Öneriler .....	83
6.6. Mikrodalganın M Seviyesinde Farklı Sürelerde Yapılan Boyama Çalışmaları İçin Tartışma ve Öneriler .....	84
KAYNAKLAR.....	86
ÖZGEÇMİŞ.....	87

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

A	: Defrost
Å	: Amstrong, dalga boyu birimi
B	: M-Low
BM	: Boyarmadde
$\beta$	: Beta formu
C	: Medium
cm	: Santimetre
Ç	: Çözünürlük sağlayan grup
D	: M-High
E	: High
GHz	:Frekans birimi
Kons.	:Konsantrasyon
K/S	: Kubela/munk sabiti
MD	: Mikrodalga
$\mu\text{m}$	: Mikrometre
nm	:Nanometre, uzunluk birimi
pH	: Asitlik derecesi
T	:Zaman,s
UV	: Ultraviyole



## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Polyamidin yapı formülü.....	4
Şekil 2.2. Polyamid monomerinin yapısı .....	4
Şekil 2.3. Nylon 6,6 formülü .....	5
Şekil 3.1. Kinon ve benzoidin molekül yapısı [12].....	17
Şekil 3.2. Mikrodalga ışımasının frekans aralığı [27] .....	29
Şekil 3.4. Mikrodalga çalışma modülü .....	33
Şekil 4.1. I.Yellow 2SRL boyasının formülü .....	44
Şekil 4.2. I.Bordo 2SB boyasının formülü .....	45
Şekil 5.1. %1 I.Yellow 2SRL boyasının, 1/50 flottede,1g/l egalizatör ile 5 dk'da gerçekleşen K/S değerleri grafiği .....	50
Şekil 5.2. %1'lik I.Yellow 2 SRL boyasının,1/50 flottede , 1 g/l egalizatör ile 5 ve 10 dk'da gerçekleşen K/S değerleri tablosu .....	52
Şekil 5.3. %1 I. YELLOW 2SRL boyasının, 1/50 flottede, 1 g/l. egalizatörle 10 dk'da gerçekleşen K/S değerleri grafiği .....	53
Şekil 5.4. 450 nm'deki K/S değerleri grafiği .....	53
Şekil 5.5. %1 I. BORDO 2SB boyasının, 1/50 flottede, 1 g/l. egalizatörle 5 dk'da gerçekleşen K/S değerleri grafiği .....	55
Şekil 5.6. %1 I. BORDO 2SB boyasının, 1/50 flottede, 1 g/l. egalizatörle 5 dk'da 530 nm'de gerçekleşen K/S değerleri grafiği .....	56
Şekil 5.7. %1 I. BORDO 2SB boyasının, 1/50 flottede, 1 g/l. egalizatörle 10 dk'da gerçekleşen K/S değerleri grafiği .....	58
Şekil 5.8. %1 I. BORDO 2SB boyasının, 1/50 flottede, 1 g/l. egalizatörle 10 dk'da 530 nm'de gerçekleşen K/S değerleri grafiği .....	58
Şekil 5.9. %1 I. BORDO 22SB boyasının, 1/50 flottede, 1 g/l. egalizatörle 5 ve 10 dk'da 530 nm'de gerçekleşen K/S değerleri grafiği .....	59
Şekil 5.10. Yellow 2SRL boyasının, 5 dakikada farklı flottelerdeki değerler grafiği.....	62
Şekil 5.11. %1 I.Yellow 2SRL boyasının ,1 g/l egalizatörle, 5 dk'da 450 nm'deki	

farklı flottelerdeki değerler grafiği .....	63
Şekil 5.12. I.Bordo 2SB boyasının, 1 g/l egalizörle 5 dk'daki farklı flottelerdeki değerler grafiği.....	64
Şekil 5.13. I.Bordo 2SB boyasının, 1 g/l egalizörle 5 dk'daki farklı 530 nm'deki farklı flottelerdeki değerler grafiği.....	66
Şekil 5.14. %1 I.Yellow 2SRL boyasının, 1 g/l. egalizatörle 5 dakikada farklı boyama şiddetine göre oluşan değerler grafiği.....	68
Şekil 5.15 %1 I.Yellow 2SRL boyasının, 1 g/l. egalizatörle 5 dakikada 450 nm'deki farklı boyama şiddetine göre oluşan değerler grafiği .....	68
Şekil 5.16. %1 I.Bordo 2SB boyasının, 1 g/l. egalizatörle 5 dk'da farklı boyama şiddetine göre oluşan değerler grafiği .....	69
Şekil 5.17. %1 I.Bordo 2SB boyasının, 1 g/l egalizatörle 5 dk'da 530 nm'deki farklı boyama şiddetine göre oluşan değerler grafiği .....	69
Şekil 5.18. %1 I.Yellow 2SRL boyasının farklı egalizatör miktarlarıyla 5 dakikada yapılan boyama çalışmalarına göre oluşan değerler grafiği ..	73
Şekil 5.19. %1 I.Yellow 2SRL boyasının farklı egalizatör miktarlarıyla 450 nm'de ve 5 dk'da yapılan boyama çalışmalarına göre oluşan değerler grafiği .....	73
Şekil 5.20. %1 I.Bordo 2SB boyasının farklı egalizatör miktarlarıyla 5 dk'da yapılan boyama çalışmalarına göre oluşan değerler grafiği .....	75
Şekil 5.21. %1 I.Bordo 2SB boyasının farklı egalizatör miktarlarıyla 5 dakika 530 nm'de yapılan boyama çalışmalarına göre oluşan değerleri... ..	75
Şekil 5.22. %1 I.Yellow 2SRL boyasının farklı pH değeriyle, 5 dk'da yapılan boyama çalışmalarına göre oluşan değerler grafiği.....	78
Şekil 5.23. %1 I.Yellow 2SRL boyasının farklı pH değerleriyle, 5 dk'da 450 nm'de yapılan boyama çalışmalarına göre oluşan değerler grafiği .....	78
Şekil 5.24. %1 I.Bordo 2SB Boyasının farklı pH'larda 5 dk'da yapılan boyama çalışmalarına göre oluşan değerler grafiği .....	80
Şekil 5.25. %1 I.Bordo 2SB Boyasının farklı pH'larda 5 dk'da 530 nm'de yapılan boyama çalışmalarına göre oluşan değerler grafiği .....	80

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1. Işık absorpsiyonu ve renk .....	4
Tablo 3.2. $M_{\infty}$ değerinin hesaplanmasında kullanılan katsayılar .....	5
Tablo 4.1. Mikrodalga fırının değişik seviyeleri için güç değerleri .....	46
Tablo 5.1. %1 ISOLAN YELLOW 2SRL boyasının, 1/50 flottede, 1g/l. egalizatörle 5dk'da gerçekleşen K/S değerleri tablosu... ..	49
Tablo 5.2. 1/50 flottede %1' lik boyanın 5 dk'da 450 nm'de K/S değerleri tablosu .....	50
Tablo 5.3. %1 I. YELLOW 2SRL boyasının, 1/50 flottede, 1g/l. egalizatörle 5 ve 10 dk'da gerçekleşen 450 nm'deki K/S değerleri tablosu.....	50
Tablo 5.4. %1 ISOLAN YELLOW 2SRL boyasının, 1/50 flottede, 1g/l. egalizatörle 10dk'da gerçekleşen K/S değerleri tablosu... ..	52
Tablo 5.5. 1/50 flottede 10 Dk.da 450 nm.deki K/S değerleri tablosu.....	53
Tablo 5.6. %1 I. BORDO 2SB boyasının, 1/50 flottede, 1 g/l. egalizatörle 5 dk'da gerçekleşen K/S değerleri tablosu .....	54
Tablo 5.7. 1/50 flottede 5 dk'da 530 nm'deki K/S değerleri tablosu .....	55
Tablo 5.8. %1 ISOLAN BORDO 2SB boyasının, 1/50 flottede, 1 g/l. egalizatörle 10 dk'da gerçekleşen K/S değerleri tablosu .....	57
Tablo 5.9. 1/50 flottede 10 dk'da 530 nm'deki K/S değerleri tablosu.....	58
Tablo 5.10. %1 I. BORDO 2SB boyasının, 1/50 flottede, 1 g/l. egalizatörle ve 10 dk'da 530 nm'de gerçekleşen K/S değerleri tablosu .....	59
Tablo 5.11. %1 I. Yellow 2SRL boyasının, 1 g/l egalizatörle, 5 dk'da farklı flottelerdeki değerler tablosu .....	61
Tablo 5.12. %1 I. Yellow 2SRL boyasının, 1 g/l egalizatörle, 5 dk'da farklı flottelerde 450 nm'deki değerler tablosu.....	62
Tablo 5.13. %1 I. BORDO 2SB boyasının, 1 g/l egalizatörle, 5 dk'da farklı flottelerde ki değerler tablosu.....	64
Tablo 5.14. %1 I. BORDO 2SB boyasının, 1 g/l egalizatörle, 5 dk'da 530 nm'de	

farklı flottelerdeki değerler tablosu .....	65
Tablo 5.15. %1 I.Yellow 2SRL boyasının, 1 g/l egalizatörle, 5 dk'da farklı boyama şiddetlerine göre oluşan değerler tablosu .....	67
Tablo 5.16. %1 I.Yellow 2SRL boyasının, 1 g/l egalizatörle, 5 dk'da 450 nm'de farklı boyama şiddetlerine göre oluşan değerler tablosu.....	68
Tablo 5.17. %1 I. BORDO 2SB boyasının, 1 g/l egalizatörle, 5 dk'da farklı boyama şiddetlerine göre oluşan değerler tablosu .....	69
Tablo 5.18. %1 I. BORDO 2SB boyasının, 1 g/l egalizatörle, 5 dk'da 530 nm'de farklı boyama şiddetlerine göre oluşan değerler tablosu.....	70
Tablo 5.19. %1 I.Yellow 2SRL boyasının, farklı egalizatör miktarlarıyla 5 dk'da yapılan boyama çalışmalarına göre oluşan değerler grafiği.....	72
Tablo 5.20. %1 I.Yellow 2SRL boyasının, farklı egalizatör miktarlarıyla 5 dk'da 450 nm'de yapılan boyama çalışmalarına göre oluşan değerler grafiği .....	73
Tablo 5.21. %1 I. BORDO 2SB boyasının farklı egalizatör miktarlarıyla 5 dk'da yapılan boyama çalışmalarına göre oluşan değerler grafiği.....	74
Tablo 5.22. %1 I. BORDO 2SB boyasının farklı egalizatör miktarlarıyla 5 dk'da 530 nm'de yapılan boyama çalışmalarına göre oluşan değerler.....	75

## ÖZET

Anahtar Kelimeler: polyamid, boyama, MD enerjisi, reaktif boyarmadde

Bu çalışmada polyamid elyafın asit boyarmaddelerle boyanmasının mikrodalga ortamda gerçekleştirilmesi araştırıldı. Boyama çalışmalarında değişik MD düzeylerinde, polyamid kumaşın asit boyarmadde ile boyama süresine, boyama şiddetine göre olan değişimleri incelendi. MD düzeyi olarak beş düzey seçildi ve her bir düzeye ait boyama sonuçları K/S oranlarıyla analiz edildi. Boyama şiddetine göre yapılan boyamada % çekimin en fazla olduğu boyama şiddeti değeri % 1 lik boyamada tespit edildi. MD düzeylerindeki artış ile boyamanın arttığı saptandı. Ayrıca boyamanın süreyle doğru orantılı olarak arttığı tespit edildi.

# **EXAMINATION OF KINETICS OF ACID DYESTUFF POLYAMIDE FIBERS IN MICROWAVE CONDITIONS**

## **SUMMARY**

Key words: polyamide, dyeing, MD energy, acid dye

Polyamide fiber reactive dyes in this study of the acid stained dyeing realization was investigated in the microwave environment. MD studies of different levels of staining, polyamide fabric dyeing with acid dyes on the duration, the changes were evaluated according to staining intensity. MD level was chosen as the five levels and each level of the staining results of K/S ratios were analyzed. In the dye staining according to the severity of the staining intensity, the greatest shots% value of 1% was found in paint. MD with increasing levels of staining were increased. Also increased in direct proportion to the duration of staining was observed.

## BÖLÜM 1. GİRİŞ

Dünyada ilk elde edilen sentetik polimer, polyamid yapısındadır ve üretici firma tarafından nylon adı ile piyasaya verilmiştir. Dünya pazarında mevcut naylon lifinin yaklaşık 26 milyon tonu filament, 675 milyon tonu ise kesikli lif halindedir[1].

Polyamidler konusunda ilk araştırmalar 1927 yılında du Pont de Nemours firması tarafından başlatılmıştır. 1938 yılında A.B.D’de W.II.Carothers ve arkadaşları polyamid liflerini geliştirerek piyasaya sürmüşlerdir. Firmanın bu ürüne ticari ad olan nylon sözcüğü, günümüzde halen tüm polyamidler için genel bir ad olarak kullanılmaktadır[2].

Polyamid yüksek mukavemet ve yüksek aşınma direnci, yüksek elastik uzamadan ilk haline geri dönme ve düşük nem gibi özellikleriyle bilinirler. Kırıksıklık tutmama özellikleri de iyidir. Bu sebeple polyamid elyafı halılarda, döşemeliklerde, dekor örme eşyalarda, ev giyiminde, hafif ağırlıklı spor giysi ve çoraplarda kullanılır[3].

Polyamid elyafı farklı boyama yöntemleri ile boyanmaktadır. Çektirme yöntemi, uzun flotte oranında yapılan boyamalardır. Kapalı basınç altında, optimum pH aralığında yardımcı kimyasallar ile uygun boyama sıcaklığında yapılır. Bu boyama şekli en yaygın olarak uygulanan yöntemdir. Fakat proses süresi uzundur. Diğer bir boyama yöntemi; emdirme yöntemidir. Kısa flotte oranında fularlarda emdirilerek yapılan boyamadır. Kumaş önce boya banyosunda fularlanır. Fularlanan boyanın akmaması için termasol yöntemine göre boyanın fikse edilmesi gerekir. Bu sebeple kumaşa bir sıkma uygulanmaktadır. Boyanın kumaşın her yönüne düzgün dağılabilmesi için (migrasyonu önlemek ) hızla kurutma işleminin yapılması gerekmektedir[4,5]. Mikrodalga ışınmayı radyoaktif ışımadan ayıran temel fark radyoaktif ışınmanın iyonize olmasıdır. İyonlaşan ışımalarda akım yüksektir. Bu sebeple canlı hücrelerinde hasara sebebiyet verebilir[6].

Mikrodalga ile ilgili ilk uygulamalar gıda alanında başlamış olup son yıllarda çeşitli endüstri alanlarında da uygulanmaya başlamıştır. Tekstilde mikrodalga ilk denemesi OTEMAS 81(Japonya) Fuarında The IchikinLtd. Firması tarafından Apolloteks Elektron Reactor adıyla sergilenen bir makine ile pratik anlamda kullanılmaya başlamıştır. Fuarda sergilenen makine polyester kumaş kumaşlar için geliştirilmiştir[7].

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



## **BÖLÜM 2. TEORİK BİLGİLER**

### **2.1.Sentetik Lifler**

Sentetik lifler, sentez yoluyla elde edilen polimerlerden imal edilir. Bu sınıftaki liflerin yapısını oluşturan polimerler doğada yoktur; basit monomerlerden sentetik olarak elde edilir. Genellikle, polimeri oluşturacak olan monomer veya monomerler, petrol veya kömürün aynasal damıtılmasından elde edilmiş yan ürünlerdir. Dünyada ilk elde edilen sentetik polimer, polyamid yapısındadır ve üretici firma tarafından nylon özet adı ile piyasaya verilmiştir. Sentetik polimerler ya kimyasal yapısına veya sentez yöntemine (adisyon polimerleri, yoğunlaşma polimeri gibi) göre sınıflandırılır.

Burada sentetik lifler, kimyasal yapılarına göre sınıflandırılacaktır. Bu sınıflandırma, tekstil liflerinin sınıflandırılması konusu içinde verilmiştir.

#### **2.1.1. Polyamid (PA ) lifleri**

Polyamid sözcüğü, yapısında amid (-CO-NH-) grubunun belli aralıklarla tekrarlandığı polimerler için kullanılmaktadır. Bu, grubun bulunduğu polimer bileşiklere örnek olarak daha önce proteinleri görmüştük. Protein ve polipeptidler, doğada bulunan yani doğal polyamidler olarak bilinir. Polyamidler ayrıca sentetik olarak da üretilirler. Böylece polyamidleri, doğal ve sentetik olmak üzere ikiye ayırabiliriz. Doğal polyamidlerden, yün, ipek ve benzeri hayvansal liflerin yapı taşı olan proteinleri sayılabilir. Sentetik polyamidler ise bu konu içinde incelenecektir.

Dünyadaki ilk sentetik elyaf polyamidten üretilmiştir. Polyamidler konusunda A.B.D.' de du Pont de Nemours firması tarafından 1927 de başlatılan araştırmalar sonucu, bu firmanın araştırma merkezinde 1938 de W.II. Carothers ve arkadaşları tarafından polyamid lifleri geliştirilerek piyasaya verilmiştir. Firmanın bu ürüne verdiği ticari ad olan ‘Nylon’ sözcüğü, günümüzde halen tüm polyamid lifler için genel bir ad olarak kullanılmaktadır[2].

Sentetik polyamidler iki farklı yöntemle elde edilmektedir.

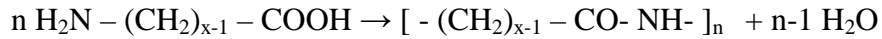
1 - Lineer yapıda bir diamin ile yine lineer yapıda bir dikarboksilik asidin polikondensasyonundan, elde edilirler. Bu polyamidlerde amid grupları arasında farklı uzunlukta metilen grupları yer alır.



Polyamid(PA)

Şekil.2.1. Polyamid yapı formülü

2 - Polyamid monomeri olarak yukarıdaki gibi iki değil, tek tür monomer de kullanılabilir. Bu takdirde kullanılacak başlangıç maddesi bir co-amino karboksilik asittir ve bu da lineer yapıda olmalıdır.



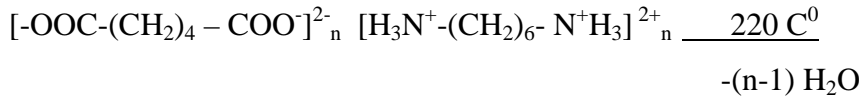
Polyamid      Nylon

Şekil.2.2.Polyamid monomerinin yapısı

Bu iki farklı yöntemle ve değişik başlangıç maddeleri kullanılarak yapılan sentezlerle, çok sayıda polyamid ürünleri elde edilir. Bu ürünleri birbirinden ayırt etmek için polyamidlerin genel adı olan Nylon sözcüğünden sonra numaralandırma yapılır. Bu numaralandırmada birinci yöntemle elde edilen polyamidlerde Nylon kelimesinin sonuna iki rakam getirilir. Bunlardan birincisi diamindeki karbon sayısı, ikincisi ise dikarboksilik asitteki karbon sayısıdır. Nylon (x,y) gibi. İkinci yöntemle elde edilenler ise, tek monomerden üretildiğinden, nylon kelimesinden

sonra, bu monomerdeki karbon sayısını gösteren tek rakamla belirtilir, Nylon (x) şeklinde[1].

Polyamid lifleri içinde en çok üretilen ve tüketilen iki tür vardır. Bunlardan biri heksametilen diamin ile adipik asidden oluşan Nylon 6,6 ; diğeri ise o>- amino heksanoik asidden elde edilen Nylon 6 dır.



Şekil.2.3. Nylon 6,6 formülü

Çözelti soğutulduğu takdirde, nylon 6,6 tuzu beyaz kristaller halinde ayrılır. Bu tuzun sudaki çözeltisi basınç altında ve havasız ortamda buharla beslenerek 215-220 C<sup>0</sup> de tutulursa polimerleşme başlar, reaksiyon 2-3 saatte tamamlanır. Polimerleşme reaksiyonunu, elde edilecek ürünün erime noktası 300 C<sup>0</sup> civarında olacak şekilde kontrol altında tutmak gerekir. Polimerleşme ilerledikçe molekül ağırlığı, dolayısıyla polimerleşme derecesi artar. Bu artışla birlikte dayanıklılıkta da artma gözlenir Ancak bunun sonucunda erime noktası da yükseldiğinden rahat çalışabilmek için polimerleşme belli bir değerde durdurulur. Meydana gelen polimerin molekül ağırlığı 6000-10000 (P.D. 50-80) arasında olduğunda karışıma % ] oranında asetik asit eklenerek reaksiyon sona erdirilir. Burada asetik asit amino grubunu bloke ederek polimerleşmeyi durdurulur. Nylon 6,6 polimer süt beyazı rengindedir. Katı haldeki polimer küçük parçalara kesilir ve yumuşak eğirme yöntemine göre filament haline getirilir.

Yumuşak-eğirme işleminde, eritme sırasında hava oksijeninin zararlı etkisinden korumak için eritme bölmesi azotla doldurulur. 300 C<sup>0</sup> de erimi; polimerin basınçla ince deliklerden fişkırtılması ile elde edilen filamentler kapalı bir soğutma odasından geçirilir. Yeni katılaşmış nylonda nem bulunmaz. Atmosfer nemi ile bir dengeye erişirken hafifçe uzamayı meyleder. Bu olay filamentleri bobinlere sardıktan sonra olursa paketleme gevşek ve yetersiz olur. Bu bakımdan soğutma odasından çıkan filamentlere sarılmadan önce bir tavlama odasında buharlanarak nemlendirilir.

Nylon 6,6 filamentleri mat olarak elde edilmek isteniyorsa nylon 6,6 tuzu halinde iken yaklaşık % 1 oranında  $TiO_2$  eklenir. Böylece mat görümlü filamentler elde edilmiş olur. Parlak filamentler ise, trilobal kesitli olarak üretilir.

Yumuşak-egirme ile elde edilen filamentler daha sonra bir germe-çekme işlemine yollarırlar. Soğukta % 400-500 oranında uzatılan nylon 6,6 filamentlerinde kristalin alanların oranı artar ve bu kristalin alanlar elyaf eksenini boyunca yönlendirirler. Bunun sonucu olarak liflerin dayanıklılığında artma gözlenir. Bu işlemle kristalin bölgelerin artmasının sebebi, polimer zincirlerin birbirine yaklaşması ve zincirlerin üzerinde bulunan amino ve karbonil grupları arasında H-köprüleri meydana gelmesidir. Nylon filamentlerinin bir başka yapısal özelliği de polimer zincirlerin lineer fakat zig-zag şeklinde olmasıdır[1].

## **2.1.2. Polyamid elyafının fiziksel özellikleri**

### **2.1.2.1. Uzunluk ve incelik**

Sonsuz filament halinde üretilirler. PA materyalden karışım oluşturulacaksa, stapel olarak da kullanılabilirler. Kullanım alanlarına bağlı olarak, talep edilen şekilde, stapel veya filament halinde kullanılabilirler. Üretim sırasında, kullanım alanlarına bağlı olarak, istenilen incelikte lif üretimi yapılabilir [8].

### **2.1.2.2. Parlaklık**

Parlak şekilde üretilebilirler ve parlaklık derecesi talep edilen derecede ayarlanabilir. Elyafın mat olması istenildiğinde beyaz pigment ilavesi ile istenilen matlık elde edilebilir.

### **2.1.2.3. Mukavemet ve kopma uzaması**

PA elyafın mukavemeti yüksektir. Özellikle kuru haldeyken 3.5-6.5 g/denye mukavemete sahiptirler. Yaş haldeyken mukavemette, ortalama %10-15 civarında

düşme olur. Stapel olarak üretilmiş PA elyafın mukavemetleri de bu değerlerden çok farklı değildir. Kopma uzaması çok yüksek olup, ortalama %16-40 aralığındadır. Islandığında, kuru haldekine oranla çok daha fazla uzar [8].

#### **2.1.2.4. Sıcaklık**

Erime noktası, 160-250°C aralığındadır. Bu nedenle, işlem göreceği sıcaklıkların, bu sıcaklıklardan daha düşük olması gerekir. 90°C' yi geçmeyen sıcaklıklardan etkilenmezler. Sıcaklık yükseldikçe, kopma dayanımları ve esneme yetenekleri azalır [8].

#### **2.1.2.5. Nem alma**

%65 nispi nem ve 20°C' de %3,5-5 kadar nem alırlar. Islandığında, bir miktar mukavemet kaybı olabilir. Fakat çok çabuk kurur [9].

Özgül ağırlığı 1,14 olan nylon 6, % 100 bağıl nemde % 9 a ulaşır. Uzama yeteneği yüksektir; filament kalınlığına göre % 25-40 uzama verilebilir. %8 uzama verilmiş filamentlerde geriye dönüş (esneklik) % 100 dür. Mukavemeti kuru halde 4,5-5,8 g/denier; ıslak halde 4,1-5,1 g/denierdir. 217°C de erir. Termoplastik materyal olduğundan kolayca tekstüre lifler elde edilir. Yandığında tutuşmaz, eriyerek damlalar oluşturur.

Nylon 6,6, % 100 bağıl nemde en fazla % 4-4,5 nem çeker. Kristalin bölgelerin oranı % 65-85 gibi yüksek bir değer olduğundan su molekülü ile ilişki kurabilecek fonksiyonel grupların sayısı azdır. Kristalin bölge oranının fazlalığı yanında amorf bölgelerdeki karbonil ve amino grupları arasında da H-bağları oluşabilir. Bu yapı nylon 6,6' yı dayanıklı kılar. Materyal ıslandığında amorf bölgelerdeki H-bağlarının büyük bir kısmı su molekülleri tarafından hidroliz edildiğinden dayanırlığı azalır. Uzama ve esneklik özellikleri iyidir. Kopmadan % 25-30 kadar uzama gösterebilir. % 4 kadar uzatılmışsa geriye dönme oranı % 100 dür. Bunun sebebi, kuvvetli H bağlarının oluşturduğu düzgün şebeke sisteminden dolayıdır. Zincirler arasındaki

II-bağları çok kısa mesafeler içindedir ve uygun değer dayanıklılık gösterir; polimerleri kaymaya karşı korur. Gerilme kuvveti kaldırıldığında, polimer sistemi eski orijinal durumuna kolayca döner. Yani, nylon tekstil materyalleri, buruşma ve kırışma sonucu kolayca orijinal biçimini yeniden alır. Ancak, bunun da bir sınırı vardır. Art arda buruşturulmuş nylon tekstil materyalinde bükülmeler meydana gelir. Polimerin zig-zag yapısı da esneklik değerini artırır.

150 C<sup>0</sup> de 6 saat içinde sararır. 250 C<sup>0</sup> de yumuşar. 290-300 C<sup>0</sup> de erir. Ütüleme sıcaklığı 150 C<sup>0</sup> dir. Termo-plastik olduğundan kolayca tekstüre edilir. Nylon 6,6 ve diğer termoplastik liflere sıcakta kolayca biçim verilebilir. Bu işleme ısı ile fiksaj işlemi denir.

Polimer zincirler arasında H-bağları normal durumdadır. Bağlar, polimerler arasında kısa mesafelerde oluşmuş durumdadır, dış yüzeyi genişlerken, iç yüzeyi daralır. Bu durum H-bağlarını gerer. Lif ısıtıldığında veya kinetik enerji uygulandığında, gerilen H-bağları kopar. Soğutulduğunda mümkün olan en kısa mesafelerde yeniden oluşur. Bu durum elyafın bükülmüş halde kalmasına sebep olur. Buna ısı ile fiksaj işlemine termofiksaj denir.

Nylon 6,6 filamentlerinin statik elektriklenme özelliği de fazladır. Yeterli derecede su molekülü bağlamadığından üzerine toplanan elektrik dağılamaz. Isı iletkenliği ise oldukça zayıftır. UV ışıktan etkilenir ve bozunur. Mukavemeti kuru halde 4,6-5,8; ıslak halde 4,0-5,1 g/denierdir.

### **2.1.3. Polyamid elyafının kimyasal özellikleri**

#### **2.1.3.1. Suyun PA elyafa etkisi**

PA elyaf, hidrofob lifler arasında yer almaktadır. Normal şartlar altında içerdikleri higroskopik nem miktarı %4 kadardır. Az gerilmiş PA liflerinde yüksek nem, çok gerilmiş olanlarda daha düşük nem bulunur. Normal şartlar altında suya karşı dayanıklıdırlar. Fakat işlem çok yüksek sıcaklıklarda gerçekleştirilecekse, basınç altında zarar görür [10].

### **2.1.3.2. Asitlerin PA elyafa etkisi**

Seyreltik asitlerin PA elyafa etkileri azdır. Oda sıcaklığında, zayıf anorganik asitlerle ve organik asitlere karşı oldukça dayanıklıdır. Eğer sıcaklık yükseltirse yapılarında bozunmalar meydana gelebilir. Yüksek sıcaklıklarda, asitlere karşı dayanıklılığı düşüktür. Fenollerle, derişik anorganik asitlerle, %60' lık formik asitle ve %60' lık asetik asitle çözünürler [11].

### **2.1.3.3. Bazların PA elyafa etkisi**

PA elyaf, bazlara karşı yüksek dayanıma sahiptir. Soğukta, çok kuvvetli baz çözeltilerinden etkilenmezler. Soda ve amonyak gibi zayıf bazlarla, sıcakta gerçekleştirilecek işlemler sırasında, elyafda dikkate değer bir zarar gözlenmez. Çok derişik kuvvetli NaOH çözeltilerinde kaynatıldığında dahi zarar görmezler [11].

### **2.1.3.4. Tuzların PA elyafa etkisi**

PA elyaf, doymuş çinko klorür çözeltilisinde şişer. Çinko klorürün metanol ile oluşturulan sıcak çözeltilisi, PA elyafı tamamen çözer [11].

### **2.1.3.5. Yükseltgen ve indirgen maddelerin PA elyafa etkisi**

Ağartma işleminde kullanılan hipoklorit ve peroksitler gibi yükseltgen maddeler, özellikle ortamda metal iyonlarının bulunması halinde PA elyafa zarar verirler. Bu nedenle, bu tür yükseltgen maddeler PA ağartmasında kullanılmazlar. Ağartma yapılması istenildiğinde, genellikle sodyum klorit veya potasyum permanganat kullanılır. Potasyum permanganat ile gerçekleştirilen ağartmalarda, materyal üzerine çöken manganoksidin uzaklaştırılması için hidroklorik asit veya oksalik asit kullanılır. Çinko formaldehit-sülfoksilat maddesi de, ağartmada indirgen madde olarak kullanılabilir [10].

### 2.1.3.6. Işığın PA elyafa etkisi

Uzun süre güneş ışığına maruz kalan beyaz PA elyafı sararır ve kopma dayanımları büyük ölçüde azalır. Matlaştırıcı olarak üzerinde beyaz pigment içeren PA elyafı ışıktan daha çabuk etkilenir ve daha çok zarar görür [10].

Nylon 6'nın kimyasal özellikleri nylon 6,6'ya benzer. Seyreltik asitlerden ve kaynar NaOH'ten etkilenmez. Anorganik asidelerde ise kolayca parçalanır. Nylon 6 güneş ışığından da etkilenir; özellikle UV ışığında, amino grupları havanın oksijeni ile reaksiyon verir. Bu gruplar daha reaktif ve suda çözünür hale geçer. Böylece tekstil materyalinde zayıflama ve çürüme olur. Bu nedenle nylon 6, perdelik kumaş yapımında kullanılmaz. Ancak, UV ışığına karşı nylon 6,6'dan daha dayanıklıdır. Nylon 6,6 dan daha fazla boyarmadde affinitelidir. Yani aynı banyoda boyanırsa, nylon 6 lifleri 6,6 dan daha koyu tonlarda boyanır. Nylon 6, Capron ticari adı ile de bilinmektedir.

Nylon 6 ve nylon 6,6 monomerlerinden kopolimer olarak üretilen polimer madde değişik özelliklere sahip bir elyaf olarak Helenca, Trelon veya Nylon 6+66 adları ile piyasada bulunur. Su tutma ve nem çekme özelliğinin çok az olması nedeniyle mayo ye benzeri deniz giysileri yapımında kullanılır. Ayrıca esneklik özelliği dolayısıyla kadın ve erkek çorapları yapılır. Nylon 6 ve nylon 66 Filamentlerini birbirinden ayırmak için 80 C de % 50 lik HCOOH çözeltisi kullanılır. Formik asitte bu sıcaklıkta nylon 6 bir buruşma ve erime gösterirken, nylon 66 etkilenmeden dibe batar.

Yapı bakımından doğal polyamidlere benzerse de onların gösterdiği kimyasal özellikleri göstermez. Nylon 6,6 seyreltik asitlerden etkilenmez; fakat anorganik asitlerle hidroliz olarak kolayca bozunur. Önce H-bağlan, daha ileri hidrolizde ise peptid bağları kopar. % 5 lik HCl ve %5 lik H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile sıcakta kolayca parçalanır. 27 °C'de derişik formik asitte çözünür. Nylon 6,6; kaynar NaOH çözeltisinden fazla etkilenmez. Buna karşılık hipoklorit gibi abartıcılardan etkilenir. Bu tür maddelerle ağartma yapılamaz.



Nylon 6,6 filament halinde kullanıldığında ipeğe benzer. Özel spinneret başlıkları kullanılmak koşuluyla kesiti üçgene benzeyen ve Trilon ticari adıyla bilinen cinsi, ipekli kumaş yapımında kullanılır. Ayrıca nylon 6,6 filamentleri şemsiyelik kumaşlar, paraşüt kumaşları, iç çamaşırları gibi malzemelerin yapımında kullanılmaktadır. Nylon 6,6 filamentlerinin en çok kullanıldığı alan kadın ve erkek çoraplarının üretimidir. Sürtünme direncinin yüksek olması nedeniyle kesikli elyaf halinde yün ve viskonla karıştırılarak bunların dayanıklılığı artırmak üzere kullanılır. Halı ipliği, kadife kumaş iplikleri, döşemelik kumaşlar, kadın ve erkek çorapları, eldivenlik kumaşlar ile kort bezi ve sanayi tekstillerinde kullanılır.

#### **2.1.4. Nylon 6 polimerinin yapısı**

Nylon 6 polimeri yukarıda belirtilen ikinci yöntemle göre elde edilir. Başlangıç maddesi amino kaproik asittir.

Bu madde 260 °C de basınç altında ve katalizör olarak nylon 6,6 tuzu kullanılmak suretiyle polimerleştirilir.

Nylon 6 polimeri 220°C de eritilerek yumuşak—eğirme yöntemi ile filament haline getirilir. Soğuk germe-çekme işlemi ile dayanıklılığı artırılır. Bu madde savaş yıllarında Almanya' da 1939 da Perlon L ticari adı ile üretilmeye başlanmıştır.

#### **2.1.5. PA elyaf ve genel özellikleri**

Polyamid elyaf (PA), 1928 yılında duPont firmasının polimer maddelerin sentezi üzerindeki araştırmaların bir ürünü olarak piyasaya sürülen ve “nylon” özel adıyla bilinen sentetik bir tekstil materyalidir. Polyamidler, ya bir diamin ile diasitten veya bir amino asitten, yoğunlaştırma yolu ile elde edilir [8,9]. Sentetik polyamidler, iki farklı yöntemle elde edilmektedirler.

-Lineer yapıda bir diamin ile yine lineer yapıda bir dikarboksilik asidin polikondenzasyonundan elde edilirler.

-ω-amino karboksilli asitlerin veya laktamların polikondenzasyonundan elde edilirler.

Bu iki farklı yöntemle ve değişik başlangıç maddeleri kullanılarak yapılan sentezlerle çok sayıda polyamid ürünleri elde edilebilir. Bu ürünleri birbirinden ayırt edebilmek için polyamidlerin genel adı olan “nylon” sözcüğünden sonra numaralandırma yapılır. Yukarıda anlatılan iki yöntemden birincisinde, “nylon” kelimesinin sonunda iki rakam bulunmaktadır. Bu rakamlardan birincisi diamindeki karbon sayısını, ikincisi dikarboksilik asitteki karbon sayısını gösterir. İkinci yöntemde üretilen polyamidler, tek monomerden üretildiği için, “nylon” kelimesinden sonra tek rakamla ifade edilirler ve bu rakam, monomerdeki karbon sayısını göstermektedir [3].

## 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 [11].

İnsan gözü görünür bölge olarak adlandırılan ve dalga boyu 400-750 nm arasında olan elektromanyetik dalgaları algılayabilir [12].

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 [12].

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 [13].

Eğer bir cisim üzerine düşen ışığın tamamını yansıtıyorsa beyaz, ışığın tamamını absorblayıp hiç yansıma yapmıyorsa siyah görünür. Cisim üzerine düşen beyaz

ışıkta belli dalga boyundaki bazı ışık veya ışıkları absorbluyorsa 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 [12, 13].

Tablo 3.1. Işık absorpsiyonu ve renk

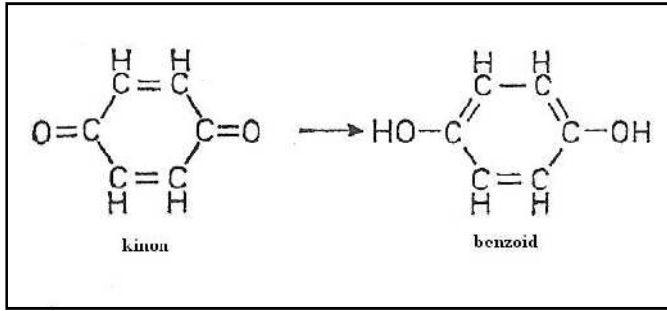
Dalga boyu (nm)	Absorplanan ışığın rengi	Yansıyan ışığın fark edilen rengi
400-440	Mor	Sarımsı yeşil
440-480	Mavi	Sarı
480-490	Yeşilimsi mavi	Turuncu
490-500	Mavimsi yeşil	Kırmızı
500-560	Yeşil	Morumsu kırmızı (eflatun)
560-580	Sarımsı yeşil	Mor
580-595	Sarı	Mavi
595-605	Turuncu	Yeşilimsi mavi
605-750	Kırmızı	Mavimsi yeşil

### 3.1.1. 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 [12,13].

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 [11, 12, 14].

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 [11, 12, 14].



Şekil 3.1. Kinon ve benzoidin molekül yapısı [12].

Ancak kinonoid teori bazı kinonların (örneğin dimin kinon) renksiz olmaları sebebiyle tam olarak açıklayıcı değildir [12,14].

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 [12,14].

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 [12,14].

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 [12,14].

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.  $E_n$  düşük enerji seviyesi  $E_0$  daha yüksek enerji seviyeleri  $E_1, E_2, E_3, \dots$  ile gösterildiğinde uyarılmış durumda bulunan bir molekülde elektronlar tarafından absorbe edilen ışık enerjisi her iki orbitalin enerji seviyeleri arasındaki farka eşittir.

$$\Delta E = E_n - E_0 = h\nu$$

Burada  $h$ : Planck sabiti  $\nu$ : 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  $\sigma$  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  $\pi$  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 [11, 12, 14].

Moleküler orbital teorisine göre konjuge çifte bağ sistemi içeren bir molekülde  $\pi$  elektronları karbon zinciri boyunca uzanan bir bulut oluştururlar. Konjuge zincirin uzaması  $\pi$  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 [12,14].

Bir bileşiğin renkli olabilmesi için yapısal şartlar şu şekilde belirtilebilir:

1. Molekülde  $\pi$  elektronlarının varlığı ve yeterli sayıda olması

2. Konjuge çift bağlar
3. Kromoforlar ve oksokromlar

### 3.1.2. Boyama kinetiği

Pek çok tekstil boyama prosesi başlangıçta boyarmaddenin sulu çözeltiden elyafın yüzeyine geçişini içerir. Bu olay adsorpsiyondur. Boyarmadde molekülleri daha sonra elyafın içine difüze edilir. 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 absorpsiyon denir [15, 13]. Boyarmaddenin elyafa difüze edilmesi boya banyosunun pH'ına, sıcaklığına ve kullanılan yardımcı kimyasallara bağlıdır [15].

Absorpsiyon tersinir bir süreçtir. Materyalin yıkanması esnasında boyarmadde sulu ortama geri dönebilir. Bu durum desorpsiyon olarak tanımlanır. Direkt absorpsiyondan başka, elyafın boyanması boyarmaddenin elyafın içinde çöktürülmesini veya elyaf ile boyarmadde arasında kimyasal bir reaksiyonu da içerebilir. Bu iki yöntem tersinmez süreçler olduğundan daha iyi yıkama haslılığı ile sonuçlanırlar [13].

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

Boyarmaddenin elyaf içine difüzyonu Fick yasası tarafından tanımlanır. İkinci Fick yasasına göre, elyafın birim alanına difüze edilen boyarmadde akısı ( $J$ , mol/m<sup>2</sup>s), bu alandaki konsantrasyon gradyenti ( $dC/dx$ , mol/m<sup>3</sup>m) ve difüzyon katsayısı ( $D$ , m<sup>2</sup>/s) ile doğru orantılıdır [11].

$$j = -D \frac{dC}{dx}$$

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



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

Denklemden  $M_t$ ,  $t$  zamanında elyaf üzerindeki boyarmaddenin miktarını,  $M_\infty$  dengede elyaf üzerindeki boyarmaddenin miktarını,  $D$  difüzyon katsayısını,  $r$  ise elyafın yarıçapını ifade etmektedir.  $q_n$  sıfırıncı derece Bessel fonksiyonunun pozitif köklerini göstermektedir [9].

$Dt/r^2 < 1$  olması durumunda Crank denklemi olarak bilinen denkleme indirgenir [16].

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

$M_t / M_\infty$  değerlerinin  $\sqrt{t}$  değerlerine karşılık grafiğe geçirilmesiyle elde edilen lineer doğrunun eğiminden difüzyon katsayısı değeri tespit edilebilir [16].

Deneyel olarak  $M_\infty$  değerlerinin tespit edilebilmesi uzun deney sürelerini gerektirebilir. Bu uzun boyama süresi içerisinde boyarmaddenin ve elyafın bozunması ihtimali sebebiyle deneysel olarak  $M_\infty$  değerlerinin tespit edilebilmesi güçtür. Bu sebeple  $M_\infty$  değerinin matematiksel ifadelerle elde edilebilmesine yönelik çalışmalar literatürde mevcuttur [16,17].

Shibusawa hidrofobik liflerin dispers boyarmaddeler ile boyanmasında difüzyon katsayılarının tespit edilebilmesi için Hill denklemini aşağıdaki şekilde tekrar düzenlemiştir.

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

Bu denklemdeki  $P_1$  ve  $P_2$  polinomun katsayılarıdır ve deneme yanma yoluyla aşağıdaki tabloya uygunluklarına göre belirlenirler.

Tablo 3.2.  $M_\infty$  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	$\pm 0.0005$
$0 < \frac{M_t}{M_\infty} < 0.7$	2.277	1.150	$\pm 0.001$
$0 < \frac{M_t}{M_\infty} < 0.8$	2.297	1.222	$\pm 0.002$
$0 < \frac{M_t}{M_\infty} < 0.9$	2.331	1.352	$\pm 0.005$

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

$$M_t \approx A_0 + A_1 t^{1/2} + A_2 t$$

Bu polinomun katsayıları ve seçilen  $P_1$  ve  $P_2$  katsayılarıyla  $M_\infty$  değeri ve difüzyon katsayısı aşağıdaki denklemler kullanılarak hesaplanabilir.

$$M_\infty \approx \frac{A_1^2 P_2}{A_2 P_1^2}$$

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

Seçilen  $P_1$  ve  $P_2$  değerlerine bağlı olarak denklem  $M_\infty$  değeri ile deneysel değerlerin oranının,  $M_t/M_\infty$ , seçilen  $P_1$  ve  $P_2$  değerlerinde belirtilen aralığa uymaması durumunda yeniden seçim yapılarak işlemler tekrarlanır [9].

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 [9].

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

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

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

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

$$M = M_t/M_\infty$$

Kubelka-Munk teorisine göre boyanmış bir tekstil materyali üzerindeki boyarmaddenin konsantrasyonu ile  $K/S$  değerleri arasında lineer bir ilişki vardır. Bu durumda  $M_t/M_\infty$  değerleri yerine  $(K/S)_t / (K/S)_\infty$  değerleri kullanılabilir.[23]

### 3.1.3. Rengin ölçümü

Herhangi bir rengin sayısal değerlerden yararlanılarak yapılan ölçümü ve değerlerin başka yer ve zamanda karşılaştırılması işlemi kolorimetri olarak tanımlanır [12, 14]. Herhangi bir rengin belirlenebilmesi farklı yöntemler kullanılabilir.

#### 3.1.3.1.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 koyulaşp, 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 [15].

#### 3.1.3.2. 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. Doymunluk (C): Bir rengin aynı değerdeki renk tonu olmayan (siyah beyaz arası) bir renkten ayırım derecesini belirleyen niteliğidir. Bir renk griden uzaklaştıkça doymunluğu artar, griye yaklaştıkça doymunluğu azalır. Tam grinin doymunluğu 0'dır [16].

### 3.1.3.3. CIE Lab renk uzayı

Tekstil endüstrisinde renk ölçümü için yaygın olarak kullanılan CIELab renk uzayı Munsell renk sistemi üzerine kuruludur. CIE Lab renk uzayının bileşenleri değer (L: lightness), tonlama ve doygunluk (a, b) tur. L, bir rengin açıklığını-koyuluğunu, a ve b ise rengi oluşturmaktadır.  $a^*$ , CIE Lab 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  $\Delta E$  toplam renk farklılığının genliğini ifade eder ve şu formülle hesaplanır [17,20].

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

### 3.1.3.4. 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 [18].

Kubelka-Munk denklemi:

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

$K/S$  saçılım katsayısıdır ve boyarmadde konsantrasyonuyla direkt ilişkilidir.  $R$  ise maksimum absorpsiyondaki dalga boyunda kumaşın reflektansıdır [19, 20].

Kumaş üzerindeki boyarmaddenin konsantrasyonu üç yöntemle belirlenebilir [19].

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,

### **3.1.4. Renk haslıkları**

Renk haslığı, bir tekstil materyalinin renginin üretim ve kullanılma esnasında karşılaştığı 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 [14].

Renk haslıkları genel olarak iki açıdan incelenir:

#### **3.1.4.1. Kullanılma esnasında istenen haslıklar**

Işık, yıkama, sürtünme, deniz suyu, ter, çözücü, ütüleme haslıkları bu bağlamda değerlendirilir [14].

#### **3.1.4.2. Üretim esnasında istenen haslıklar**

Daha sonra karbonize, merserize, yıkama gibi terbiye işlemlerine tabi tutulacak mamullerin boyanmasında aranan haslıklardır. Bunlar asit, alkali, soda, pişirme, klor, kükürt, tuz, kaynatma haslıkları olabilir. Mamulün daha sona göreceği işlemler göz önüne alınarak boyarmadde seçimi yapmak önem taşır [14].

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 [14].

Günümüzde renk haslığının belirlenmesi testlerinde boyalı örneğe değişik elyaflardan mamul bir multifiberin sıkıca temasta bulundurulmasıyla haslık testleri yapılmakta ve örneğin diğer elyafları lekelemesi tespit edilmektedir. Multifiber; yün, akrilik, polyester, polyamid, pamuk ve asetat liflerinden hazırlanmıştır [20].

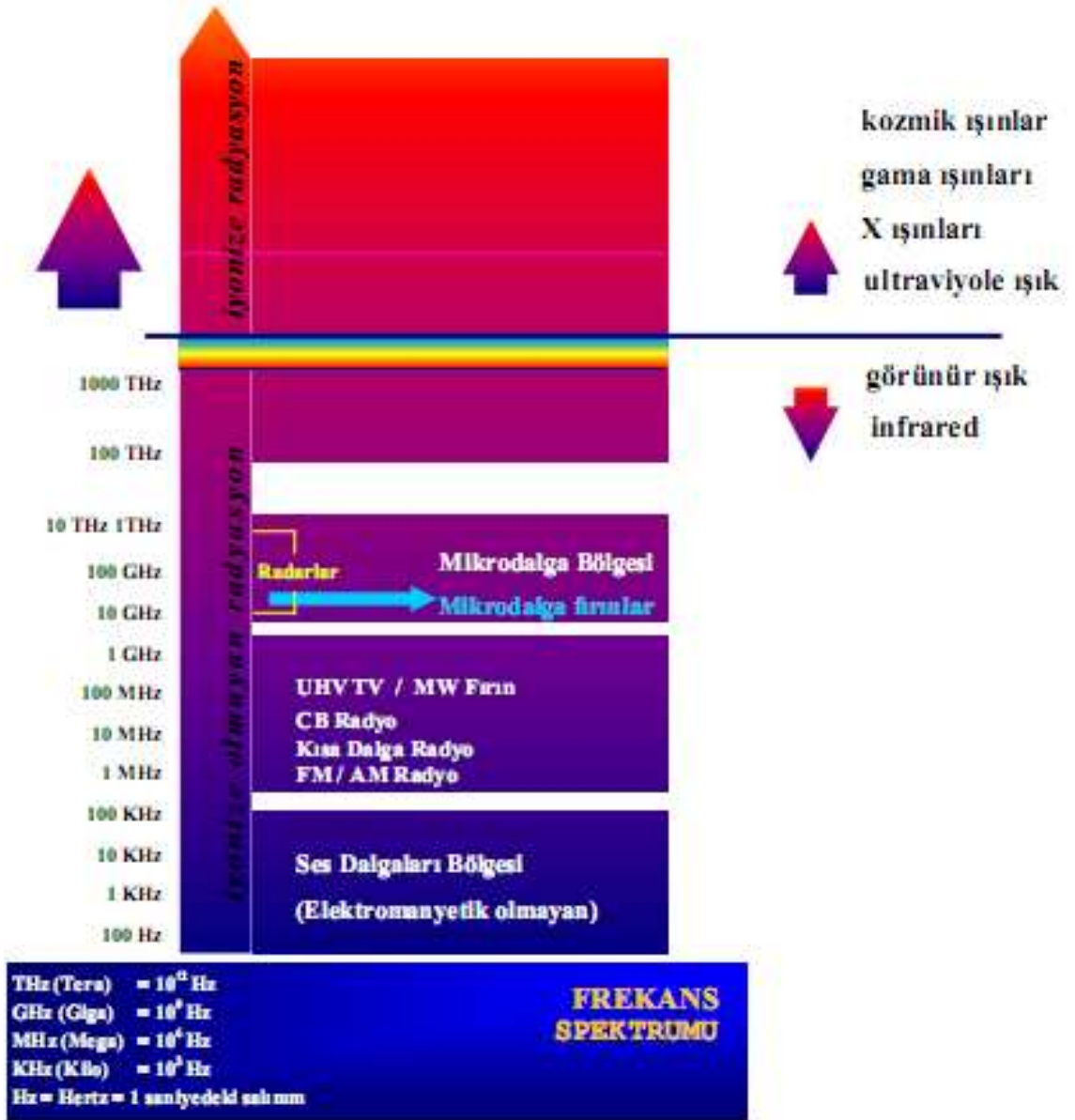
Yıkama haslığı testi, ISO standartlarına göre haslığı tespit edilecek materyal ile sıkıca temasta bulunan multifiberin yıkama makinesinde flotte oranı 1/50 olacak şekilde 50 °C sıcaklıkta 30 dakika süreyle yıkanmasıyla gerçekleştirilir. Yıkama esnasında kullanılacak deterjan en çok % 0.3 oranında serbest alkali ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  cinsinden hesaplanmış) içermelidir ve toplam yağlı madde miktarı en çok %85 olmalıdır. Yıkamadan sonra örnekler önce soğuk destile su ile iki kere sonra akar musluk suyu ile 10 dakika çalkalanır ve sıkıldıktan sonra 600 C<sup>0</sup> sıcaklıktaki havada kurutulur. [14].

### **3.2. Mikrodalga Yöntemiyle Boyama**

Bu bölüm, mikrodalga ışıması ve çalışma prensibi ile mikrodalğanın tekstilde kullanımına yönelik literatür çalışmalarını içermektedir.

#### **3.2.1. Mikrodalga ışıması**

Mikrodalga fırınlarında kullanılan ışıma; radar teçhizatında, telefonda, televizyonda, radyo ve iletişim araçlarında da olduğu gibi iyonlaşmayan seviyede elektromanyetik ışımadır. Mikrodalga ışımayı 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 mutasyonlara sebebiyet verebilir. Akım skalasında görüldüğü gibi; x, gama ve kozmik ışınları içerirler.



Şekil 3.2. Mikrodalga ışımasının frekans aralığı [22]

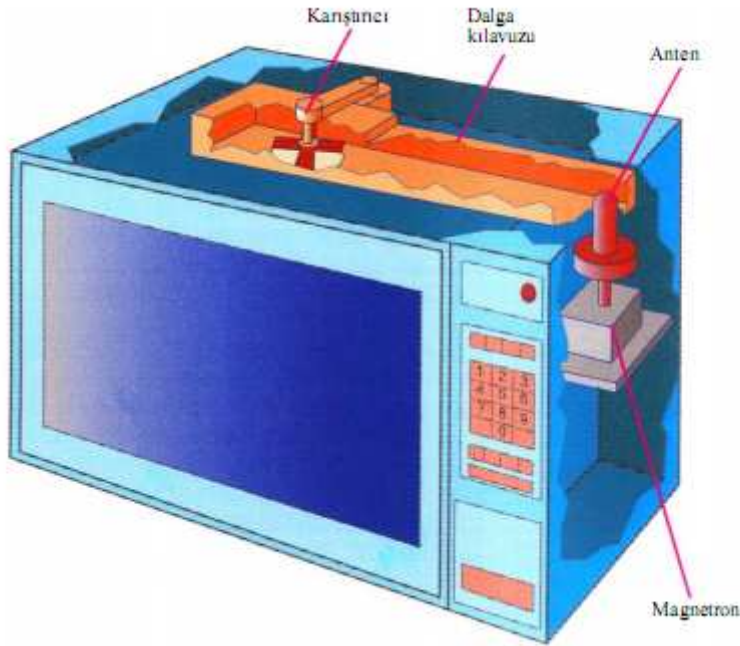
İyonlaşmayan ışıma ise farklıdır. Daha düşük seviyedeki akımlardan ve meydana çıkan enerjiden dolayı, aynı hasarı göstermez, zararlı özellikleri barındırmaz.



Mikrodalga ışıması (2450 MHz'de) iyonize olmayan gruptadır. İyonize olmayan ışınlar yüksek frekanslıdır ve maddelerin, hücrelerin yapısına bir zarar vermezler. Maddedeki moleküllerin titreşimini sağlar ve böylece ısı oluşumu için gerekli olan sürtünme enerjisi meydana gelir [21].

### 3.2.2. Mikrodalga nedir ve nasıl çalışır?

MW'lar dalga boyları 1 mm ile 30 cm ve frekansları 300 - 30000 MHz aralığında değişen elektromanyetik dalgalardır. MW'lar absorblanır, kırılır, yansımaya uğrayabilir ve geçirilebilirler. Elektromanyetik dalgalar foton adı verilen enerji birimleri halinde emilir veya bırakılırlar. Bir fotonun taşıdığı enerji, yayılmanın dalga boyu ve frekansına bağlıdır.



Şekil.3.3. Mikrodalga sistem kesit resmi

Elektromanyetik enerji teorisi, durgun bir havuza fırlatılan bir çakıl taşının davranışına benzetilebilir. Taş, durgun suyun yukarıya doğru hareket etmesini, sıçramasını sağlar, dalgalarla su hareketlenir ve geniş dairesel hareketlenmeler

meydana gelir. Bu dalgaların hareket yönüne göre düz açı yaparak hareket edenleri, enine ya da çapraz dalgalar adını alır. Mikrodalgalar da bu gruba aittir ve uzay boşluğunda bir maddenin orta noktasına ihtiyaç duymaksızın milyonlarca mil seyahat edebilir. Bunun nedeni elektromanyetik dalgaların hareket halinde, kendi bünyelerinde enerji depolamış olmasıdır. [21]

Elektromanyetik radyasyon, elektrik akımının bir iletkene iletilmesiyle başlar. Bakır teldeki elektron hareketi tel boyunca çepeçevre bir enerji alanı oluşturur. Bu enerji bulutu temelde iki farklı enerji alanından oluşur:

1. Elektrik alanı
2. Manyetik alan

Bu elektrik ve manyetik dalgalar birbirlerine karşı dik açıyla hareket ederler. Eğer tel boyunca meydana getirdikleri salınım çok hızlıysa; elektromanyetik alan serbest kalacak, boşluğa yayılacak ve ışık hızıyla, aynı göldeki su gibi, bir merkezden etrafa yayılacaktır. Bu dalgalar enerji ışılan minik parçalardan oluşmuştur. Bu parçalara foton adı verilir. Her birinin enerjisi ve momentumu vardır [21].

Elektromanyetik ışınlar dalga boyu ve frekans ile tanımlanıp, enerjinin dalga frekansı ile doğru, dalga boyu ile ters orantılıdır [7].

İncelenen mikrodalga nükleer veya iyonize olmayan bir ışın şekli olup, TV ve FM radyo dalgaları gibi elektromanyetik dalgalar şeklinde yayılan bir enerjidir ve tüm elektrikli araçlar örneğin motorlar, elektrikli ısıtıcılar mikrodalga yayarlar.

Mikrodalgalar ışık dalgaları gibi hareket ederek metallere yansır. Dielektrik malzemeler olarak isimlendirilen ısı ve elektriği iletmeyen bazı malzemeler MW'ları absorblayarak ısıya dönüştürür. Bu dönüşümün miktarı dielektrik malzemenin özelliklerine ve kullanılan frekansa bağlı olarak değişir [23]. Mikrodalgalar bazen de dielektrik materyallerden önemli bir absorpsiyon etkisinde kalmadan geçerler. Bütün elektromanyetik dalgalarda olduğu gibi mikrodalgaların da girişim etkileri ve polarizasyon özellikleri vardır.

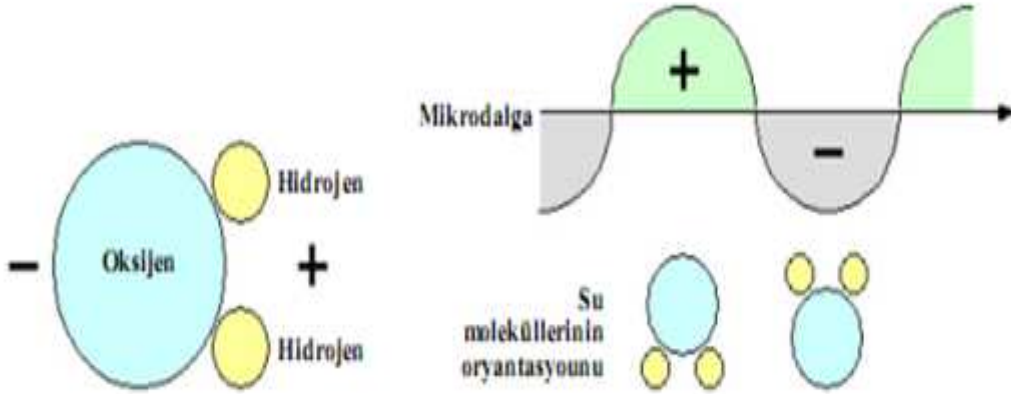
Mikrodalga uygulanabilmesi için bir ürünün dielektrik kaybına sahip olması ve değişken bir elektromanyetik alan uygulandığında, madde içinde dipolar elektrik yüklerinin oluşması gerekmektedir. Su molekülleri kolaylıkla dipolar elektrik yükleri oluşturabildiğinden, su içeren yapıda her ürün, mikrodalga ile ısıtılmaya uygundur.

Mikrodalgalar elektronik devrelerde elektronların hızlandırılmaları ile elde edilir. Yüksek güçteki mikrodalgalar vakum tüpleri ile üretilmektedir. Elektronik devrelerde, elektrik enerjisinin elektromanyetik yayılmaya dönüşüm veriminin yüksek olması ve bu devrelerin kolay kontrol edilebilmesi nedeniyle, mikrodalga ısıtma uygulamalarında magnetron veya klistron sürekli mikrodalga üreticisi olarak kullanılırlar. Bunlara MW jeneratörü de diyebiliriz.

Mikrodalgalar temas ettikleri madde ile etkileşime girerler; absorbe edilir, yansıtılır veya hiçbir değişikliğe uğramadan yollarına devam ederler. Mikrodalgalar dielektrik maddeler tarafından absorbe edildiği zaman mikrodalga ışının pozitif ve negatif merkezlerinin yön değiştirmelerine paralel olarak üründe bulunan polar moleküller yön değiştirirler. Saniyede milyonlarca kez oluşan bu hareket sonucu moleküller sürtünme ısıyı açığa çıkar ve madde ısınır. Mikrodalga enerjinin ısı enerjisine dönüşümü bu dalgaların bazı mikroskobik emme sistemleri tarafından emilmesi ve daha sonra emici madde moleküllerinin ısı titreşimlerine dönüşmesi şeklindedir.

Mikrodalga enerjinin ısıya dönüşümü maddenin polarlığıyla doğrudan ilgilidir. Normal şartlar altında polar molekülde rastgele dağılmış olan (-) ve (+) yükler, elektrik alanının varlığında, alan içerisinde dizilirler. Elektromanyetik dalga bir molekülün yanından geçerken, molekül aşağı ve yukarı salınan bir elektrik alanı etkisinde kalır. Eğer bir elektromanyetik dalganın elektrik alanı polar moleküldeki atomların arasında bağın uzunluğu boyunca salınırsa, bağ boyunca atomları itme ve çekme eğilimi gösterir. Bunun sonucunda bir titreşim ortaya çıkar. Eğer elektromanyetik dalganın elektrik alanı bağ uzunluğuna dik kuvvetler uygularsa, bu durumda molekül dönmeye başlayacaktır [7].

Yüksek frekanslı alternatif elektrik alanının özelliğinden dolayı kullanılan frekansla doğru orantılı olarak kutuplar sürekli olarak yer değiştirecektir. MW ısıtmasında elektrik alanı saniyede birkaç milyon kez uygulanır ve kaldırılır. Mesela 2450 MHz'de çalışan bir MW sisteminde saniyede 2.450.000.000 kez kutup değişmesi olmaktadır. [24]



Şekil.3.4. Su molekülünün mikrodalga ile etkileşimi

Özetlemek gerekirse; “yüksek frekans” veya diğer adıyla “dielektrik ısıtma sistemi”ne göre ısıtma, diğer sistemlerden farklı olarak doğrudan malzemenin üzerinde üretilmektedir. Dielektrik maddeler alternatif elektrik alanına konulduğunda, madde içindeki moleküller döner ve saniyede milyonlarca defa değişen elektrik alanıyla aynı hizaya gelmeye çalışarak yana doğru hareket ederler. Bu da madde içinde sürtünmeyle benzer şekilde ısı meydana getirir, ısı direkt madde içinde gelişir ve böylece olağanüstü bir ısınma gerçekleşir. Bu ısınma malzemenin yüzeyinde değil aynı anda her noktasında birden başladığından dolayı ısıtma etkisi hızlı ve uniform olur. Isıtma veriminin de yüksek olması klasik sistemlere nazaran avantajlı olduğunu göstermektedir. Burada sözü edilen verim, yüksek frekans jeneratöründen malzemeye gönderilen enerji miktarına göre hesaplanan verimdir.

### 3.2.3. Mikrodalga'da (Mw) ısıtma teknolojisi [12]

Yüksek frekans veya dielektrik ısıtma sistemlerinin iki şekli vardır. Bunlar radyofrekans (RF) ve mikrodalga (MW)'dır. Her iki ısıtma şeklinde de temel prensipler aynı olmakla beraber kullanılan frekans bandı ve elektrik alanından dolayı sistem (aplikatör) dizaynları fark etmektedir. (Mikrodalgaların dalga boyu RF dalgalarına göre çok daha küçüktür.)

Verimli MW ısıtması için sistemin dizaynı ve empedans ayarlamasının doğru olarak yapılması büyük önem taşımaktadır. Absorblanan tüm MW enerjisinin malzeme içinde ısıya dönüştürülmesi ancak bu şekilde mümkün olur. Endüstriyel MW sistemleri 915 ve 2450 MHZ frekanslarında çalışmaktadır.

MW ısıtma sistemleri temel olarak güç ünitesi, aplikatör ve kontrol sistemler gibi üç ana birimden oluşmaktadır. Güç ünitesi, su yükü ve sirkülatörden oluşmaktadır. Aplikatörler malzemeye mikrodalga'nın uygulandığı bölümlerdir. Kontrol ünitesi ise sistemdeki bazı parametreleri ölçerek ve otomatik ayarlamalar yaparak MW sisteminin performansını geliştiren birimlerdir.

MW sistemlerinde jeneratör olarak çoğunlukla magnetron ve daha az olarak da klistronlar kullanılmaktadır. Magnetronların çok kullanılmasının esas nedeni yüksek güç çıkışına, yüksek verime, yeterli frekans kararlılığına ve düşük maliyete sahip olmalarındandır. Klistronlar mükemmel frekans kararlılığına sahip olmalarına rağmen magnetronlardan daha pahalı olduklarından fazla kullanılmazlar. Jeneratörün soğutma işlemi yüksek güç çıkışına sahip jeneratörlerde sulu soğutma sistemi ve düşük güç çıkışlı jeneratörlerde ise havalı soğutma sistemleri ile yapılmaktadır. MW güç ünitesinde yer alan sirkülatörün görevi yansıyan dalgalardan magnetronu korumaktır. Sirkülatör magnetrondan gönderilen dalgaların tamamına yakını iletirken, yansıyan dalgaların yolunu değiştirerek su yüküne gönderir. Böylece yansıyan dalgaların su yükü tarafından absorblanarak magnetron korunmuş olur.

MW ısıtma sistemlerinde jeneratörde üretilen mikrodalga enerjisi malzemeye aplikatörler içerisinde doğrudan etki ettirilmektedir. Pratikte kullanılan aplikatör tiplerini temel olarak; çok modlu MW aplikatörü (rezonatör), tek modlu MW aplikatörü ve sürekli sistem MW olarak üç sınıfa ayırmak mümkündür.

### **3.2.3.1.Çok modlu MW aplikatörleri (rezonatörler)**

Çok modlu MW aplikatörleri mutfak fırınlarında ve endüstriyel sistemlerin %80'den fazlasında kullanılmakta olan en uygun mikrodalga aplikatörleridir. Endüstriyel amaçla kullanılan çok modlu MW'lar mutfakta kullanılan MW fırınlarının genişletilmiş şekline benzetilebilir. Çalışma prensibi olarak, jeneratörden gelen enerjinin malzeme üzerine gönderildiği metalik kutudur. Basit metalik yapıları ve çok çeşitli malzemelerin çalışılabilmesi geniş kullanım alanına sahip olmasının esas sebepleridir. Bu tür aplikatörler daha çok hacimli malzemelerin ısıtılmasında kullanılır [24].

### **3.2.3.2.Tek modlu mikrodalga aplikatörleri**

Tek modlu MW aplikatörlerinin çalışma prensibi ilerleyen ve yansıyan dalgaların üstüste çakışmasıyla belli yerlerde duran dalga bölgeleri oluşturmaya dayanmaktadır. Bu tip aplikatörlerde ısıtılacak malzemeyi maksimum elektrik alanına sahip bölgeye yerleştirmek suretiyle optimum MW enerjisi transferi sağlanır. Isıtılacak dielektrik malzeme aplikatör içine yerleştirildikten kısa bir süre sonra yüksek oranda enerji ısıya dönüştürülür. Çok modlu aplikatörler gönderilen enerjinin absorblama oranı ve elektrik alanı kuvvetinin yüksekliğiyle diğer aplikatör sistemlerinden farklıdır. Bu avantajlarından dolayı bunlar kayıp faktörü düşük malzemelerin ısıtılması için uygun aplikatörler olarak bilinmektedirler [24].

### **3.2.3.3.Sürekli sistem mikrodalga aplikatörleri**

Bu tip MW aplikatörlerinde mikrodalga enerjisi dairesel ve dikdörtgen kesitli metal boru kılavuzları içerisinde taşınır. Bu kılavuzların boyutları kullanılan MW frekansına göre belirlenen standart ölçülerde olup 915 MHz'de çalışılan bir MW

sistemi için 248 x 124 mm; 2450 MHz için 86 x 43 mm veya 72 x 34 mm boyutlarındaki standart kılavuzlar kullanılmaktadır. Sürekli sistem aplikatörleri kağıt ve kumaş gibi ince tabaklı malzemelerin ısıtılmasında kullanılır. İşlem süresince MW enerjisi kılavuz içinde ilerlerken sürekli olarak kılavuz içinden geçen malzeme de kayıp faktörüne bağlı olarak mikrodalgaları absorblar. Absorblanmadan geriye kalan MW enerjisi ise su yükü tarafından absorblanmakta ve aplikatörlerin iyi bir şekilde tasarlanmasıyla geriye yansıyan enerji miktarı azaltılmaktadır [24].

### **3.2.4. Mikrodalga sistemlerinin uygulama alanları**

1. Gıda alanında
2. Metalurji alanında
3. Kimya ve tekstil alanında

#### **3.2.4.1. Gıda Alanında Kullanım Alanları**

Hamur halindeki gıdalar Taneli gıdalar Ufalanmış gıdalar Yaprak halindeki gıdalar  
Sulu gıdalar vs

#### **İşlemler:**

- 1- Gıda maddelerinin kurutulması
- 2- Sterilizasyon (pastörizasyon)
- 3- Yemek pişirme
- 4- Donmuş gıdaların buzunun çözülmesi
- 5- Unlu gıdaların pişirilmesi v.b.

#### **3.2.4.2. Metalurji alanında kullanım alanları**

Kalıplar Kokiller Kurutma

**İşlemler:**

- 1- Elyaf kurutulması
- 2- Kereste içindeki kurtların yok edilmesi
- 3- Orman ürünlerinin kurutulması
- 4- Kömürün iyileştirilmesi

**3.2.4.3. Kimya alanında kullanım alanları**

Tuzlar

Sair kimyasal bileşimler

Kuru vb. malzemeler

Boyalar

Seramik ve porselen

Mermer

Polimermer

Deri

Elyaf

Boyanmış çile

Boyanmış kumaş

Selüloz mamuller ve sairleri

- 1- Kurutma
- 2- Kaynatma
- 3- Buharlaştırma
- 4- Sinterleştirme

**İşlemler:**

- 1- Kimyasal reaksiyonların hızlandırılması
- 2- Tekstilde boyanmış çilelerin kurutulması
- 3- Yağlı ısıtma sistemleri



- 4- Selülozik atıkların işlenmesi
- 5- Kağıt ve karton üretiminde kurutma işlemleri
- 6- Seramik ve porselen kurutma ve sinterleme işlemleri
- 7- Ahşapta oluşan mantarların yok edilmesi
- 8- Plastik ve kauçuk kurutulması vulkanizasyon

#### **3.2.4.4. Tekstil alanında mikrodalga ile yapılan çalışmalar**

Mikrodalga teknikleri ve uygulamaları askeri ekipmanların üretim ve dizaynı üzerine çabaların yoğun olduğu 2. Dünya Savaşı sırasında başlamış ve gelişmiştir.

Bu yıllarda ilk magnetronun (MW jeneratörü) keşfedilmesinden sonra mikrodalgaların birçok malzeme üzerinde ısıtma etkisine sahip olduğu gözlenmiştir. Buna rağmen endüstriyel amaçlara cevap verecek, ekonomik yüksek güç birimlerinin olmayışı ve malzemelerin dielektrik özellikleri ile ilgili bilgilerin yetersizliği nedeniyle mikrodalga teknolojisinin uygulanmasına geç başlanmıştır. Bu konuda yapılan yoğun araştırmalar neticesinde 1960'ların başlarından itibaren somut sonuçlar elde edilmiştir. İlk uygulamalar gıda sanayisinde görülmüş olup son on yıldır çeşitli endüstrilerde ve laboratuvarlarda da yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Gıda, kağıt, inşaat malzemeleri ve metalürji sanayisinde, çevre ile ilgili radyoaktif atık ve hastane artıklarının zararsız hale getirilmesinde kullanım ve uygulama alanı bulmuştur. Son 25 yıl zarfında yüksek frekans ısıtma sistemlerinin geliştirilmesi ve farklı alanlarda uygulanması üzerine yapılan araştırmalar sonucunda RF veya MW ısıtma sistemleri çeşitli alanlarda tek başına ya da klasik ısıtma sistemleri ile kombine şeklinde kullanılabilir hale gelmiştir. [6]

RF üniteleri pratik anlamda ilk olarak kauçuk mamüllerin volkanizasyonu işlemi ile tekstil sanayisinde yün balyaların ısıtılmasında kullanılmaya başlamıştır.

Mikrodalga teknolojisinin tekstil terbiyesinde kullanımıyla ilgili uygulamalar ve araştırma geliştirme çalışmaları; ısıtma, kurutma, kondenzasyon, boyama ve baskıda fiksaj ile yünlü kumaşların dezenfektasyonu gibi alanları kapsamaktadır.

İlk defa OTEMAS 81 (Japonya) fuarında The Ichikin Ltd. firması tarafından Apollotex Elektron Reactor adıyla sergilenen bir makine ile MW enerjisi tekstil terbiyesinde pratik anlamda kullanılmaya başlanmıştır. Bu makine esas olarak polyester kumaşlar için geliştirilmiş ise de her çeşit doğal ve yapay tekstil liflerinden yapılan kumaşların yarı sürekli yöntemle ön terbiye ve boyama işlerinde kullanılabilir. Sistem 2450 MHz'de çalışan magnetronlarla mikrodalga enerjisi ve buhar beslenebilen bir reaksiyon kamarasından oluşmaktadır. Ön terbiye veya boyama çözeltisi ile emdirilen kumaş bir ön kurutma işleminden sonra reaksiyon kamarasında mikrodalga radyasyonu ve buhar altında delikli bir levende sarılmakta ve reaksiyonun tamamlanması için birkaç dakika bekletilerek kumaş levendi makineden alınmaktadır.

Daha sonra aynı firma tarafından bu makinenin sürekli çalışan tipi geliştirilmiş olup bunda 5 kW gücünde 3 adet magnetron kullanılmıştır. Böyle bir sistemde poliester kumaşların kostiklenmesinin 50 m/min, pamuk ve akrilik kumaşların boyanmasının da 30m/min gibi oldukça yüksek hızlarda yapılabildiği belirtilmektedir. Mikrodalga desteği sayesinde terbiye işlemlerinin oldukça hızlandırılmış olması yanında kostikleme ve boyama sonuçlarının daha uniform, renk veriminin fularlama-buharlama yöntemine göre daha yüksek olduğu, keten gibi sürekli yöntemlerle boyanması zor olan mamullerin de bu sistemle daha kolay boyanabildiği ve sağlanan bütün bu gelişmeler sonucunda işlem maliyetlerinin de klasik yöntemlere göre (fularlama-soğuk bekletme yöntemi hariç) daha düşük olduğu iddia edilmektedir. Mikrodalga teknolojisinin halılarda kurutma, boyarmadde fiksajı ve kaplamaların kondenzasyonunda kullanılması belli avantajlar sunmaktadır. Kısmen hacimli bir mamul olan halılar bünyelerinde fazla miktarlarda su veya boyama çözeltisi içerdiklerinden bunların klasik yöntemlerle kurutulması ya da fiksajı uzun zaman almaktadır. Üretimin oldukça yavaş ve verimsiz olmasına yol açan bu durum mikrodalga teknolojisinin etkin ısıtma gücü sayesinde giderilebilmektedir. Metaxas ve Meredith (1978) basılmış rafting halıların kurutulmasında kullanılmak amacıyla 25kW (896 MHz) gücünde modifiye bir mikrodalga ünitesi dizayn etmişlerdir. Bu özel dizayn ile sistemde halının taşınması için kenarlarda bulunan kılavuzlama iğnelerinden meydana gelebilecek elektrik arklarını, minimize aynı mikrodalga ünitesinin konvensiyonel sıcak hava kurutucusuyla kombine şekilde kullanarak sistemin performansını araştırmışlardır.

Ön kurutmanın sıcak hava, son kurutmanın da mikrodalga ünitesi ile yapıldığı bu çalışmada kurutma sonunda mamulde kalan nemin daha düzgün dağılım gösterdiği ve klasik sıcak hava kurutmasına böyle bir mikrodalga ünitesi ilavesiyle, üretimin %20 civarında artacağı ve böylece yatırım maliyetlerinin iki yıldan daha az bir sürede amorti edilebileceği hesaplanmıştır.

Donmaz ve Miles (1986) 2450 MHz'de çalışan 1,5 kW gücünde 3 geçişli dalga kılavuzuna sahip bir mikrodalga ünitesinde pamuklu kumaşların reaktif boyarmaddelerle sürekli yöntemle boyanması üzerinde çalışmışlardır. Fiksaj işlemi sırasında mamulün çabuk kuruması nedeniyle boyarmadde veriminin düşük olduğu, bu nedenle yüksek renk verimi için mikrodalga ile buharın kombine şekilde kullanılması gerektiği belirtilmektedir. Aynı araştırmacılar söz konusu mikrodalga ünitesinde polyester/pamuk karışımlarının dispers ve reaktif boyarmaddelerle boyanması üzerinde de detaylı çalışmalar yapmışlardır. Isıtma düzgünlüğünü ve dolayısıyla boyama düzgünlüğünü sağlamak amacıyla MW sisteminin çalışma parametrelerinin optimizasyonu araştırılmıştır. Ön kurutma işlemi ile polar madde ilavesinin boyama özellikleri üzerine etkisi incelenmiş ve pamuk lifleri üzerinde bulunan dispers boyarmaddelerin polyester liflerine transfer olarak fikse olabilmesi için polar madde ilavesinin zorunlu olduğu bulunmuştur [24]

Mutfak tipi mikrodalga fırınlarında reaktif boyarmaddelerle boyanmış veya basılmış kumaşların fiksajı üzerine çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda boyarmadde ve alkali tipinin, alınan banyo oranına tuz, üre gibi ilavelerin fiksaj sonuçları üzerine etkileri araştırılmıştır. Elde edilen renk verimi ve haslık değerlerinin klasik yöntemlerle aynı seviyede olduğu; fiksaj süresinin ise saniyeler mertebesine indiği belirtilmektedir.

Evans ve Skeliy (1990) viskon, yün, akrilik ve Nylon ipliklerinin mikrodalga ısıtmasıyla sürekli yöntemle boyanmasını araştırmışlardır. Çalışmada 2,5 kW gücünde (2450 MHz) çift geçişli serpantin tip dalga kılavuzuna sahip bir mikrodalga ünitesikullanılmış ve ipliklerin fiksaj sırasında kurumasını önlemek için sisteme bir cam tüp yerleştirilerek fiksaj süresince nemli kalmaları sağlanmıştır. Elde edilen boyarmadde fiksaj oranları; çektirme, fularlama-buharlama ve

fularlama-kurutma-buharlama yöntemlerine göre elde edilen fiksaj oranlarıyla karşılaştırılmıştır. Mikrodalga yöntemiyle ulaşılan fiksaj seviyeleri fularlama-buharlama yönteminden daha yüksek bulunmuştur. Fiksaj hızının ise özellikle yün ve Nylon ipliklerinde klasik metotlara göre 2550 defa daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Polyester kumaşların dispers boyarmaddelerle boyama ve baskısında fiksaj amacıyla mikrodalga ısıtmasının kullanılabilirliği de çeşitli araştırmacılar tarafından araştırılmıştır. Solvent (DMF) yardımıyla Poliester liflerinin boyanmasında mikrodalga radyasyonu altında solventin poliester liflerinin plastikleştirici etkisinin arttığı ve dolayısıyla boyarmadde difüzyonunun hızlandığı gözlenmiştir. Termosol yöntemine göre boyamada ön kurutmanın mikrodalga ısıtmasıyla yapılması sonucu daha düzgün boyama etkisi ve daha yüksek renk verimi elde edilmiştir. Dispers boyarmaddelerle basılmış kumaşların mikrodalga ve buhar kombinasyonu ile doğrudan fiksajı konusunda yapılan çalışmalarda uygun yardımcı kimyasalların kullanılmasıyla fiksaj süresinin önemli oranda kısaltılması yanında klasik fiksaj yöntemlerine eşit veya daha iyi sonuçların alındığı belirtilmektedir.

Sairem (Fransa) firması tarafından, iplik makaralarının (bobin) kurutulması amacıyla; 2450 MHz frekansta çalışan 12 kW gücünde bir mikrodalga kurutucusu geliştirilmiştir. Toplam 10 makara alabilen bu sistem saatte 10 kg su buharlaştırma kapasitesine sahiptir. Basit bir konstrüksiyona sahip olan makine kesikli çalışmakta ve dikiş ipliği üreten küçük kapasiteli işletmeler için tavsiye edilmektedir. Kurutmanın düzgün olması için işlem sırasında makaralar sürekli olarak döndürülmektedir. Ayrıca kurutma sırasında makaralar arasına hava üflenerek aşırı sıcaklık yükselmeleri ve dolayısıyla hassas ipliklerin zarar görmesi önlenmektedir. Mamul nemliliği baştan sona kontrol edilerek istenen bir nem oranında işlem otomatik olarak sona erdirilmektedir. Plastik makara taşıyıcıları yanında paslanmaz çelik taşıyıcılar da kullanılabilir. RF kurutuculardan farklı olarak bu makinede farklı kurutma sürelerine sahip malzemelerin beraberce kurutulabileceği iddia edilmektedir.

Genel olarak mikrodalga ısıtma sistemleri tekstil terbiyesinde kullanılmakta, boyama sonrasında boyarmaddenin kısa süre içerisinde kumaşa fikse olması sağlanmaktadır. Reaktif boyalarla pamuklu mamulün boyanma sonrasında yapılan fikse işleminin yanı sıra baskı işlemlerinde, mesela yün boyamalarda yine boyarmaddenin kumaş yüzeyine fikse olmasında, ayrıca PES'in zemininin dispers boyarmadde ile boyanıp daha sonra kumaş üzerine uygulanan baskının daha iyi fikse olması için kullanılmaktadır. Bilinen diğer ticari işlemlere göre, mikrodalga ile fikse elde edilen baskı renkleri daha derin görülmekte ve daha yoğun olarak elde edilmektedir.

Mikrodalga enerjisinin tekstilde kullanımına ait çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalardan birinde ev mikrodalga fırını ile boyama denemeleri yapılmıştır. Bir diğer çalışmada düşük banyo ve sıcaklıkta boyama yapılmaya çalışılmıştır. Başka bir çalışmada ise, mikrodalğanın polyester liflerinin boyanmasına etkisi incelenmiştir[24]

### **3.2.5. Mikrodalğanın insan sağlığına etkisi**

Mikrodalga fırınlarda kullanılan mikrodalga, saniyede 2450 milyon turla salınım yapar. (MHz) Frekans spektrumunda, bu bölge radar bandının aşağı kısımlarında, tv kanallarında kullanılan frekansın biraz üzerinde yer alır. Mikrodalga her ne kadar yeterli iyonlaşma enerjisine sahip değilse de tehlikeli olabilir.

Eğer mikrodalga bir eti pişirebiliyorsa, yeterli süre ve şiddete maruz kaldığında insan dokusunda da aynı etkiyi gösterir. Göz, mide, bağırsak gibi belli vücut organları bu termal etkiye karşı çok duyarlıdırlar.

Bazı Amerikan laboratuvarlarının yaptığı araştırmalara göre düşük seviyeli ışınlar gözde kümülatif etkiler sonucu katarakt hastalığına sebep olmaktadır. Bu raporlar ayrıca kanser riskini de gözler önüne sunmaktadır.

Bir çok insanın hergün kullandığı mikrodalğanın ne kadar zararlı olduğu ve hangi derecelerinin ne ölçüde tehlikeli olduğu hala tam olarak kesinlik kazanmamıştır.

### 3.2.6. Mikrodalga fırınların üretimindeki standartlar

Mikrodalgaların en karakteristik özelliklerinden biri, atmosfere kolayca yayılmalarıdır.

1971 yılında USA'de Food and Drug Administration (FDA) mikrodalga fırınların sızıntı radyasyonları için bir limit değeri açıkladı. FDA'ya göre bu limit mikrodalga fırının yüzeyinden 2 inch'lik (1 inch = 2,54 cm) mesafede 5 miliwatt/cm<sup>2</sup> dir. Bu FDA limiti mikrodalgaların insan için zararlı olan limitinin altında tesis edilmiştir.

Ayrıca FDA, mikrodalga fırının kapağı açıldığında mikrodalga üretimini otomatik olarak kesen birbirinden bağımsız iki kilit sisteminin bulunmasını şart koşmuştur.

Ek olarak USA'de tüm mikrodalga fırınların elektrik sistemleri Underwrites Laboratories (UL Standart 923) tarafından test edilmektedir. Kanada ve diğer ülkeler kendi ulusal mikrodalga standartlarını oluşturmuşlardır.

## BÖLÜM 4.DENEYSEL ÇALIŞMALAR

### 4.1. Kullanılan Kimyasal Maddeler

Deneysel çalışmada, %100 polyamiddan mamül örme kumaş kullanılmıştır. Kullanılan iki boyarmaddenin özellikleri aşağıda verilmiştir.

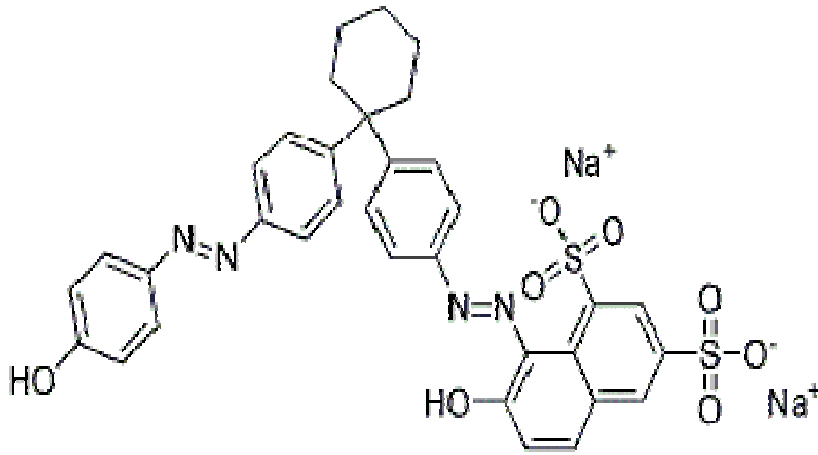
Boyarmadde Adı: ISOLAN YELLOW 2SRL (DYSTAR)

Kimyasal ismi: ACID ORANGE 33

Molekül Formülü:  $C_{34}H_{28}N_4Na_2O_8S_2$

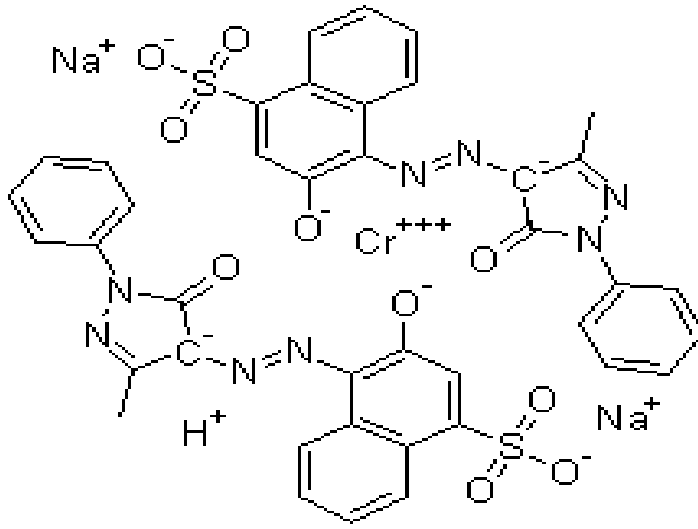
Molekül Ağırlığı: 730.71766 gr

Molekül File: 6507-77-3 mol



Şekil.4.1. I.Yellow 2SRL boyasının formülü

Boyarmadde Adı:	ISOLAN BORDO 2SB (DYSTAR)
Kimyasal ismi:	ACID VIOLET 90
Molekül Formülü:	$C_{40}H_{27}CrN_8Na_2O_{10}S_2$
Molekül Ağırlığı:	941.80 gr
Molekül File:	6408-29-3 mol



Şekil.4.2. I.Bordo 2SB boyasının formülü

## 4.2. Kullanılan Malzeme ve Cihazlar

Mikrodalga fırın: Kumtel marka KUM-1445 model 1150 W güçte,

Spektrofotometre: Gretag Macbeth marka Color Eye 7000 A model,

## 4.3. Yöntem

### 4.3.1. Boyama çalışmaları

1/50 flottede , 1 g/lt. egalizatör, pH=4.5 ve %1 boya ile hazırlanan boya banyosunun mikrodalga enerjisinin beş farklı seviyesinde 5 ve 10 dk'da boyamalar gerçekleştirilmiştir.



Tablo 4.1. 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 flotte oranına bağlı olarak yapılan boyama çalışmaları

Boyamanın flotte oranına bağlı olarak yapılan çalışmada %1 boya çözeltisi kullanılarak pH=4.5 ve 1 g/lit. egalizatör ile 1/20, 1/30, 1/50, 1/75 ve 1/100 flottelerde deneyler yapılmıştır. Mikrodalğanın M seviyesi ve 5 dk'da deneyler yapılmıştır.

#### 4.3.3. Mikrodalğanın M seviyesi ve farklı egalizatör miktarlarına bağlı olarak yapılan boyama çalışmaları

Boyama; Mikrodalğanın güç seviyesine (M) ve boyanın farklı egalizatör miktarlarına bağlı olarak yapılan çalışmada Optimum süre kullanılarak %1 boya, pH=4,5'te 1/50 flottede 0.2, 0.5, 0.7, 1, 1.5g/l egalizatörle ve egalizatör olmadan yapılmıştır.

#### **4.3.4. Mikrodalğanın M seviyesinde pH etkisine göre yapılan boyama çalışmalarını**

Boyamanın Mikrodalğanın güç seviyesi (M) ve farklı pH miktarlarına bağılılığında Optimum süre kullanarak boyamalar gerçekleştirilmiştir. Boyamalar %1 boya, 1g/l egalizatör ve mikrodalğanın M seviyesinde farklı pH'larda yapılmıştır.

#### **4.3.5. Mikrodalgada M seviyesi ve farklı boyama şiddetine göre yapılan boyama çalışmalarını**

Boyamanın Mikrodalğanın güç seviyelerinden (M) ve farklı boyama şiddetinde miktarlara bağılılığını, optimum süre kullanılarak, pH=4,5, 1 g/l egalizatör ile boyamalar gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar M mikrodalga seviyesi ve farklı boyama şiddetinde yapılmıştır.

## **BÖLÜM 5. SONUÇLAR**

### **5.1. Mikrodalga Seviyelerine Göre Yapılan Boyama Çalışmaları Sonuçları**

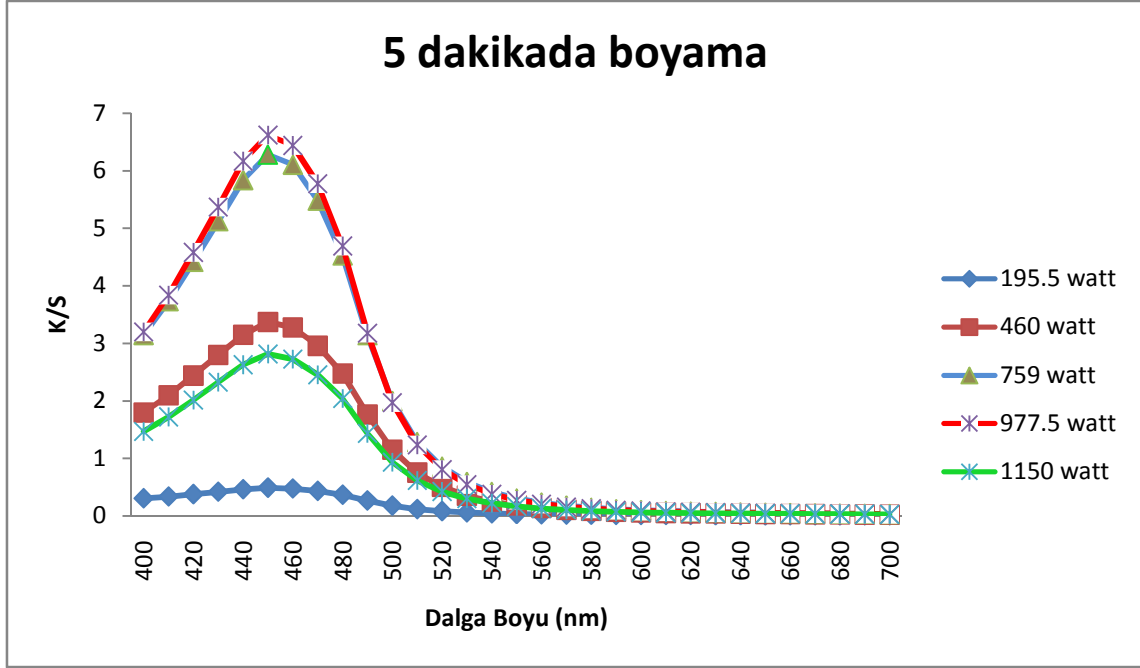
Çalışmalar 1/50 flottede 2gr. kumaş numunesi, 0.7 g/l asit, 1 g/l egalizatör, %1 boya üzerinden yapılmıştır.

I.Yellow 2SRL boyası için yapılan boyama çalışmaları farklı mikrodalga seviyelerinde 5 ve 10 dk sürede yapılmıştır. Elde edilen K/S değerleri incelendiğinde en yüksek pik değerinin 450 nm'de elde edildiği görülmüştür.Bu sonuçlar Tablo 5.1., Tablo 5.2., Tablo 5.3., Tablo 5.4., Tablo 5.5.'te verilmiştir. Değişim grafikleri ise Şekil 5.1., Şekil 5.2., Şekil 5.3., Şekil 5.4.'te verilmiştir.

I.Bordo 2SB boyası için yapılan boyama çalışmalarında da farklı mikrodalga seviyelerinde 5 ve 10 dk sürede yapılmıştır. Elde edilen K/S değerleri incelendiğinde en yüksek pik değerinin 530 nm'de elde edildiği görülmüştür.Bu sonuçlar Tablo 5.5., Tablo 5.6., Tablo 5.7., Tablo 5.8., Tablo 5.9., ve Tablo 5.10.'da verilmiştir. Değişim grafikleri ise Şekil 5.5., Şekil 5.6., Şekil 5.7., Şekil 5.8., Şekil 5.9.'da verilmiştir.

Tablo 5.1. %1 ISOLAN YELLOW 2SRL boyasının, 1/50 flottede, 1 g/l. egalizatörle 5 dk'da gerçekleşen K/S değerleri tablosu

<b>DALGA BOYU(nm)</b>	<b>L SEVİYESİ</b>	<b>ML SEVİYESİ</b>	<b>M SEVİYESİ</b>	<b>MH SEVİYESİ</b>	<b>H SEVİYESİ</b>
400	0.306	1.798	3.146	3.199	1.466
410	0.337	2.099	3.735	3.841	1.719
420	0.378	2.441	4.417	4.582	2.013
430	0.421	2.798	5.124	5.369	2.322
440	0.464	3.149	5.839	6.168	2.626
450	0.491	3.372	6.281	6.62	2.812
460	0.476	3.279	6.107	6.441	2.723
470	0.434	2.958	5.482	5.776	2.452
480	0.368	2.477	4.528	4.694	2.04
490	0.268	1.763	3.143	3.179	1.434
500	0.179	1.152	1.998	1.972	0.934
510	0.12	0.754	1.286	1.237	0.617
520	0.084	0.509	0.857	0.809	0.424
530	0.062	0.353	0.591	0.546	0.301
540	0.047	0.251	0.417	0.38	0.22
550	0.037	0.184	0.304	0.274	0.165
560	0.03	0.14	0.23	0.206	0.129
570	0.025	0.109	0.178	0.158	0.103
580	0.022	0.088	0.143	0.126	0.085
590	0.02	0.072	0.118	0.103	0.072
600	0.018	0.061	0.1	0.087	0.062
610	0.017	0.053	0.087	0.075	0.055
620	0.016	0.047	0.077	0.067	0.05
630	0.015	0.043	0.069	0.06	0.046
640	0.015	0.039	0.062	0.054	0.042
650	0.014	0.035	0.056	0.049	0.039
660	0.014	0.032	0.051	0.044	0.036
670	0.013	0.03	0.046	0.04	0.034
680	0.013	0.027	0.042	0.037	0.031
690	0.013	0.025	0.038	0.033	0.029
700	0.012	0.023	0.034	0.03	0.027



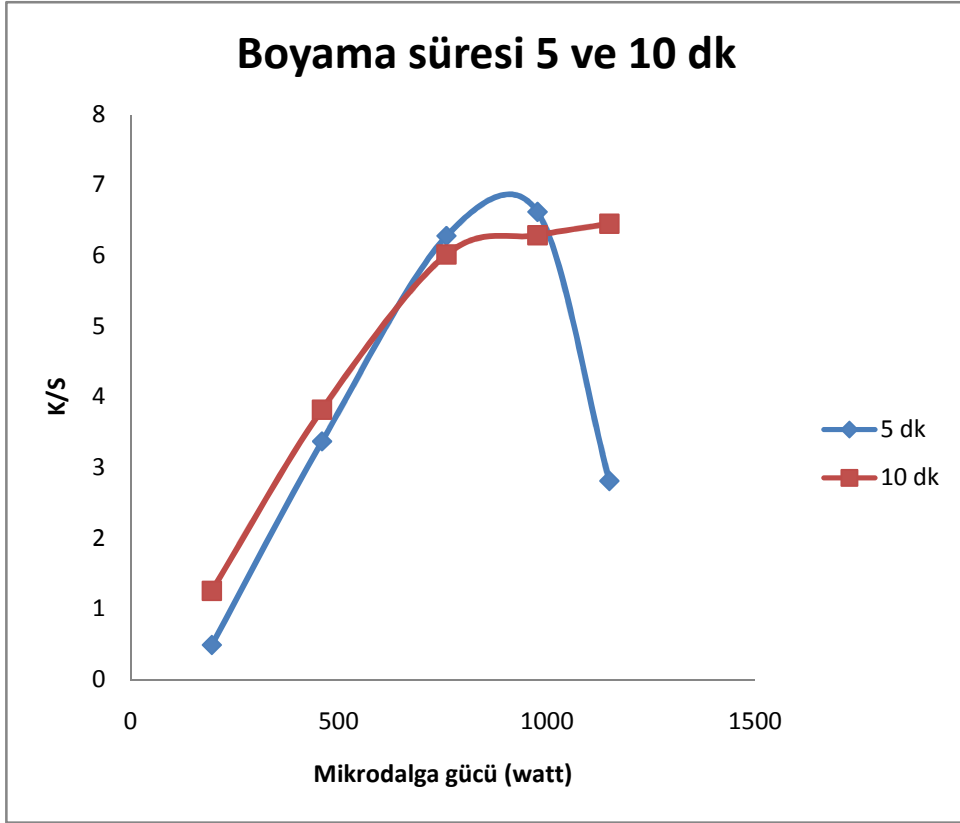
Şekil 5.1. %1 ISOLAN YELLOW 2SRL boyasının, 1/50 flottede, 1 g/l. egalizatörle 5 dk'da gerçekleşen K/S değerleri grafiği

MİKRODALGA GÜÇ SEVİYELERİ (Watt)	195.5	460	759	977.5	1150
K/S DEĞERLERİ	0.491	3.372	6.281	6.62	2.812

Tablo 5.2. 1/50 flottede %1' lik boyanın 5 dk'da 450 nm'de K/S değerleri tablosu

195,5	460	759	977,5	1150	Mikrodalga gücü (watt)	
0,491	3,372	6,281	6,62	2,812	Boyama süresi 5 dk	
1,257	3,823	6,019	6,291	6,454	Boyama süresi 10 dk	

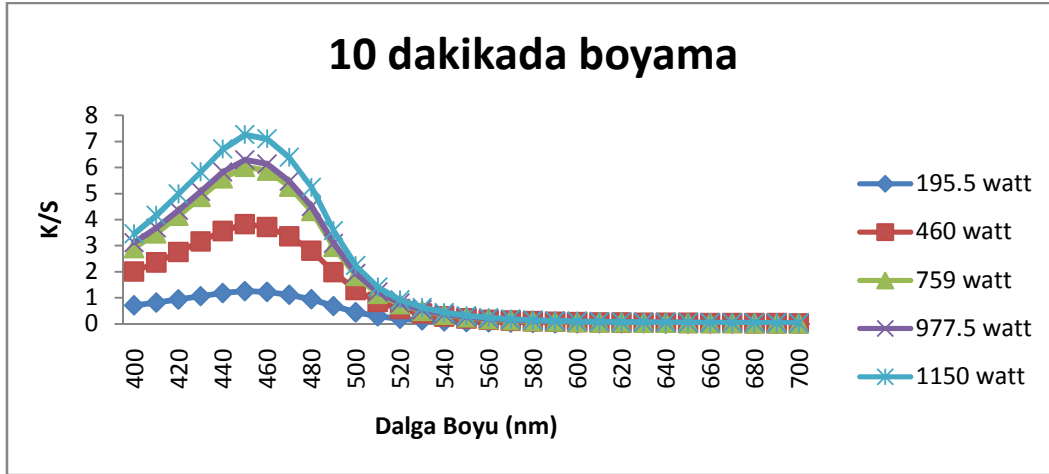
Tablo.5.3. 1/50 flottede %1'lik boyanın 5 ve 10 dk'da 450 nm'de K/S değerleri tablosu



Şekil 5.2. %1 ISOLAN YELLOW 2SRL boyasının, 1/50 flottede, 1 g/l. egalizatörle 5 ve 10 dk'da gerçekleşen K/S değerleri tablosu

Tablo 5.4. %1 ISOLAN YELLOW 2SRL boyasının, 1/50 flottede, 1 g/l. egalizatörle 10 dk'da gerçekleşen K/S değerleri tablosu

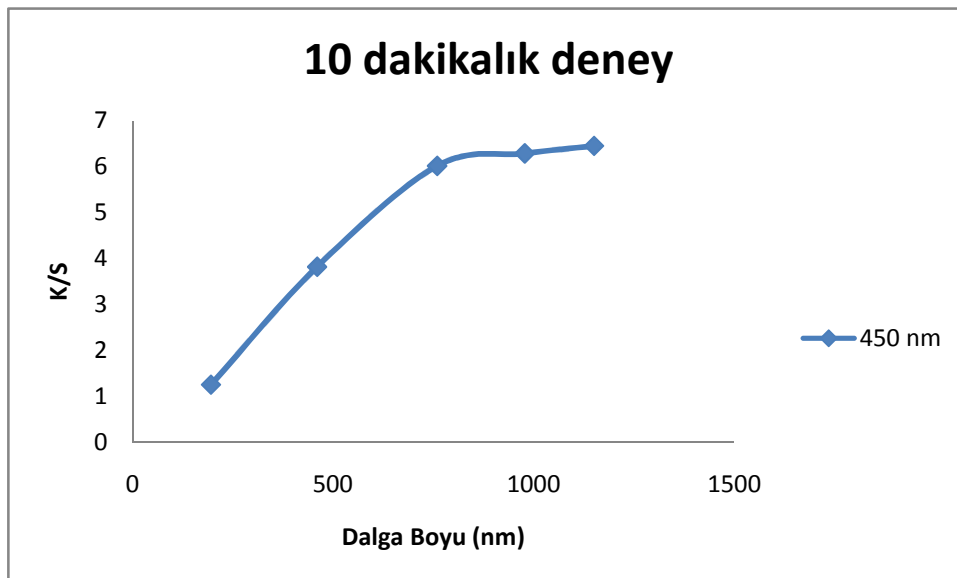
%1 ISOLAN YELLOW 2SRL BOYASININ 1/50 FLOTTEDE 1 G/L.EGALİZATÖRDE 10.dk.da GERÇEKLEŞEN K/S DEĞERLERİ					
DALGA BOYU	L SEVİYESİ	ML SEVİYESİ	M SEVİYESİ	MH SEVİYESİ	H SEVİYESİ
400	0,713	2,013	2,908	3,114	3,458
410	0,819	2,359	3,474	3,679	4,161
420	0,939	2,758	4,146	4,355	4,98
430	1,063	3,163	4,87	5,08	5,83
440	1,183	3,564	5,583	5,83	6,701
450	1,257	3,823	6,019	6,291	7,254
460	1,225	3,718	5,876	6,127	7,096
470	1,115	3,357	5,267	5,474	6,387
480	0,945	2,809	4,327	4,504	5,236
490	0,683	1,99	2,955	3,088	3,576
500	0,449	1,296	1,844	1,93	2,24
510	0,294	0,849	1,159	1,223	1,414
520	0,2	0,575	0,759	0,799	0,926
530	0,141	0,402	0,512	0,541	0,631
540	0,102	0,288	0,357	0,376	0,442
550	0,076	0,213	0,257	0,271	0,32
560	0,059	0,163	0,192	0,203	0,241
570	0,047	0,128	0,148	0,156	0,186
580	0,039	0,103	0,117	0,125	0,149
590	0,032	0,086	0,096	0,103	0,122
600	0,028	0,073	0,08	0,087	0,103
610	0,025	0,064	0,07	0,076	0,09
620	0,023	0,057	0,062	0,067	0,079
630	0,021	0,051	0,055	0,061	0,071
640	0,019	0,047	0,05	0,055	0,065
650	0,018	0,042	0,045	0,05	0,058
660	0,017	0,039	0,041	0,046	0,053
670	0,016	0,035	0,037	0,042	0,049
680	0,015	0,032	0,034	0,039	0,045
690	0,014	0,029	0,031	0,035	0,04
700	0,013	0,027	0,028	0,032	0,037



Şekil 5.3. %1 I. YELLOW 2SRL boyasının, 1/50 flottede, 1 g/l. egalizatörle 10 dk'da gerçekleşen K/S değerleri grafiği

Tablo 5.5. 1/50 flottede 10 Dk.da 450 nm.deki K/S değerleri tablosu

195,5	460	759	977,5	1150	Mikrodalga gücü (watt)
1,257	3,823	6,019	6,291	6,454	Boyama süresi 10 dk

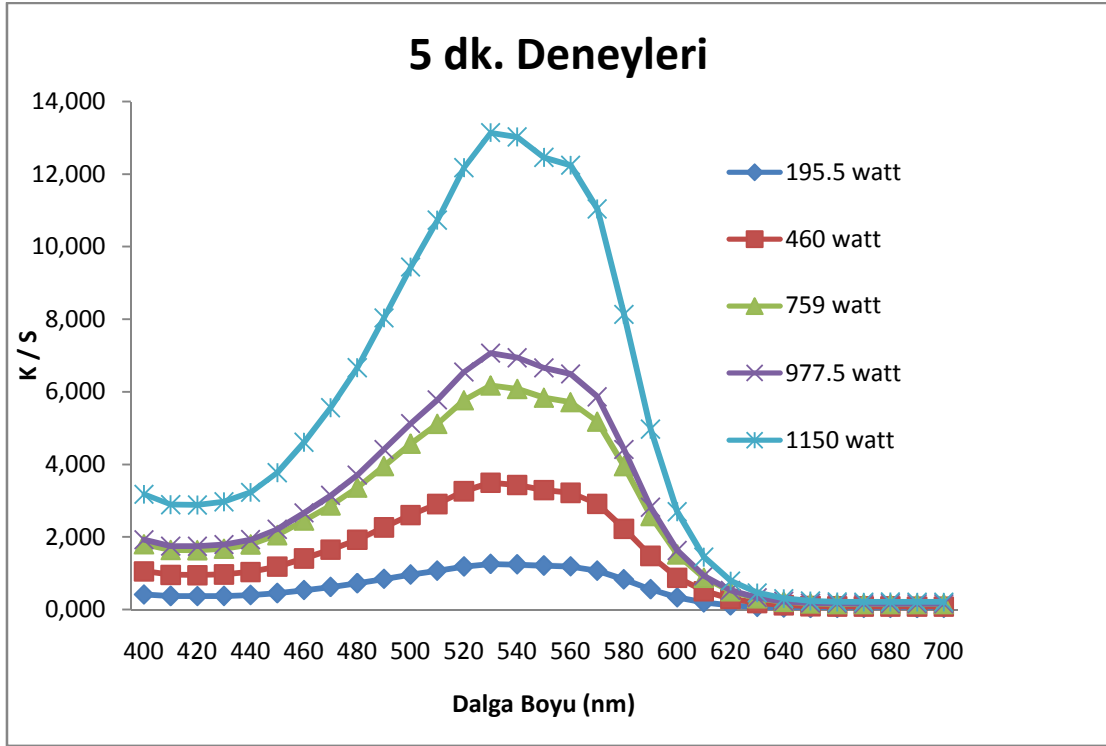


Şekil 5.4 450 nm'deki K/S değerleri grafiği



Tablo 5.6. %1 ISOLAN BORDO 2SB boyasının, 1/50 flottede, 1 g/l. egalizatörle 5 dk'da gerçekleşen K/S değerleri tablosu

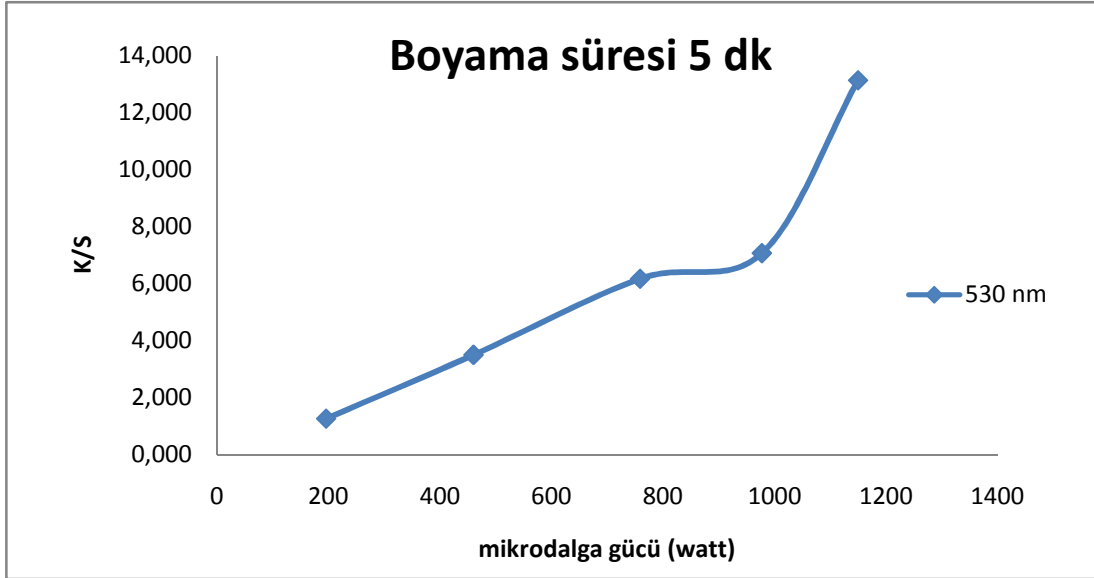
Dalga Boyu(nm)	ML1	MML1	MM1	MMH1	MH1
400	0,414	1,057	1,799	1,923	3,179
410	0,374	0,960	1,643	1,747	2,891
420	0,371	0,951	1,637	1,743	2,885
430	0,376	0,972	1,674	1,790	2,973
440	0,400	1,039	1,795	1,927	3,230
450	0,453	1,186	2,052	2,211	3,774
460	0,536	1,411	2,452	2,662	4,613
470	0,624	1,654	2,871	3,146	5,566
480	0,724	1,926	3,361	3,709	6,666
490	0,845	2,269	3,953	4,411	8,037
500	0,963	2,609	4,570	5,131	9,441
510	1,072	2,911	5,116	5,785	10,731
520	1,187	3,265	5,767	6,552	12,177
530	1,258	3,497	6,173	7,070	13,142
540	1,244	3,435	6,078	6,943	13,023
550	1,213	3,293	5,839	6,665	12,459
560	1,188	3,220	5,713	6,496	12,246
570	1,071	2,914	5,176	5,867	11,040
580	0,831	2,230	3,953	4,411	8,135
590	0,562	1,482	2,580	2,820	4,973
600	0,336	0,878	1,520	1,628	2,697
610	0,195	0,509	0,875	0,928	1,446
620	0,116	0,296	0,507	0,529	0,791
630	0,076	0,182	0,314	0,325	0,461
640	0,057	0,124	0,216	0,223	0,307
650	0,049	0,098	0,171	0,177	0,238
660	0,046	0,089	0,155	0,166	0,213
670	0,046	0,088	0,153	0,159	0,210
680	0,046	0,088	0,154	0,160	0,211
690	0,046	0,086	0,152	0,158	0,209
700	0,046	0,086	0,152	0,158	0,209
710	0,047	0,088	0,156	0,162	0,215
720	0,049	0,089	0,168	0,174	0,233
730	0,051	0,102	0,180	0,187	0,252
740	0,052	0,105	0,186	0,183	0,261
750	0,052	0,102	0,182	0,189	0,261



Şekil 5.5. %1 I. BORDO 2SB boyasının, 1/50 flottede, 1 g/l. egalizatörle 5 dk'da gerçekleşen K/S değerleri grafiği

Tablo 5.7. 1/50 flottede 5 dk'da 530 nm'deki K/S değerleri tablosu

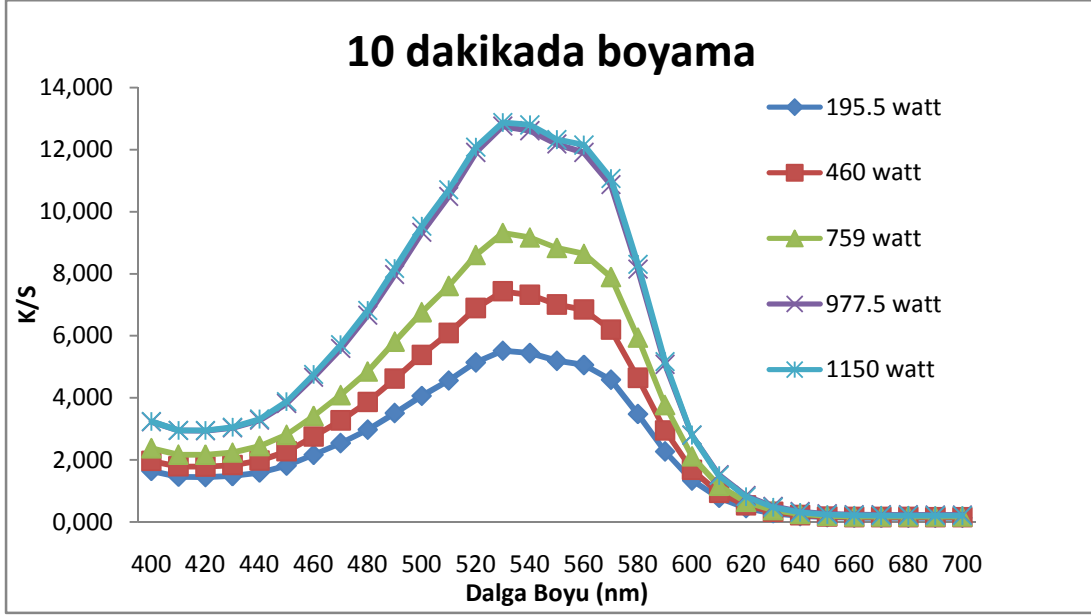
195,5	460	759	977,5	1150	mikrodalga gücü(watt)
1,258	3,497	6,173	7,070	13,142	530 nm



Şekil 5.6. %1 I. BORDO 2SB boyasının, 1/50 flottede, 1 g/l. egalizatörle 5 dk'da 530 nm'de gerçekleşen K/S değerleri grafiği

Tablo 5.8. %1 ISOLAN BORDO 2SB boyasının, 1/50 flottede, 1 g/l. egalizatörle 10 dk'da gerçekleşen K/S değerleri tablosu

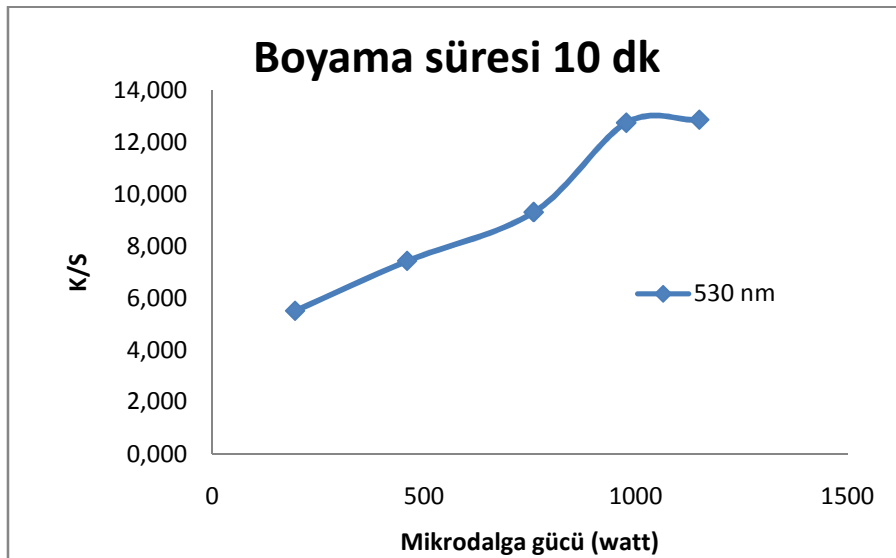
Dalga Boyu(nm)	ML2	MML2	MM2	MMH2	MH2
400	1,643	1,967	2,378	3,234	3,244
410	1,458	1,791	2,171	2,952	2,955
420	1,448	1,784	2,167	2,946	2,952
430	1,481	1,832	2,238	3,034	3,053
440	1,589	1,978	2,450	3,289	3,318
450	1,812	2,277	2,812	3,823	3,883
460	2,162	2,755	3,417	4,662	4,754
470	2,540	3,275	4,090	5,591	5,713
480	2,973	3,869	4,850	6,666	6,820
490	3,509	4,619	5,812	7,972	8,168
500	4,060	5,385	6,760	9,334	9,528
510	4,558	6,088	7,605	10,490	10,704
520	5,139	6,893	8,605	11,906	12,074
530	5,515	7,433	9,312	12,754	12,868
540	5,441	7,322	9,167	12,605	12,792
550	5,191	7,006	8,829	12,177	12,317
560	5,058	6,845	8,641	11,906	12,142
570	4,582	6,198	7,893	10,869	11,069
580	3,477	4,644	5,942	8,151	8,303
590	2,271	2,952	3,770	5,080	5,168
600	1,336	1,681	2,115	2,801	2,804
610	0,772	0,944	1,167	1,532	1,501
620	0,448	0,537	0,651	0,854	0,818
630	0,277	0,327	0,383	0,510	0,478
640	0,191	0,223	0,259	0,342	0,315
650	0,151	0,176	0,202	0,267	0,243
660	0,137	0,160	0,181	0,240	0,218
670	0,135	0,158	0,178	0,236	0,214
680	0,136	0,158	0,179	0,237	0,215
690	0,134	0,156	0,178	0,234	0,213
700	0,134	0,156	0,177	0,234	0,212
710	0,138	0,161	0,183	0,241	0,219
720	0,147	0,173	0,197	0,259	0,237
730	0,158	0,185	0,213	0,279	0,257
740	0,163	0,192	0,220	0,289	0,266
750	0,160	0,188	0,215	0,282	0,259



Şekil 5.7. %1 I. BORDO 2SB boyasının, 1/50 flottede, 1 g/l. egalizatörle 10 dk'da gerçekleşen K/S değerleri grafiği

Tablo 5.9. 1/50 flottede 10 dk'da 530 nm'deki K/S değerleri tablosu

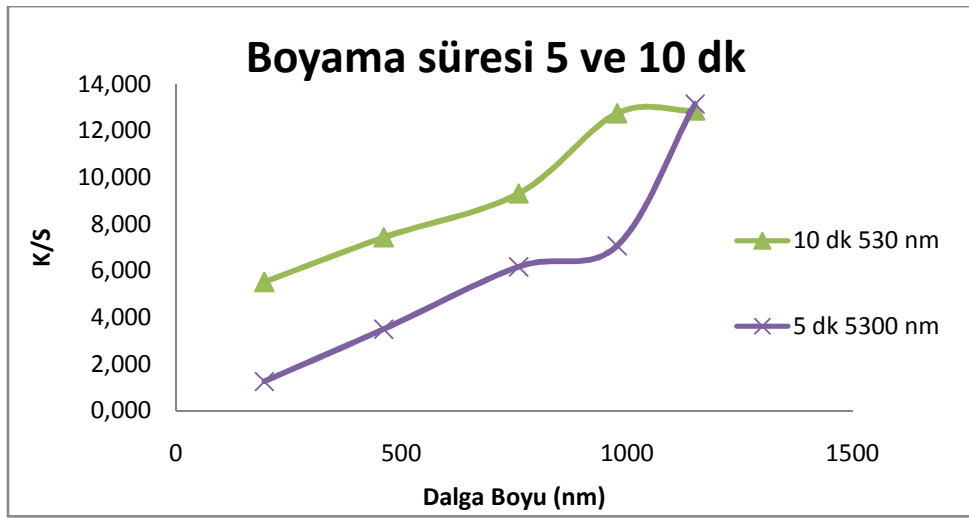
nm\watt	195,5	460	759	977,5	1150
530	5,515	7,433	9,312	12,754	12,868



Şekil 5.8. %1 I. BORDO 2SB boyasının, 1/50 flottede, 1 g/l. egalizatörle 10 dk'da 530 nm'de gerçekleşen K/S değerleri grafiği

Tablo 5.10 %1 I. BORDO 22SB boyasının, 1/50 flottede, 1 g/l. egalizatörle 5 ve 10 dk'da 530 nm'de gerçekleşen K/S değerleri tablosu

	mikrodalga gücü(watt)	195,5	460	759	977,5	1150
10 dk	530	5,515	7,433	9,312	12,754	12,868
5 dk	530	1,258	3,497	6,173	7,070	13,142



Şekil 5.9 %1 I. BORDO 2SB boyasının, 1/50 flottede, 1 g/l. egalizatörle 5 ve 10 dk'da 530 nm'de gerçekleşen K/S değerleri grafiği

## 5.2. Mikrodalgada Flotte farklarına Bağlı Olarak Yapılan Boyama Çalışmaları Sonuçları

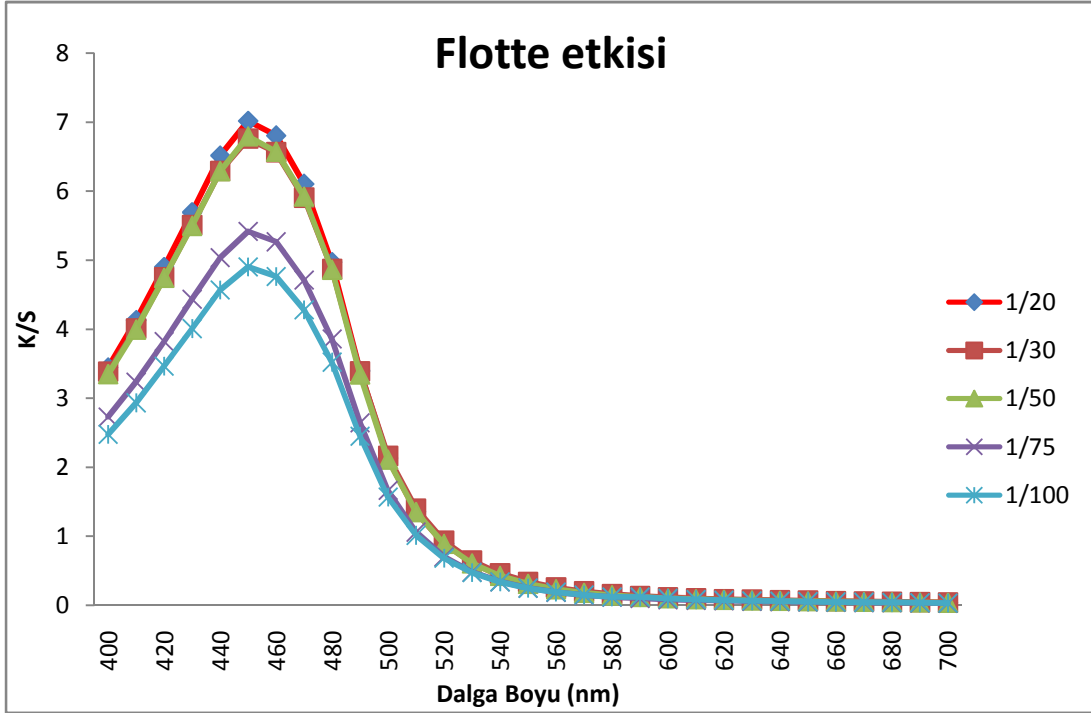
Boyamalar mikrodalganın M seviyesi ve 5 dk süre seçilerek yapılmıştır. 1 g/l egalizatör, %1 boya ve pH: 4,5'ta 1/20, 1/30, 1/50, 1/75 ve 1/100 flottelerde yapılmıştır. Bu boyamalardan elde edilen K/S değerleri Tablo 5.11., Tablo 5.12., Tablo 5.13 ve Tablo 5.14'te değişim grafikleri ise Şekil 5.10., Şekil 5.11., Şekil 5.12 ve Şekil 5.13.'te gösterilmiştir.

Çalışmaları yapılan her iki boyarmadde için de flotte miktarı yükseldikçe boyama banyosundaki boya miktarı azaldığından K/S değerlerinde de düşüşler gözlenmiştir.

Tablo 5.11. %1 ISOLAN YELLOW 2SRL boyasının, 1 g/l. egalizatörle 5 dakikada farklı flottelerdeki değerler tablosudur.

Dalga Boyu(nm)	1/20	1/30	1/50	1/75	1/100
400	3,447	3,383	3,35	2,729	2,477
410	4,131	4,011	3,996	3,234	2,935
420	4,904	4,752	4,745	3,823	3,466
430	5,695	5,507	5,499	4,434	4,011
440	6,518	6,291	6,291	5,037	4,57
450	7,019	6,76	6,796	5,417	4,904
460	6,808	6,563	6,575	5,267	4,765
470	6,107	5,905	5,923	4,713	4,283
480	4,973	4,87	4,864	3,86	3,524
490	3,398	3,387	3,346	2,646	2,452
500	2,131	2,162	2,111	1,665	1,569
510	1,356	1,398	1,349	1,061	1,015
520	0,895	0,933	0,889	0,701	0,682
530	0,611	0,645	0,606	0,482	0,473
540	0,43	0,459	0,425	0,34	0,338
550	0,312	0,336	0,308	0,249	0,249
560	0,236	0,255	0,232	0,189	0,19
570	0,182	0,199	0,179	0,147	0,149
580	0,146	0,16	0,144	0,118	0,12
590	0,12	0,132	0,119	0,098	0,12
600	0,101	0,112	0,1	0,083	0,1
610	0,089	0,098	0,088	0,073	0,085
620	0,079	0,087	0,078	0,065	0,074
630	0,071	0,078	0,07	0,058	0,066
640	0,064	0,071	0,064	0,053	0,06
650	0,058	0,064	0,058	0,048	0,054
660	0,053	0,059	0,053	0,044	0,049
670	0,049	0,053	0,048	0,04	0,045
680	0,045	0,049	0,044	0,037	0,041
690	0,041	0,044	0,04	0,033	0,038
700	0,037	0,04	0,036	0,03	0,034

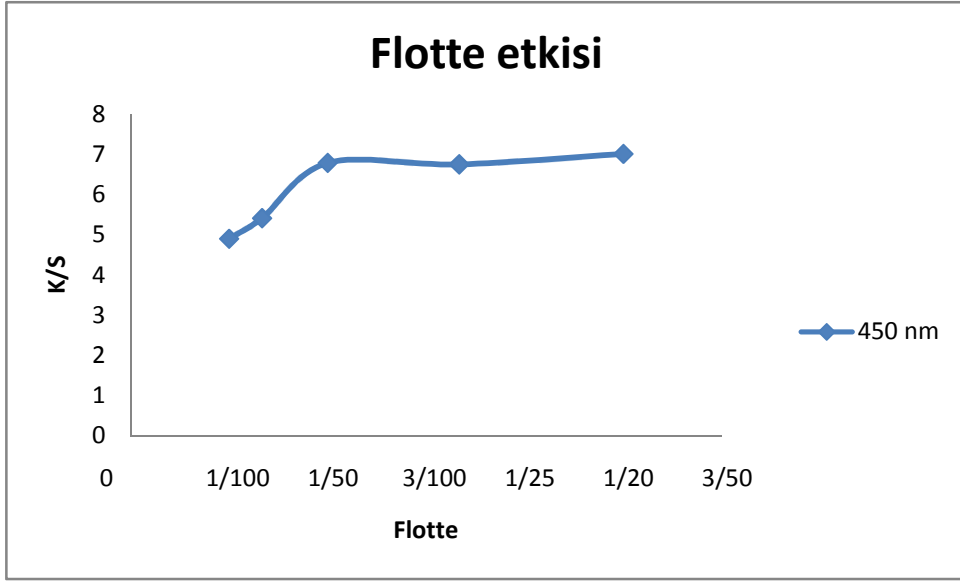




Şekil: 5.10 %1 I. YELLOW 2SRL boyasının, 1 g/l. egalizatörle 5 dakikada farklı flottelerdeki değerler grafiğidir.

Tablo 5.12. %1 ISOLAN YELLOW 2SRL boyasının, 1 g/l. egalizatörle 5 dakikada 450 nm'de farklı flottelerdeki değerler tablosudur.

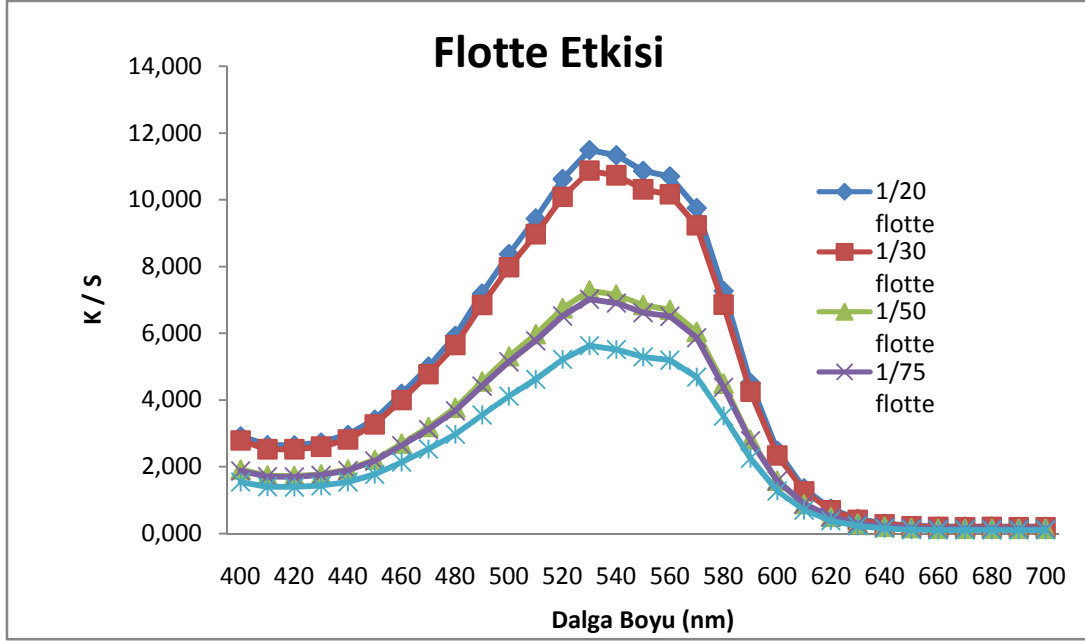
1/20	1/30	1/50	1/75	1/100
7,019	6,76	6,796	5,417	4,904



Şekil: 5.11 %1 ISOLAN YELLOW 2SRL boyasının, 1 g/l. egalizatörle 5 dakikada 450 nm'deki farklı flottelerdeki değerler grafiğidir.

Tablo 5.13. %1 I. BORDO 2SB boyasının, 1 g/l. egalizatörle 5 dakikada farklı flottelerdeki değerler tablosudur.

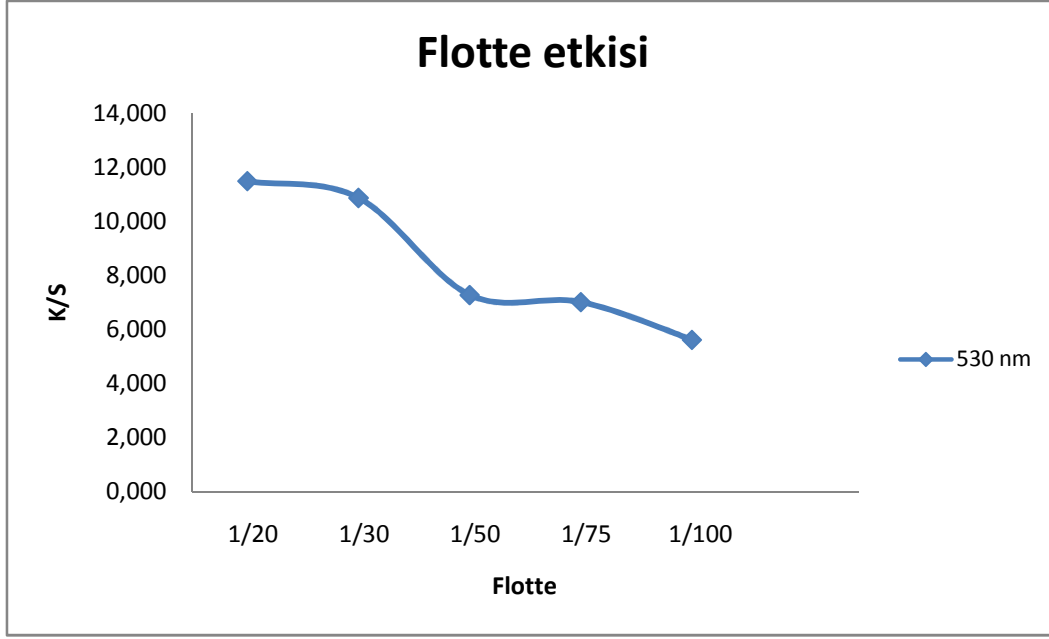
Dalga Boyu(nm)	1/20	1/30	1/50	1/75	1/100
400	2,911	2,785	1,915	1,875	1,540
410	2,649	2,523	1,733	1,703	1,398
420	2,641	2,521	1,727	1,695	1,391
430	2,723	2,599	1,774	1,748	1,429
440	2,955	2,815	1,918	1,886	1,538
450	3,417	3,268	2,211	2,173	1,769
460	4,187	3,996	2,690	2,636	2,138
470	5,001	4,771	3,189	3,120	2,530
480	5,923	5,643	3,766	3,679	2,970
490	7,187	6,845	4,552	4,417	3,548
500	8,373	7,972	5,306	5,146	4,110
510	9,441	8,966	5,971	5,776	4,619
520	10,622	10,085	6,748	6,518	5,213
530	11,489	10,869	7,281	7,019	5,626
540	11,336	10,731	7,161	6,906	5,515
550	10,869	10,309	6,845	6,620	5,290
560	10,704	10,158	6,701	6,507	5,191
570	9,753	9,229	6,039	5,867	4,688
580	7,268	6,857	4,487	4,383	3,520
590	4,516	4,246	2,815	2,779	2,253
600	2,484	2,334	1,585	1,577	1,273
610	1,347	1,262	0,878	0,882	0,699
620	0,742	0,694	0,496	0,501	0,383
630	0,439	0,409	0,300	0,304	0,223
640	0,294	0,273	0,205	0,207	0,147
650	0,229	0,212	0,162	0,164	0,114
660	0,208	0,192	0,147	0,149	0,102
670	0,205	0,189	0,146	0,147	0,101
680	0,207	0,190	0,146	0,148	0,102
690	0,204	0,188	0,144	0,146	0,100
700	0,204	0,188	0,145	0,146	0,100
710	0,211	0,194	0,150	0,151	0,104
720	0,228	0,210	0,161	0,163	0,112
730	0,246	0,226	0,172	0,175	0,121
740	0,256	0,235	0,179	0,181	0,124
750	0,250	0,229	0,176	0,177	0,122



Şekil: 5.12 %1 I. BORDO 2SB boyasının, 1 g/l. egalizatörle 5 dakikada farklı flottelerdeki değerler grafiğidir.

Tablo 5.14. %1 I. BORDO 2SB boyasının, 1 g/l. egalizatörle 5 dakikada 530 nm'de farklı flottelerdeki değerler tablosudur.

flotte	1/20	1/30	1/50	1/75	1/100
530 nm	11,489	10,869	7,281	7,019	5,626



Şekil 5.13 %1 I. BORDO 2SB boyasının, 1 g/l. egalizatörle 5 dakikada 530 nm'deki farklı flottelerdeki değerler grafiğidir.

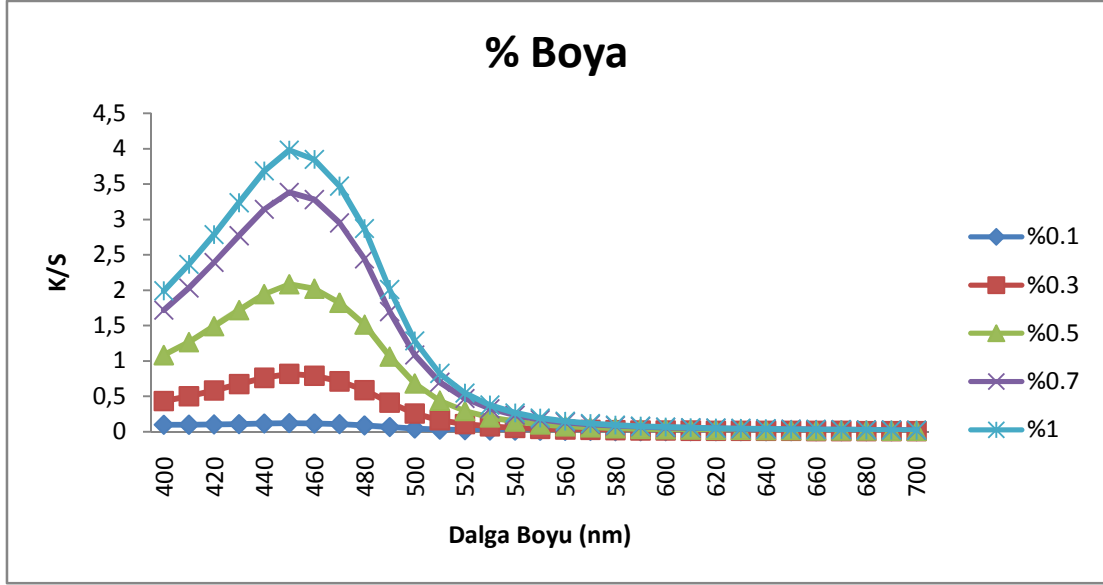
### 5.3. Mikrodalgada Farklı Boyama Şiddetine Göre Yapılan Boyama Çalışmaları Sonuçları

Boyamalar mikrodalganın M seviyesi ve 5 dk süre seçilerek yapılmıştır. 1 g/l egalizatör, 1/50 flotte ve pH: 4,5'ta %0.1, %0.3, %0.5, %0.7 ve %1 boya şiddetinde yapılmıştır. Bu boyamalardan elde edilen K/S değerleri Tablo 5.15., Tablo 5.16., Tablo 5.17'de değişim grafikleri ise Şekil 5.14., Şekil 5.15., Şekil 5.16 ve Şekil 5.17.'de gösterilmiştir.

Boyama şiddetinin artışı ile çözeltideki boyarmadde derişimi artmakta olduğundan K/S değerleri de bu paralelde artış göstermektedir.

Tablo 5.15. %1 I. YELLOW 2SRL boyasının, 1 g/l. egalizatörle 5 dakikada farklı boyama şiddetlerine göre oluşan değerler tablosudur.

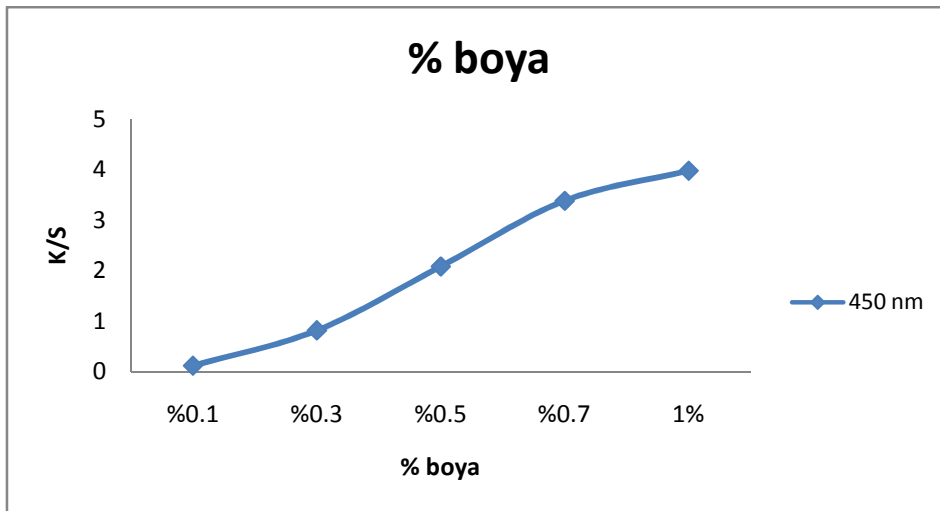
Dalga Boyu(nm)	%0.1	%0.3	%0.5	%0.7	1%
400	0,102	0,435	1,085	1,719	1,991
410	0,1	0,503	1,268	2,03	2,365
420	0,104	0,586	1,492	2,393	2,785
430	0,111	0,677	1,72	2,771	3,234
440	0,119	0,765	1,946	3,143	3,684
450	0,124	0,821	2,085	3,383	3,977
460	0,12	0,795	2,023	3,282	3,846
470	0,109	0,715	1,824	2,952	3,47
480	0,093	0,591	1,515	2,443	2,871
490	0,069	0,412	1,064	1,698	2,009
500	0,048	0,261	0,684	1,086	1,284
510	0,035	0,167	0,442	0,701	0,825
520	0,026	0,111	0,295	0,47	0,548
530	0,021	0,077	0,204	0,326	0,378
540	0,018	0,056	0,145	0,234	0,267
550	0,016	0,043	0,106	0,173	0,196
560	0,014	0,034	0,081	0,133	0,149
570	0,013	0,028	0,064	0,104	0,117
580	0,012	0,024	0,052	0,085	0,095
590	0,012	0,021	0,044	0,071	0,079
600	0,011	0,019	0,038	0,061	0,067
610	0,011	0,017	0,034	0,054	0,06
620	0,011	0,016	0,03	0,048	0,053
630	0,011	0,015	0,028	0,043	0,048
640	0,01	0,015	0,025	0,04	0,044
650	0,01	0,014	0,023	0,036	0,037
660	0,01	0,013	0,022	0,033	0,034
670	0,01	0,013	0,02	0,03	0,031
680	0,01	0,012	0,019	0,028	0,028
690	0,01	0,012	0,017	0,026	0,026
700	0,01	0,011	0,016	0,023	0,024



Şekil 5.14 %1 I. YELLOW 2SRL boyasının, 1 g/l. egalizatörle 5 dakikada farklı boyama şiddetine göre oluşan değerler grafiğidir

Tablo 5.16. %1 I. YELLOW 2SRL boyasının, 1 g/l. egalizatörle 5 dakikada 450 nm'deki farklı boyama şiddetlerine göre oluşan değerler tablosudur.

%0.1	%0.3	%0.5	%0.7	1%
0,124	0,821	2,085	3,383	3,977

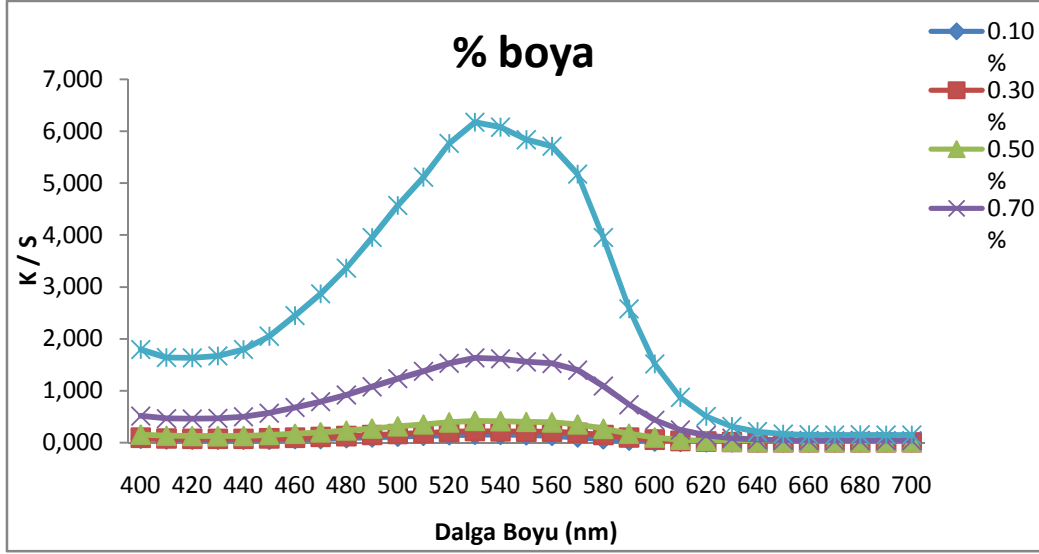


Şekil 5.15. %1 I. YELLOW 2SRL boyasının, 1 g/l. egalizatörle 5 dakikada 450 nm'deki farklı boyama şiddetine göre oluşan değerler grafiğidir

Tablo 5.17. %1 I. BORDO 2SB boyasının, 1 g/l. egalizatörle 5 dakikada farklı boyama şiddetlerine göre oluşan değerler tablosudur.

Dalga Boyu(nm)	%0.1	%0.3	%0.50	%0.7	1%
400	0,080	0,098	0,156	0,517	1,799
410	0,066	0,083	0,136	0,466	1,643
420	0,060	0,079	0,130	0,461	1,637
430	0,057	0,077	0,128	0,471	1,674
440	0,057	0,079	0,131	0,502	1,795
450	0,061	0,086	0,147	0,571	2,052
460	0,070	0,099	0,172	0,680	2,452
470	0,070	0,113	0,200	0,792	2,871
480	0,090	0,130	0,233	0,921	3,361
490	0,104	0,151	0,274	1,079	3,953
500	0,118	0,171	0,314	1,235	4,570
510	0,131	0,190	0,352	1,377	5,116
520	0,145	0,210	0,393	1,530	5,767
530	0,155	0,224	0,419	1,634	6,173
540	0,153	0,220	0,414	1,616	6,078
550	0,148	0,216	0,401	1,558	5,839
560	0,132	0,213	0,392	1,529	5,713
570	0,103	0,194	0,352	1,399	5,176
580	0,069	0,152	0,269	1,094	3,953
590	0,040	0,103	0,175	0,734	2,580
600	0,026	0,063	0,101	0,436	1,520
610	0,017	0,038	0,058	0,249	0,875
620	0,013	0,024	0,034	0,143	0,507
630	0,011	0,017	0,023	0,087	0,314
640	0,010	0,013	0,017	0,060	0,216
650	0,010	0,012	0,015	0,048	0,171
660	0,010	0,011	0,014	0,044	0,155
670	0,010	0,011	0,014	0,043	0,153
680	0,010	0,012	0,014	0,044	0,154
690	0,010	0,011	0,014	0,043	0,152
700	0,010	0,011	0,014	0,043	0,152
710	0,011	0,011	0,014	0,044	0,156
720	0,011	0,012	0,015	0,047	0,168
730	0,011	0,012	0,015	0,050	0,180
740	0,012	0,013	0,015	0,051	0,186
750	0,012	0,013	0,015	0,051	0,182

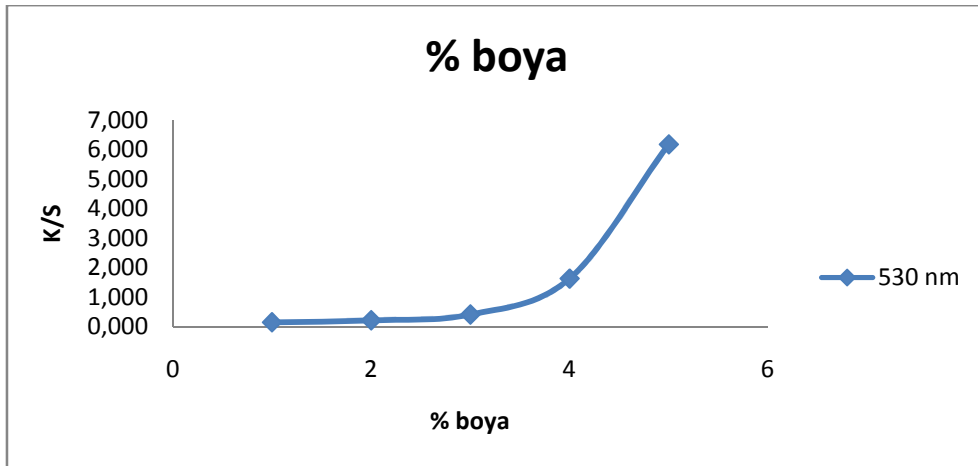




Şekil 5.16. %1 I. BORDO 2SB boyasının, 1 g/l. egalizatörle 5 dakikada farklı boyama şiddetine göre oluşan değerler grafiğidir

Tablo 5.18 %1 I. BORDO 2SB boyasının, 1 g/l. egalizatörle 5 dakikada 530 nm'deki farklı boyama şiddetlerine göre oluşan değerler tablosudur.

%BOYA	%0.1	%0.3	%0.5	%0.7	1%
530 nm	0,155	0,224	0,419	1,634	6,173



Şekil 5.17 %1 I. BORDO 2SB boyasının, 1 g/l. egalizatörle 5 dakikada 530 nm'deki farklı boyama şiddetine göre oluşan değerler grafiğidir

#### **5.4. Mikrodalgada Farklı Egalizatör Miktarına Göre Yapılan Boyama Çalışmaları Sonuçları**

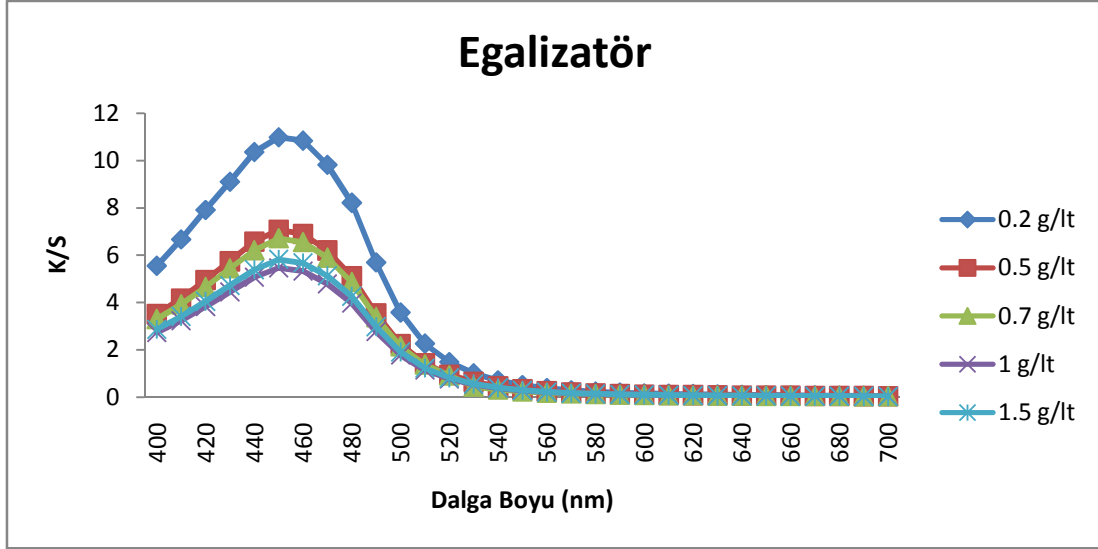
Boyamalar mikrodalganın M seviyesi ve 5 dk süre seçilerek yapılmıştır. %1 boya, 1/50 flotte ve pH: 4,5'ta 0.2 g/l, 0.5 g/l, 0.7 g/l, 1 g/l ve 1.5 g/l egalizatörle yapılmıştır. Bu boyamalardan elde edilen K/S değerleri Tablo 5.19.,Tablo 5.20., Tablo 5.21. ve Tablo 5.22'de değişim grafikleri ise Şekil 5.18., Şekil 5.19., Şekil 20 ve Şekil 5.21.'de gösterilmiştir.

I.Yellow 2SRL boyasında az egalizatör ile daha çok boyama olmuştur. Boyarmaddenin molekül yapısından dolayı egalizatör tam ters etki yapmıştır. 450 nm'de en yüksek pik vermiş olup egalizatör arttıkça boyama azalmıştır.

I.Bordo 2SB boyasında ise egalizatör miktarı arttıkça daha çok boyama olmuştur. K/S değerlerinde artma gözlenmiştir. 530 nm'de en yüksek piki vermiştir.

Tablo 5.19. %1 I. YELLOW 2SRL boyasının farklı egalizatör miktarlarıyla 5 dakikada yapılan boyama çalışmalarına göre oluşan değerler tablosudur.

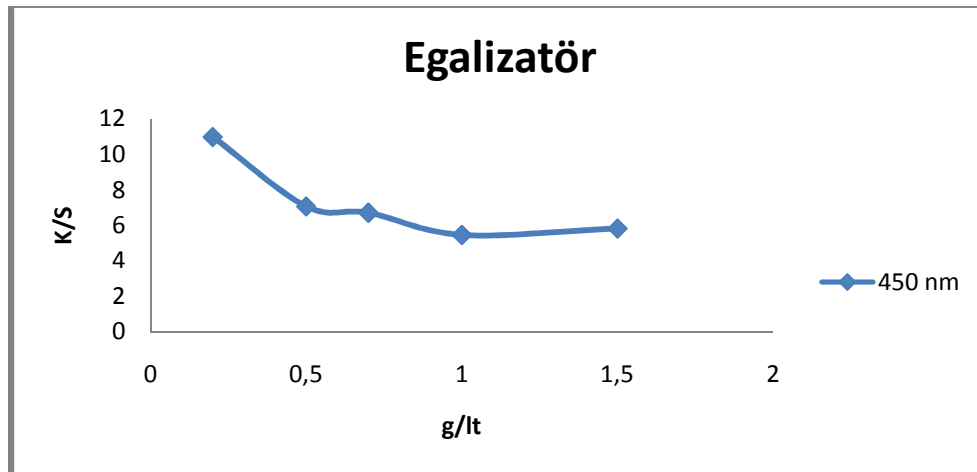
Dalga Boyu(nm)	0.2 g/lt	0.5 g/lt	0.7 g/lt	1 g/lt	1.5 g/lt
400	5,549	3,509	3,303	2,731	2,868
410	6,666	4,167	3,925	3,237	3,413
420	7,909	4,946	4,656	3,828	4,05
430	9,105	5,74	5,441	4,452	4,719
440	10,36	6,575	6,208	5,073	5,385
450	10,983	7,07	6,713	5,466	5,821
460	10,841	6,893	6,552	5,337	5,678
470	9,822	6,198	5,895	4,791	5,131
480	8,218	5,116	4,864	3,982	4,262
490	5,695	3,54	3,383	2,779	2,982
500	3,576	2,244	2,151	1,78	1,912
510	2,259	1,434	1,381	1,151	1,232
520	1,479	0,949	0,918	0,771	0,822
530	1,007	0,651	0,446	0,537	0,567
540	0,704	0,459	0,326	0,384	0,401
550	0,508	0,336	0,247	0,284	0,292
560	0,379	0,255	0,192	0,218	0,221
570	0,291	0,198	0,155	0,172	0,171
580	0,231	0,16	0,128	0,14	0,137
590	0,189	0,132	0,108	0,117	0,113
600	0,158	0,112	0,095	0,1	0,096
610	0,136	0,099	0,084	0,089	0,084
620	0,12	0,087	0,076	0,079	0,074
630	0,106	0,079	0,069	0,072	0,067
640	0,095	0,072	0,063	0,066	0,06
650	0,085	0,065	0,057	0,06	0,055
660	0,077	0,065	0,052	0,055	0,05
670	0,069	0,059	0,048	0,05	0,045
680	0,062	0,054	0,048	0,047	0,041
690	0,055	0,049	0,043	0,042	0,037
700	0,049	0,044	0,039	0,039	0,034



Şekil 5.18. %1 I. YELLOW 2SRL boyasının farklı egalizatör miktarlarıyla 5 dakikada yapılan boyama çalışmalarına göre oluşan değerler grafiğidir.

Tablo 5.20. %1 I. YELLOW 2SRL boyasının farklı egalizatör miktarlarıyla 450 nm'de ve 5 dakikada yapılan boyama çalışmalarına göre oluşan değerler tablosudur.

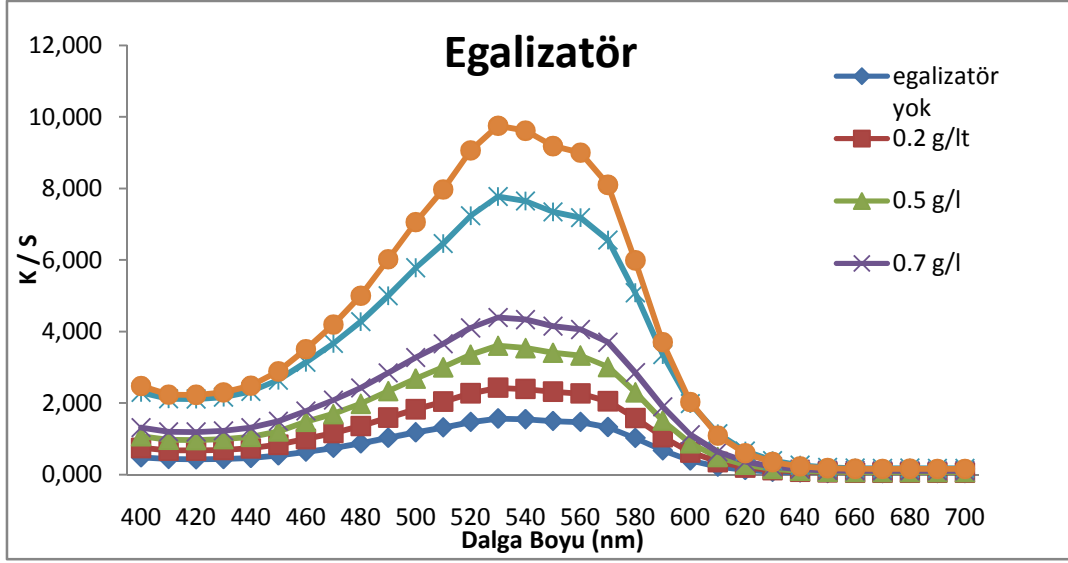
Egalizatör (g/lt)	0,2	0,5	0,7	1	1,5
450 nm	10,983	7,07	6,713	5,466	5,821



Şekil 5.19. %1 I. YELLOW 2SRL boyasının farklı egalizatör miktarlarıyla 450 nm'de ve 5 dakikada yapılan boyama çalışmalarına göre oluşan değerler grafiğidir.

Tablo 5.21. %1 I. BORDO 2SB boyasının farklı egalizatör miktarlarıyla 5 dakikada yapılan boyama çalışmalarına göre oluşan değerler tablosudur.

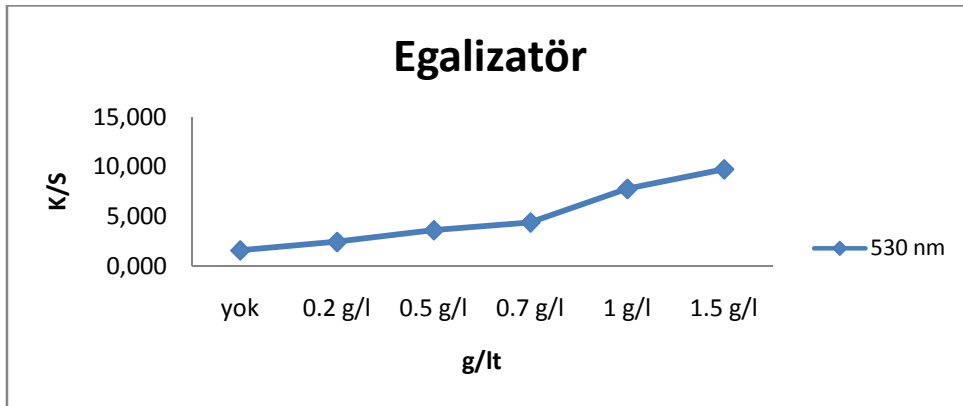
Dalga Boyu(nm)	Egalizatör yok	0.2 g/l	0.5 g/l	0.7 g/l	1 g/l	1.5 g/l
400	0,486	0,748	1,076	1,312	2,303	2,475
410	0,438	0,679	0,978	1,196	2,118	2,238
420	0,433	0,675	0,974	1,193	2,115	2,230
430	0,442	0,690	0,997	1,222	2,164	2,297
440	0,472	0,738	1,063	1,311	2,326	2,486
450	0,539	0,839	1,216	1,494	2,644	2,885
460	0,643	1,000	1,485	1,780	3,140	3,509
470	0,751	1,167	1,701	2,083	3,667	4,193
480	0,878	1,361	1,987	2,424	4,278	5,001
490	1,033	1,598	2,342	2,848	5,001	6,019
500	1,183	1,830	2,690	3,279	5,785	7,057
510	1,324	2,043	3,007	3,658	6,463	7,972
520	1,476	2,277	3,361	4,105	7,241	9,065
530	1,572	2,430	3,609	4,394	7,777	9,753
540	1,553	2,398	3,544	4,338	7,650	9,617
550	1,502	2,320	3,413	4,156	7,350	9,187
560	1,474	2,271	3,336	4,060	7,187	9,005
570	1,333	2,053	3,016	3,701	6,563	8,102
580	1,027	1,582	2,309	2,857	5,087	5,990
590	0,681	1,052	1,517	1,895	3,354	3,701
600	0,401	0,624	0,886	1,118	1,986	2,028
610	0,230	0,359	0,499	0,638	1,145	1,092
620	0,134	0,206	0,280	0,364	0,655	0,595
630	0,085	0,127	0,167	0,221	0,394	0,350
640	0,062	0,087	0,112	0,151	0,263	0,233
650	0,051	0,070	0,088	0,120	0,204	0,181
660	0,048	0,060	0,079	0,109	0,182	0,163
670	0,047	0,063	0,078	0,108	0,179	0,161
680	0,048	0,063	0,078	0,107	0,180	0,162
690	0,047	0,062	0,077	0,107	0,178	0,160
700	0,047	0,062	0,077	0,110	0,178	0,160
710	0,048	0,063	0,080	0,117	0,183	0,165
720	0,051	0,068	0,085	0,125	0,197	0,178
730	0,054	0,073	0,092	0,130	0,213	0,192
740	0,055	0,075	0,095	0,127	0,220	0,199
750	0,055	0,073	0,093	0,126	0,215	0,194



Şekil 5.20. %1 I. BORDO 2SB boyasının farklı egalizatör miktarlarıyla 5 dakikada yapılan boyama çalışmalarına göre oluşan değerler grafiğidir.

Tablo 5.22. %1 I. BORDO 2SB boyasının farklı egalizatör miktarlarıyla 530 nm'de ve 5 dakikada yapılan boyama çalışmalarına göre oluşan değerler tablosudur.

Egalizatör miktar(g/l)	yok	0.2 g/l	0.5 g/l	0.7 g/l	1 g/l	1.5 g/l
530	1,572	2,430	3,609	4,394	7,777	9,753



Şekil 5.21. %1 ISOLAN BORDO 2SB boyasının farklı egalizatör miktarlarıyla 530 nm'de ve 5 dakikada yapılan boyama çalışmalarına göre oluşan değerler grafiğidir.

### **5.5. Mikrodalgada Farklı pH'lara Göre Yapılan Boyama Çalışmaları Sonuçları**

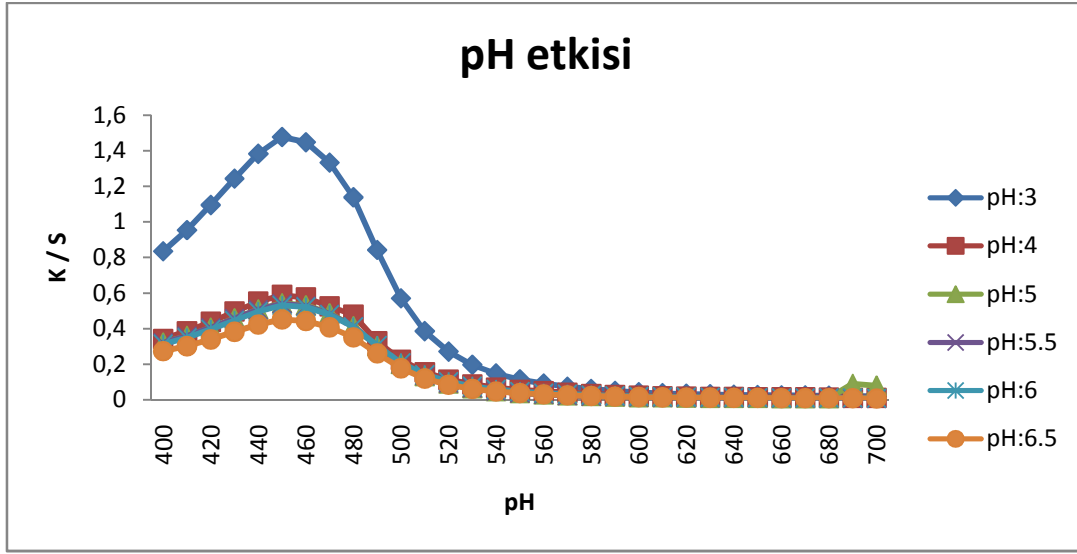
Boyamalar mikrodalganın M seviyesi ve 5 dk süre seçilerek yapılmıştır. %1 boya, 1/50 flotte ve 1 g/l egalizatör ile pH:3, pH:4 , pH:5, pH:5.5 , pH: 6 ve pH:6.5'te yapılmıştır. Bu boyamalardan elde edilen K/S değerleri Tablo 5.22.,Tablo 5.23., Tablo 5.24. ve Tablo 5.25'de değişim grafikleri ise Şekil 5.21., Şekil 5.22., Şekil 5.23 ve Şekil 5.24.'de gösterilmiştir.

Çalışmalarda pH:3'te boyayı çok hızla çektiği için daha derin boyama elde edilmiştir. Boyamada ideal pH aralığı 4.0 ile 5.5 arasındadır. I.Yellow SRL boyası için 450 nm'de pH 4 ile pH 5.5 arasındaki K/S değerleri birbirine yakındır. I.Bordo 2SB boyası için de 530 nm.de pH 4 ile pH 5.5 arasındaki K/S değerleri birbirine çok yakındır.

Tablo 5.22. %1 ISOLAN YELLOW 2SRL boyasının farklı pH değerleriyle 5 dakikada yapılan boyama çalışmalarına göre oluşan değerler tablosudur.

Dalga Boyu(nm)	pH:3	pH:4	pH:5	pH:5.5	pH:6	pH:6.5
400	0,835	0,342	0,322	0,321	0,312	0,274
410	0,954	0,385	0,359	0,358	0,348	0,302
420	1,095	0,438	0,406	0,405	0,395	0,340
430	1,243	0,496	0,458	0,458	0,446	0,383
440	1,383	0,551	0,509	0,507	0,496	0,423
450	1,477	0,589	0,543	0,540	0,530	0,452
460	1,448	0,575	0,531	0,528	0,521	0,443
470	1,333	0,525	0,486	0,483	0,478	0,408
480	1,138	0,477	0,414	0,413	0,410	0,351
490	0,842	0,329	0,303	0,305	0,305	0,262
500	0,570	0,224	0,202	0,204	0,208	0,178
510	0,386	0,155	0,134	0,137	0,142	0,120
520	0,271	0,113	0,092	0,095	0,102	0,085
530	0,197	0,087	0,066	0,068	0,076	0,062
540	0,148	0,068	0,049	0,050	0,058	0,047
550	0,114	0,056	0,038	0,039	0,046	0,038
560	0,092	0,048	0,031	0,031	0,038	0,031
570	0,074	0,040	0,026	0,025	0,032	0,026
580	0,061	0,033	0,022	0,021	0,027	0,022
590	0,050	0,027	0,019	0,018	0,022	0,018
600	0,042	0,023	0,016	0,016	0,019	0,016
610	0,037	0,020	0,015	0,014	0,017	0,014
620	0,033	0,018	0,013	0,013	0,015	0,013
630	0,031	0,017	0,012	0,012	0,014	0,012
640	0,028	0,016	0,012	0,011	0,013	0,011
650	0,027	0,015	0,011	0,011	0,012	0,011
660	0,025	0,014	0,010	0,010	0,011	0,010
670	0,024	0,014	0,010	0,009	0,011	0,010
680	0,023	0,013	0,010	0,009	0,010	0,009
690	0,021	0,012	0,009	0,008	0,010	0,009
700	0,020	0,012	0,008	0,008	0,009	0,008

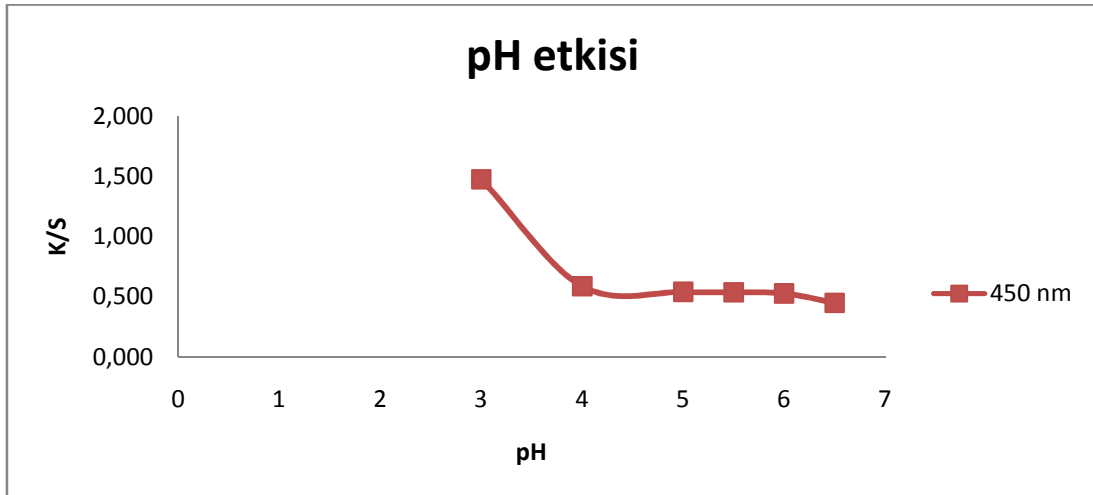




Şekil. 5.22. %1 I. YELLOW 2SRL boyasının farklı pH'larda 5 dakikada yapılan boyama çalışmalarına göre oluşan değerler grafiğidir

Tablo 5.23. %1 I. YELLOW 2SRL boyasının farklı pH değerleriyle , 450 nm.de ve 5 dakikada yapılan boyama çalışmalarına göre oluşan değerler tablosudur.

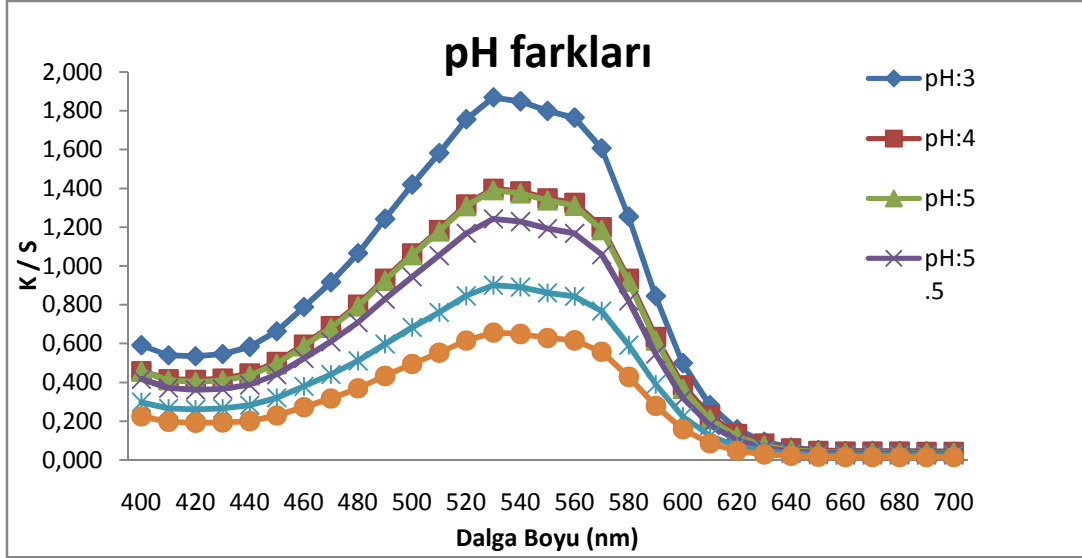
pH	3	4	5	5,5	6	6,5
450	1,477	0,589	0,543	0,540	0,530	0,452



Şekil 5.23. %1 I. YELLOW 2SRL boyasının farklı pH'larda ,450 nm.'de ve 5 dakikada yapılan boyama çalışmalarına göre oluşan değerler grafiğidir

Tablo 5.24. %1 I. BORDO 2SB boyasının farklı pH değerleriyle 5 dakikada yapılan boyama çalışmalarına göre oluşan değerler tablosudur.

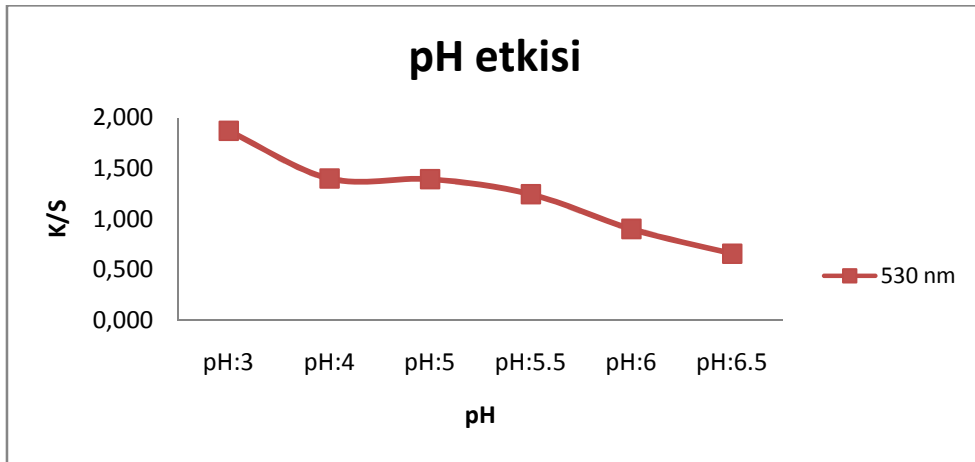
Dalga Boyu(nm)	pH:3	pH:4	pH:5	pH:5.5	pH:6	pH:6.5
400	0,592	0,458	0,458	0,418	0,298	0,225
410	0,540	0,417	0,411	0,371	0,266	0,198
420	0,535	0,413	0,404	0,362	0,261	0,193
430	0,547	0,420	0,410	0,366	0,266	0,194
440	0,584	0,446	0,436	0,388	0,282	0,201
450	0,664	0,505	0,495	0,441	0,320	0,230
460	0,789	0,595	0,586	0,524	0,380	0,273
470	0,917	0,690	0,682	0,610	0,441	0,318
480	1,066	0,801	0,793	0,709	0,511	0,370
490	1,243	0,935	0,926	0,830	0,598	0,434
500	1,420	1,065	1,057	0,945	0,683	0,496
510	1,582	1,186	1,180	1,054	0,761	0,553
520	1,756	1,317	1,310	1,169	0,846	0,616
530	1,869	1,398	1,392	1,243	0,901	0,657
540	1,849	1,384	1,376	1,229	0,891	0,650
550	1,799	1,349	1,339	1,193	0,862	0,629
560	1,765	1,325	1,312	1,169	0,844	0,617
570	1,607	1,200	1,186	1,059	0,767	0,558
580	1,255	0,934	0,920	0,822	0,592	0,429
590	0,845	0,635	0,617	0,547	0,389	0,280
600	0,500	0,386	0,367	0,320	0,224	0,159
610	0,283	0,228	0,211	0,180	0,125	0,087
620	0,159	0,134	0,121	0,102	0,071	0,049
630	0,095	0,085	0,075	0,063	0,046	0,030
640	0,065	0,060	0,052	0,043	0,033	0,022
650	0,051	0,048	0,042	0,037	0,027	0,018
660	0,047	0,044	0,038	0,034	0,025	0,016
670	0,046	0,044	0,038	0,034	0,025	0,016
680	0,046	0,044	0,038	0,034	0,025	0,016
690	0,045	0,043	0,037	0,033	0,025	0,016
700	0,044	0,043	0,037	0,033	0,025	0,016
710	0,046	0,458	0,038	0,033	0,025	0,017
720	0,049	0,044	0,040	0,034	0,026	0,018
730	0,052	0,047	0,043	0,036	0,028	0,019
740	0,053	0,050	0,044	0,037	0,029	0,019
750	0,052	0,051	0,043	0,038	0,030	0,020



Şekil 5.24. %1 ISOLAN BORDO 2SB boyasının farklı pH'larda 5 dakikada yapılan boyama çalışmalarına göre oluşan değerler grafiğidir

Tablo 5.25 %1 ISOLAN BORDO 2SB boyasının farklı pH değerleriyle 530 nm'de ve 5 dakikada yapılan boyama çalışmalarına göre oluşan değerler tablosudur

pH	pH:3	pH:4	pH:5	pH:5.5	pH:6	pH:6.5
530 nm	1,869	1,398	1,392	1,243	0,901	0,657



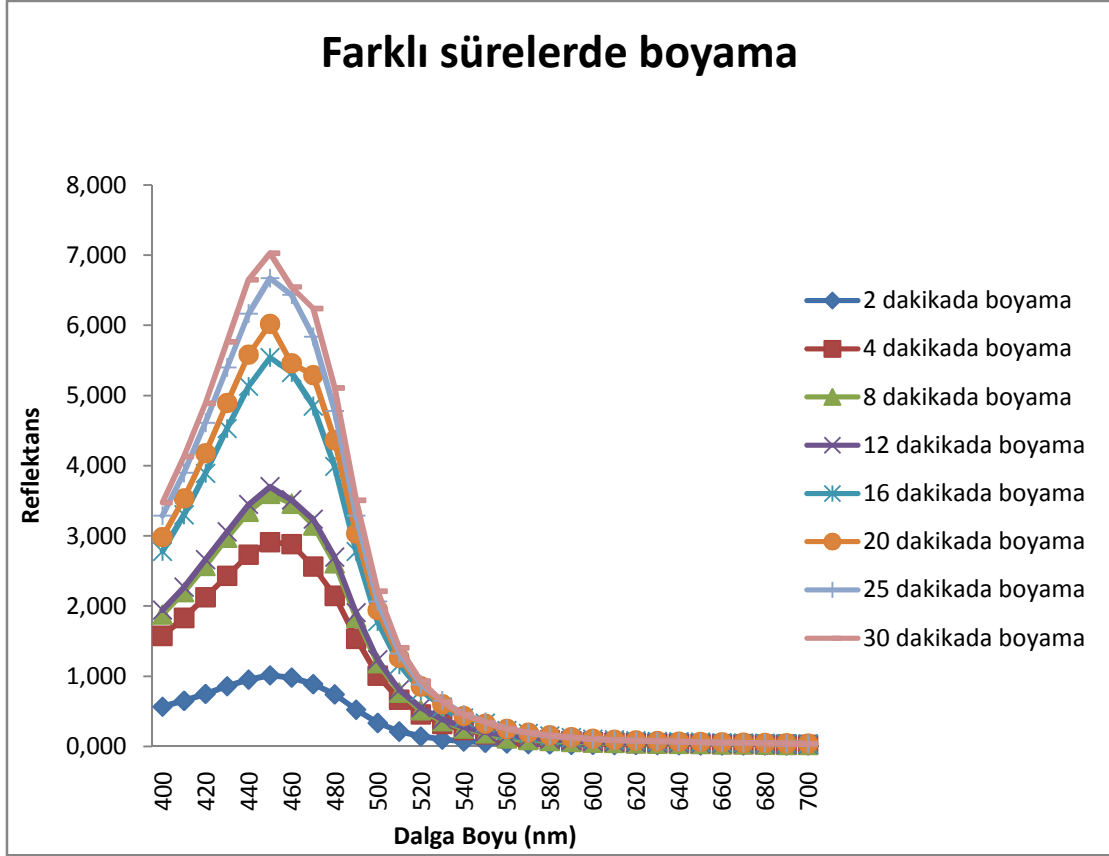
Şekil 5.25. %1 I. BORDO 2SB boyasının 530 nm.de , farklı pH'larda 5 dakikada yapılan boyama çalışmalarına göre oluşan değerler grafiğidir.

## 5.6. Mikrodalgada Farklı Zamanlara Göre Yapılan Boyama Çalışmaları Sonuçları

Boyamalar mikrodalganın M seviyesinde yapılmıştır. %1 boya, 1/50 flotte ve 1 g/l egalizatör ile pH:4,5'da yapılmıştır. Boyama süreleri 2 dk, 4 dk, 8 dk, 12 dk, 16 dk, 20 dk, 25 dk, 25 dk, ve 30 dk'da yapılmıştır. Bu boyamalardan elde edilen K/S değerleri Tablo 5.26, Tablo 5.27'de değişim grafikleri ise Şekil 5.25., Şekil 5.26'da gösterilmiştir.

Tablo 5.26. %1 I. YELLOW 2SRL boyasının farklı sürelerde yapılan boyama çalışmalarına göre oluşan değerler tablosudur.

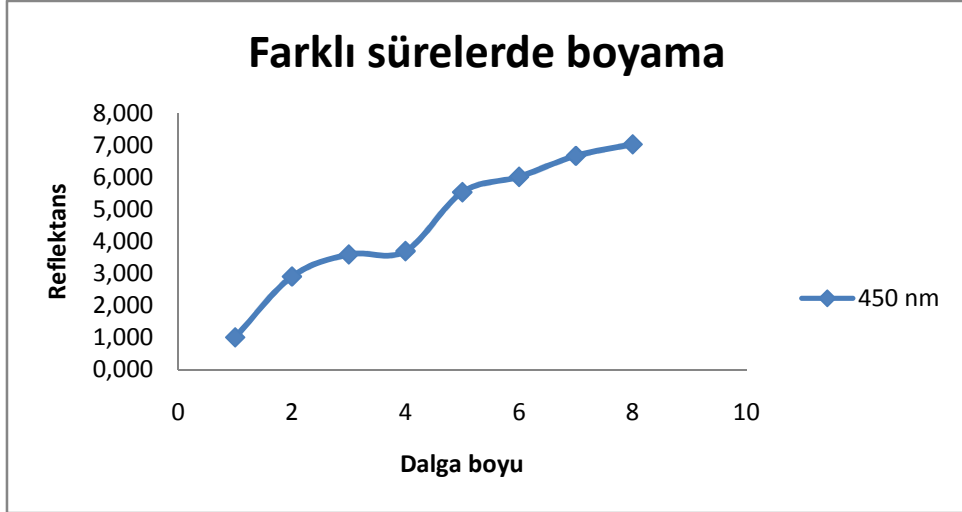
Dalga Boyu(nm)	2.dk.da boyama	4.dk.da boyama	8.dk.da boyama	12.dk.da boyama	16.dk.boyama	20.dk. boyama	25.dk. boyama	30.dk. boyama
400	0,567	1,576	1,877	1,941	2,779	2,982	3,289	3,474
410	0,651	1,830	2,197	2,267	3,300	3,532	3,897	4,131
420	0,749	2,124	2,573	2,659	3,889	4,177	4,613	4,891
430	0,858	2,430	2,973	3,056	4,530	4,893	5,4	5,767
440	0,953	2,731	3,346	3,447	5,131	5,583	6,168	6,652
450	1,013	2,908	3,598	3,701	5,540	6,019	6,672	7,030
460	0,982	2,881	3,459	3,513	5,327	5,458	6,435	6,548
470	0,888	2,563	3,149	3,237	4,850	5,290	5,839	6,239
480	0,742	2,145	2,609	2,695	3,991	4,361	4,778	5,109
490	0,524	1,535	1,834	1,903	2,779	3,031	3,289	3,509
500	0,335	1,009	1,183	1,234	1,778	1,940	2,067	2,211
510	0,213	0,667	0,767	0,805	1,163	1,261	1,323	1,405
520	0,142	0,456	0,516	0,548	0,795	0,852	0,881	0,93
530	0,098	0,322	0,359	0,379	0,561	0,599	0,653	0,639
540	0,071	0,234	0,256	0,272	0,407	0,432	0,456	0,452
550	0,054	0,175	0,184	0,204	0,335	0,320	0,348	0,34
560	0,043	0,135	0,112	0,154	0,226	0,246	0,253	0,252
570	0,035	0,106	0,090	0,120	0,186	0,192	0,19	0,194
580	0,030	0,086	0,074	0,097	0,151	0,154	0,152	0,155
590	0,026	0,072	0,063	0,080	0,126	0,127	0,125	0,126
600	0,024	0,061	0,055	0,067	0,107	0,106	0,106	0,106
610	0,022	0,054	0,049	0,059	0,094	0,092	0,092	0,092
620	0,020	0,048	0,044	0,052	0,083	0,081	0,081	0,081
630	0,019	0,043	0,040	0,047	0,075	0,073	0,073	0,075
640	0,018	0,040	0,036	0,042	0,068	0,066	0,067	0,066
650	0,017	0,036	0,033	0,038	0,062	0,060	0,059	0,059
660	0,017	0,033	0,031	0,035	0,056	0,055	0,054	0,054
670	0,016	0,031	0,029	0,032	0,051	0,050	0,049	0,049
680	0,016	0,029	0,025	0,029	0,046	0,046	0,045	0,045
690	0,015	0,026	0,023	0,027	0,042	0,041	0,04	0,04
700	0,015	0,024	0,021	0,025	0,038	0,039	0,036	0,036



Şekil 5.25. %1 I. YELLOW 2SRL boyasının farklı sürelerde yapılan boyama çalışmalarına göre oluşan değerler grafiğidir.

Tablo 5.27. %1 I. YELLOW 2SRL boyasının 450 nm.de ve farklı sürelerde yapılan boyama çalışmalarına göre oluşan değerler tablosudur.

Dalga Boyu(nm)	2.dk.da boyama	4.dk.da boyama	8.dk.da boyama	12.dk.da boyama	16.dk.da boyama	20.dk.da boyama	25.dk.da boyama	30.dk.da boyama
450	1,013	2,908	3,598	3,701	5,540	6,019	6,672	7,030

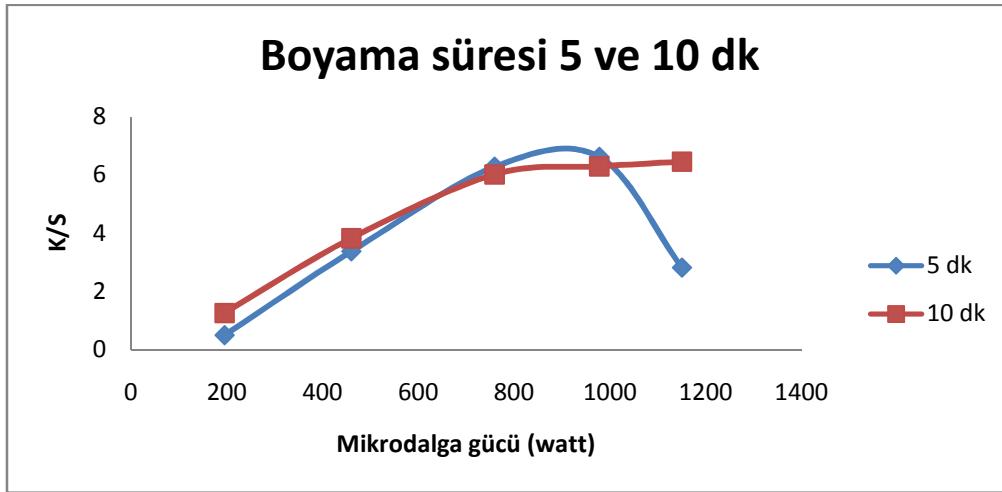


Şekil 5.26. %1 ISOLAN YELLOW 2SRL boyasının 450 nm.de ve farklı sürelerde yapılan boyama çalışmalarına göre oluşan değerler grafiğidir

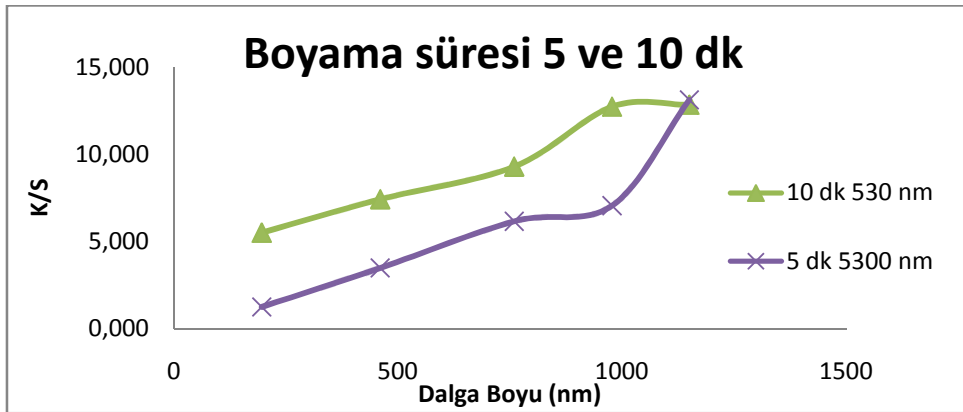
## BÖLÜM 6. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

### 6.1. Mikrodalga Seviyelerine Göre Yapılan Boyama Çalışmaları Sonuçları

Şekil 5.2 ve Şekil 5.4'te görüldüğü gibi 5 ve 10 dk'lardaki çalışmalarda K/S değerleri mikrodalga seviyeleri arttıkça yükselmektedir. Bu artış M seviyesine kadar hızla olmakta , MH ve H seviyelerinde hız daha yavaşlamaktadır.



I.Yellow 2SRL boyasının farklı mikrodalga seviyelerindeki K/S değerleri





I.Bordo 2SB boyasının farklı mikrodalga seviyelerindeki K/S değerleri

## **6.2. Mikrodalga M Seviyesinde Flotte miktarına Göre Yapılan Boyama Çalışmaları İçin Tartışma ve Öneriler**

Flotte oranlarındaki artma ile boyama banyosu içindeki boyarmadde miktarının azalması ile orantılı olarak K/S değerinde düşüşler görülmüştür. K/S değeri 1/20 flottede %1'lik boyama şiddetinde en yüksek değeri vermiştir.

## **6.3. Mikrodalganın M Seviyesinde Boya Miktarına Göre Yapılan Boyama Çalışmaları İçin Tartışma ve Öneriler**

Boyama şiddetinin artışı ile çözeltideki boyarmadde derişimi artmakta ve buna paralel olarak da K/S değeri yükselmektedir. Yapılan çalışmalarda %1 boya miktarında K/S değeri en yüksek çıkmıştır. I. Yellow 2SRL boyası 450 nm'de I. Bordo 2SB boyasında ise 530 nm'de en yüksek piki vermiştir.

## **6.4. Mikrodalganın M Seviyesinde Egalizatör Miktarına Göre Yapılan Boyama Çalışmaları İçin Tartışma ve Öneriler**

I.Yellow 2SRL boyasında az egalizatör ile daha çok boyama olmuştur. Boyarmaddenin molekül yapısından dolayı egalizatör tam ters etki yapmıştır. 450 nm'de en yüksek pik vermiş olup egalizatör arttıkça boyama azalmıştır.

I.Bordo 2SB boyasında ise egalizatör miktarı arttıkça daha çok boyama olmuştur. K/S değerlerinde artma gözlenmiştir. 530 nm.de en yüksek piki vermiştir.

## **6.5. Mikrodalganın M Seviyesinde pH Etkisine Göre Yapılan Boyama Çalışmaları İçin Tartışma ve Öneriler**

Çalışmalarda pH:3'te boyayı çok hızla çektiği için daha derin boyama elde edilmiştir. Boyamada ideal pH aralığı 4.0 ile 5.5 arasındadır. I.Yellow SRL boyası için 450 nm'de pH 4 ile pH 5.5 arasındaki K/S değerleri birbirine yakındır.

I.Bordo 2SB boyası için de 530 nm'de pH 4 ile pH 5.5 arasındaki K/S değerleri birbirine çok yakındır.

#### **6.6. Mikrodalganın M Seviyesinde Farklı Sürelerde Yapılan Boyama Çalışmaları İçin Tartışma ve Öneriler**

Mikrodalganın M seviyesinde yapılan çalışmada süre arttıkça derişim daha çok olmakta ve daha koyu renkte boyamalar elde edilmektedir. 20. dakikadan sonra bu eğim daha da yavaşlamaktadır.

Çektirme metodunda yapılan çalışmada pH 4.5'te %1'lik boya, 102 °C'de 45 dakika bekleme metoduyla olmaktadır. Suyun 40 °C'den 102 °C'ye 10 derece/dk ile yükseldiğini düşünürsek bir saatten fazla zaman geçmektedir. Çektirme metodunda proses sadece süre olarak 110 dk. tutmaktadır. Mikrodalga ortamında aynı verimi 25 dk'lık zamanda elde edilmektedir.

## KAYNAKLAR

- [1] BAŞER, İ., "Tekstil Teknolojisi" Marmara Üniversitesi Yayınları, Yayın No:634, İstanbul, Türkiye 120-208(1998).
- [2] NUNN, D.M., The Dyeing of Synthetic-Polymer And Acetate Fibers, Universty of Bradford, Dyers Company Publication Trust, 358, England., (1979).
- [3] KARAHASAN, N.; KESKİN, E.; "Yün/Polyamid Karışımlarının Boyanması", Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, İstanbul, Türkiye, 10-12(1998).
- [4] DOYURAN, A., "Sentetik Elyafın Mikrodalga Ortamında Boyanması", Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, Türkiye, 23-30(2010).
- [5] TARAKÇIĞLU, I., Tekstil Boyacılığı, Cilt II. Ege Üniversitesi, 373, İzmir., 1974-3975
- [6] BÜYÜKAKINCI, Y., Özel Yöntemlerle Polipropilen Elyafının Boyanması, Marmara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü., Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, Türkiye ,(2005).
- [7] KIM, S.S, LEEM, S.G., GHIM, H.D., KIM, J.H., LYOO, W.S., Microwave Heat Dyeing of Polyester Fabric, Fiber and Polymers, 4,4, 204-209,(2003).
- [8] BEKOV, Cihat., "Pamuklu Kumaşların Reaktif Boyarmaddelerle Kontinu Boyanmasında Fikaj İşleminin MW Isıtması ve Buhar Kombinasyonu İle Gerçekleştirilmesi", (1996).
- [9] CHOI, T.S. , SHIMIZU, Y. , SHIRIA, H.; HAMADA, K., Disperse Dyeing of Nylon 6 Fiber Using Gemini Surfactants Containing Ammonium Cations as Axuiliaries, Dyes and Pigments, 48, 217-226, (2001).
- [10] BURKINSHAW, S. M., Chemical Principles of Synthetic Fibre Dyeing. The Universty of Leeds, 223 ., (1995).
- [11] PİŞKİN, E.; " Polimer Teknolojisine Giriş", Mart , (1987).
- [12] BAŞER, İ., İNANICI, Y., "Boyarmadde Kimyası" Marmara Üniversitesi Yayınları, İstanbul, Türkiye(1990).
- [13] BROADBENT, A.D., Basic Principles of Tekstile Colorations, Society of Dyers and Colourists, England, (2001).

- [14] ÖZCAN, Y., *Tekstil Elyaf ve Boyama Tekniği*, Fatih Yayınevi Matbaası, İstanbul, (1984).
- [15] TARAKÇIOĞLU, I., *TEKSTİL Terbiyesi ve Makineleri Cilt III*. Ege Üniversitesi, *Tekstil- Danış Yayınları*, No:1, 554. İzmir, (1986).
- [16] SHIBUSAWA, T., A Method of Ensimating the Diffusion Coefficient of Disperse Dyes into Hidrofobic Fibers from the Initial Sorption Data of Dyeing by Means of the Polynomial Least Squares Method, *Bull. Chem. Soc.Jpn.*, 54,3,909-912,(1982).
- [17] INOUE, H., SUDA, Y., On A Simple Equation of Obtaining Diffusion Coefficient within a Fibre in the Case of An Infinite Dybath, *Sen'i Gakkaishi*, 24, 88-93, (1968).
- [18] LI, D., SUN, G., Kinetics of Termo-Fixation of Solvent Dyes and Pigmentsin Polyester Fibres, *Coloration Technology*, 122, 194-204, (2006).
- [19] NEEDLES, H. L., *Textile Fibers, Dyes, Finishes and Processes*, Noyes Publications, USA, (1986).
- [20] TROTMAN, E. R., *Dyeing and Chemical Techonology of Textile Fibres*, 4 th ed. C:harles Giffin&Co. Ltd., London, (1970).
- [21] KINGSTON, H., HASWELL, J., *Microwave-Enhanced Chemistry,Fundamentals, Sample Preparation and Applications*.Amerikan Chemical Society:Washington, DC,(1997).
- [22] XU, W., YANG, C.,Hydrolysis and Dyeing of Polyester Fabric Using Microwave Irradiation , *Coloration Technology*, 118, 211-214, (2002).
- [23] OHE, T., YOSHIMURA, Y., *Microwavw Irradiation onto Nylon 6 Fibers in Organic Solvent*, *Sen'i Gakkaishi*, 65,1,64-70,(2009).
- [24] BAŞER, İ.,İNANICI, Y., *Boyarmadde Kimyası*, Marmara Üniversitesi Yayınları., İstanbul,(1990).

## ÖZGEÇMİŞ

Hatice ÖKER, 01.03.1976 da DÜZCE/AKÇAKOCA' da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Sakarya' da tamamladı. 1994 yılında liseden mezun oldu. 1994 yılında başladığı SAÜ Kimya bölümünü 1998 yılında bitirdi. 1998 – 2000 yılları arasında Çak Tekstil Sanayi Limited Şirketinde çalıştı. 2001 yılından beri Aydın Örme Sanayi Tic.A. Şirketinde farklı konumlarda çalıştı. Şu anda aynı firmada Boyahane Yöneticisi olarak görev yapmaktadır.