

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

**SENTETİK ELYAFIN
MİKRODALGA ORTAMINDA BOYANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Alpay DOYURAN

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

Mayıs 2010

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SENTETİK ELYAFIN
MİKRODALGA ORTAMINDA BOYANMASI**

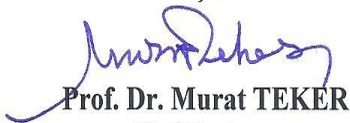
YÜKSEK LİSANS TEZİ

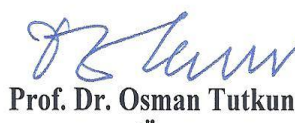
Kimyager Alpay DOYURAN

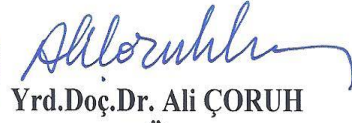
Enstitü Anabilim Dalı : KİMYA

Enstitü Bilim Dalı : FİZİKOKİMYA

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


Prof. Dr. Murat TEKER
Jüri Başkanı


Prof. Dr. Osman Tutkun
Üye


Yrd.Doç.Dr. Ali ÇORUH
Üye

TEŞEKKÜR

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

Çalışmamın deneysel aşamasında ve spektrofotometre ölçümlerinin yapılmasında bana yardımcı olan Aydın Örne çalışanlarına ve özellikle arkadaşım Gamze Hande ÇAKIR 'a teşekkür ederim.

Kaynak araştırma deneylerin yapımında bilgi ve yardımlarını esirgemeyen arkadaşım Ayşe USLUOĞLUNA teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında her zaman yanımda olduklarını hissettiğim anne babama ve sevgili eşim Zeynep DOYURAN'a sabır, anlayış ve desteklerinden teşekkür ederim.

Alpay DOYURAN

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xii
ÖZET.....	xv
SUMMARY.....	xvi
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2.	
POLYESTER ELYAF.....	3
2.1. Polyester Lifleri.....	3
2.1.1. Polyester liflerinin tarihçesi.....	3
2.1.2. Polyester liflerinin elde edilmesi.....	4
2.1.2.1. PET Polyester liflerinin elde edilmesi.....	4
2.1.2.2. Oligomerin tanımı.....	5
2.2. Polyester Liflerinin Genel Özellikleri.....	6
2.2.1. Polyester liflerine asitlerin etkisi.....	8
2.2.2. Polyester liflerine bazların (alkalilerin) etkisi.....	8
2.2.3. Polyester liflerine yükseltgen ve indirgen etkisi.....	9
2.2.4. Polyester liflerine organik çözücülerin etkisi.....	9
2.2.5. Polyester liflerine ışığın etkisi.....	9

BÖLÜM 3.

BOYAMA.....	10
3.1. Işık ve Renk.....	10
3.2. Renk Teorileri.....	12
3.3. Boyama Kinetiği.....	15
3.4. Rengin Ölçümü.....	19
3.4.1. Ostwald renk sistemi.....	19
3.4.2. Munsell renk sistemi.....	19
3.4.3. CIELab renk uzayı.....	20
3.4.4. Kubelka-Munk teorisi.....	20
3.5. Renk Haslıkları.....	21
3.5.1. Kullanılma esnasında istenen haslıklar.....	21
3.5.2. Üretim esnasında istenen haslıklar.....	21
3.6. Mikrodalga Enerjisinin Tekstil Boyanmasına Kullanımı.....	23
3.6.1. Mikrodalga enerjisi.....	23
3.6.2. Mikrodalga enerjisinin tekstil boyamada kullanımı.....	28
3.7. Polyester Liflerinin Boyanması.....	29
3.7.1. Dispers boyarmaddelerin özellikleri.....	29
3.7.2. Dispers boyarmadde formları.....	32
3.7.2.1. Dispers boyarmaddelerin kimyasal yapısı.....	33
3.8. Dispers Boyarmaddeler ile Polyester Liflerinin Boyama Mekanizması.....	34
3.8.1. Adsorpsiyon izotermi.....	36
3.8.2. Dispers boyarmaddelerin difüzyonu.....	37
3.8.3. Dispers boyarmaddelerin polyester üzerindeki kinetiği.....	40
3.8.4. Dispers boyarmaddelerin afinitesi.....	41
3.9. Polyesterin Boyanma Yöntemleri.....	42
3.9.1. Carrier boyama yöntemi.....	42
3.9.2. HT boyama yöntemi.....	47
3.9.3. Termosol boyama yöntemi.....	50

BÖLÜM 4.

DENEYSEL ÇALIŞMALAR	54
4.1. Kullanılan Kimyasal Maddeler.....	54
4.2. Kullanılan Malzeme ve Cihazlar.....	54
4.3. Yöntem.....	55
4.3.1. Boyama çalışmaları.....	55
4.3.2. Mikrodalgada zamana bağlı olarak yapılan boyama çalışmaları.....	55
4.3.3. Mikrodalgada seviyeleri ve boya şiddetine bağlı olarak yapılan boyama çalışmaları.....	57
4.3.4. Mikrodalgada seviyeleri ve flotte oranına bağlı olarak yapılan boyama çalışmaları.....	58

BÖLÜM 5.

SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	59
5.1. Mikrodalgada zamana bağlı olarak yapılan boyama çalışmaları sonuçları	59
5.2. Mikrodalgada seviyeleri ve boya şiddetine bağlı olarak yapılan boyama çalışmaları sonuçları.....	63
5.3. Mikrodalgada seviyeleri ve flotte oranına bağlı olarak yapılan boyama çalışmaları sonuçları	86

BÖLÜM 6.

TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	92
6.1. Mikrodalgada zamana bağlı olarak yapılan boyama çalışmaları için tartışma ve öneriler.....	92
6.2. Mikrodalgada seviyeleri ve boya şiddetine bağlı olarak yapılan boyama çalışmaları için tartışma ve öneriler	92
6.3. Flotte oranları ve mikrodalgada seviyesine ve bağlı olarak yapılan boyama çalışmaları için tartışma ve öneriler.....	93

KAYNAKLAR.....	94
ÖZGEÇMİŞ.....	99

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

- a^* : CIELab renk uzayında kırmızı-yeşil eksen
- A_0, A_1 : Katsayılar
- A_2 : Katsayı
- b^* : CIELab renk uzayında sarı-mavi eksen
- C : Rengin doygunluğu, kapasitörün yükü
- C_f : Elyaf üzerindeki boyarmaddenin konsantrasyonu
- C_f / C_s : Partitasyon katsayısı
- C_s : Çözeltideki boyarmaddenin konsantrasyonu
- C_o : Kapasitörün başlangıçtaki yükü
- C.I. : Color Index
- CIE : Commission Internationale d'Eclairage (Uluslararası Renk Komisyonu)
- CIELab : CIE tarafından belirlenen $L^*a^*b^*$ ile ifade edilen renk uzayı
- dC/dx : Konsantrasyon gradyenti [$\text{mol}/\text{m}^3\text{m}$]
- D : Difüzyon katsayısı [m^2/s]
- h : Planck sabiti
- H : Renk tonu, mikrodalga fırının yüksek seviyesi
- HT : Yüksek sıcaklık
- ISO : International Organization for Standardization
- J : Akı [$\text{mol}/\text{m}^3.\text{s}$]
- K : Absorpsiyon katsayısı
- K/S : Kubelka-Munk fonksiyonu
- L : Mikrodalga fırının düşük seviyesi
- L^* : CIELab renk uzayında açıklık-koyuluk eksen
- L/D : Boy/çap
- M : Mikrodalga fırının orta seviyesi,
- M_t : t zamanında elyaf üzerindeki boyarmaddenin miktarı

- M_{∞} : Denge de elyaf üzerindeki boyarmaddenin miktarı
- M-H : Mikrodalga fırının orta-yüksek seviyesi
- M-L : Mikrodalga fırının düşük-orta seviyesi
- P1 ve P2 : M_{∞} değerinin hesaplanmasında kullanılan katsayılar
- q_n : Sıfırıncı derece Bessel fonksiyonunun pozitif kökleri
- r : Yarıçap
- R : Reflektans
- S : Saçılım katsayısı
- t : Zaman
- UV : Ultraviyole
- ν : Absorplanan ışığın frekansı
- V : Rengin değeri
- Δa^* : CIELab denklemine göre iki renk arasındaki a eksenindeki renk farkı
- Δb^* : CIELab denklemine göre iki renk arasındaki b eksenindeki renk farkı
- ΔE : CIELab denklemine göre iki renk arasındaki toplam vektörel renk farkı
- ΔL^* : CIELab denklemine göre iki renk arasındaki L eksenindeki renk farkı
- ϵ_{τ} : Dielektrik sabiti

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	Polyesterin genel formülü [5].....	4
Şekil 2.2.	Başlangıç maddesi olarak etilen glikol ve dimetiltereftalat kullanılan PET lifleri [5].....	5
Şekil 2.3.	Başlangıç maddesi olarak etilen glikol ve tereftalik asit kullanılan PET lifleri [5].....	5
Şekil 3.1.	Elektromanyetik spektrum [24].....	11
Şekil 3.2.	Kinon ve benzoidin molekül yapısı[12].....	13
Şekil 3.3.	Mikrodalga ışınımına maruz kalan çeşitli maddeler (a) İletken, (b) Yalıtkan, (c) Dielektrik kaybına sahip maddeler [24].....	24
Şekil 3.4.	Magnetronun kesit görüntüsü [24].....	26
Şekil 3.5.	Geleneksel ve mikrodalga ısıtma sistemleri [24].....	28
Şekil 3.6.	Dispers boyarmaddelerin A-D grupları ile sınıflandırılması [32]..	31
Şekil 3.7.	Diazo dispers boyarmaddelerin formülasyonu [32].....	33
Şekil 3.8.	Monoazo dispers boyarmaddelerin formülasyonu [32].....	33
Şekil 3.9	Antrakinon dispers boyarmaddelerin formülasyonu [32].....	34
Şekil 3.10.	Dispers boyama sistemi [40].....	35
Şekil 3.11.	Nernst yasasından elde edilen adsorpsiyon izotermi [40].....	36
Şekil 3.12.	Polyester için adsorpsiyon izotermi [40].....	37
Şekil 3.13.	Kinetiğe sıcaklığın etkisi [40].....	41
Şekil 3.14.	Boyama kinetiğine carrierlerin etkisi [40].....	46
Şekil 3.15.	% 100 Polyester için işlem akış şeması [49].....	49
Şekil 3.16.	Termosol boyama prosesi işlem akışı.....	51
Şekil 3.17.	Adsorpsiyon zamanının değerlendirilmesi [40].....	53
Şekil 3.18.	Termofiksajın, boya miktarı, fiksaj sıcaklığı ve sistem çıktısının bir fonksiyonu olarak kronolojik gelişimi [40].....	53

Şekil 5.1.	M-H Mikrodalga seviyesinde Taşıyıcılı ve Taşıyıcısız boyama Süre ile K/S değişim.....	60
Şekil 5.2.	H Mikrodalga seviyesinde Taşıyıcılı ve Taşıyıcısız boyama Süre ile K/S değişim.....	61
Şekil 5.3.	Taşıyıcılı-Taşıyıcısız boyamada süre ile K/S değişim grafiği.....	62
Şekil 5.4.	Taşıyıcılı-Taşıyıcısız boyamada süre ile K/S değişim grafiği.....	62
Şekil 5.5.	Taşıyıcılı % 0,1 lik boya şiddetinde elde edilen K/S değerleri grafiği	65
Şekil 5.6.	Taşıyıcısız % 0,1 lik boya şiddetinde elde edilen K/S değerleri grafiği	67
Şekil 5.7.	Taşıyıcılı % 0,5 lik boya şiddetinde elde edilen K/S değerleri grafiği	69
Şekil 5.8.	Taşıyıcısız % 0,5 lik boya şiddetinde elde edilen K/S değerleri grafiği	71
Şekil 5.9	Taşıyıcılı % 1 lik boya şiddetinde elde edilen K/S değerleri grafiği	73
Şekil 5.10.	Taşıyıcısız % 1 lik boya şiddetinde elde edilen K/S değerleri grafiği	75
Şekil 5.11.	Taşıyıcılı % 2 lik boya şiddetinde elde edilen K/S değerleri grafiği	77
Şekil 5.12.	Taşıyıcısız % 2 lik boya şiddetinde elde edilen K/S değerleri grafiği	79
Şekil 5.13.	Taşıyıcılı % 4 lik boya şiddetinde elde edilen K/S değerleri grafiği	81
Şekil 5.14.	Taşıyıcısız % 4 lik boya şiddetinde elde edilen K/S değerleri grafiği	83
Şekil 5.15.	% 0,1 lik boya şiddetinde taşıyıcılı ve taşıyıcısız boyamalardaelde edilen K/S değerlerinin karşılaştırma grafiği....	84
Şekil 5.16.	% 0,5 lik boya şiddetinde taşıyıcılı ve taşıyıcısız boyamalardaelde edilen K/S değerlerinin karşılaştırma grafiği....	84
Şekil 5.17.	% 1 lik boya şiddetinde taşıyıcılı ve taşıyıcısız boyamalardaelde edilen K/S değerlerinin karşılaştırma grafiği.....	85

Şekil 5.18.	% 2 lik boya şiddetinde taşıyıcılı ve taşıyıcısız boyamalardaelde edilen K/S değerlerinin karşılaştırma grafiği.....	85
Şekil 5.19.	% 4 lik boya şiddetinde taşıyıcılı ve taşıyıcısız boyamalarda elde edilen K/S değerlerinin karşılaştırma grafiği.....	86
Şekil 5.20.	1/50 Flotte oranında 460 Nm de K/S değerleri grafiği.....	87
Şekil 5.21.	1/70 Flotte oranında 460 Nm de K/S değerleri grafiği.....	88
Şekil 5.22.	1/100 Flotte oranında 460 Nm de K/S değerleri grafiği.....	89
Şekil 5.23.	1/200 Flotte oranında 460 Nm de K/S değerleri grafiği.....	90
Şekil 5.24.	1/250 Flotte oranında 460 Nm de K/S değerleri grafiği.....	91

TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1.	Işık absorpsiyonu ve renk [44].....	11
Tablo 3.2.	M_{∞} değerinin hesaplanmasında kullanılan katsayılar.....	17
Tablo 3.3.	Bazı maddelerin 20 ⁰ C'deki dielektrik sabitleri [37].....	25
Tablo 4.1.	Boyarmaddenin özellikleri.....	54
Tablo 4.2.	Mikrodalga fırının değişik seviyeleri için güç değerleri.....	55
Tablo 4.3.	M ve M-H seviyesi için farklı sürelerde carrierli boyanan örneklerin numaraları.....	56
Tablo 4.4.	M-H ve H seviyesi için farklı sürelerde carriersiz boyanan örneklerin numaraları.....	56
Tablo 4.5.	Mikrodalga güç seviyelerinin carrierli boyamada boya siddetine göre değişimini gösteren numunelerin numaraları.....	57
Tablo 4.6.	Mikrodalga güç seviyelerinin carriersiz boyamada boya şiddetine göre değişimini gösteren numunelerin numaraları.....	57
Tablo 4.7.	Değişik mikrodalga seviyeleri ve farklı flottelerde boyanan örneklerin değişimini gösteren numunelerin numaraları.....	58
Tablo 5.1.	Taşıyıcısız boyama Kullanılan kimyasal - elyaf miktar tablosu.....	59
Tablo 5.2.	Taşıyıcılı boyama Kullanılan kimyasal - elyaf miktar tablosu.....	59
Tablo 5.3.	M-H Mikrodalga seviyesinde Taşıyıcılı ve Taşıyıcısız boyama Süre ile K/S değişim tablosu.....	60
Tablo 5.4.	H Mikrodalga seviyesinde Taşıyıcılı ve Taşıyıcısız boyama Süre ile K/S değişim tablosu.....	60
Tablo 5.5.	Taşıyıcılı-Taşıyıcısız boyamada süre ile K/S değişim tablosu.....	61

Tablo 5.6.	Taşıyıcılı-Taşıyıcısız boyamada süre ile K/S değişim tablosu.....	62
Tablo 5.7.	Taşıyıcılı boyamada kullanılan kimyasal - elyaf miktar tablosu	63
Tablo 5.8.	Taşıyıcısız boyamada kullanılan kimyasal - elyaf miktar tablosu.....	63
Tablo 5.9.	Taşıyıcılı % 0.1 lik boya şiddetinde elde edilen K/S değerleri tablosu.....	64
Tablo 5.10	Taşıyıcısız % 0.1 lik boya şiddetinde elde edilen K/S değerleri tablosu.....	66
Tablo 5.11	Taşıyıcılı % 0.5 lik boya şiddetinde elde edilen K/S değerleri tablosu.....	68
Tablo 5.12	Taşıyıcısız % 0.5 lik boya şiddetinde elde edilen K/S değerleri tablosu	70
Tablo 5.13	Taşıyıcılı % 1 lik boya şiddetinde elde edilen K/S değerleri tablosu.....	72
Tablo 5.14	Taşıyıcısız % 1 lik boya şiddetinde elde edilen K/S değerleri tablosu.....	74
Tablo 5.15	Taşıyıcılı % 2 lik boya şiddetinde elde edilen K/S değerleri tablosu.....	76
Tablo 5.16	Taşıyıcısız % 2 lik boya şiddetinde elde edilen K/S değerleri tablosu.....	78
Tablo 5.17	Taşıyıcılı % 4 lik boya şiddetinde elde edilen K/S değerleri tablosu.....	80
Tablo 5.18	Taşıyıcısız % 4 lik boya şiddetinde elde edilen K/S değerleri tablosu.....	82
Tablo 5.19	Farklı flotte oranlarında yapılan boyamlarda kullanılan kimyasal elyaf miktar tablosu.....	87
Tablo 5.20	1/50 Flotte oranında 460 Nm de K/S değerleri tablosu.....	87
Tablo 5.21	1/70 Flotte oranında 460 Nm de K/S değerleri tablosu.....	88
Tablo 5.22	1/100 Flotte oranında 460 Nm de K/S değeri tablosu.....	89
Tablo 5.23	1/200 Flotte oranında 460 Nm de K/S değerleri tablosu.....	89

Tablo 5.24 1/250 Flotte oranında 460 Nm de K/S değerleri tablosu..... 90

ÖZET

Anahtar Kelimeler: Polyester, Dispers boyarmadde, Mikrodalga enerjisi,

Polyester liflerinin bugünkü yapıları ile ilk olarak 1940'li yıllarda üretilip pazara sunulmalarından bu yana, dünya tekstil sektöründeki kullanım trendleri artmıştır ve bundan sonrada aynı eğilimin devam edeceği öngörülmektedir. Polyester liflerinin boya-terbiye sektöründeki proses şartlarının iyileştirilmesi, yeni boyama yöntemlerinin geliştirilmesi ve boyama işlemleri sırasında kullanılan dispers boyarmaddelerin sentezi üzerine yapılan çalışmalar halen devam etmektedir.

Bu tez çalışmasında, %100 polyester kumaşların dispers boyarmaddeler ile boyama yöntemlerinin performansları karşılaştırılmış ve farklılıkların ortaya konulması amaçlanmıştır.

Bu çalışmada, polyester elyafın boyanabilirliği farklı boyama banyosu koşullarında, mikrodalga enerjisi kullanılarak incelenmiştir. Bu amaçla altı farklı flotte (1/10, 1/20, 1/30, 1/50, 1/70 ve 1/100) ve beş farklı boyama şiddetinde (%0.1, %0.5, %1, %2 ve %4) hazırlanan boyama banyolarında dispers boyarmadde kullanılarak denemeler yapıldıktan sonra, en iyi boyama banyosu koşulları ve en iyi boyama süresi belirlenmiştir. Tüm denemeler için boyanabilirlik, renk şiddeti (K/S) değerleri ile yorumlanmıştır.

DYEING OF FIBERS IN THE MICROWAVE CONDITIONS

SUMMARY

Keywords: Polyester, Disperse dye, Microwave energy

The trend in the use of polyester fibers has been increasing in the world textile sectors since their first production and introduction into the markets in 1940's and it is anticipated that this trend will continue to increase. The studies on improving the process conditions in the polyester fiber dyeing and finishing sector, developing new dyeing methods and the synthesis of disperse dyestuff used in dyeing are still continuing.

In this thesis study, the performances of dyeing methods applied on 100% polyester fabrics using disperse dyestuff are compared and the differences are aimed to be determined.

In this study, dyeability of polyester fiber is investigated in different dye baths by using microwave and ultrasonic energy. By this purpose dyeing experiments have been done in different dye baths (six different liquors to good ratio: 1/10, 1/20, 1/30, 1/50, 1/70 and 1/100 and five different dyestuff concentration: %0.1, %0.5, %1, %2 and %4 and optimum dye bath conditions were obtained. Dyeability of fibers was determined by using color strength values (K/S). In order to examine the kinetics of dyeing, diffusion coefficients in all methods were calculated.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Dünyanın önde gelen sektörlerinden biri olan tekstil sektörü, ülkemizin de kısa zamanda en büyük sektörü halini almıştır. Tekstil sektörü ülkemizdeki milyonlarca insanın geçim kaynağı olan ve ihracatımızın önemli bir kısmını oluşturan ülkemizin lokomotif sektörü konumundadır.

Dünya sanayisinin son yıllarda içine girdiği hızlı değişim süreci, ülkemizin en büyük sanayi sektörü olan tekstil sektörünü de etkilemiştir. Özellikle uzak doğuda üretilen kumaşların cazip fiyatları, yerli üreticinin yeni önlemler almasına neden olmuştur. Dış ülkeler ile rekabette, pazar payını düşürmemek için alınan önlemlerin basında üretim maliyetlerini düşürmek ve bunun yanında kaliteyi arttırmak gelmektedir. Ülkemizdeki hammadde, enerji ve işçilik maliyetleri, rekabet ettiğimiz ülkelere daha yüksek olduğu için, her ülke tarafından üretilen ürünlerin ülkemizdeki maliyetleri daha yüksek olmakta, dolayısı ile tekstil piyasasında alıcı bulma şansları da giderek azalmaktadır. Pazar payımızı arttırmanın tek yolu ülkemizdeki araştırma-geliştirme çalışmalarına önem vermek ve yüksek kaliteli ürünleri üretebilmektir.

Dünya sentetik lif üretiminde en büyük paya sahip olan Poliester liflerinde de teknolojik gelişmeler sürekli devam etmekte ve polyesterden üretilen mamullerin özellikleri gün geçtikçe artmaktadır. Poliester ürünlerin gerek lif üretimindeki teknolojik gelişmeler, gerekse dokuma aşamasındaki yenilikler, bu ürünün ön terbiye, boya ve bitim işlemlerinde de yeniliğe gerek duyulmasına neden olmuştur. Renk kavramı, özellikle ülkemizin tekstil sektörünün en büyük pazar payını oluşturan Avrupa ülkelerinde son yıllarda önemini iyice arttırmıştır. Modanın önemli bir etken olduğu tekstil pazarında, bir tekstil ürününün teknolojik özellikleri ne kadar iyi olursa olsun sadece renginin moda uygun olmamasından dolayı kendine alıcı bulamayabilir. Bu nedenle ürettiğimiz ürünün kalitesi ne kadar yüksek olursa olsun,

bu ürünü dünya pazarına sürerken o günün modasına uygun bir renge boyamamız gerekmektedir.

Polyester lifleri iyi kullanım özellikleri sağlamaları nedeniyle giyim eşyası, ev tekstili ve teknik tekstillerde oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptirler.

Polyester ürünlerin dispers boyalar ile boyanma işlemi ise görünüşte diğer boyama çeşitlerine göre daha kolay görünse de çok hassas bir işlemdir. Poliester ürünlerin yüksek sıcaklıkta (HT) boyama şartları, aynı üründe birden çok tekrarlandığında hem ürünün kalitesini düşürmekte hem de üretim maliyetlerini arttırmaktadır. Özellikle elastan karışımı Poliester kumaşların boyanmasında ilk seferde doğru boyama yapılması çok önemlidir. Yüksek kaliteli Poliester kumaşları ancak kaliteli bir boyama işleminden sonra üretilebilirler. Ürünün kumaş özellikleri ne kadar iyi olursa olsun hatalı bir boyama işlemi ile bu özellikler gölgede kalabilir.

BÖLÜM 2. POLYESTER ELYAF

2.1. Polyester Lifleri

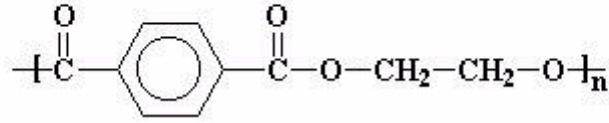
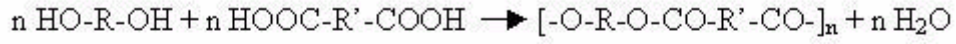
Dünyadaki tekstil elyafına duyulan talepler 1996-2000 yılları arasındaki periyotta incelendiğinde, yapay elyaf talebinin bu süre zarfında % 52'den % 57'ye çıktığı ve 2000 yılında 60.443 tonluk yapay elyaf üretiminin % 73'ünün polyester elyafı olduğu bildirilmiştir. Dispers boyarmaddeler için de 1988'de 95.000 ton olan üretim miktarının 1998 yılında 150.000 ton olduğu belirlenmiştir. Polyester elyaf talebindeki artış trendinin bu yüzyılın ilk yarısında da devam edeceği ve polyesterelyaf üretimindeki artışa bağlı olarak dispers boyarmadde tüketimi miktarının da önemli ölçüde artacağı öngörülmektedir [1, 2].

2.1.1. Polyester liflerinin tarihçesi

Polyester lifleri, genellikle bir dihidrik alkol ile dibazik organik asidin esterleşmesiyle oluşurlar. Du Pont Carothers firmasının Calico Printers Association Ltd. Laboratuvarında çalışan J. R. Whinfield ve J. T. Dickson tarafından 1939'dan 1941'e kadar ki periyotta bu konuda yapılan araştırmalar sürdürülmüştür. Polyetilentereftalat'tan yapılmış olan bu yapay life araştırmacılar tarafından "Terylene" adı verilmiştir. Daha sonra, A.B.D.'de "Dacron" adı altında üretilmeye başlanmıştır. Dünyada polyester elyaf üretimi yapan diğer firmalarda farklı ticari isimler vermişlerdir. İngiltere'de "Terylene" dışında "Trevira", "Terlanka", A.B.D.'de "Dacron" dışında "Fostel", Batı Almanya'da "Diolen" ve "Trevira", İtalya'da "Terital", Fransa'da "Tergal", Hollanda'da "Terlanka", Japonya'da "Tetoran" ve Türkiye'de "Perilen", "Lalelen", "Polylen" gibi isimler altında piyasada polyester lifleri bulunmaktadır [3, 4].

2.1.2. Polyester liflerinin elde edilmesi

Polyester kelimesi, genel olarak bir dialkol ile dikarboksilik asidin kondenzasyonürünü olan uzun zincirli polimerlere verilen isimdir. Bu zincirde ester (-CO-O-) grubu çok sayıda tekrarlanır.



Şekil 2.1. Polyesterin genel formülü [5].

Şekil 2.1’de görülen zincirde kullanılan R ve R’ alifatik yapıda olduğu zaman polimerin erime noktası düşük olduğu için tekstilde kullanılamazlar. Tekstilde kullanılabilen polimerin elde edilebilmesi için kullanılan aromatik yapıdaki bileşenlere göre farklı yapıda polyesterler elde edilir. Tekstilde kullanılan üç farklı tipte polyester bulunmaktadır. Bunlar;

1. PET (polietilen-tereftalat) lifleri
2. PCDT (polisikloheksil-dimetilen-tereftalat) lifleri
3. PET polyesterlerinin modifiye edilmesi ile elde edilen modifiye polyester lifleri [5].

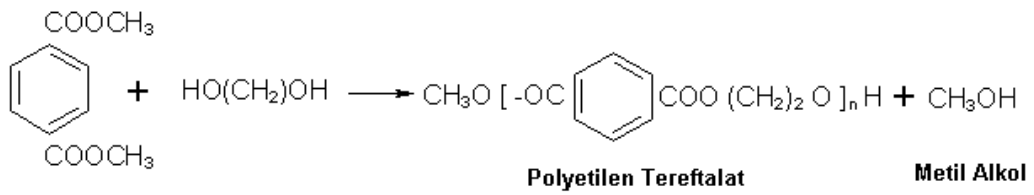
Polyesterin, farklı hammaddelerden çıkılarak farklı tiplerde üretimi olmasına rağmen dünyada en yaygın olarak üretilen tipi tereftalik asit-etilen glikol reaksiyonuna dayanmaktadır [6].

2.1.2.1. PET polyester liflerinin elde edilmesi

Kimyasal adı polietilen-tereftalat olan PET polyesteri, Whinfield ve Dickson tarafından keşfedilmiş olup, ilk defa 1941 yılında ticari ölçüde üretilmiştir. Etilenglikolün tereftalik asit veya tereftalik asit dimetil esteri ile kondenzasyonundan

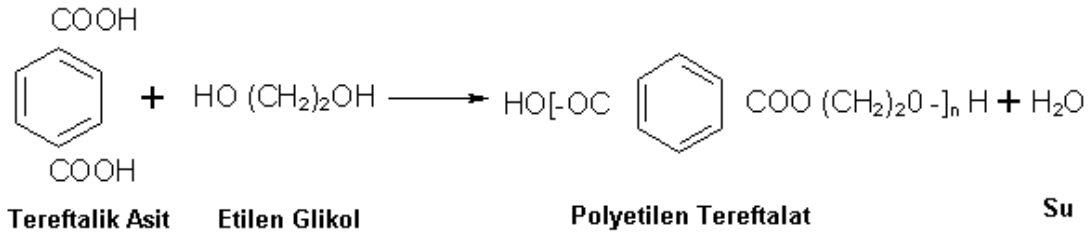
elde edilmektedir. Başlangıç maddelerindeki bu farka göre iki ayrı yöntem uygulanmaktadır.[5]

Etilen Glikol ve Dimetiltereftalat kullanılan Polyester Lifleri: Polyester liflerinin ilk elde edilme yöntemidir. Etilen glikol ve dimetiltereftalat arasında 200 °C civarında katalizör etkisi ile ester değişimi meydana geldikten sonra daha yüksek sıcaklıklarda ve katalizör yardımıyla kondenzasyon meydana gelir. Şekil 2.2’de de görüldüğü gibi, kondenzasyon sonunda yan ürün olarak metil alkol açığa çıkmaktadır.



Şekil 2.2. Başlangıç maddesi olarak etilen glikol ve dimetiltereftalat kullanılan PETlifleri [5].

Etilen Glikol ve Tereftalik Asit kullanılan Polyester Lifleri: Tereftalik asit ile etilen glikol kondenzasyona tabi tutularak polietilen tereftalat elde edilir. Şekil 2.3’de de görüldüğü gibi, kondenzasyon sonunda yan ürün olarak su açığa çıkmaktadır [4].



Şekil 2.3. Başlangıç maddesi olarak etilen glikol ve tereftalik asit kullanılan PET lifleri [5].

2.1.2.2. Oligomerin tanımı

Oligomerler polyesterin sentezi sırasında oluşan lineer veya çiklik yapılarıdır. Polietilentereftalat esaslı lif üretiminde, esas polimerin yanında molekül ağırlığı düşük olan oligomerlerde bulunur. Oligomerler termik ve hidrotermik

işlemler sonucu, elyaf içinden dışarı çıkmaktadır. Oligomerler aşırı tozuyarak iplik elde etme, bobin sarma ve çift kat iplik elde etme işlemlerinde sorun çıkarırlar. Makine içlerinde ve tekstil materyalinin yüzeyinde çökelti (lekeler) oluştururlar. Çapraz bobin boyamada bobin içerisinde filtre olurlar ve sirkülasyon düzenini bozarlar [6, 7].

Polyesterin terbiyesi sırasında işlemleri olumsuz yönde etkileyen, sadece çiklik oligomerlerdir. Bunun nedeni, çiklik oligomerlerin suda çözünürlüğü iyi olmadığı için iplik yüzeyinde ve makine içinde çökelti oluşturmasıdır. Lineer yapıda olanlar suda çözülerek uzaklaştırılabilmektedir [8].

Oligomer probleminin azaltılması veya engellenmesi için uygulanan yöntemler: mümkün olduğunca sınırlı boyama süresi; carrier ilavesi; yüksek dispergator ilavesi; banyonun sıcak boşaltılması; sıcak durulama; yoğun redüktif yıkama; ipliklerde avivajdan geçirmek; aparatların sık sık temizlenmesidir [6].

2.2. Polyester liflerinin genel özellikleri

Polyester liflerinin spesifik avantajları;

- Yüksek elastikiyet özelliği ve yüksek mukavemet,
- Yüksek yıpranma dayanıklılığı,
- Mükemmel ısı dayanıklılığı,
- Düşük su absorpsiyonu, kolay yıkanabilirlik ve çabuk kuruma,
- Işık ve hava şartlarına mükemmel dayanıklılık,
- İyi elektrik yalıtkanlığı,
- Yüksek miktarda aşındırıcı kimyasal maddeye, özellikle asitlere karşı yüksek mukavemet,
- Bitmiş materyalde daha az sentetik elyaf hissi, daha fazla sıcak ve hoş tutum.

Polyester liflerinin spesifik dezavantajları;

- Kirliliğe yol açan maddelere ve yağlara ilgi,
- Kuvvetli elektrostatik yüklenme, hızlı kirlenme,
- Boyama zorlukları,
- Düşük su ve ter absorpsiyonu,

- Kesikli elyaftan oluşan mamul ürünlerde “pilling” olayı [6].

Polyester liflerinin enine kesitleri genellikle yuvarlaktır; fakat özel amaçlarla üretilen bazı liflerin kesitleri düze formuna göre değişik olabilmektedir. Polyester liflerinin yüzeyleri pürüzsüz olup, cam çubuğa benzerler ve mikroskop altında renklendirilmiş olanlar pigment içerdiklerinden lekeli ve benekli görünürler [4].

Polyester liflerinin, ortalama polimerizasyon dereceleri polyesterin cinsine ve üretim koşullarına göre farklılık göstermekle beraber 100-350 civarında olmaktadır.

Elektron dağımı ve hareketliliği sonucu meydana gelen, Van der Waals Kuvvetleri, Hidrojen Köprüleri, Dipol Yönlenme Kuvvetleri ve Endüksiyon Kuvvetleri polyester liflerinin makromoleküler yapısında yer alan ikincil çekim kuvvetleridir. [9].

Polyester lifleri yüksek derecede kristalin bölge içerdiklerinden, yoğunluğu bazı doğal ve yapay liflerle karşılaştırıldığında oldukça yüksektir (1,36-1,45 gr/cm³). Yoğunluk değeri kristalin bölge oranı ile değişmektedir. Yüksek kristalin bölge içerdikleri için, erime sıcaklıkları 256 °C ve (GT) camlaşma sıcaklıkları 79 °C'dir [5, 9].

Polyester liflerinin mukavemetleri üretim şekillerin bağlı olarak değişmekle beraber, oldukça yüksektir. Genellikle filament halinde olan standart polyester liflerinde, kuru halde mukavemet 4-5 gr/denye iken, ıslak halde mukavemetleri değişmez. Yüksek mukavemetli liflerde ise mukavemet, yas ve kuru hallerde 6.4-8.0 gr/denye arasında, stapel liflerde ise 5.5-6.5 gr/denye arasında olur.

Poliamidden az, pamuk ve rayondan çok elastiktir. Uzama yetenekleri standart liflerin filament ve stapellerinde değişiktir. Genellikle standart filamentlerde uzama oranı % 15-30, stapel liflerinde ise bu yetenek % 30-50 arasındadır. [4].

Hidrofob yapıda olduklarından normal şartlarda nem miktarı % 0.4'tür. Rutubetliflerin mukavemetlerine, uzama lapına etki etmemektedir [10].

Termoplastik etkiler nedeniyle 100 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda polyesterliflerinin büzülme göstermesinden dolayı, kaynar yıkama ve ütüleme işlemlerinde dikkat edilmelidir [5].

Az rutubet absorbe etmesi nedeniyle elektrik iletkenliği düşüktür. Polyesterin statikelektriklenme özelliği olduğundan çok çabuk kirlenir. Güve, zararlı böceklerden, küf ve mantar gibi mikroorganizmalardan zarar görmezler [10].

2.2.1. Polyester liflerine asitlerin etkisi

Polyester liflerinin mukavemetini arttırmak için yapılan germe-çekme işlemi sırasında liflerde kristalinite ile birlikte kimyasal reaktiflere karşı ilgisizlik de artmaktadır. Bu nedenle zayıf asit çözeltilerine karşı soğukta ve sıcakta oldukça yanıklıdırlar. Derişik anorganik asitlerden oda sıcaklığında etkilenmez, ancak sıcaklık yükseldikçe etkilenmeye başlarlar. Asetik asit, formik asit ve oksalik asit ile 80°C'de 72 saat muameleden sonra % 8-15,6 oranında ağırlık kaybına uğramaktadırlar [3, 5].

2.2.2. Polyester liflerine bazların (alkalilerin) etkisi

Polyester lifleri, zayıf bazik çözeltilere karşı dayanıklıdırlar; ancak kuvvetli bazik çözeltiler zincirdeki ester bağlarına etki ederler. Derişik NaOH ile kısa süreli yapılanişlemlerde polimer lif yüzeyinden başlayarak hidroliz olur ve lif yüzeyi pürüzlü bir hal alır. Bu işleme lif yüzeyi daha hidrofil hale geldiği için boyama özellikleri gelişir. Ancak çok derişik NaOH çözeltileri, sıcaklığın artırılmasıyla liflere zarar vererek mukavemetlerini azaltır [3, 5].

Basınç altında amonyak ile polyester liflerinin muamele edilmesi sonucunda polyester lifleri indirgenerek zarar görmektedir [3].

2.2.3. Polyester liflerine yükseltgen ve indirgen etkisi

Polyester lifleri; sodyumklorit, hipoklorit, hidrojenperoksit gibi yükseltgen maddeler ve sodyumditionit, sodyumbisülfid gibi indirgen maddelere karşı yüksek bir dayanıma sahiptirler [3].

2.2.4. Polyester liflerine organik çözücülerin etkisi

Polyester lifleri organik çözücülerin büyük bir kısmına karşı oldukça dayanıklıdır. Petrol, metilen klorür, kloroform, karbon tetraklorür, trikloretilen, perkloretilen, benzen, klorobenzen, toluen, ksilen, metiletil, propil alkol, aseton, dioksan ve dietileter gibi organik çözücüler içerisinde polyester lifleri çözünmezler [3].

Aseton, kloroform ve trikloretilen gibi eriticiler polyester mamuller kaynama noktasında etkileyerek büzülmelerine neden olurlar. Bununla beraber polyester mamulleri sıcak fiksaj işlemine tabi tutulmuşlar ise, bu etkenler karşısında ve kaynarsuda büzülmezler. Dimetilformamid, o-diklorobenzen, benzilalkol, nitrobenzen, kresol, dimetiltereftalat, tetrakloretilen gibi maddeler belirli koşullarda polyesteri tamamen çözmektir [3,10].

2.2.5. Polyester liflerine ışığın etkisi

Polyester elyafının, açık hava koşulları ve ışığa karşı dayanımları çok iyidir. Ancak uzun süre ışıktaki kalırsa, özellikle ultraviyole ışığından zarar görebilirler. 3000 saat güneş ışığında bırakıldığında % 50 kadarlık bir kopma dayanımı düşmesi olmaktadır. Fakat başlangıç dayanımları pamuk, poliamid, poliakrilik gibi elyaflardan çok daha yüksek olduğu için perde, güneşlik yapımında kullanılan en ideal elyaftır [4,10].

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 [11, 12].

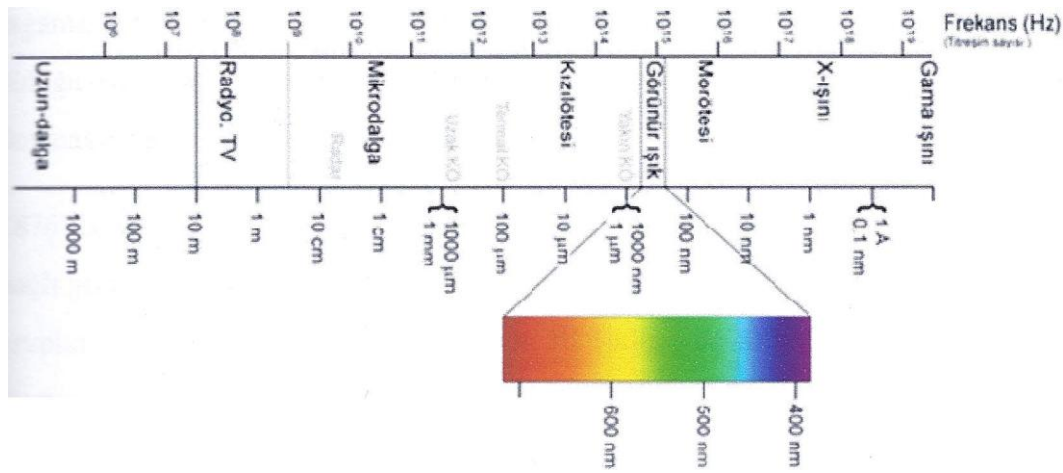
Rengin algılanmasının üç aşaması vardır ve bunların her biri çok sayıda karmaşık prosesler içerir.

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 [11].

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 [12].

Eğer bir cisim üzerine düşen ışığın tamamını yansıtıyorsa beyaz, ışığın tamamını absorplayıp hiç yansıma yapmıyorsa siyah görünür. Cisim üzerine düşen beyaz ışıktan belli dalga boyundaki bazı ışık veya ışıkları absorpluyorsa beyaz ışıktan geri kalanları

yansır ve bu yansıyan ışıkların dalga boyuna bağlı olan bir renkte görünür. Spektrumda birbirleri ile karışmaları durumunda beyaz rengin elde edilebildiği renklere komplementer (tamamlayıcı) renk adı verilir. Örneğin beyaz ışıktan sarı absorplanırsa mavi görünür. Bu sebeple mavi ve sarı komplementer renklerdir. Cismin beyaz ışıktan absorpladığı ışığın dalga boyu ile cismin görünen rengi aşağıdaki tabloda gösterilmiştir [12, 13].



Şekil 3.1. Elektromanyetik spektrum [24]

Tablo 3.1. Işık absorpsiyonu ve renk [44]

Dalga boyu	Absorplanan ışığın	Yansıyan ışığın fark edilen
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

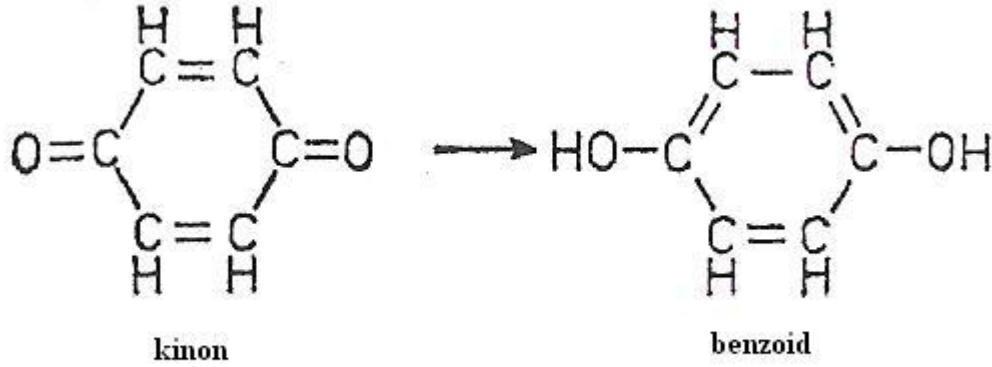
3.2. Renk Teorileri

Bir boyarmaddenin herhangi bir boyama metoduyla tekstil boyamada kullanılabilmesi için bizzat renkli olması ve elyaf ile sıkı sıkıya birleşebilmesi gerekir. Renklilik ve elyaf üzerine bağlanabilmek, birbirinden tamamen ayrı olan ve birbiriyle hiçbir ilişkisi bulunmayan iki ayrı özelliktir. Elyaf üzerine bağlanabilmek, gerek renkli bileşiğin gerekse elyafın bileşimine olduğu gibi uygulanan boyama metoduna da bağlıdır [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, 13].

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, 13].



Şekil 3.2. Kinon ve benzoidin molekül yapısı [12].

Ancak kinonoid teori bazı kinonların (örneğin dimin kinon) renksiz olmaları sebebiyle tam olarak açıklayıcı değildir [12,13].

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 [12,13].

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 [12,13].

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 [12,13].

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 , $E_3...$ ile gösterildiğinde uyarılmış durumda bulunan bir molekülde elektronlar tarafından absorbe edilen ışık enerjisi her iki orbitalin enerji seviyeleri arasındaki farka eşittir.

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

Burada h : Planck sabiti ν : absorplanan ışığın frekansını göstermektedir. Frekans ile dalga boyu ters orantılı olduğundan absorplanan enerji ne kadar büyük olursa absorbe edilen ışığın dalga boyu o kadar kısa olur. Yalnız σ elektronlarından oluşan tek bağlı elektron sistemlerini içeren doymuş bileşikler özellikle doymuş hidrokarbonlar Schumann ultraviyole alanı denilen ve dalga boyu 120–190 nm olan alanda doymamış absorpsiyon yaptıklarından göze renksiz görünürler. Buna karşılık molekülerinde π elektronlar içeren maddelerde bu elektron sistemleri daha az enerji ile uyarılabildiklerinden absorplanan enerji küçük dolayısıyla dalga boyu büyük olur. Kısacası doymamış bileşikler ve boyarmaddeler kuvarz ultraviyole (dalga boyu 190-400 nm arasında olan) ve görünür bölge (dalga boyu 400–800 nm arasında olan) alanda absorpsiyon yaparlar. Sonuç olarak esas durumla uyarılmış durumları arasındaki enerji farkının oldukça küçük olduğu moleküllere sahip bileşikler göze renkli görünürler [11, 12, 13].

Moleküler orbital teorisine göre konjuge çifte bağ sistemi içeren bir molekülde π elektronları karbon zinciri boyunca uzanan bir bulut oluştururlar. Konjuge zincirin uzaması π orbitalleri arasındaki enerji aralıklarının azalmasına ve sayılarının

artmasına neden olduğundan konjuge zincir ne kadar uzunsa elektronları uyarılmış duruma geçirmek için gereken enerji o kadar az olur ve absorplanan ışığın dalga boyu da o kadar büyük olur [12,13].

Bir bileşiğin renkli olabilmesi için yapısal şartlar şu şekilde belirtilebilir:

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

3.3. Boyama Kinetiği

Pek çok tekstil boyama prosesi başlangıçta boyarmaddenin sulu çözeltiden elyafın yüzeyine geçişini içerir. Bu olay adsorpsiyondur. Boyarmadde molekülleri daha sonra elyafın içine difüzenir. Bu elyafın iç yapısına bağlı olarak polimer molekülleri arasına veya boşluklara geçiş şeklinde olur. Bu adım yani difüzyon, hızı belirleyen basamaktır. Adsorpsiyon ve boyarmaddenin elyafın içine nüfuz etmesi olaylarının bütününe absorpsiyon denir [9, 11]. Boyarmaddenin elyafa difüzenmesi boya banyosunun pH'sına, sıcaklığına ve kullanılan yardımcı kimyasallara bağlıdır [9].

Absorpsiyon tersinir bir prosestir. Materyalin yıkanması esnasında boyarmadde sulu ortama geri dönebilir. Bu durum desorpsiyon olarak tanımlanır. Direkt absorpsiyondan başka, elyafın boyanması boyarmaddenin elyafın içinde çöktürülmesini veya elyafı boyarmadde arasında kimyasal bir reaksiyonu da içerebilir. Bu iki yöntem tersinmez prosesler olduğundan daha iyi yıkama haslığı ile sonuçlanırlar [11].

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

Boyarmaddenin elyaf içerisine difüzyonu Fick yasası tarafından tanımlanır. İkinci Fick yasasına göre, elyafın birim alanına difüzlenen boyarmadde akısı (J , mol/m²s),bu

alandaki konsantrasyon gradyenti (dC/dx , mol/m³m) ve difüzyon katsayısı (D , m²/s) ile doğru orantılıdır [11].

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

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

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

Denklemden M_t , t zamanında elyaf üzerindeki boyarmaddenin miktarını, M_∞ dengede elyaf üzerindeki boyarmaddenin miktarını, D difüzyon katsayısını, r ise elyafın yarıçapını ifade etmektedir. q_n sıfırinci derece Bessel fonksiyonunun pozitif köklerini göstermektedir [20].

$Dt/r^2 \ll 1$ olması durumunda Denklem 3.3 Crank denklemi olarak bilinen Denklem 3.4'e indirgenir [21].

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

M_t/M_∞ değerlerinin \sqrt{t} değerlerine karşılık grafiğe geçirilmesiyle elde edilenlerin doğrunun eğiminden difüzyon katsayısı değeri tespit edilebilir [21].

Deneysel olarak M_∞ değerlerinin tespit edilebilmesi uzun deney sürelerini gerektirebilir. Bu uzun boyama süresi içerisinde boyarmaddenin ve elyafın bozunması ihtimali sebebiyle deneysel olarak M_∞ değerlerinin tespit edilebilmesi güçtür. Bu sebeple M_∞ değerinin matematiksel ifadelerle elde edilebilmesine yönelik çalışmalar literatürde mevcuttur [20,22].

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

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

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

Tablo 3.2. M_∞ değerinin hesaplanmasında kullanılan katsayılar

Aralık	P_1	P_2	$\Delta \left(\frac{M_t}{M_\infty} \right)$
$0 < \frac{M_t}{M_\infty} < 0.6$	2.271	1.122	± 0.0005
$0 < \frac{M_t}{M_\infty} < 0.7$	2.277	1.150	± 0.001
$0 < \frac{M_t}{M_\infty} < 0.8$	2.297	1.222	± 0.002
$0 < \frac{M_t}{M_\infty} < 0.9$	2.331	1.352	± 0.005

$\Delta(M_t/M_\infty)$ Hill denkleminin yeniden düzenlenmesi ile orijinal halinden farkını ifadeletmektedir. Deneysel M_t değerlerinin $t^{1/2}$ ye karşı grafiğe geçirilmesiyle ikinci dereceden bir polinom denklemi elde edilebilir.

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

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

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

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

Seçilen P_1 ve P_2 değerlerine bağlı olarak Denklem 3.7'den hesaplanan M_{∞} değeri ile deneysel değerlerin oranının, M_t/M_{∞} , seçilen P_1 ve P_2 değerlerinde belirtilen aralığa uymaması durumunda yeniden seçim yapılarak işlemler tekrarlanır [20].

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 [20].

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

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

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

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

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

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

3.4 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.

3.4.1. Ostwald renk sistemi

Ostwald renk sistemi 1914 yılında Alman bilim adamı Wilhelm Ostwald (1852- 1932) tarafından geliştirilmiştir. Renklerin bir çember üzerine düzenli olarak sıralandığı, ortaya doğru, yani dairenin merkezine doğru rengin grileştiği ve tümünün aşağı doğru koyulaşp, yukarı doğru açığa çıktığı 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].

3.4.2. Munsell renk sistemi

Munsell renk sistemi, 1905 yılında Amerikalı Albert H. Munsell (1858–1918) tarafından geliştirilmiştir. Bu sistemin esası, bir rengin görsel özelliklerinin üç bileşenle tanımlanabileceği ve herhangi bir bileşenin eşit adımlarının, eşit görsel algılama adımlarına karşılık geleceği düşüncesine dayanmaktadır. Söz edilen üç bileşen renk adı (H: hue), değer (V: value) ve doygunluktur (C: chroma). Renk adı (H): Bir rengi ötekilerden ayırt eden niteliktir. Munsell renk sisteminde 5 ana renk (kırmızı, sarı, yeşil, mavi, mor) vardır. Bunların arasında ise 5 yardımcı renk sarı-kırmızı, yeşil-sarı, mavi-yeşil, mor-mavi, kırmızı-mor vardır. Değer (V): açık bir rengi koyu bir renkten ayırt etmeyi sağlayan bileşendir. 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].

3.4.3. CIELab renk uzayı

Tekstil endüstrisinde renk ölçümü için yaygın olarak kullanılan CIELab renk uzayı Munsell renk sistemi üzerine kuruludur. CIELab renk uzayının bileşenleri değer (L: lightness), tonlama ve doygunluk (a, b) tur. L, bir rengin açıklığını-koyuluğunu, a ve b ise rengi oluşturmaktadır. a*, CIELab renk uzayında kırmızı-yeşil eksenidir. +a, kırmızı yönünü, -a, yeşil yönünü göstermektedir. b*, CIELab renk uzayında sarı mavi eksenidir. +b, sarı yönünü, -b ise mavi yönünü göstermektedir. İki renk birbiriyle karşılaştırılırken ΔE toplam renk farklılığının genliğini ifade eder ve şu formülle hesaplanır [17].

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

3.4.4. 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:

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

K/S saçılım katsayısıdır ve boyarmadde konsantrasyonu ile direkt ilişkilidir. R ise maksimum absorpsiyondaki dalga boyunda kumaşın reflektansıdır [19, 18].

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

3.5. 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 [13].

Renk haslıkları genel olarak iki açıdan incelenir:

3.5.1. Kullanılma esnasında istenen haslıklar

Işık, yıkama, sürtünme, deniz suyu, ter, çözücü, ütüleme haslıkları bu bağlamda değerlendirilir [13].

3.5.2. 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 [13].

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 [13].

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, poliamid, pamuk ve asetat liflerinden hazırlanmıştır [18].

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 (Na_2CO_3 cinsinden hesaplanmış) içermelidir ve toplam yağlı madde miktarı en çok %85 olmalıdır. Yıkamadan sonra örnekler önce soğuk destile su ile iki kere sonra akar musluk suyu ile 10 dakika çalkalanır ve sıkıldıktan sonra 60 °C sıcaklıktaki havada kurutulur. [13].

3.6. Mikrodalga Enerjisinin Tekstil Boyanmasına Kullanımı

3.6.1. Mikrodalga enerjisi

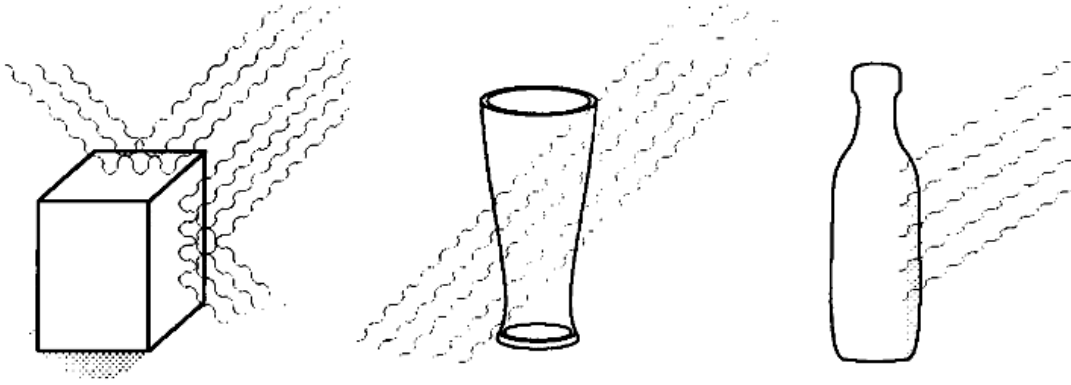
Mikrodalgalar elektromanyetik spektrumun infrared ve radyo dalgaları arasında yer alan, frekansları 300 MHz ile 300 GHz arasında, dalga boyları ise 1 mm ile 1 m arasında olan elektromanyetik dalgalardır. Birbirine dik elektrik ve manyetik alanlar ile karakterize edilen ve iyonlaşmayan elektromanyetik enerji türü olan mikrodalgalar, moleköl ya da iyonların hareketlenmesine yol açar. Yansıtılabilir, iletilebilir, absorplanabilir ve absorblandığı materyal içerisinde ısı üretimine yol açar. Mikrodalgalar cep telefonları, radarlar, endüstriyel, bilimsel ve medikal uygulamalarda kullanılmaktadır [24].

Mikrodalga ışımasını radyoaktif ışımadan ayıran temel fark radyoaktif ışımının iyonize olmasıdır. İyonlaşan ışımalarda akım yüksektir. Bu yüzden canlı hücrelerinde hasara sebebiyet verebilir. Bu tehlikeli ışınlar maddenin yapısını değiştirip, genetik mutasyona neden olabilir. İyonlaşmayan ışımada ise düşük akımdan dolayı bu tür tehlikeler görülmez. Mikrodalga ışımaları iyonize olmayan ışımalar grubuna girerler [25].

Mikrodalga enerjisinin kullanımının bazı üstünlükleri vardır: proses hızı klasik metotlardan daha büyüktür, enerji, numune içerisine iç ısı üretimine yol açacak şekilde nüfuz eder, sıcaklık gradyenti minimumdur, volumetrik ısıtma sağlar, karışımlarda seçici ısıtma sağlar, otomatik sistemlere kolaylıkla adapte edilebilir, güç seviyesi elektronik olarak düzenlenebilir ve kontrol edilebilir, kolayca ve hızlı bir şekilde başlatılıp durdurulabilir [26].

Bir madde mikrodalga ışımına maruz kaldığında,

1. Eğer madde iletken ise (metaller, grafit gibi) mikrodalga maddenin yüzeyinden yansır. Bu sebeple mikrodalga iletken malzemelerin ısıtılması amacıyla kullanılamaz.
2. Eğer madde iyi dielektrik özelliklere sahip bir yalıtkan ise (kuvartz, porselen, seramik, cam gibi) mikrodalga absorpsiyon olmadan maddenin içinden geçer. Bu maddeler mikrodalgaları geçirgendir.
3. Eğer madde az dielektrik özelliğe sahipse (bu tür maddeler elektromanyetik alanda titreşerek ısı üretimine sebep olurlar, örneğin su) mikrodalga madde tarafından absorplanır [24].



Şekil 3.3. Mikrodalga ışınımına maruz kalan çeşitli maddeler (a) İletken, (b) Yalıtkan, (c) Dielektrik kaybına sahip maddeler [24]

Dielektrik maddeler elektriği iletmezler ancak uygulanan elektrik alandan etkilenirler. Elektrik alanın etkisinde maddenin elektron ve atomları yer değiştirir. Bunun sonucunda yük merkezleri değişerek elektriksel kutuplanma oluşur. Oluşan elektriksel dipoller dielektrik malzeme yüzeyinde elektriksel yük birikimi sağlarlar[54].

Mikrodalgaları kimyasal proseslere uygulayabilmek için en azından bir bileşenin polarize olabilmesi ve bileşenin dipollerinin mikrodalga ışınması altında yönlendirilebilmesi gereklidir. Pek çok organik bileşik ve çözücü bu gereksinimleri karşılar ve mikrodalga uygulamalarında kullanılabilirler. Mikrodalganın uygulanabilmesi için ilk adım bileşenlerin dielektrik özellikleri bakımından incelenmesidir. Dielektrik özelliklerden en önemlisi maddenin elektrik geçirgenliğinin vakumun (boşluğun) elektrik geçirgenliğine oranı olan dielektrik sabitidir. Dielektrik sabiti maddenin karakteristik özelliğidir ve durumuna, voltaja ve elektrik alanın frekansına bağlıdır. Genel olarak, frekans arttıkça dielektrik sabiti azalmakta ve çok yüksek frekanslarda sabit kalmaktadır. [24].

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

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

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

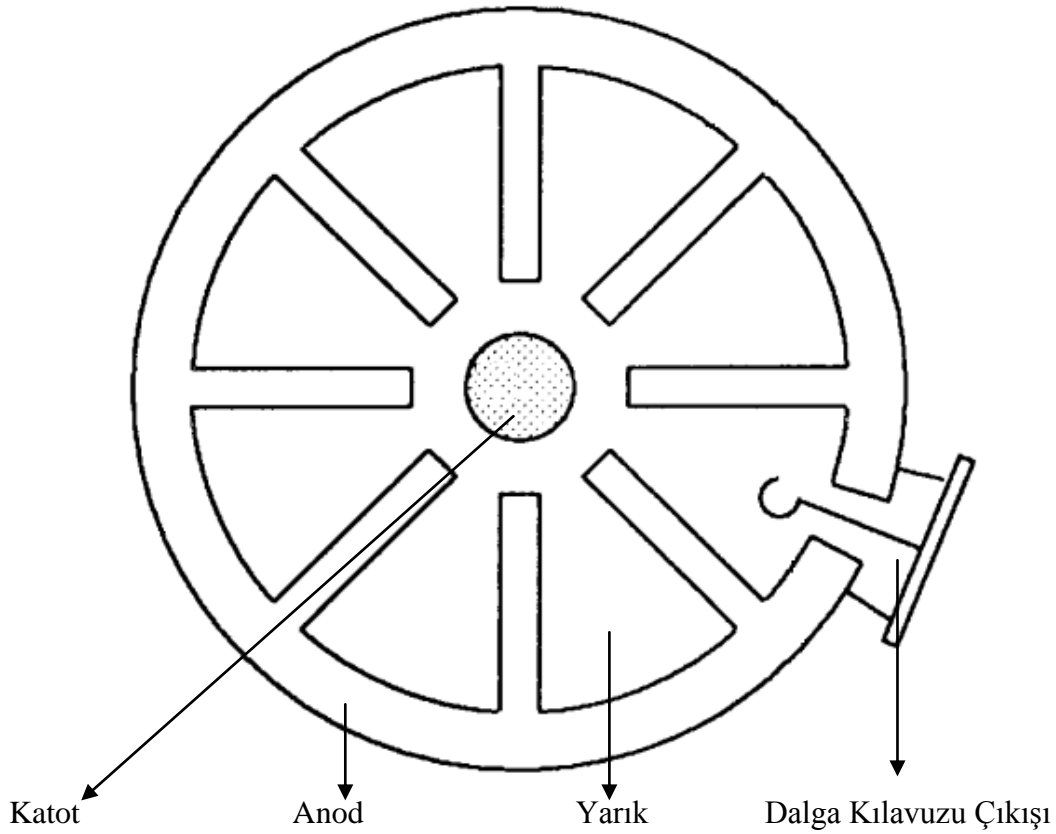
Madde	Dielektrik sabiti	Madde	Dielektrik sabiti
Vakum	1	Naylon	3-22
Hava (1 atm)	1.00059	Kağıt	1-3
Hava (100 atm)	1.0548	Su	80
Cam	5-10	Asetonitril	38
Kuvartz camı	5	Amonyak (sıvı -78 °C)	5
Porselen	5-6	Etil alkol	25
Mika	3-6	Benzen	2
Karbon tetraklorür	2	n-hekzan	2
Polivinilklorür	3	Polietilen	2
Polistiren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

Polar organik çözücüler (örneğin su, asetonitril, etil alkol gibi) yüksek dielektrik sabitlerine sahiptirler ve mikrodalga ışıması ile dielektrik ısınma meydana getirebilirler. Apolar organik çözücüler (benzen, karbon tetraklorür, n-hekzan) ise düşük dielektrik sabitine sahip olmaları dolayısıyla mikrodalga ısıtma işleminde kullanılamazlar. Pek çok plastiğin de dielektrik sabiti düşüktür. Bunlar cam veya kuvartz camı yerine mikrodalga uygulamalarında kullanılacak olan reaksiyon kaplarının yapımında kullanılabilirler [24].

Maddelerin mikrodalga ışımasına maruz kaldıklarında ısınmaya sebebiyet veriveremeyeceğini gösteren bir diğer önemli terim de kayıp tanjantıdır. Bu parametre maddenin mikrodalga enerjisini absorplama yeteneğini ifade eder. Kayıp tanjantı çalışma frekansı ve sıcaklığa bağlıdır [24].

Kimyasal işlemler için kullanılan mikrodalga cihazları temel olarak üç kısımdan oluşur [24]:

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



Şekil 3.4. Magnetronun kesit görüntüsü [24]

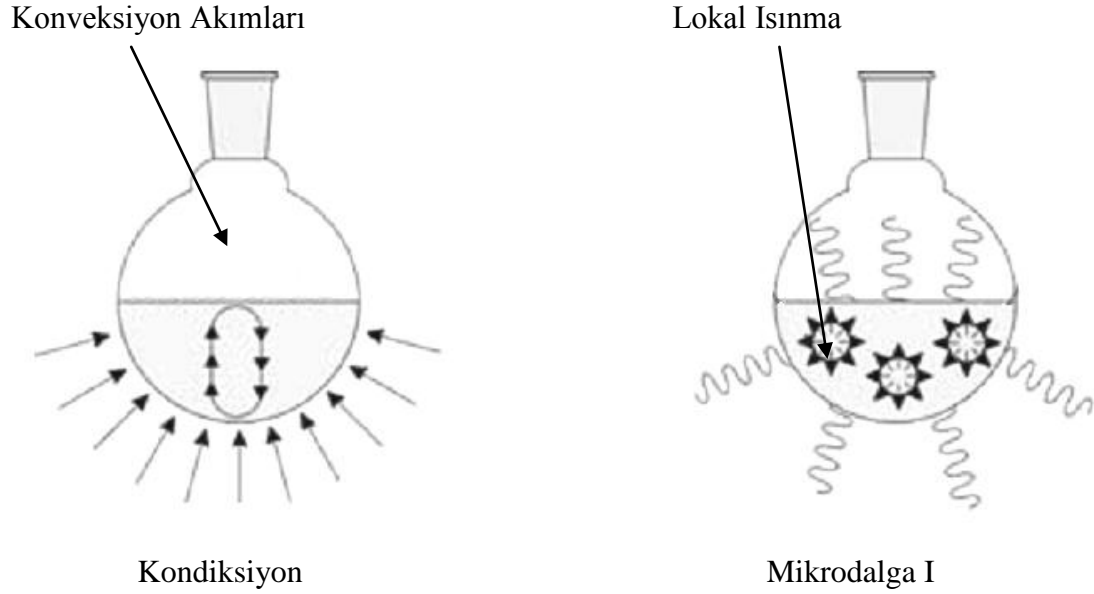
Mikrodalga üreteçlerinin temel iki tipi magnetron ve klistronlardır. Magnetronlar daha ucuz olukları için uygulamada daha çok yer bulurlar. Magnetronun çalışma prensibi elektrik ve manyetik alanlar tarafından uyarılan elektronların hareketlerine dayanır. [24].

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

Mikrodalgalar molekülleri iki yolla etkiler. İlk etki dipol rotasyondur. Dipol rotasyon, dipol momente sahip olan molekülleri elektrik alan bileşimi yardımı ile sıraya dizer. Bir numune veya örnek içerisinde mikrodalga geçerse, dipol momente sahip olan moleküller, bu etki ile sıraya girmeye başlarlar. Bileşik ne kadar polar ise, elektrik alandan o kadar fazla etkilenirler. Transfer edilen enerjinin miktarı, kayıp tanjantı olarak bilinir. Kayıp tanjantı dipol moment ile dielektrik sabiti değerlerinin bir fonksiyonudur. Bu ilişki lineer değildir. Dielektrik kayıp faktörü ile dielektrik sabitinin birbirine oranı olan dağılım faktörünün büyük olması, numunenin

mikrodalga enerjisini almasının ve etkilenmesinin kolay olacağını gösterir. İkinci etki ise iyonik kondüksiyondur. İyonik kondüksiyon, değişen elektrik alanının etkisi ile çözünen veya titreşen iyonların göç etmesidir. Isı üretimi de sürtünme kayıplarından oluşur. İyonik kondüksiyonla, çözeltinin ısınmasını hızlandıracak iyonik bazdaki etkileşimlere sebep olan elektriksel alandan gelen enerji transfer edilir. İyonik kondüksiyon sıcaklık ile artırılır. Sıcaklığı arttığı için iyonik çözelti mikrodalgayı daha kuvvetli almaya başlar [26].

Mikrodalga sistemleri gıda alanında (kurutma, pastörizasyon, pişirme, buz çözme gibi), metalürji alanında (kömürün iyileştirilmesi, orman ürünlerinin kurutulması gibi) ve kimya alanında (reaksiyonların hızlandırılması, polimerizasyon reaksiyonlarının başlatılması ve yürütülmesi, tekstil elyafın boyanması, kâğıt ve karton üretiminde kurutma, seramik ve porselenin sinterlenmesi, kauçuğun vulkanizasyonu gibi) uygulamalarda kullanılırlar [25].



Şekil 3.5. Geleneksel ve mikrodalga ısıtma sistemleri [24]

3.6.2. Mikrodalga enerjisinin tekstil boyamada kullanımı

Mikrodalga enerjisinin tekstil elyafın boyanmasında kullanılabilirliği hakkında literatürde pek çok bilgi mevcuttur. Xu ve Yang yaptıkları çalışmada, mikrodalga ışımasının polyester kumaşların sodyum hidroksit ile bitim işlemleri ve boyanabilirlikleri üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Sonuçlarına göre mikrodalga ışıması polyesterin hidrolizini ve boyanabilirliğini arttırmıştır [27].

Büyükakıncı [25], yapmış olduğu tez çalışmasında polipropilen elyafın mikrodalga ile boyanabilirliğini incelemiş ve yapılan boyamaların renk kalitesinde gelişme, boyama süresinde kısalma ve dolayısıyla enerji tasarrufuna neden olduğunu belirtmiştir.

Kim ve arkadaşları [28] yaptıkları çalışmada polyesterin boyanmasında mikrodalga'nın etkilerini incelemek amacıyla 2450 MHz frekansa ve 700 W güce sahip bir mikrodalga fırın kullanmışlardır. Araştırmacılar boyama banyosuna sodyum klorür ve üre ilave edilmesiyle elyafın 10 dakika fularlanması ve ardından 7 dakika mikrodalga ışıması altında boyanmasının boyanabilirliği geliştirdiğini artan K/S değerlerine dayanarak belirtmişlerdir. Boyama banyosuna n-hekzan, dimetilformamid ve aseton gibi çeşitli çözücülerin etkisi de bu çalışmada incelenmiş ve çözücülerin ilavesinin mikrodalga ışıması altında boyanabilirliği artırdığı sonucuna varmışlardır.

Ohe ve Yoshimura [29] ise naylon 6 elyafın çeşitli çözücüler içerisinde mikrodalga ışımasına maruz kalması durumunda meydana gelen değişiklikler üzerine bir çalışma yapmışlardır. Araştırmacılar bu amaçla, dimetil formamid, etilen glikol ve gliserol çözücülerinde naylon 6 elyafı reaktif boyarmaddeler kullanarak boyamaya çalışmışlar ve sonuçta çözücünün cinsi, sıcaklığı ve mikrodalga ışımasının büyüklüğüne bağlı olarak elyafın kristalliğinin azalması ve bu sayede boyarmadde alımının artması ve aynı zamanda nem çekiciliğinin artması şeklinde bulgulara ulaşmışlardır. Ancak çalışma sonucunda elyafın mukavemetinin azalması da sonuçlarda belirtilmiştir.

3.7. Polyester Liflerinin Boyanması

Polyester liflerinin, yüksek kristalinite ve belirgin hidrofob özellik göstermeleri nedeniyle büyük moleküllü boyarmaddeler elyaf içine kolay nüfuz edemezler. Ayrıca, elyaf kimyaca aktif grup içermediği için boyarmadde anyon ve katyonlarında bağlayamaz. Bu nedenlerle, polyesterin boyanması için hidrofil boyarmaddeler uygun değildir. Dispers, bazık, pigment, küp, küp loyko ester ve inkişaf boyarmaddeler, polyester liflerinin boyanmasında kullanılacak boyarmadde sınıflarıdır. Polyesterin boyanmasında en fazla kullanılan boyarmadde sınıfı % 95'iasan bir payla dispers boyarmaddelerdir [30].

3.7.1. Dispers boyarmaddelerin özellikleri

Dispers boyarmaddeler başlangıçta selüloz asetat ve selüloz triasetat liflerinin boyanması için 1920'lerde geliştirilmiş olsalar da, bu boyarmaddeler su anda özellikle polyester ve polyester karışımlarının boyanması için kullanılmaktadır. Bunlar, sentetik lifler için en önemli boyarmadde sınıfını temsil etmektedir ve poliamid, akrilik, modakrilik, poliolenin ve polivinilklorür liflerinin boyanması içinde kullanılmaktadırlar [32].

Bugün yaklaşık 250'si Colour Index (CI) numarası ile adlandırılmış 750'ye yakın dispers boyarmadde bulunmaktadır. Bu boyarmaddelerin % 30'a yakını mavi, %

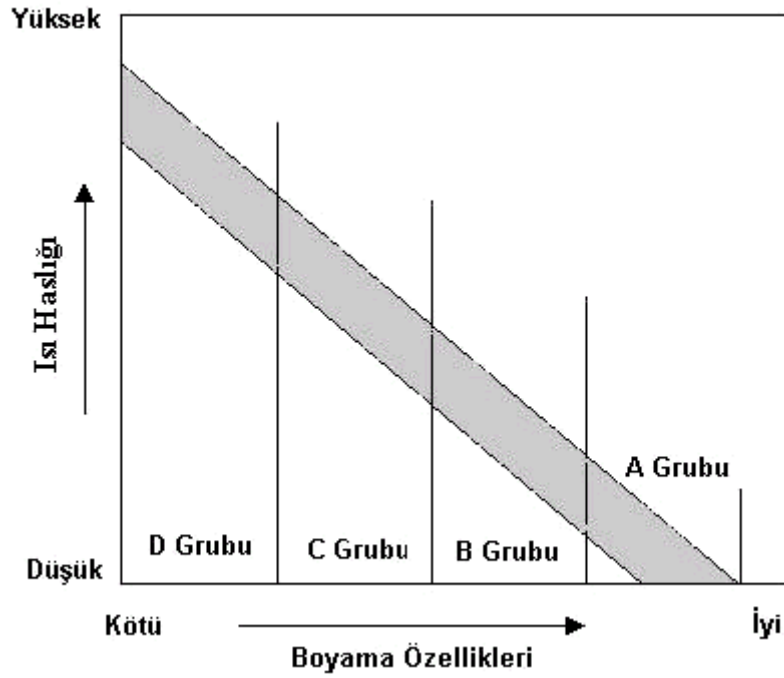
25'ikırmızı, % 20'si sarı, % 8'i viole ve oranj ve % 3'ü kahverengi renklerini vermektedir.

Dispers boyarmaddeler oda sıcaklığında suda çözünmeyen, non-iyonik, küçük parçacıklı ve hidrofobik liflere substantiviteye sahip boyarmaddelerdir. Bunların liflere fiksaj özellikleri parça boyutlarına, uniformiteye ve boya dağıtıcılarının yapısına dayanmaktadır. Dispers boyarmaddeler liflere, az miktarda çözünmüş boyarmadde içeren küçük tanecikli dispersiyonlar halinde uygulanırlar [3; 33]

Dispers boyarmaddeler 80 °C'de 0,2-100 mg/l çözünürlüğe ve 25 °C'de 3.10-6-3.10-^M arasında çözünürlüğe sahiptirler. Boyarmaddelerin çözünürlüğü boyarmaddenin formülasyonu ve kimyasal yapısı tarafından belirlenmektedir [3, 34].

Dispers boyarmaddeler kati halden gaz fazına geçme olarak adlandırılan süblime olma özelliğine sahip tek boyarmadde sınıfıdır.

Dispers boyarmaddeler kimyasal yapılarına bakılmaksızın, ışık ve isi/süblimasyon haslıklarına ve toplam boyama özelliklerine göre 4 grupta (A-D) sınıflandırılabilirler. Bu sınıflandırma 1973'te ICI tarafından önerilmiştir ve şuanda da geniş ölçüde kullanılmaktadır. Şekil3.6'te görülen bu gruplandırmada, boyarmaddeler düşükten yükseğe doğru enerji tipleri ile de ilişkilidir. Şekilde, bütün dispers boyarmaddeler özelliklerine göre taralı alan içindeki boyama ve isi haslığına sahiptirler. A gurubu, zayıf süblimasyon karakterine fakat uygun ışık haslıkları ve mükemmel boyama özelliklerine sahiptir. B grubu, iyi isi ve ışık haslığına sahiptir ve carrier boyama için oldukça uygundur. C gurubu, B grubuna benzerdir; fakat daha üstün isi veya süblimasyon haslığına sahiptir ve D grubu zayıf boyama özelliklerine fakat son derece iyi süblimleşme karakterine sahiptir [32, 34].



Şekil 3.6. Dispers boyarmaddelerin A-D grupları ile sınıflandırılması [32]

Polyester materyallerde ısıl işlem sonucunda dispers boyarmaddeler lif yüzeyine doğru hareket ederler ve eğer yüzeyde hidrofobik bitim kimyasalı bulunuyorsa, boyarmaddeler lif dışına çıkıp oluşan bu film tabakası içerisinde çözünebilmektedirler. Bu durumun oluşması veya lif yüzeyinde fazla boyarmadde kalması yas haslığı, yıkama haslığı, süblimasyon haslığı ve kuru temizleme haslığını düşürerek rengin donuklaşmasına neden olur [3, 33].

Dispers boyarmaddeler ortam pH'sına karşı oldukça hassastırlar. Ortam pH'yı nötrden alkaliye doğru kaymaya başladığında boyarmadde hidroliz olmaya baslar ve hidroliz olan dispers boyarmadde, polyester liflerine karşı farklı afinite gösterdiğinden farklı tonda yer alır. Boyamanın alkali ortamda yapılması durumunda, hidroliz olayını engellemek için boya banyosuna uygun tampon sisteminin kullanılması tavsiye edilmektedir. Ayrıca pH'in 5'i geçtiği bazı durumlarda boyama ortamında metal iyonları varsa, bazı azo dispers boyarmaddelerde renk kaybı oluşmaktadır [35].

Polyester liflerinin boyanması sırasında, dispers boyarmadde ile boyayı dispers durumda tutmak için banyoda dispersiyon ajanlarının da bulunması gerekmektedir. Dispersiyon ajanları dispersiyon stabilizesini yani boyama işlemi boyunca boya

partiküllerinin stabil dispersiyonunu ve boya dağılımını sağlamak amacıyla kullanılırlar [36; 37].

3.7.2. Dispers boyarmadde formları

Dispers boyarmaddeler iki formda bulunmaktadır.

1. Mikro dispers granüller veya toz boyarmaddeler
2. Sıvı boyarmaddeler

Granül ve Toz Dispers Boyarmaddeler

Granül veya toz dispers boyarmaddelerin çoğu ağırlıkça % 30 aktif boya maddesi içerirken geri kalan % 70'lik kısmı üretim maddeleri, inere seyrelticiler, dispersiyon ajanları, toz önleyici maddeler ve renk maddelerinden oluşmaktadır [3, 33].

Granül veya toz dispers boyarmaddeleri yüksek oranda dispersiyon maddesi içermeleri nedeni ile

- a) Boyarmaddenin sudaki çözünürlüğü artar.
- b) Emdirme yöntemine göre flotte aplikasyonlarında kurutma sırasında migrasyona sebep olur.
- c) Flotteden boyarmadde alımı azalır.

Toz formundaki dispers boyarmaddeler, zayıf depolama stabilitesine sahiptir ve özellikle nemli atmosfere maruz kaldıkları zaman topak haline geçerler. Böyle bir boyarmadde de düzgünsüz boyama verir [38].

Sıvı Dispers Boyarmaddeler

Sıvı boyarmaddeler, yaklaşık % 15 oranında aktif boya ve toz boyalara göre daha az dispersiyon ajanı içerirler. Sıvı boyarmaddeler kolay karışabilirlik, dispersiyon stabilitesi, hazır pH değerleri boya ve emdirme banyolarının kolay hazırlanması ile kullanım kolaylığına sahiptirler. Bununla beraber depolama esnasında çökme, konsantrasyon değişimi, buharlaşma gibi temel olumsuzluklar taşırlar. Sıvı formdaki

dispers boyarmaddelerin, lif içerisine difüzyonu için daha az enerji gerekmektedir. Bu nedenle sıvı formdaki boyarmaddeler polyester baskıcılığına daha uygundur [3,33,38].

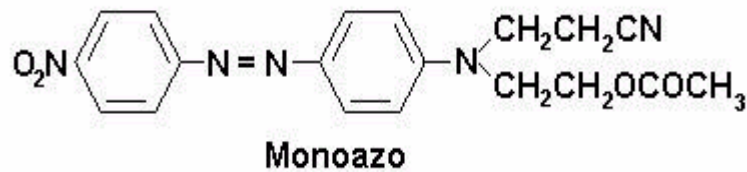
3.7.2.1. Dispers boyarmaddelerin kimyasal yapısı

Kullanılan en önemli dispers boyarmaddelerin kimyasal tipleri monoazo, antrakinon ve diazo yapılarıdır. Bu üç tipteki kimyasal yapı kullanılan boyarmaddeler, tüm dispers boyarmaddelerin toplamının % 85'ini oluşturmaktadır. Kalan % 15 metin, sitiren türevleri, aroylebenzimidazoles, quinonaphtholes, aminpaphthylimides venaphtolquinonemines'dir [32].

Dispers azo boyarmaddelerin yaklaşık % 10'u diazo (Şekil3.7) ve % 50'si monoazo(Şekil3.8) boyarmaddelerdir. Monoazo boyarmaddeler, düşük molekül ağırlıklı ve non- iyonik yapıdadırlar [32, 33].



Şekil 3.7. Diazo dispers boyarmaddelerin formülasyonu [32]



Şekil 3.8. Monoazo dispers boyarmaddelerin formülasyonu [32]

Dispers azo boyarmaddeler yapılarındaki benzen halkasında özel bileşenler ve heterokromatik diazo bileşikleri kullanılarak farklılaştırılmaktadır. Dispers boyarmaddelerin sentezinde diazo ve kenetleme bileşeni olarak heterosiklik bileşiklerin kullanılması son yıllarda büyük önem kazanmıştır. Bu dispers azo boyarmaddeler parlak mavi ve kırmızı renkler verirler ve zayıf renk veren dispers

antrakinonlarla karşılaştırıldığında avantajlı sayılmaktadırlar [3, 12, 32].

Günümüzde kullanılan dispers boyarmaddelerinin % 25'i a-yerinde elektron donör grup taşıyan antrakinon bileşikleridir (Şekil3.9). Bu süstitüentlerin absorpsiyon spektrumlarına etkisi elektron donörün kuvveti ile artmaktadır. Antrakinon esaslı dispers boyarmaddeler genellikle mavi, viole, mavimsi kırmızı ve yeşillerdir [3, 12].



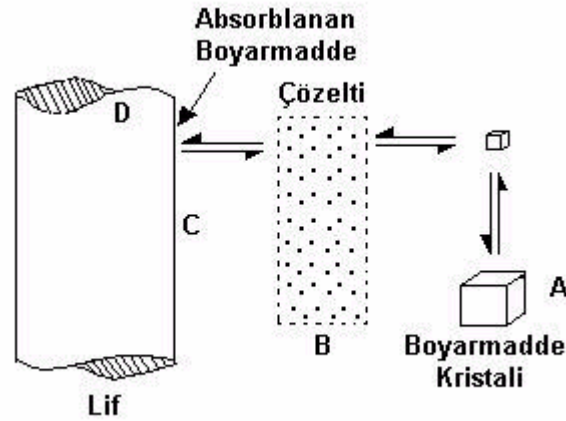
Şekil 3.9. Antrakinon dispers boyarmaddelerin formülasyonu [32]

Antrakinon esaslı dispers boyarmaddeler parlak renkler vermeleri, iyi ışık haslığı veliyi yeniden üretilebilme avantajlarına ve kötü yas haslık, pahalı ve üretim sırasında çevre problemi yaratma dezavantajlarına sahiptirler [39].

3.8. Dispers Boyarmaddeler ile Polyester Liflerinin Boyama Mekanizması

Polyester liflerinin boyanması liflerin yüksek kristalin yapısı, hidrofobik karakteri ve boyarmadde moleküllerinin kimyasal bağ oluşturabileceği etkili fonksiyonel gruplar içermemesi nedeni ile normal şartlarda oldukça zordur.

Polyester liflerinin boyanması sırasında boyarmaddenin life transferi monomoleküler sıvı içerisinde gerçekleşmektedir. Dispers boyarmaddelerle polyester liflerinin boyanmasında Şekil 3.10'de gösterilen model gerçekleşmektedir.



Şekil 3.10. Dispers boyama sistemi [40].

Şekil 3.10’da gösterilen model incelendiğinde, polyester liflerinin dispers boyarmaddeler ile boyama mekanizması 4 adımdan oluşmaktadır:

- A- Partikül haldeki boyarmadde boya banyosu içinde çözünür: Su içerisinde çözülmüş olan dispers boyarmaddenin çözünürlüğü olarak ifade edilmektedir. Çözeltideki çözünmez ve asili durumdaki boyarmadde partikülleri yavaşça çözünürler.
- B- Boyarmaddenin difüzyon sınır tabakasının içerisine difüzyonu: Boya çözeltisinden lif yüzeyine doğru boyarmadde moleküllerinin difüzyonu, lif yüzeyine boyarmaddeyi taşıyan boya çözeltisindeki hidrodinamik akışla etkilenmektedir. Bu nedenle, hidrodinamik akışı etkileyen boya banyosundaki karıştırma oranı, tekstil substratının geometrisi ve boya makinesinin dizaynı gibi faktörler lif yüzeyine boya difüzyonu prosesini de etkilemektedir.
- C- Boyarmaddenin, difüzyon sınır tabakası içerisinden lif yüzeyine tutunması: Difüzyon sınır tabakası içerisinde difüzyonlanmış olan boyarmadde lif yüzeyinde adsorblanır.
- D- Lif yüzeyine tutunan boyarmaddenin lif içine difüzyonu ve fiksajı: Lif yüzeyine adsorplanan boyarmadde molekülleri lifin içerisine difüzyonlanır [41,32].

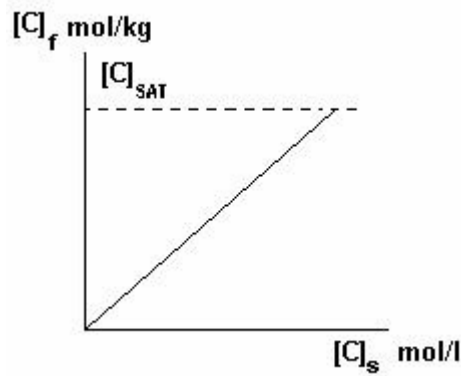
3.8.1. Adsorpsiyon izotermi

Polyester liflerinin üzerine dispers boyarmaddelerin adsorpsiyonu hidrojen bağı, zayıf polar ve dispersiyon kuvvetleri ile gerçekleşmektedir. Dispers boyarmaddelerin çözünürlüğü ile adsorpsiyonu arasındaki ilişki boyarmadde molekülü ve içindeki polar π -bağlı gruplarının sayısı ve yapısına bağlıdır. Her ne kadar lifler ve dispers boyarmaddeler arasındaki hidrofobik bağlanma liflerin bir miktar substantifliğine neden olmakta ise de, liflere dispers boyarmaddenin fiksajında Hidrojen bağları ve Van der Walls kuvvetleri öneme sahiptir [32,42].

Lif içerisinde boyarmadde konsantrasyonu varyasyonlarının ve banyodaki konsantrasyonla birlikte bunların ilişkisinin belirlenebilmesi amacıyla adsorpsiyon izotermi geliştirilmiştir. Dispers boyarmaddeler ile polyester liflerinin boyanması Nernst yasasından elde edilen adsorpsiyon izotermi ile ifade edilebilmektedir.

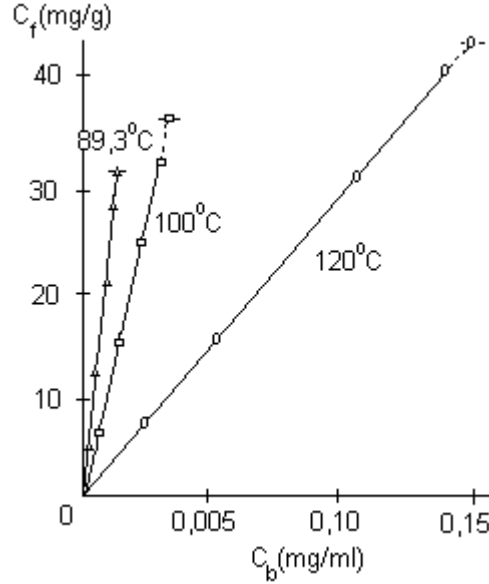
$$\text{Nernst Yasası} \Rightarrow [C]_f = K [C]_s$$

Burada, $[C]_f$ ve $[C]_s$ sırasıyla lif ve çözelti içindeki boyarmadde konsantrasyonlarını ve K lif ve banyo arasındaki boyanın ayrılma katsayısını temsil etmektedir. Şekil 3.11'de gösterildiği gibi, Nernst izotermi doğrusaldır. Çözelti içindeki boyarmadde konsantrasyonuna karşı lif içindeki boya konsantrasyonunun grafiğinde, lifin doyma noktasında tamamen sonlanan düz bir doğru elde edilmektedir [40].



Şekil 3.11. Nernst yasasından elde edilen adsorpsiyon izotermi [40].

Şekil3.12’da dispers boyarmaddelerle elde edilen adsorpsiyon izotermi gösterilmektedir. Adsorpsiyon izotermi sıcaklıkla artan ve doyma noktasına kadar devam eden lineer bir doğrudur. Bu artış devam ettikçe, afinite azalmaktadır. Bu durum, prosesin ekzotermik olduğunu göstermektedir [40].



Şekil 3.12. Polyester için adsorpsiyon izotermi [40]

3.8.2. Dispers boyarmaddelerin difüzyonu

Difüzyon, boya moleküllerinin lifin kristal olmayan bölgelerine nüfuziyet kolaylığının bir fonksiyonudur. Poliester liflerinde boyanın difüzyonu kristalin olmayan bölgelerdeki oryantasyonun derecesine bağlıdır.

Difüzyon prosesini etkileyen parametrelerden bir kısmı şöyle özetlenebilir:

- 1-Boya ve polimer substratı içindeki iyonize olabilen grupların yapısı ve konsantrasyonundaki değişiklikler,
- 2-Her iki fazda bulunan her türlü etken arasındaki etkileşimler,
- 3-Substratın fiziksel yapısındaki değişiklikler ve amorf bölgedeki değişikliklerle birlikte gerilimlerin oluşması ve serbest kalması,
- 4-Ana fazlarda ve sınır tabakalarında, çözücünün yapısındaki ve moleküler oryantasyonundaki değişiklikler.

Boyama prosesinin başlangıcında boya, substrat arasında üniform olmayan şekilde dağılır. Bu durumda iken boya konsantrasyonu lif yüzeyinde maksimum ve lif içinde sıfırdır. Yüksek konsantrasyondan alçak konsantrasyona doğru boya transferi olacak şekilde bir konsantrasyon gradyanı oluşur. Bu olay Fick yasası ile verilir ve ifade edilir:

$$F = - D [\delta C / \delta X]$$

F: Birim kesit alanında transfer hızı (g veya mol)

C: Difüzyon yapan maddenin konsantrasyonu

X: Kesite dik doğrultuda ölçülen ortam koordinatı

D: Difüzyon katsayısı (uzunluk²/süre, m²/s.)

dC/dX: Konsantrasyon gradyenti

Fick'in hipotezine göre bir difüzanın bir birim kesit alanından transfer hızı bu alana normal doğrultu üzerindeki konsantrasyon gradyanı ile orantılıdır.

Denklemdaki eksinin anlamı difüzyonun artan konsantrasyona ters yönde oluşmasıdır.

Fick yasası konsantrasyon gradyeninin sabit kabul edildiği bir ortamda transfer hızını vermektedir ve tüm yönlerde doğru bütün noktalardaki difüzyon özelliklerinin aynı olduğu izotropik bir ortam ifade etmektedir. Fakat lifler gibi anizotropik olan ortamlarda, difüzyon özellikleri ölçüldükleri doğrultulara bağımlıdır. Ayrıca gerçek sistemlerde, D difüzyon katsayısı difuzatın lif içindeki konsantrasyonuna bağlıdır.

Liflerde difüzyon, konsantrasyonu sabit tutulan yüzeye dik doğrultuda gerçekleşmez ve yüzeydeki konsantrasyon sürekli sabit değildir.

1-Difüzyon Aktivasyon Enerjileri: Difüzyon aktivasyon enerjisi tespit edilerek sıcaklığın difüzyon hızı üzerindeki etkisi belirlenebilir. Difüzyon yüksek konsantrasyona sahip bölgelerden düşük konsantrasyona sahip bölgelere tesadüfi bir hareket olduğundan sıcaklık yükselişi ile artar ve bir molekülün bir bölgede veya kapiler yüzeylerde bulunma süresi azalır. Kantitatif olarak bu ilişki difüzyon aktivasyon enerjisi ile ifade edilir.

$$D_T = D_0 e(\exp (-E/RT))$$

D_T = Belirli bir sıcaklıkta gözlenen difüzyon katsayısı

D_0 = Sabit

E = Aktivasyon enerjisi

Aktivasyon enerjisi difüzyon katsayısının sıcaklık ile değişimi hakkında fikir verir. Aktivasyon enerjisi yüksek olduğunda sıcaklık arttıkça difüzyon katsayısı da büyük miktarda artar. Aktivasyon enerjisinin yüksek olması durumunda düzgün boyama elde edebilmek için sıcaklık yükselişinin de yavaş olması gerekir. Poliester liflerinin dispers boyarmaddelerle boyanmasında aktivasyon enerjisi 30.000 kalori civarındadır. Diğer bir ifade ile 250 kJ/mol (60 kcal/mol) değeri elde edilmektedir. Gerçek değer kullanılan boyaya ve boyanmadan önce lifin yapısının maruz kaldığı işlemlere ve uğradığı fiziksel değişikliklere bağlıdır. 2.14 ifadesinin iki defa doğal logaritması alındığında;

$$E = -2.303 R (d(\log D_T)/d (1/T)) \text{ olarak elde edilir.}$$

2-Difüzyon Katsayısı: Difüzyon katsayısı bir molekülün verilen bir ortam içinde hareket çabukluğunun bir ölçüsüdür. Difüzyon katsayısının sayıca değeri arttıkça bir molekülün ortam içindeki hareket hızı da yükselir. Verilen bir sıcaklıkta bir molekülün hava ortamı içindeki difüzyon katsayısı su ortamı içindekinden ve su ortamı içindeki de lif içindeki difüzyon katsayısında çok daha yüksektir.

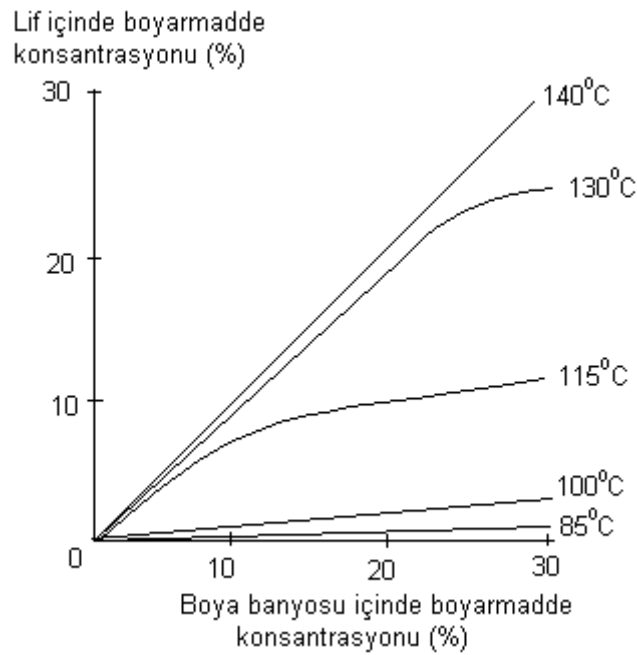
Boyaların lifler içindeki difüzyon katsayılarının ($\cong 10^{-10} - 10^{-12} \text{ cm}^2/\text{s}$) sulu çözeltiler içindeki difüzyon katsayılarından ($10^{-6} \text{ cm}^2/\text{s}$) çok düşük olmasının iki olası nedeni boya ve polimer zinciri arasındaki kuvvetli adsorbsiyon kuvvetlerinin etkisiyle boyanın büyük kısmının hareketsiz hale gelmesi ve polimer matriksi tarafından boyanın hareketine karşı gösterilen dirençtir. Ayrıca boyarmadde molekülünün büyüklüğü de bir etkidir.

Gutmann ve Metzger (1991) difüzyon katsayısının polyester liflerinin içyapısı ile değişimini araştırıldığı çalışmada, difüzyon katsayısının boyanan materyalin içyapısına ve içyapısındaki değişime doğrudan bağlı olduğunu bir dizi deneysel çalışma ile göstermiştir.

Artan eğirme hızları ile üretilmiş olan polyester liflerinin boya alım hızları, liflerdeki kristalinite ve yoğunluk artışı ile birlikte azalmaktadır. Bununla birlikte boya alımı, düşük hızlarda eğrilmiş ve sonra çekilmiş liflerin boya alımından daha fazladır [43].

3.8.3. Dispers boyarmaddelerin polyester üzerindeki kinetiği

Boyama prosesinin Kinetiği, polyester liflerinde sıcaklık varyasyonlarına oldukça duyarlıdır. Bunun nedeni, polyester liflerinin camlaşma noktalarının oldukça yüksek olması ve tatmin edici anlamda boyamanın sadece camlaşma noktası civarındaki sıcaklıklarda yer alabilmesidir. Şekil 3.13'de görüldüğü gibi 60 dakikada gerçekleştirilen boyama sonunda, sıcaklık düşük olduğu zaman boyama oldukça yavaştır ve sadece sıcaklık $130-140 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye ulaştığı zaman hızlanabilmektedir [40].



Şekil 3.13. Kinetiğe sıcaklığın etkisi [40].

3.8.4. Dispers boyarmaddelerin afinitesi

Liflerinin boyarmaddeden başka elektrolit içermediği ve adsorpsiyon iyonlarının sonucunda elde edilen elektriksel potansiyelinde önemsiz olduğu kabul edilerek, dispers boyarmaddelerin polyester liflerine afinitesi hesaplanmıştır.

Lif içinde boyarmaddenin çözündüğü durumda afinite su şekilde bulunabilmektedir;

$$\Delta\mu_f^0 = RT \ln[C]_f - RT \ln [C]_s = RT \ln \frac{[C]_f}{[C]_s}$$

$\Delta\mu^0$ sistemin kimyasal potansiyeli; R gaz sabiti ve T sıcaklığı temsil etmektedir.

Lif içine difüzyonlanmış adsorpsiyon durumunda ise afinite aşağıdaki şekilde bulunabilmektedir;

$$-\Delta\mu^0 = RT \ln \frac{[C]_f}{V} - RT \ln [C]_s = RT \ln \frac{[C]_f}{V [C]_s}$$

Burada V, lifle birleştirilmiş çözelti hacmini ifade etmektedir. Bu denklemler Nernst yasasına göre ifade edildiğinde;

$$\frac{[C]_f}{[C]_s} = \text{Sabit}$$

3.9. Polyesterin Boyanma Yöntemleri

Polyester lifleri, oldukça hidrofobik, kompakt ve yüksek kristalli bir yapıya sahip olmaları ve yapılarındaki tereftalat gruplarının benzen halkaları 80 °C civarında amorf bölgelere rijitlik sağlayan yüksek bir camlaşma noktası vermeleri nedenleriyle, yüksek sıcaklıklarda veya camlaşma noktasını düşüren carrierler kullanılarak boyanabilmektedirler.

Polyester liflerinin boyanmasında en çok kullanılan yöntemler;

- Carrier boyama yöntemi
- HT boyama yöntemi
- Termosol boyama yöntemidir.

3.9.1. Carrier boyama yöntemi

Polyesterin boyama oranının, boya banyosu içinde birçok organik maddenin varlığında oldukça arttığı bulunmuştur. Bu maddeler “Carrier” olarak adlandırılmış ve carrierleri kullanan boyama proseslerine “Carrier Boyama” denilmiştir [45].

Belirli hidrokarbonların, yapay hidrokarbonların, fenollerin, amino asitlerin, aminlerin, alkollerin, esterlerin, ketonların ve nitrillerin, sulu ortamdan dispers boyarmaddeler ile polyester liflerinin boyama oranını ivmelendirdikleri kanıtlanmıştır. Bu boyama yardımcıları, boyarmaddelerin dağılma özelliklerini ve lifin fiziksel özelliklerini değiştirmektedirler [44].

Polyetilentereftalat lifleri hidrofobiktir, oldukça kompakt bir yapıya sahiptirler ve yarı kristallidirler. Ayrıca, tereftalat grubunda kalan fenil ile zincirlerin sağlamlık kazanması nispeten yüksek camlaşma sıcaklığı (Tg) ile sonuçlanmaktadır. Bu nedenle,

ortalama boyama sıcaklıklarında boyama prosesi biraz daha zordur. Boyanabilirliği geliştirmek için kullanılan metotlara göre, boya banyosuna bir carrier ilavesi genellikle kullanılan bir prosedürdür. Carrier bir plastikleştirici gibi çalışır, camlaşma sıcaklığını düşürür, genellikle kaynar suda boyama sıcaklığında boya alımını gerçekleştirmeyi sağlar [45].

Carrierler, boyama oranını arttırlar ve lif içindeki boya migrasyonunu yükseltirler. Polyester lifleri üzerinde dispers boyarmaddenin düzgün boyanması, carrierin doğası ve yapısı, boyama zamanı, sıcaklık ve renk derecesiyle etkilenen, boyarmaddenin migrasyon gücüne dayanmaktadır.

Polyester liflerin boyanmasında kullanmak için bir carrier seçimi yapılırken, aşağıdaki noktalar dikkate alınmaktadır;

- Yüksek carrier etkisi,
- Düşük fiyatta elde edilebilmesi,
- Son boyamanın ışık haslığını az veya hiç etkilememesi,
- Toksik etkisi olmaması,
- Lifi etkilememesi veya lekelememesi,
- Boyamadan sonra kolay uzaklaştırılması,
- Boyama koşulları altında yüksek stabilite,
- Boyarmadde ile uyumluluk,
- Boya banyosunda kolay dağılması,
- Buharda düşük uçuculuk içeren carrierle düşük uçuculuk ve
- Lif tarafından üniform absorpsiyon [31, 44].

Hiçbir carrier bütün istenilen özelliklerin hepsini birden sağlayamamaktadır. En etkili carrierler nispeten suda çözünebilirler ve kendisi emülsiyonlaşabilen sıvılar sağlarlar. Oldukça fazla çeşitte organik bileşimler carrier gibi davranırlar fakat sadece birkaçı bunların ticari kullanımlarını kanıtlayan çekici özellikleri başarılı olarak göstermektedir [45] .

Carrierlerin Etki Mekanizmaları

Carrierlerin etki mekanizmaları tam anlamıyla anlaşılammıştır ve carrierlerin hızlandırıcı etkisini açıklamak için dokuz farklı teori ileri sürülmüştür. Bu teorileri [3] , boya banyosunda ve lif yapısında oluşan değişimler olarak ikiye ayırmıştır. 1980'de Mehra ve arkadaşları, bu dokuz teoriyi ayrıntılı olarak araştırmıştır.

a) Lif yapısında oluşan değişimler ile ilgili ileri sürülen teoriler

- Lif Yapısını Gevşetme: Bu teoriye göre carrierler, lif içerisine dispers boyarmaddelerin boyama mekanizmasıyla aynı şekilde absorplanırlar. Liflerin şişmiş molekül zincirleri nedeniyle, boyarmadde polimer zincirleri üzerine Van der Walls kuvvetleri veya hidrojen köprülerinden dolayı emilebilmektedir.

- Girilebilen Bölgelerde Artış: Bu teori, daha önce lifin penetasyonu zor olan kompakt yapısı nedeni ile girilemeyen bölgelerini carrierin açıp genişlettiğini iddia etmektedir. Carrier, boyanabilir amorf bölgelerin, boyanamayan kristalin bölgelere oranını değiştirir ve böylece azalan kristallik ile eklenen bölgeler boyama için elverişli hale gelmektedir.

- Şişirme: Bu teoride, carrierlerin lifi şişirdiği kabul edilmiştir. Sışmiş lifler, içine büyük moleküllü boyarmaddelerin daha hızlı difüze olmasına izin verirler. Teorinin temel kabulü, lifin kısalma veya büzülmesinin şişmenin bir fonksiyonu olduğudur.

- Yağlayıcı Etki: Bu teoriye göre, carrier lifin polimer moleküllerini bağlayan ve çapraz bağları koparan bir moleküler yağlayıcı gibi etki etmektedir.

b) Boya banyosunda oluşan değişimler ile ilgili ileri sürülen teoriler

- Transfer Teorisi: Önerilen bu teoride, içinde carrier ve boyarmaddenin bir gevsek kompleks oluşturduğu carrier veya transfer mekanizması ve boyarmadde carrier bileşiminin, boyarmaddenin sulu çözeltisinden daha hızlı bir şekilde lif tarafından emildiği iddia edilmiştir.

- Banyoda Boyarmaddenin Çözünürlüğünü Arttırma: Bu teoride, carrier varlığının sulu fazda boyarmadde çözünürlüğünü arttırdığı kabul edilmiştir. Dispers boyarmadde ile boyamanın aslında boyarmaddenin oldukça seyrek sulu çözeltiden olduğu ileri sürülmüştür. Çözünebilir boyarmadde lif tarafından absorblandıkça, daha az çözünebilir dispers boyarmadde kristaller çözünmektedir. Eğer sulu boyarmadde sıvısı içinde tek moleküllü boyar madde konsantrasyonu artarsa boyama oranı da artacaktır.

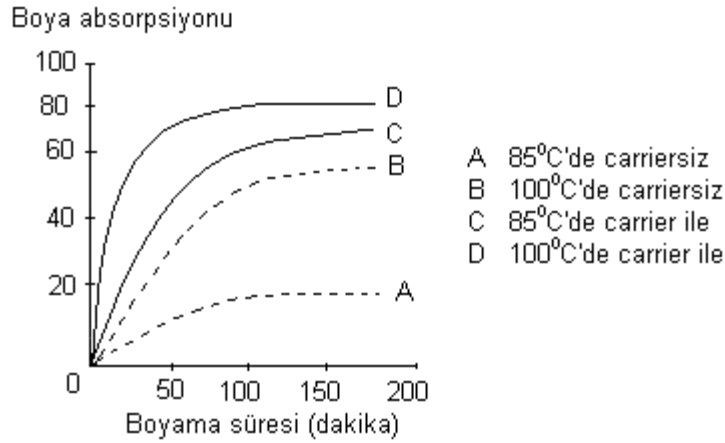
- Filmden Boyarmaddenin Elde Edilebilirliğinin Artması: Teoride, suda çözünemez boyama yardımcılarının, lifin etrafını bir film ile kaplama kabiliyetlerinden dolayı etkili olabildikleri ileri sürülmüştür. Boyarmaddeler carrierler ile birlikte mükemmel çözünürlüğe sahip olduklarından; boyama, seyreltilmiş banyoya göre boyarmaddenin daha konsantre olduğu film içerisinde daha hızlı gerçekleşmektedir.

- Sıvı Lif Teorisi: Bu teori, carrierin lif içerisine emildiğini ve lif içinde boyarmaddeyi çözen ve taşıyan bir co- fibre gibi hareket ettiğini ileri sürmektedir.

- Su Çekmede Artış: o-fenil fenol veya benzoik asit gibi hidrofilik gruplar içeren carrierlerin polyester lifi içerisine hızlı difüzyon oranını verdikleri öne sürülmüştür. Molekülün aromatik bölümünün hidrofobik lif için Van der Waals kuvvetine sahip olduğu ve fenolik hidrofilik bölümün suyu çektiği kabul edilmiştir. Su için artan çekim, boyama oranında artışla sonuçlanan boyarmadde sıvısının akışını arttırır [3, 44].

İleri sürülen bu teoriler, benzer yapıdaki carrierlerin farklı dispers boyarmaddeler ile aynı etki göstermemesi nedeni ile geçerlilik kazanmıştır (3).

Etkili carrierlerin tamamı, bazı boyarmaddeler ile diğerlerinden daha fazla boyama oranını arttırırlar ve Şekil 3.14'den de görülebileceği gibi, bu tip carrierlerin optimum konsantrasyonları vardır. Bu konsantrasyona erişildikten zaman, boya banyosundan boya alımı durmaktadır. Bu durum, en iyi sonuçları veren en ekonomik carrierin seçiminde oldukça kullanışlıdır [40].



Şekil3.14. Boyama kinetiğine carrierlerin etkisi [40]

Carrier Boyama Prosesi

Polyester materyallerin kaynama sıcaklığının altında uygulanan boyamalarında tatmin edici neticeler alınamamaktadır. Bu nedenle kaynama sıcaklığında boyama flottesine carrier ilave edilerek boyamalar yapılmaktadır. Boyama flottesinin pH'i 4,5-5,5'e ayarlandıktan sonra boya yardımcı kimyasalları ilave edilmekte ve kullanılan carrier cinsine göre boya banyosu 40-70 °C'ye ısıtılmaktadır. Materyal bu flotte ile bir süre muamele edildikten sonra carrier ilave edilip, 15 dakika kadar işleme devam edilir. Flotteye boyarmadde dispersiyonu ilave edildikten sonra sıcaklık yaklaşık 30-45 dakika içerisinde kaynama sıcaklığına çıkarılmakta ve 1-2saat boyamadan sonra redüktif yıkama yapılmaktadır [31].

Carrierin etki derecesi, lif tarafından absorbe edilen carrier miktarına bağlıdır. Balmforth, maksimum boya alımını veren bir carrier konsantrasyonunun olduğunu ve bu konsantrasyonda herhangi bir azalmanın daha düşük bir boya alımıyla sonuçlanacağını göstermiştir. Uygun konsantrasyonun, sistemin doyması için gerekli carrier miktarının karşılığı olacağını ve bu miktardan fazlasının üçüncü bir faz oluşturacağını (çözünmemiş carrier fazı) bulmuştur. Üçüncü faz oluşumunda, boyarmadde elyaf fazında değil, bu fazda çözünmeyi tercih edeceğinden boyama şiddeti düşmektedir [45].

HT boyama prosesinde bile küçük miktarlarda carrier ilavesi faydalı bulunmuştur;çünkü carrier, boyarmaddenin migrasyon özelliklerini ve dengesini geliştirmektedir. Carrier boyama, carrierin yüksek fiyatı, boyanmış kumaştan tamamen uzaklaştırılmasının zorluğu, lekelenme problemi ve kirletme problemlerinden dolayı bazı sınırlamalara sahiptir. Bazı carrierler küçük miktarlarda bulundursalar bile boyanmış materyallerin ışık haslığını kötü etkilemektedirler. Mükemmel haslık özelliklerine sahip çoğu dispers boyarmadde, tam renk tonu elde etmek için banyodan tamamıyla çekilememektedir [44,47].

En iyi haslık değerleri için carrier boyamadan sonra bir redüktif ara işlem ve 190-220 °C sıcaklıkta fiksaj işlemleri uygulanılarak alınmaktadır [48].

3.9.2. HT boyama yöntemi

Polyester materyallerin boyanması için bugün en fazla uygulanan boyama metodu kaynama sıcaklığından yüksek sıcaklıklarda basınç altında gerçekleştirilen HT (High Temperature) boyama yöntemidir.

Polyesterin 1. camlaşma noktası olan 70-80 °C'nin altındaki sıcaklıklarda liflerin sıkı moleküler üstü yapılarındaki sadece amorf bölgelerde bulunan etilen gruplarının hareketlilik kazanması nedeni ile boyarmadde nüfuz edememektedir. Lifler ancak polyesterin 2. camlaşma sıcaklığı olan 120-140 °C'de yapılarındaki kristalin bölgelerde bulunan benzen halkalarını hareketlilik kazanması ile boyarmadde almaktadır.

HT boyama şartlarında mamul, 100 °C'nin üzerinde ve basınç altında dispers boyarmaddeler ile boyanmaktadır. Sıcaklığın kaç °C'ye çıkarılmasının optimal sonuç vereceği kesin değildir, ancak genel olarak boyama işlemi 130 °C'de uygulanmaktadır.

Boyamanın uygulanacağı sıcaklık;

- Makineye,

- Boyanacak olan malzemenin özelliklerine (tekstüre mamullerde sıcaklık arttıkça tekstüre özelliği kaybolabilmektedir),
- Kullanılacak boyarmaddeye bağlıdır [47].

HT-Asidik boyama prosesi

Boyama flottesinin pH'i 4,5-5,5'e ayarlandıktan sonra boya yardımcı kimyasalları ve dispers boyarmadde dispersiyonu ilave edilir. Bu sıcaklıkta 10-15 dakika kadar muamele edildikten sonra sıcaklık yaklaşık 30 dakikada 120-135 °C'ye çıkartılır. Materyalin basınç altında 1-2 saat muamele görmesi sağlandıktan sonra redüktif yıkama yapılır [47].

Sadece şiddetli HT boyama koşulları altında iyi dispersiyon stabilitesine sahip mikro incelikte dispers boyarmaddeler HT boyama için kullanılabilir. Kumaş üzerinde filtre edilmiş boyarmadde kristalleri ve parçaları zayıf haslık özellikleri verirler. Tam renk tonlarının sürtünme haslığı bazen oldukça zayıftır. HT aparatının yüzeyinde ve lif üzerinde çöken oligomer problemi oluşabilmektedir. Banyodaki kalan boyarmadde dışarıda kristalize olur ve soğutma sırasında lif yüzeyinde çöker. Bu problemlere meydan vermemek için, çektirme banyosu mümkün olan yüksek bir sıcaklıkta bitirilmelidir [44].

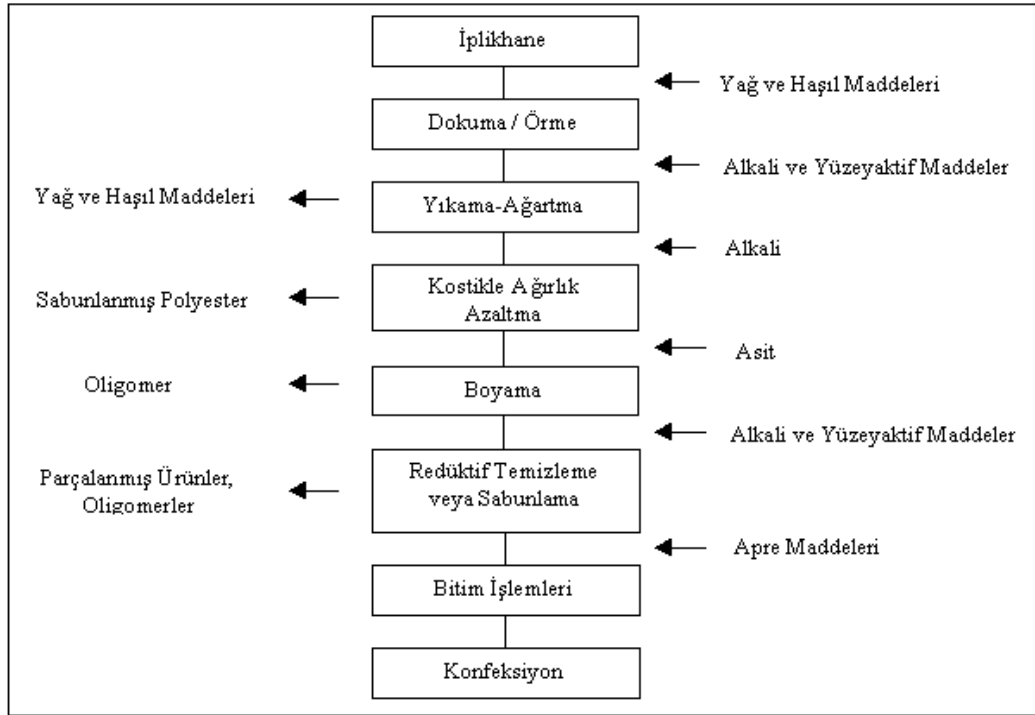
HT boyama yönteminde fiksaj ve çekmelerdeki düzensizliklerden kaynaklanan farklılıkların kapatılması daha iyi sağlanabilmektedir. Yeni tip makine ve aparatlar kullanılarak boyama süresi carrier boyama yöntemine göre kısaltılabilmektedir.

Ayrıca carrier kullanımının neden olduğu lekelenme, toksik etki ve ışık haslıklarının düşmesi gibi problemler ortadan kalkmaktadır. İpliklerin içerisine daha iyi nüfuz etmiş boyamalar elde edilebilmektedir [47,53].

HT-Alkali boyama prosesi

Son yıllarda, % 100 polyester mamullerin alkali ortamda boyanabilirliği üzerine birçok araştırmacı tarafından çalışmalar yapılmaktadır. Şekil3.15'de görüldüğü gibi,

polyester mamullerin ön terbiye ve art işlemleri alkali ortamda, sadece boyama işlemleri asidik ortamda gerçekleştirilmektedir.



Şekil 3.15. % 100 Polyester için işlem akış şeması [49]

Polyester liflerinin alkali ortamda boyanması ile iyi ve tekrarlanabilirliği olan boyamalar elde edilmesi halinde uygulanan bütün prosesler alkali ortamda gerçekleştirilebileceğinden aşağıdaki avantajlar sağlanmış olacaktır;

- Prosesin rasyonelleştirilmesi sağlanacaktır.
- Konvansiyonel boyama metodunda özellikle koyu renk için uygulanan boyamalarda oluşan oligomer problemi önlenebilecektir.
- Dokuma sırasında uygulanan birçok haşıl maddesi, alkali ortamda çözünür olmasına rağmen asidik ortamda çözünmemektedir. Asidik ortamda çöken maddelerin uzaklaştırılması sırasında, dispers boyarmaddelerin yüksek oranda çözünmesi boyama lekelerine neden olabilmektedir.
- İplik preperasyonları, haşıl kalıntıları, yağlar ve mumlar alkali ortamda daha iyi emülsiyeye olduğundan, mamul üzerinde daha az preperasyon artığı kalmaktadır.
- Daha yüksek parlaklık sağlanabilmektedir.
- Mamulün tutum özelliklerinin iyileştirilmesi sağlanmaktadır.
- Enerji ve su tasarrufu sağlanmaktadır [50, 51].

Polyesterin alkali ortamda boyanması ile halen yeterli tekrarlanabilirliğin sağlanamamış olması, dispers boyarmaddelerin birçoğunun alkali ortamda stabil olmaması nedeni ile yeterli ölçüde renk tonlarının elde edilememesi ve ortam pH'inin alkali ortamda sabit tutulamaması dezavantajları nedeni ile bu konuda yapılan çalışmalar halen devam etmektedir [49].

Alkali ortamda boyama yöntemi, işlem akısı ve boyama şartları açısından asidik ortamda yapılan boyama metodundan farklı değildir. Boyama başlangıç pH gerinin 9-9,3 bitişte ise 8,5-8,6 olması gerekmektedir. pH değeri düştükçe oligomer ve bunların parçalanması ile oluşan ürünler tekrar lif üzerine yerleşmektedir [52].

Alkali ortamda yapılacak boyamalarda boyarmadde seçimi oldukça önemlidir. Çünkü oligomerlerin sabunlaşması gibi, birçok dispers boyarmadde de sabunlaşmaya başlamaktadır. Bu nedenle tekrarlanabilir boyamaların elde edilebilmesi için alkaliye dayanıklı dispers boyarmadde kullanımı çok önemlidir [51, 52].

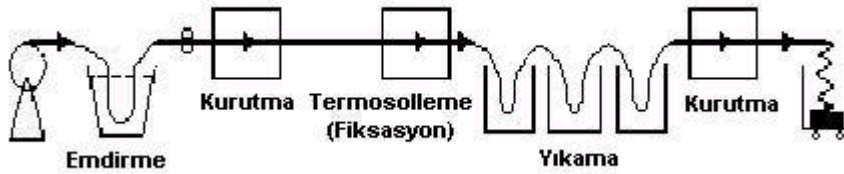
Alkali ortamda uygulanacak boyama işlemlerinde kullanılacak suyun kalitesi, boya yardımcılarının uygun olarak seçilmesi ve uygun bir tamponlayıcı sistemin kullanılması diğer önemli faktörlerdir [52].

3.9.3. Termosol boyama yöntemi

Bu kontinü boyama metodu, 1949 yılında Du Pont firması tarafından "Termosol" ticari adı altında polyester ve polyester karışımı mamullerin dispers, küp leuko ester ve bazı küp boyarmaddeleri ile boyanması için geliştirilmiş bir yöntemdir. Termosol boyama yöntemi, çok ince bir dispers boyarmadde tabakası ile çevrelenen polyester lifinin yüksek sıcaklıklara maruz bırakılarak (180-220 °C), boyarmaddenin lif içerisine difüzyonunun sağlanması esasına dayanmaktadır. Boyarmaddenin 200 °C'deki difüzyonu 100-120 °C sıcaklık seviyesine oranla yaklaşık 1000 kat daha hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir. Bugün en fazla polyester/selüloz karışımlarına uygulanan bir boyama yöntemidir [32,47].

Termosol boyama yöntemi Şekil3.16'de gösterildiği gibi aşağıdaki işlem basamaklarından oluşmaktadır.

- Mamulün boyarmadde flottesiyile fularda emdirilmesi,
- Ara kurutma (Ön kurutma + Esas kurutma),
- Termosolleme,
- Art işlem adımlarından oluşmaktadır.



Şekil 3.16. Termosol boyama prosesi işlem akışı

Mamul ilk önce bir fularda boya banyosu ile fularlanır. Emdirme boya banyosu dispers boyarmaddelerin yani sıra, anti-migrasyon maddesi, pH düzenleyici ve gerektiğinde absorpsiyon hızlandırıcı maddeler de içermelidir. Ancak düzgün bir emdirmenin sağlanabilmesi için mamulün her tarafında eşit hidrofilitik olması gerekmektedir. Bu nedenle fularda gelen mamulün, haşılının düzgün bir şekilde sökölümü olması, yıkama işlemi sırasında leke ve emdirme artıklarından tamamen arındırılmış olması ve her tarafının aynı kurulukta olması gerekmektedir.[31,32, 47].

Fulardlamadan sonra mamule applike edilmiş boya flottesinin akmaması ve boyarmaddenin göç etmesi sağlanmalıdır. Bu nedenle kullanılan fulardın ve boya flottesinin termosol yöntemine uygun olması gerekmektedir. Emdirme işleminde genellikle mamulde alınan flotte oranı (AF) % 50-60 olacak şekilde bir sıkma uygulanmaktadır [31].

Polyester liflerinin hidrofob karakteri nedeni ile mamule applike edilen flotte lifler tarafından emilmeyip, liflerin yüzeyinde bir boyarmadde-yardımcı kimyasal tabakası oluşturmaktadır. Fulardan çıkan yas mamul, üzerindeki boya ve kimyasal tabakasının bozulmaması için hiçbir yere değmeden genellikle fulardın üzerine yerleştirilen bir ön kurutma kanalına girmektedir. Kurutma miktarının migrasyon tehlikesi nedeni ile

mamulün her tarafında aynı düzgünlükte ve hızda yapılması gerekmektedir. Aksi takdirde az kuruyan kısımlarda oluşan yüzey suyu çabuk kuruyan kısımlara doğru göç edeceğinden kenar-orta ve iki yüzü farklı bir boyama oluşmaktadır. Ön kurutma işlemi ile mamul üzerindeki AF oranı % 20-30 düşürülmektedir[32 ,47].

Esas kurutma sıcaklığı kurutucunun özelliğine ve mamulün cinsine göre 100-140 °C'de yapılmaktadır. Kurutmanın her noktada aynı seviyede olması gerekmektedir. Eğer eşit bir kurutma sağlanamazsa, fazla kurutma meydana gelen yerlerde liflerin yüzeyindeki boyarmaddenin bir kısmı liflerin içerisine nüfuz etmeye baslar [31].

Kurutma işlemi tamamlanan mamule termosolleme adımında 180-220 °C'de kuru sıcaklık 30-60 saniye etki ettirilir. Kurutma işlemi sırasında lif yüzeyine boyarmadde partiküllerinin yapışması ile oluşan film tabakasından boyarmaddeler termosolleme adımında ısınarak elyaf içerisine difüzyonlanarak fikse olurlar [45].

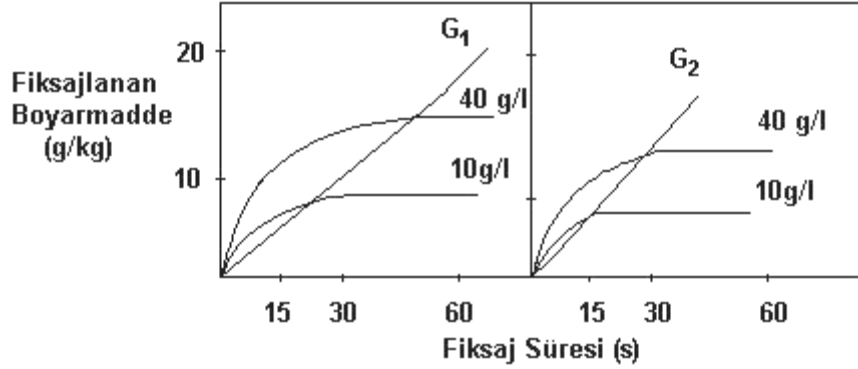
Termosolleme işlemi ile boyarmadde lif tarafından absorbe edildiğinde çok hızlı bir şekilde lifin iç yapısına nüfuz etmektedir. Termosolleme prosesi üç temel asamadan oluşmaktadır;

1. Isıtma periyodu
2. Boya absorpsiyon periyodu
3. Boya difüzyon periyodu

Bu aşamalar bazen aynı anda gerçekleşebilmektedir. Isıtma aşamasında göz önünde bulundurulması gereken nokta, tekstil materyalinin yapısıdır. Tekstil materyalinde yoğunluk artısına bağlı olarak, ısıtma için gerekli olan süre de uzamaktadır [40].

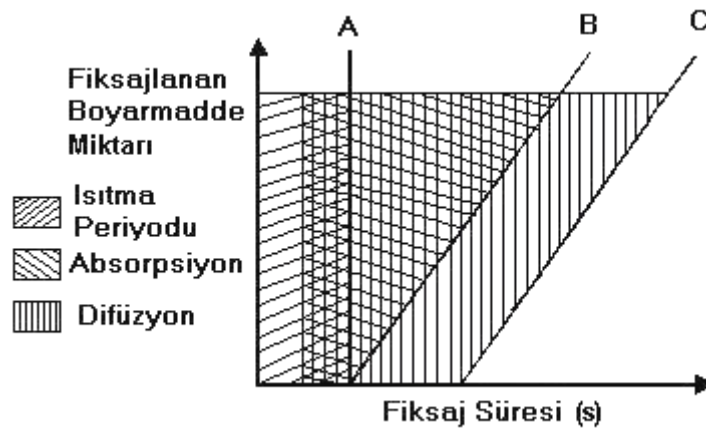
Absorpsiyon aşaması, termofiksaj sıcaklığının altında başlamaktadır ve gerekli zaman ise fiksajlanacak olan boyarmadde miktarı ile ilişkili olmaktadır. Süre, fiksajlanacak boyarmadde miktarının doğrusal bir fonksiyonu şeklinde değişim göstermektedir. Absorpsiyon süreci ile başlayan boya difüzyonu, uygulanan sıcaklık seviyesi ile doğrudan ilişkilidir. Sıcaklık arttıkça difüzyon hızı ile absorpsiyon hızından daha yüksek bir değere ulaşmaktadır. Bu nedenle, absorpsiyon ve difüzyon etkisine bağlı

olarak optimum fiksaj sıcaklığına ulaşılması ve uygun boyamanın yapılabilmesi için daha kısa bir zaman dilimi kullanılmalıdır. Boya banyosu içerisinde bulunan farklı miktarlardaki boyarmaddenin boyama Kinetiği Şekil3.17’de gösterilmektedir [40].



Şekil 3.17. Adsorpsiyon zamanının değerlendirilmesi [40].

Şekil3.18’deki grafikte, eğri trendinin yataya yaklaştığı noktada absorpsiyon aşaması sona ermektedir. Dolayısıyla, 200 °C sıcaklık için G_1 doğrusu ve 215 °C sıcaklık için G_2 doğrusu elde edilmektedir. Ayrıca, 215 °C sıcaklığa yaklaştıkça fiksaj miktarı belirgin bir kazanım olmaktadır [40].



Şekil 3.18. Termofiksajın, boya miktarı, fiksaj sıcaklığı ve sistem çıktısının bir fonksiyonu olarak kronolojik gelişimi [40].

BÖLÜM 4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

4.1. Kullanılan Kimyasal Maddeler

Deneysel çalışmada, %100 polyesterden mamül örme kumaş kullanılmıştır. Kullanılan boyarmaddenin özellikleri Tablo 4.1’de verilmiştir. Taşıyıcı olarak SetacARRIER ECO (yarıdan fazlasını bip phthalimides oluşturmaktadır ve ayrıca %9 isobutilalkol; %10 LAB-SA ve monopropilenglikol’de ürünün içinde yer almaktadır) seçilmiştir. Sodyum karbonat ve asetik asit de ön temizleme ve yıkama işleminde kullanılan kimyasallardır.

Tablo 4.1. Boyarmaddenin özellikleri

Boyarmadde Adı	Firma	C.I.Numarası	Kimyasal Sınıfı	Molekül formülü
Foron Yellow Brown S2RFL	Clariant	C.I. Disperse Yellow 241	Antrokinon	$C_{19}H_{17}Cl_2N_5O_4$

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,
Gri skala: Boyanan kumaşların yıkama haslıklarının belirlenmesinde kullanılan gri ölçek,

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

4.3. Yöntem

4.3.1. Boyama çalışmaları

Farklı flotte (1/50, 1/70, 1/100, 1/200, ve 1/250), boyama şiddetlerinde (%0.1, %0.5, %1, %2ve %4) hazırlanan boyama banyolarında değişik mikrodalga seviyeleri kullanılarak, farklı sürelerde taşıyıcılı ve taşıyıcısız boyamalar gerçekleştirilmiştir.

Tablo 4.2. Mikrodalga fırının değişik seviyeleri için güç değerleri

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

4.3.2. Mikrodalgada zamana bağlı olarak yapılan boyama çalışmaları

Boyamanın zaman bağıllığını belirlemek ve optimum boyama süresini tespit edebilmek amacıyla 1/250 flotte oranında M-H ve H seviyeleri için 1 dk, 2 dk, 3 dk, 4 dk, 5 dk, 10 dk, 15 dk, 20 dk, 25 dk ve 30 dk. süre ile carrierli ve carriersiz boyamalar gerçekleştirilmiştir. Tablo 4.3. ve 4.4. de değişik yöntemlerde farklı sürelerde boyanan örneklerin numaraları verilmiştir.

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

Süre	Mikrodalga Güç Seviye	
	M-H Seviyesi	H Seviyesi
1	1	11
2	2	12
3	3	13
4	4	14
5	5	15
10	6	16
15	7	17
20	8	18
25	9	19
30	10	20
1/250 Flotte oranı, %2 lik Boya çözeltisi, Carrierli Boyama		

Tablo 4.4. M-H ve H seviyesi için farklı sürelerde carriersiz boyanan örneklerin numaraları

Süre	Mikrodalga Güç Seviye	
	M-H Seviyesi	H Seviyesi
1	21	31
2	22	32
3	23	33
4	24	34
5	25	35
10	26	36
15	27	37
20	28	38
25	29	39
30	30	40
1/250 Flotte oranı, %2 lik Boya çözeltisi, Carriersiz Boyama		

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

Boyamanın Mikrodalganın güç seviyelerine (L, M-L, M, M-H ve H) ve boyanın şiddetine bağlılığını: Optimum süre kullanarak carrierli ve carriersiz boyamalar gerçekleştirilmiştir. Tablo 4.5. ve 4.6. de değişik mikrodalga seviyeleri farklı boya şiddetleri için carrierli ve carriersiz boyanan örneklerin numaraları verilmiştir

Tablo 4.5. Mikrodalga güç seviyelerinin carrierli boyamada boya şiddetine göre değişimini gösteren numunelerin numaraları

Mikrodalga Güç Seviyeleri	Boyama şiddeti				
	%0.1	%0.5	%1	%2	%4
L	41	46	51	56	61
M-L	42	47	52	57	62
M	43	48	53	58	63
M-H	44	49	54	59	64
H	45	50	55	60	65
1/100 Flottede, 5 Dakika, Carrierli Boyama					

Tablo 4.6. Mikrodalga güç seviyelerinin carriersiz boyamada boya şiddetine göre değişimini gösteren numunelerin numaraları

Mikrodalga Güç Seviyeleri	Boyama şiddeti				
	%0.1	%0.5	%1	%2	%4
L	66	71	76	81	86
M-L	67	72	77	82	87
M	68	73	78	83	88
M-H	69	74	79	84	89
H	70	75	80	85	90
1/100 Flottede, 5 Dakika, Carriersiz Boyama					

4.3.4. Mikrodalgada seviyeleri ve flotte oranına bağlı olarak yapılan boyama alışmaları

Boyamanın Mikrodalganın güç seviyelerine (L, M-L, M, M-H ve H) ve farklı flotte oranlarına bağlılığını: Optimum süre kullanarak boyamalar gerçekleştirilmiştir. Tablo 4.7. de değişik mikrodalga seviyeleri ve farklı flottelerde boyanan örneklerin numaraları verilmiştir

Tablo 4.7. Değişik mikrodalga seviyeleri ve farklı flottelerde boyanan örneklerin değişimini gösteren numunelerin numaraları

Mikrodalga Güç Seviyeleri	Flotte Oranları				
	1/50	1/70	1/100	1/200	1/250
L	91	96	101	106	111
M-L	92	97	102	107	112
M	93	98	103	108	113
M-H	94	99	104	109	114
H	95	100	105	110	115
%0,5 lik Boyama şiddetinde, 5 Dakika boyama					

BÖLÜM 5. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

5.1. Mikrodalgada Zamana Bağlı Olarak Yapılan Boyama Çalışmaları Sonuçları

Boyamalar Tablo 5.1. ve Tablo 5.2 deki miktarlara uygun olarak yapılmıştır. Mikrodalganın M-H ve H seviyesinde 1 dk, 2 dk, 3 dk, 4 dk, 5 dk, 10 dk, 15 dk, 20 dk, 25 dk ve 30 dk. süre ile carrierli ve carriersiz boyamalar yapılmıştır. Elde edilen K/S değerleri incelendiğinde en yüksek pik değerlerinin 460 nm de elde edildiği görülmüştür. Bu sonuçlar Tablo 5.3., Tablo 5.4., Tablo 5.5., Tablo 5.6.,da değişim grafikleri ise Şekil 5.1., Şekil 5.2., Şekil 5.3., Şekil 5.4. de verilmiştir.

Tablo 5.1. Taşıyıcısız boyama Kullanılan kimyasal - elyaf miktar tablosu

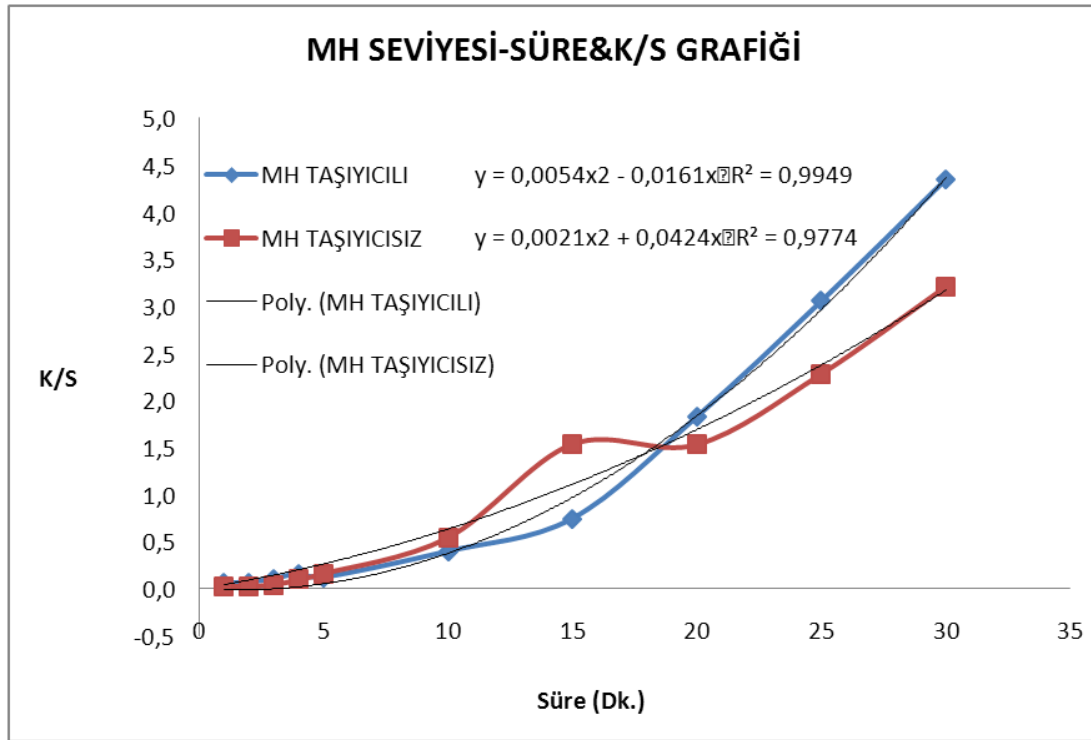
Flotte	1/250	1/250	1/250	1/250	1/250
Elyaf	1 g	1 g	1 g	1 g	1 g
B.M.	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
BM. Miktar	2 ml	2 ml	2 ml	2 ml	2 ml
Asetik asit g/l	0,1 g/l	0,1 g/l	0,1 g/l	0,1 g/l	0,1 g/l
Asetik Asit	1,25 ml	1,25 ml	1,25 ml	1,25 ml	1,25 ml
Su Miktarı	246,75	246,75	246,75	246,75	246,75

Tablo 5.2. Taşıyıcılı boyama Kullanılan kimyasal - elyaf miktar tablosu

Flotte	1/250	1/250	1/250	1/250	1/250
Elyaf	1 g	1 g	1 g	1 g	1 g
B.M.	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
BM. Miktar	2 ml	2 ml	2 ml	2 ml	2 ml
Asetik asit g/l	0,1 g/l	0,1 g/l	0,1 g/l	0,1 g/l	0,1 g/l
Asetik Asit	1,25 ml	1,25 ml	1,25 ml	1,25 ml	1,25 ml
Carrier g/l	1 g/l	1 g/l	1 g/l	1 g/l	1 g/l
Carrier Miktarı	10 ml	10 ml	10 ml	10 ml	10 ml
Su Miktarı	236,75	236,75	236,75	236,75	236,75

Tablo 5.3. M-H Mikrodalga seviyesinde Taşıyıcılı ve Taşıyıcısız boyama Süre ile K/S değişim tablosu

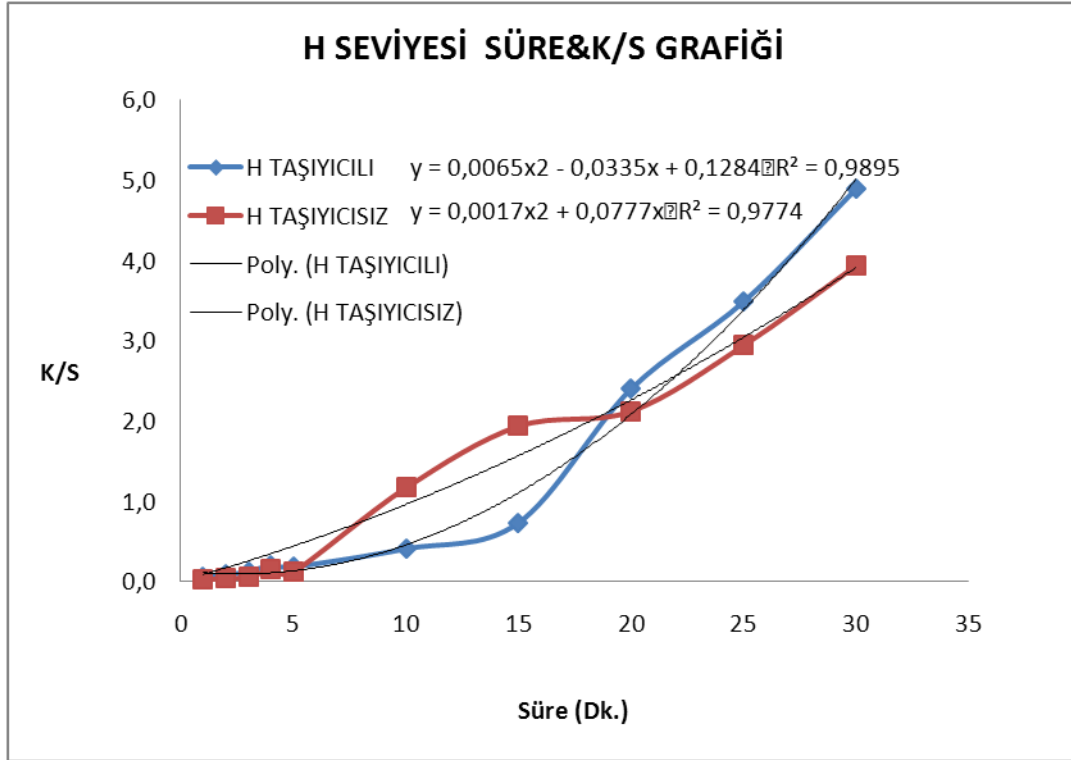
SÜRE (Dk.)	1	2	3	4	5	10	15	20	25	30
MH TAŞIYICILI	0,059	0,068	0,104	0,158	0,119	0,396	0,744	1,828	3,059	4,355
MH TAŞIYICISIZ	0,027	0,031	0,044	0,100	0,163	0,545	1,540	1,535	2,287	3,214



Şekil 5.1. M-H Mikrodalga seviyesinde Taşıyıcılı ve Taşıyıcısız boyama Süre ile K/S değişim

Tablo 5.4. H Mikrodalga seviyesinde Taşıyıcılı ve Taşıyıcısız boyama Süre ile K/S değişim tablosu

SÜRE (Dk.)	1	2	3	4	5	10	15	20	25	30
H TAŞIYICILI	0,053	0,078	0,116	0,191	0,176	0,401	0,723	2,389	3,477	4,884
H TAŞIYICISIZ	0,025	0,033	0,052	0,139	0,112	1,161	1,929	2,115	2,935	3,929

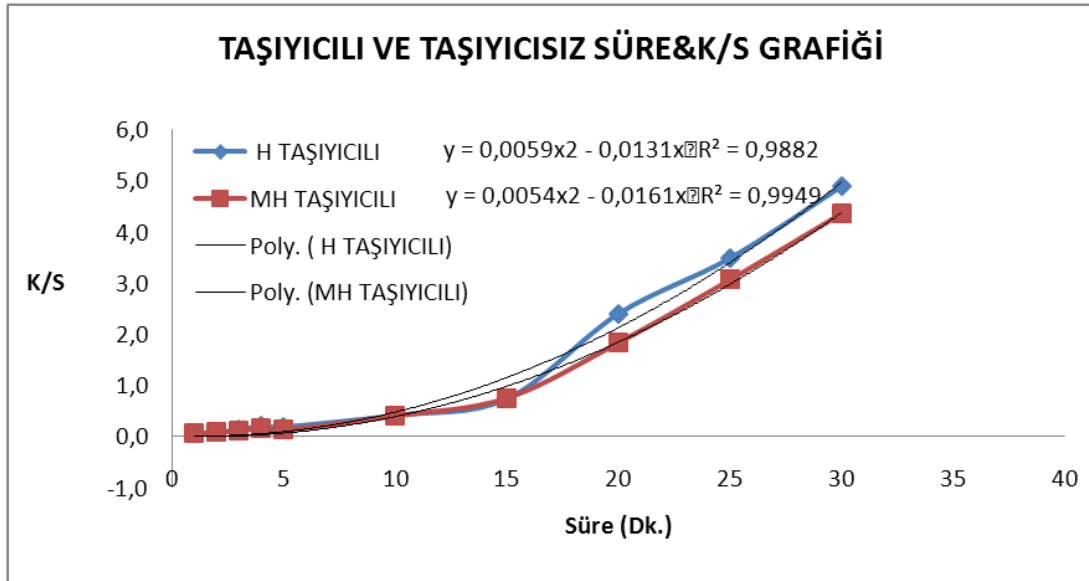


Şekil 5.2. H Mikrodalga seviyesinde Taşıyıcılı ve Taşıyıcısız boyama Süre ile K/S değişim

Şekil 5.1 ve Şekil 5.2 den görüleceği gibi M-H ve H seviyesinde de ilk 5 dakikalık boyamalarda taşıyıcılı boyamaların K/S değerlerinin, taşıyıcısız yapılan boyamaların K/S değerinin yaklaşık iki katı olduğu ve artış eğrilerinin lineer olduğu gözlemlenmektedir. 5 dakikayı geçen boyama sürelerinde ise K/S değerlerinde çok büyük ve lineer olmayan artışlar gözlenmiştir.

Tablo5.5. Taşıyıcılı-Taşıyıcısız boyamada süre ile K/S değişim tablosu

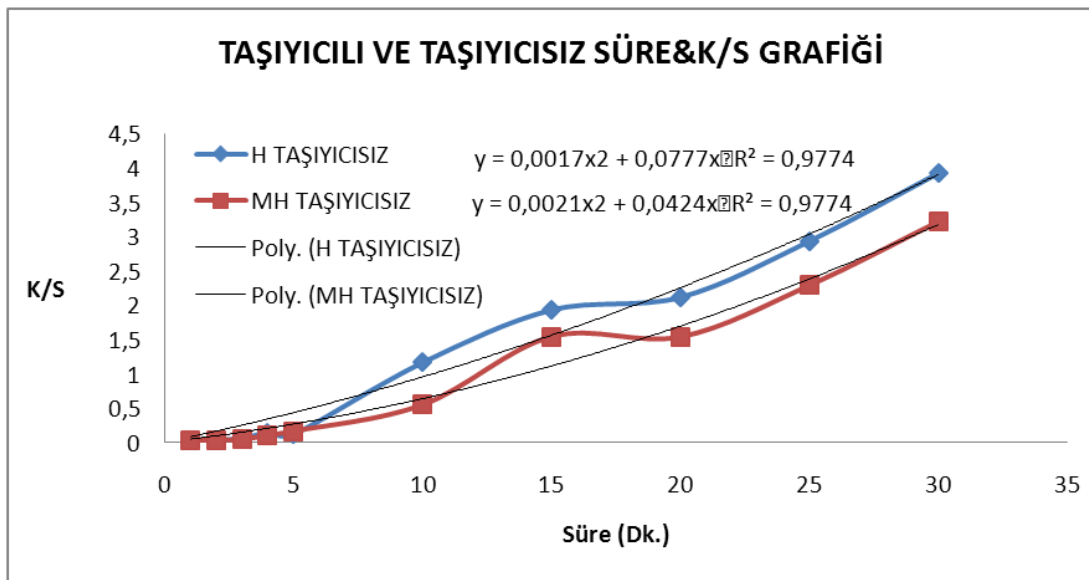
SÜRE (Dk.)	1	2	3	4	5	10	15	20	25	30
H TAŞIYICILI	0,053	0,078	0,116	0,191	0,176	0,401	0,723	2,389	3,477	4,884
MH TAŞIYICILI	0,059	0,068	0,104	0,158	0,119	0,396	0,744	1,828	3,059	4,355



Şekil 5.3. Taşıyıcılı-Taşıyıcısız boyamada süre ile K/S değişim grafiği

Tablo5.6. Taşıyıcılı-Taşıyıcısız boyamada süre ile K/S değişim tablosu

SÜRE (Dk.)	1	2	3	4	5	10	15	20	25	30
H TAŞIYICISIZ	0,025	0,033	0,052	0,139	0,112	1,161	1,929	2,115	2,935	3,929
MH TAŞIYICISIZ	0,027	0,031	0,044	0,100	0,163	0,545	1,540	1,535	2,287	3,214



Şekil 5.4. Taşıyıcılı-Taşıyıcısız boyamada süre ile K/S değişim grafiği

Her iki mikrodalga seviyesinde de taşıyıcı kullanılan ve kullanılmayan boyamalarda ilk 15 dakikada K/S değerlerinde lineer bir artış gözlenmekte, boyama süresinin artma ile K/s değeri logaritmik olarak artmaya başlamaktadır

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

Boyamalar Tablo 5.7. ve Tablo 5.8. deki miktarlara uygun olarak mikrodalganın L, M-L, M, M-H ve H güç seviyelerinde, % 0,1 lik boya şiddetinde, 5 dakika da carrier kullanılarak yapılan boyamalardan elde edilen K/S değerleri Tablo 5.9. te, yine aynı şartlarda carrier kullanmadan yapılan boyamalardan elde edilen K/S değerleri Tablo 5.10. da değişim grafikleri ise Şekil 5.5. ve Şekil 5.6. da verilmiştir.

Tablo 5.7. Taşıyıcılı boyamada kullanılan kimyasal - elyaf miktar tablosu

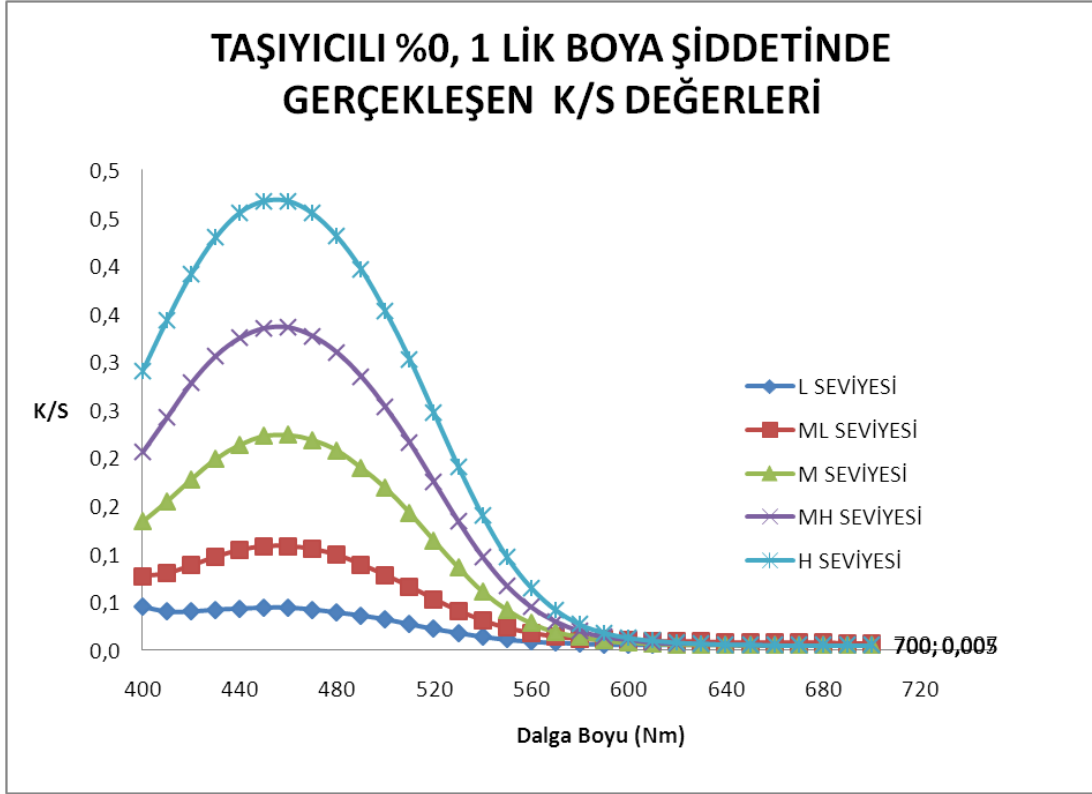
Flotte	1/100	1/100	1/100	1/100	1/100
Elyaf	1 g	1 g	1 g	1 g	1 g
B.M.	0,10%	0,50%	1%	2%	4%
BM. Miktar	0,1 ml	0,5 ml	1 ml	2 ml	4 ml
Carrier g/l	1 g/l	1 g/l	1 g/l	1 g/l	1 g/l
Carrier Miktarı	5 ml	5 ml	5 ml	5 ml	5 ml
Asetik asit g/l	0,1 g/l	0,1 g/l	0,1 g/l	0,1 g/l	0,1 g/l
Asetik Asit	0,5 ml	0,5 ml	0,5 ml	0,5 ml	0,5 ml
Su Miktarı	100 ml ye tamamla				

Tablo 5.8. Taşıyıcısız boyamada kullanılan kimyasal - elyaf miktar tablosu

Flotte	1/100	1/100	1/100	1/100	1/100
Elyaf	1 g	1 g	1 g	1 g	1 g
B.M.	0,10%	0,50%	1%	2%	4%
BM. Miktar	0,1 ml	0,5 ml	1 ml	2 ml	4 ml
Asetik asit g/l	0,1 g/l	0,1 g/l	0,1 g/l	0,1 g/l	0,1 g/l
Asetik Asit	0,5 ml	0,5 ml	0,5 ml	0,5 ml	0,5 ml
Su Miktarı	100 ml ye tamamla				

Tablo 5.9. Taşıyıcılı % 0.1 lik boya şiddetinde elde edilen K/S değerleri tablosu

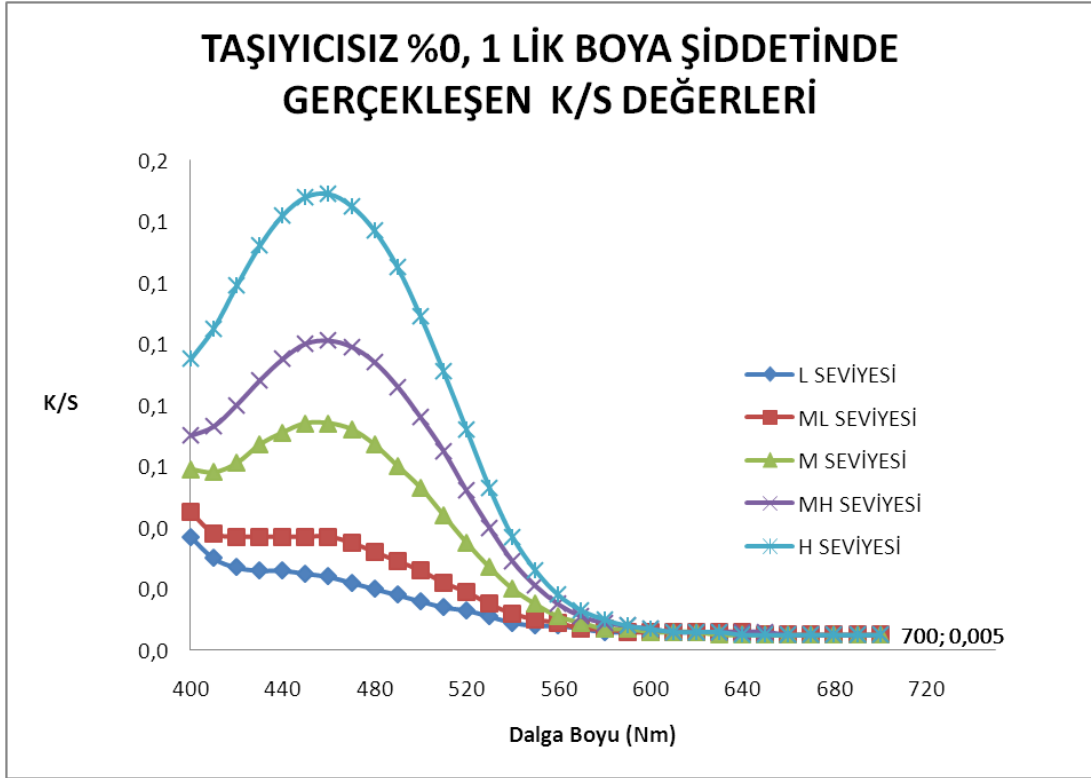
DALGA BOYU	TAŞIYICILI % 0, 1 LİK BOYA ŞİDDETİNDE GERÇEKLEŞEN K/S DEĞERLERİ				
	L SEVİYESİ	ML SEVİYESİ	M SEVİYESİ	MH SEVİYESİ	H SEVİYESİ
400	0,045	0,077	0,134	0,206	0,291
410	0,040	0,080	0,155	0,242	0,344
420	0,040	0,088	0,178	0,278	0,392
430	0,042	0,097	0,199	0,306	0,430
440	0,043	0,104	0,214	0,325	0,456
450	0,044	0,108	0,223	0,335	0,468
460	0,044	0,108	0,224	0,336	0,468
470	0,042	0,105	0,219	0,327	0,455
480	0,039	0,099	0,208	0,310	0,431
490	0,036	0,089	0,190	0,285	0,397
500	0,032	0,078	0,169	0,253	0,353
510	0,027	0,066	0,143	0,216	0,303
520	0,022	0,053	0,114	0,175	0,247
530	0,018	0,041	0,086	0,134	0,191
540	0,014	0,031	0,061	0,097	0,140
550	0,011	0,023	0,042	0,067	0,097
560	0,009	0,018	0,028	0,045	0,065
570	0,008	0,014	0,019	0,030	0,042
580	0,007	0,012	0,014	0,020	0,027
590	0,006	0,011	0,010	0,014	0,018
600	0,006	0,010	0,008	0,011	0,013
610	0,006	0,009	0,007	0,008	0,010
620	0,006	0,009	0,006	0,007	0,008
630	0,006	0,009	0,006	0,007	0,007
640	0,006	0,008	0,006	0,006	0,006
650	0,005	0,008	0,005	0,006	0,006
660	0,005	0,008	0,005	0,005	0,005
670	0,005	0,008	0,005	0,005	0,005
680	0,005	0,008	0,005	0,005	0,005
690	0,005	0,007	0,005	0,005	0,005
700	0,005	0,007	0,005	0,005	0,005



Şekil 5.5. Taşıyıcılı % 0,1 lik boya şiddetinde elde edilen K/S değerleri grafiği

Tablo 5.10. Taşıyıcısız % 0.1 lik boya şiddetinde elde edilen K/S değerleri tablosu

DALGA BOYU	TAŞIYICISIZ %0, 1 LİK BOYA ŞİDDETİNDE GERÇEKLEŞEN K/S DEĞERLERİ				
	L SEVİYESİ	ML SEVİYESİ	M SEVİYESİ	MH SEVİYESİ	H SEVİYESİ
400	0,037	0,045	0,059	0,070	0,095
410	0,030	0,038	0,058	0,073	0,105
420	0,027	0,037	0,061	0,080	0,119
430	0,026	0,037	0,067	0,088	0,132
440	0,026	0,037	0,071	0,095	0,142
450	0,025	0,037	0,074	0,100	0,148
460	0,024	0,037	0,074	0,101	0,149
470	0,022	0,035	0,072	0,099	0,145
480	0,020	0,032	0,067	0,094	0,137
490	0,018	0,029	0,060	0,086	0,125
500	0,016	0,026	0,053	0,076	0,109
510	0,014	0,022	0,044	0,065	0,091
520	0,013	0,019	0,035	0,052	0,072
530	0,011	0,015	0,027	0,040	0,053
540	0,009	0,012	0,020	0,029	0,037
550	0,008	0,010	0,015	0,021	0,026
560	0,008	0,009	0,011	0,015	0,018
570	0,007	0,007	0,009	0,011	0,013
580	0,006	0,007	0,007	0,009	0,010
590	0,006	0,006	0,007	0,008	0,008
600	0,006	0,006	0,006	0,007	0,007
610	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
620	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
630	0,006	0,006	0,005	0,006	0,006
640	0,006	0,006	0,005	0,006	0,005
650	0,005	0,005	0,005	0,006	0,005
660	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
670	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
680	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
690	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
700	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005

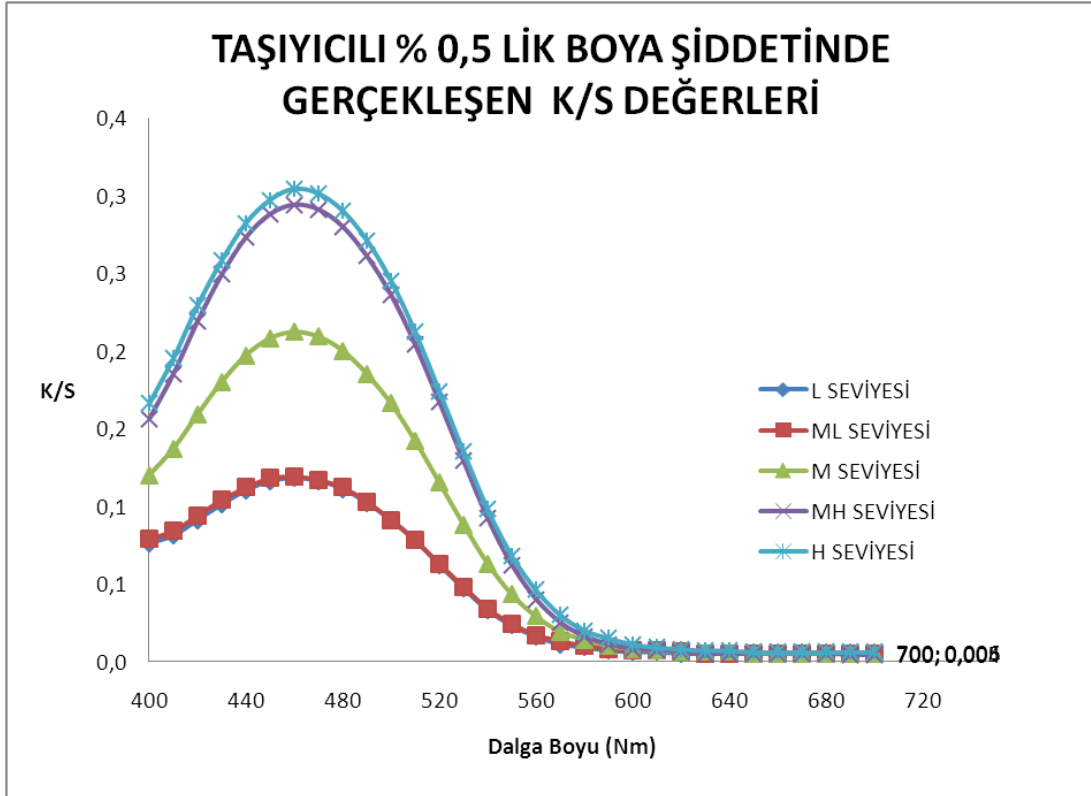


Şekil 5.6. Taşıyıcısız % 0.1 lik boya şiddetinde elde edilen K/S değerleri grafiği

Boyamalar Tablo 5.7. ve Tablo 5.8. deki miktarlara uygun olarak mikrodalganın L, M-L, M, M-H ve H güç seviyelerinde, % 0,5 lik boya şiddetinde, 5 dakika da carrier kullanılarak yapılan boyamalardan elde edilen K/S değerleri Tablo 5.11. te, yine aynı şartlarda carrier kullanmadan yapılan boyamalardan elde edilen K/S değerleri Tablo 5.12. da değişim grafikleri ise Şekil 5.7. ve Şekil 5.8. da verilmiştir.

Tablo 5.11. Taşıyıcılı % 0.5 lik boya şiddetinde elde edilen K/S değerleri tablosu

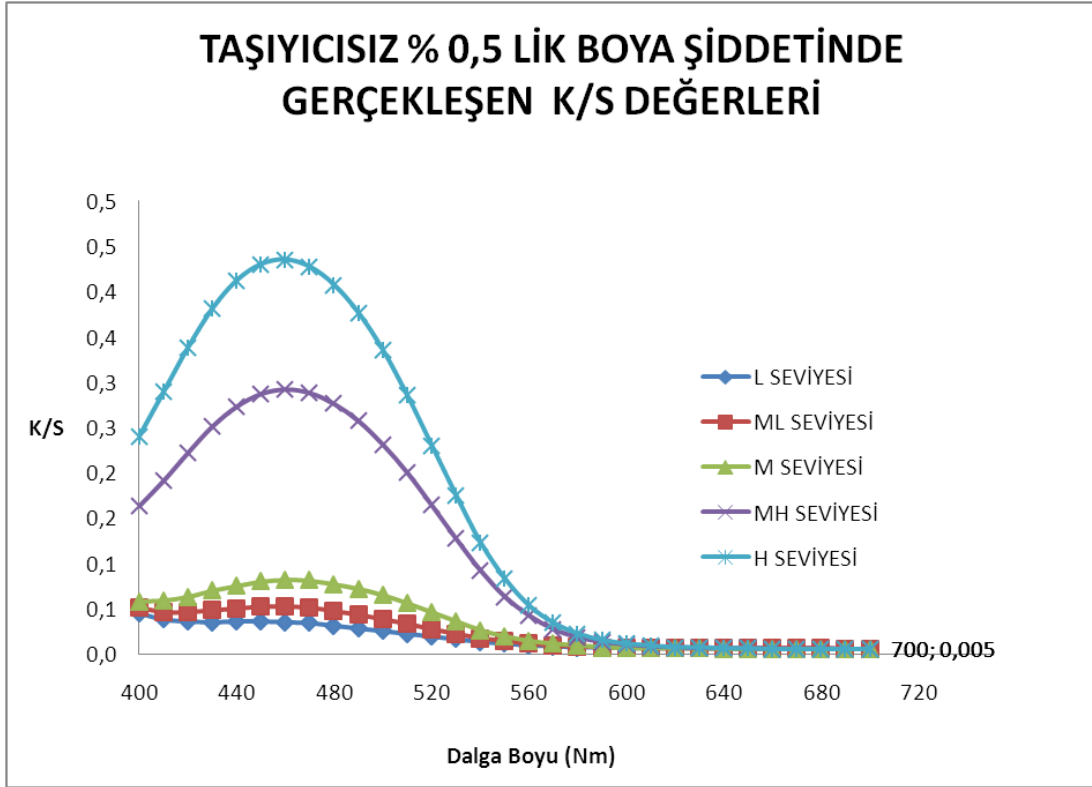
DALGA BOYU	TAŞIYICILI % 0,5 LİK BOYA ŞİDDETİNDE GERÇEKLEŞEN K/S DEĞERLERİ				
	L SEVİYESİ	ML SEVİYESİ	M SEVİYESİ	MH SEVİYESİ	H SEVİYESİ
400	0,076	0,079	0,120	0,156	0,166
410	0,081	0,084	0,137	0,185	0,195
420	0,091	0,094	0,159	0,219	0,229
430	0,101	0,104	0,180	0,249	0,258
440	0,110	0,112	0,197	0,273	0,282
450	0,116	0,118	0,208	0,288	0,297
460	0,118	0,119	0,212	0,294	0,304
470	0,116	0,117	0,209	0,291	0,301
480	0,111	0,112	0,200	0,280	0,29
490	0,102	0,103	0,185	0,261	0,271
500	0,091	0,091	0,166	0,236	0,245
510	0,078	0,078	0,142	0,204	0,212
520	0,062	0,063	0,115	0,167	0,174
530	0,047	0,048	0,088	0,129	0,135
540	0,033	0,034	0,063	0,092	0,098
550	0,023	0,024	0,043	0,062	0,068
560	0,016	0,017	0,029	0,040	0,046
570	0,011	0,013	0,019	0,025	0,03
580	0,009	0,010	0,014	0,016	0,02
590	0,007	0,008	0,010	0,011	0,015
600	0,006	0,007	0,008	0,008	0,011
610	0,006	0,007	0,007	0,007	0,009
620	0,005	0,006	0,006	0,006	0,008
630	0,005	0,005	0,006	0,005	0,007
640	0,005	0,005	0,006	0,005	0,007
650	0,005	0,005	0,005	0,005	0,006
660	0,005	0,005	0,005	0,005	0,006
670	0,005	0,005	0,005	0,005	0,006
680	0,005	0,005	0,005	0,005	0,006
690	0,005	0,005	0,005	0,004	0,006
700	0,005	0,005	0,005	0,004	0,006



Şekil 5.7. Taşıyıcılı %0.5 lik boya şiddetinde elde edilen K/S değerleri grafiği

Tablo 5.12. Taşıyıcısız % 0.5 lik boya şiddetinde elde edilen K/S değerleri tablosu

DALGA BOYU	TAŞIYICISIZ % 0,5 LİK BOYA ŞİDDETİNDE GERÇEKLEŞEN K/S DEĞERLERİ				
	L SEVİYESİ	ML SEVİYESİ	M SEVİYESİ	MH SEVİYESİ	H SEVİYESİ
400	0,045	0,051	0,058	0,163	0,24
410	0,038	0,046	0,059	0,191	0,289
420	0,036	0,046	0,063	0,222	0,338
430	0,035	0,048	0,070	0,251	0,381
440	0,036	0,050	0,075	0,273	0,412
450	0,036	0,052	0,080	0,287	0,43
460	0,035	0,052	0,082	0,292	0,435
470	0,034	0,051	0,081	0,288	0,427
480	0,031	0,047	0,077	0,276	0,407
490	0,028	0,043	0,072	0,257	0,376
500	0,025	0,038	0,065	0,231	0,335
510	0,022	0,033	0,056	0,200	0,285
520	0,019	0,027	0,046	0,164	0,23
530	0,016	0,022	0,036	0,127	0,175
540	0,013	0,017	0,026	0,092	0,123
550	0,011	0,014	0,019	0,063	0,083
560	0,009	0,011	0,014	0,042	0,053
570	0,008	0,009	0,011	0,027	0,034
580	0,007	0,008	0,009	0,018	0,022
590	0,007	0,007	0,007	0,013	0,015
600	0,006	0,007	0,006	0,010	0,011
610	0,006	0,006	0,006	0,008	0,009
620	0,006	0,006	0,006	0,007	0,007
630	0,006	0,006	0,006	0,006	0,007
640	0,006	0,006	0,005	0,006	0,006
650	0,006	0,006	0,005	0,006	0,006
660	0,006	0,006	0,005	0,005	0,005
670	0,006	0,006	0,005	0,005	0,005
680	0,006	0,006	0,005	0,005	0,005
690	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
700	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005

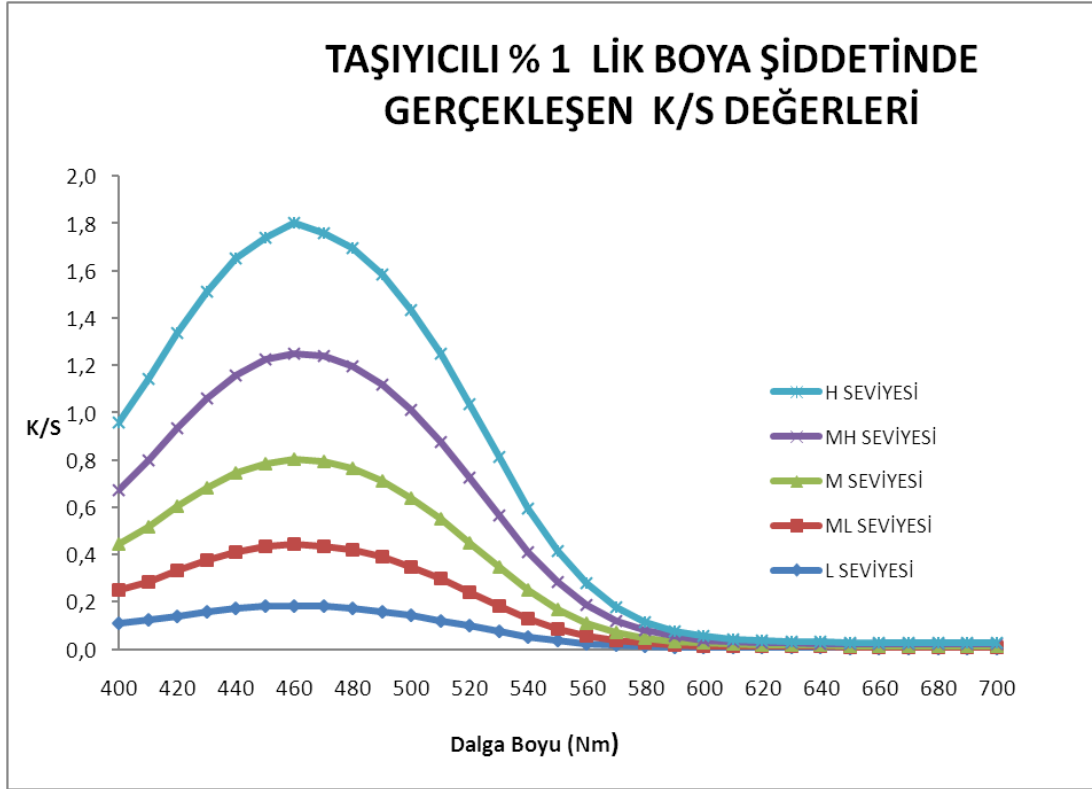


Şekil 5.8. Taşıyıcısız % 0.5 lik boya şiddetinde elde edilen K/S değerleri grafiği

Boyamalar Tablo 5.7. ve Tablo 5.8. deki miktarlara uygun olarak mikrodalganın L, M-L, M, M-H ve H güç seviyelerinde, % 1 lik boya şiddetinde, 5 dakika da carrier kullanılarak yapılan boyamalardan elde edilen K/S değerleri Tablo 5.13. te, yine aynı şartlarda carrier kullanmadan yapılan boyamalardan elde edilen K/S değerleri Tablo 5.14. da değişim grafikleri ise Şekil 5.9. ve Şekil 5.10. da verilmiştir.

Tablo 5.13. Taşıyıcılı % 1 lik boya şiddetinde elde edilen K/S değerleri tablosu

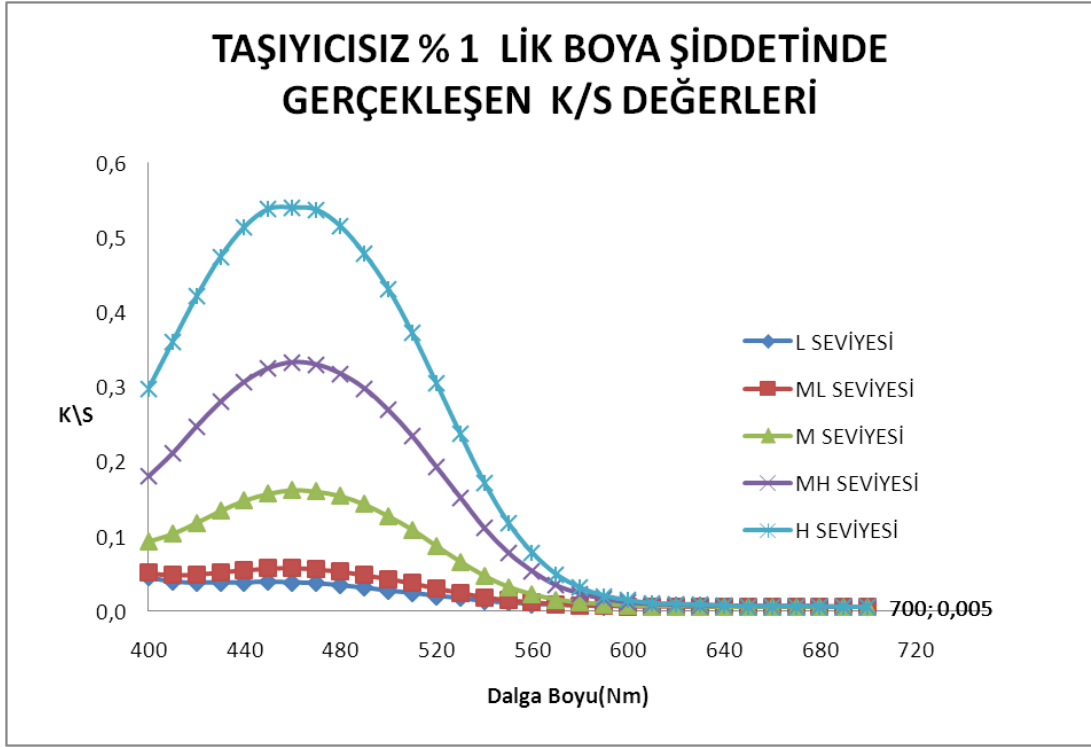
DALGA BOYU	TAŞIYICILI % 1 LİK BOYA ŞİDDETİNDE GERÇEKLEŞEN K/S DEĞERLERİ				
	L SEVİYESİ	ML SEVİYESİ	M SEVİYESİ	MH SEVİYESİ	H SEVİYESİ
400	0,109	0,139	0,194	0,231	0,287
410	0,122	0,163	0,231	0,280	0,345
420	0,140	0,191	0,271	0,331	0,402
430	0,157	0,218	0,307	0,378	0,453
440	0,171	0,239	0,335	0,414	0,491
450	0,180	0,253	0,353	0,437	0,515
460	0,183	0,259	0,361	0,448	0,550
470	0,180	0,256	0,357	0,446	0,518
480	0,172	0,246	0,344	0,432	0,500
490	0,160	0,229	0,321	0,406	0,468
500	0,142	0,206	0,291	0,371	0,425
510	0,121	0,176	0,253	0,327	0,372
520	0,098	0,143	0,209	0,274	0,310
530	0,074	0,109	0,164	0,219	0,246
540	0,052	0,077	0,119	0,164	0,184
550	0,036	0,051	0,082	0,116	0,131
560	0,024	0,033	0,054	0,078	0,088
570	0,016	0,021	0,034	0,050	0,057
580	0,012	0,014	0,021	0,032	0,036
590	0,009	0,010	0,014	0,021	0,023
600	0,007	0,008	0,010	0,014	0,015
610	0,007	0,007	0,008	0,010	0,011
620	0,006	0,006	0,007	0,008	0,009
630	0,006	0,006	0,006	0,007	0,008
640	0,006	0,005	0,006	0,006	0,007
650	0,005	0,005	0,005	0,006	0,006
660	0,005	0,005	0,005	0,005	0,006
670	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
680	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
690	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
700	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005



Şekil 5.9. Taşıyıcılı % 1 lik boya şiddetinde elde edilen K/S değerleri grafiği

Tablo 5.14. Taşıyıcısız % 1 lik boya şiddetinde elde edilen K/S değerleri tablosu

DALGA BOYU	TAŞIYICISIZ % 1 LİK BOYA ŞİDDETİNDE GERÇEKLEŞEN K/S DEĞERLERİ				
	L SEVİYESİ	ML SEVİYESİ	M SEVİYESİ	MH SEVİYESİ	H SEVİYESİ
400	0,045	0,051	0,093	0,180	0,298
410	0,039	0,048	0,103	0,211	0,360
420	0,038	0,049	0,118	0,247	0,421
430	0,038	0,052	0,134	0,280	0,474
440	0,038	0,055	0,148	0,307	0,514
450	0,039	0,057	0,157	0,325	0,538
460	0,038	0,058	0,162	0,333	0,540
470	0,037	0,056	0,160	0,330	0,537
480	0,034	0,053	0,154	0,318	0,515
490	0,031	0,048	0,143	0,298	0,478
500	0,027	0,043	0,127	0,269	0,431
510	0,024	0,037	0,109	0,234	0,372
520	0,020	0,030	0,087	0,193	0,305
530	0,017	0,024	0,066	0,152	0,237
540	0,013	0,018	0,047	0,111	0,172
550	0,011	0,014	0,032	0,078	0,118
560	0,009	0,011	0,022	0,053	0,078
570	0,008	0,009	0,015	0,034	0,049
580	0,007	0,007	0,011	0,023	0,031
590	0,006	0,007	0,009	0,016	0,020
600	0,006	0,006	0,007	0,011	0,014
610	0,006	0,006	0,006	0,009	0,010
620	0,006	0,006	0,006	0,008	0,009
630	0,005	0,006	0,006	0,007	0,008
640	0,005	0,005	0,005	0,007	0,007
650	0,005	0,005	0,005	0,006	0,006
660	0,005	0,005	0,005	0,006	0,006
670	0,005	0,005	0,005	0,006	0,006
680	0,005	0,005	0,005	0,006	0,006
690	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
700	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005

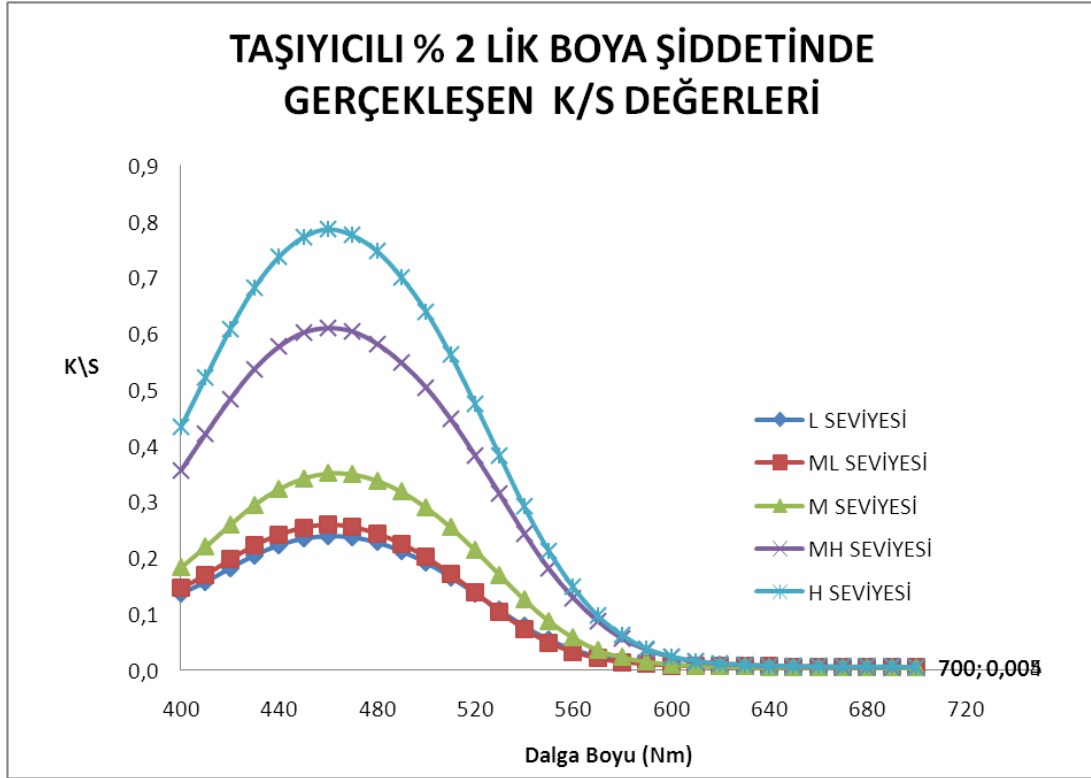


Şekil 5.10. Taşıyıcısız % 1 lik boya şiddetinde elde edilen K/S değerleri grafiği

Boyamalar Tablo 5.7. ve Tablo 5.8. deki miktarlara uygun olarak mikrodalganın L, M-L, M, M-H ve H güç seviyelerinde, % 2 lik boya şiddetinde, 5 dakika da carrier kullanılarak yapılan boyamalardan elde edilen K/S değerleri Tablo 5.15. te, yine aynı şartlarda carrier kullanmadan yapılan boyamalardan elde edilen K/S değerleri Tablo 5.16. da değişim grafikleri ise Şekil 5.11. ve Şekil 5.12. da verilmiştir.

Tablo 5.15. Taşıyıcılı % 2 lik boya şiddetinde elde edilen K/S değerleri tablosu

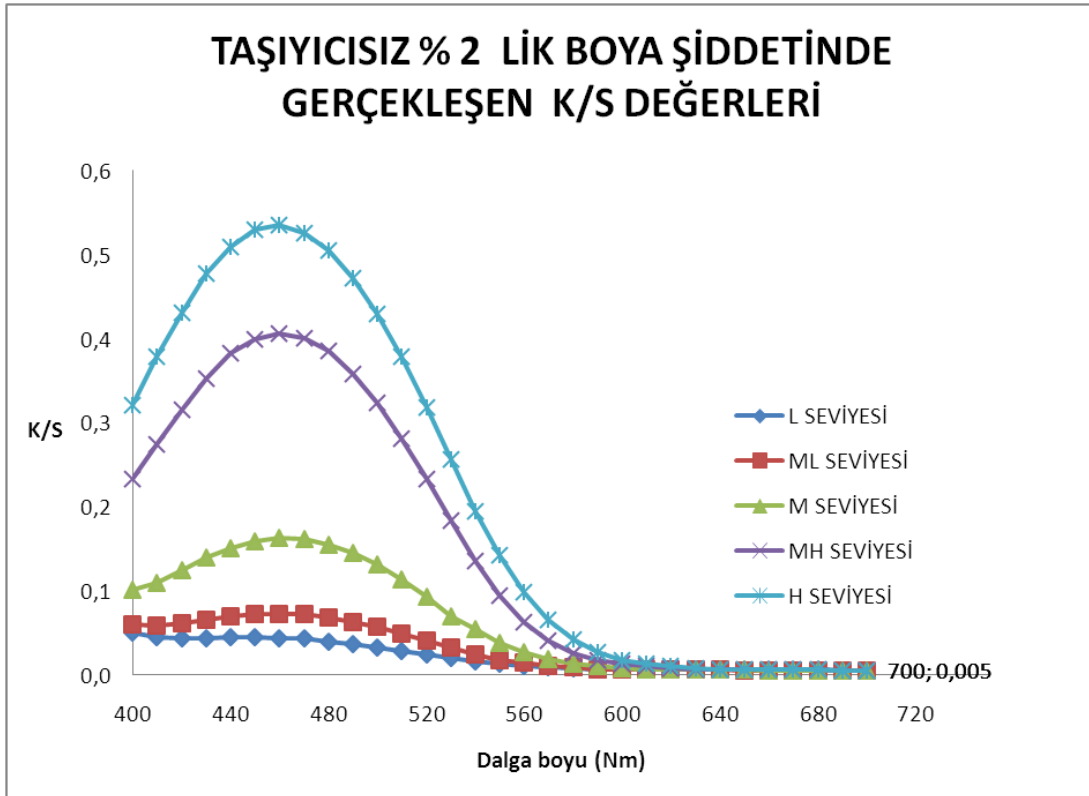
DALGA BOYU	TAŞIYICILI % 2 LİK BOYA ŞİDDETİNDE GERÇEKLEŞEN K/S DEĞERLERİ				
	L SEVİYESİ	ML SEVİYESİ	M SEVİYESİ	MH SEVİYESİ	H SEVİYESİ
400	0,137	0,146	0,183	0,356	0,434
410	0,157	0,169	0,220	0,421	0,522
420	0,182	0,197	0,259	0,483	0,608
430	0,205	0,222	0,295	0,537	0,683
440	0,223	0,241	0,323	0,577	0,738
450	0,235	0,254	0,342	0,602	0,773
460	0,239	0,259	0,351	0,610	0,787
470	0,237	0,255	0,349	0,604	0,776
480	0,228	0,243	0,338	0,582	0,748
490	0,212	0,225	0,318	0,548	0,701
500	0,192	0,201	0,290	0,504	0,640
510	0,166	0,171	0,255	0,448	0,563
520	0,137	0,138	0,214	0,383	0,475
530	0,107	0,104	0,170	0,314	0,383
540	0,078	0,073	0,126	0,244	0,292
550	0,054	0,049	0,088	0,181	0,213
560	0,036	0,032	0,058	0,129	0,148
570	0,024	0,021	0,036	0,087	0,097
580	0,016	0,014	0,023	0,056	0,062
590	0,011	0,011	0,015	0,036	0,038
600	0,009	0,008	0,010	0,023	0,024
610	0,007	0,007	0,008	0,015	0,016
620	0,006	0,006	0,007	0,011	0,012
630	0,006	0,006	0,006	0,009	0,009
640	0,005	0,006	0,005	0,007	0,008
650	0,005	0,005	0,005	0,006	0,007
660	0,005	0,005	0,005	0,006	0,006
670	0,005	0,005	0,005	0,005	0,006
680	0,005	0,005	0,005	0,005	0,006
690	0,005	0,005	0,004	0,005	0,006
700	0,005	0,005	0,004	0,005	0,005



Şekil 5.11. Taşıyıcılı % 2 lik boya şiddetinde elde edilen K/S değerleri grafiği

Tablo 5.16. Taşıyıcısız % 2 lik boya şiddetinde elde edilen K/S değerleri tablosu

DALGA BOYU	TAŞIYICISIZ % 2 LİK BOYA ŞİDDETİNDE GERÇEKLEŞEN K/S DEĞERLERİ				
	L SEVİYESİ	ML SEVİYESİ	M SEVİYESİ	MH SEVİYESİ	H SEVİYESİ
400	0,051	0,060	0,101	0,233	0,321
410	0,045	0,058	0,110	0,274	0,378
420	0,043	0,061	0,124	0,315	0,431
430	0,044	0,065	0,139	0,353	0,477
440	0,045	0,069	0,151	0,382	0,509
450	0,045	0,072	0,159	0,399	0,529
460	0,044	0,073	0,163	0,406	0,535
470	0,043	0,072	0,161	0,401	0,526
480	0,040	0,068	0,155	0,385	0,505
490	0,036	0,063	0,145	0,358	0,472
500	0,032	0,057	0,131	0,324	0,429
510	0,028	0,049	0,113	0,281	0,378
520	0,024	0,041	0,093	0,233	0,318
530	0,020	0,032	0,070	0,183	0,256
540	0,016	0,024	0,054	0,135	0,195
550	0,013	0,018	0,038	0,094	0,142
560	0,011	0,014	0,027	0,063	0,099
570	0,009	0,011	0,019	0,041	0,065
580	0,008	0,009	0,013	0,026	0,042
590	0,007	0,007	0,010	0,018	0,027
600	0,007	0,007	0,008	0,013	0,018
610	0,006	0,006	0,007	0,010	0,013
620	0,006	0,006	0,007	0,008	0,010
630	0,006	0,006	0,006	0,007	0,008
640	0,006	0,006	0,006	0,007	0,007
650	0,006	0,005	0,006	0,006	0,007
660	0,006	0,005	0,005	0,006	0,006
670	0,006	0,005	0,005	0,006	0,006
680	0,006	0,005	0,005	0,006	0,006
690	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
700	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005

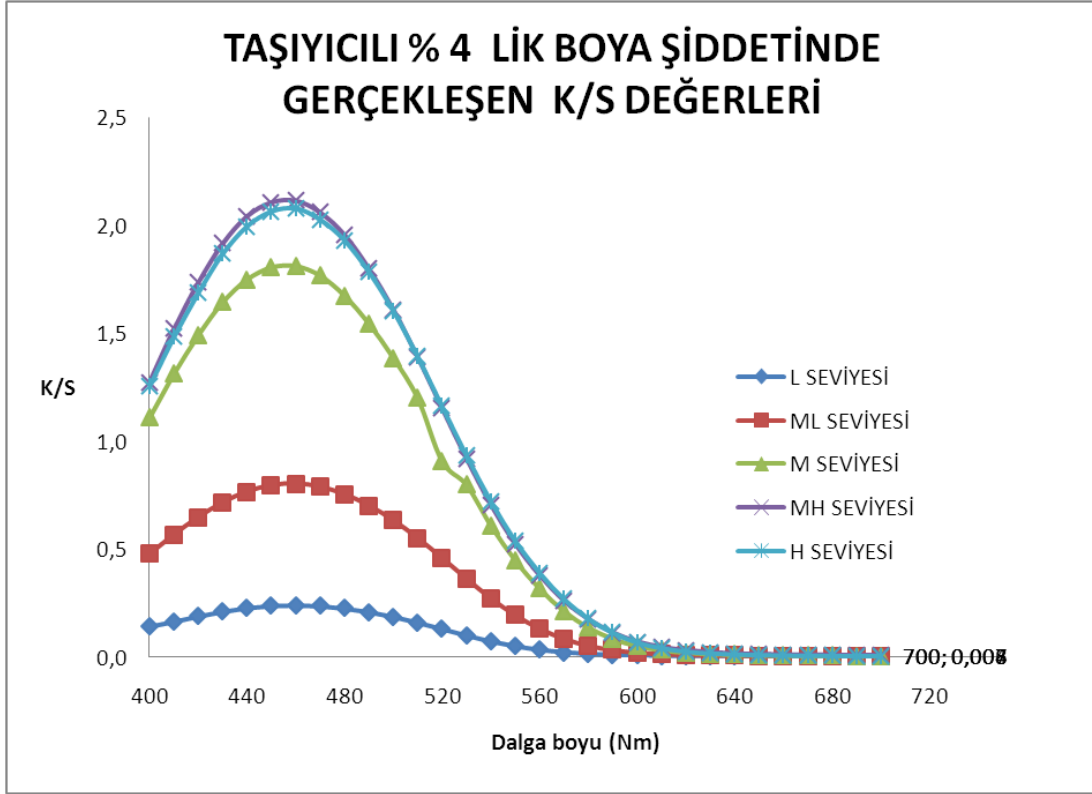


Şekil 5.12. Taşıyıcısız % 2 lik boya şiddetinde elde edilen K/S değerleri grafiği

Boyamalar Tablo 5.7. ve Tablo 5.8. deki miktarlara uygun olarak mikrodalganın L, M-L, M, M-H ve H güç seviyelerinde, % 4 lik boya şiddetinde, 5 dakika da carrier kullanılarak yapılan boyamalardan elde edilen K/S değerleri Tablo 5.17. te, yine aynı şartlarda carrier kullanmadan yapılan boyamalardan elde edilen K/S değerleri Tablo 5.18. da değişim grafikleri ise Şekil 5.13. ve Şekil 5.14. da verilmiştir.

Tablo 5.17. Taşıyıcılı % 4 lik boya şiddetinde elde edilen K/S değerleri tablosu

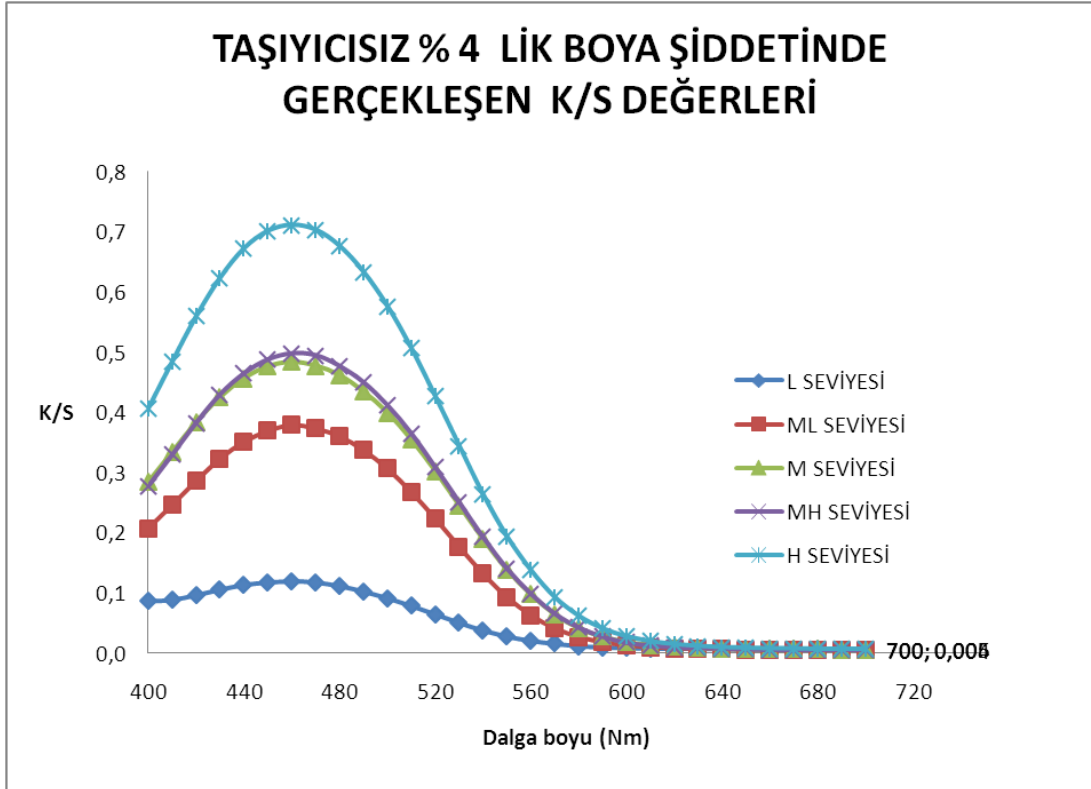
DALGA BOYU	TAŞIYICILI % 4 LİK BOYA ŞİDDETİNDE GERÇEKLEŞEN K/S DEĞERLERİ				
	L SEVİYESİ	ML SEVİYESİ	M SEVİYESİ	MH SEVİYESİ	H SEVİYESİ
400	0,142	0,478	1,109	1,274	1,255
410	0,165	0,568	1,312	1,520	1,483
420	0,190	0,648	1,491	1,735	1,687
430	0,212	0,716	1,644	1,916	1,868
440	0,229	0,766	1,749	2,043	1,995
450	0,239	0,795	1,805	2,107	2,064
460	0,242	0,803	1,811	2,115	2,078
470	0,238	0,788	1,767	2,060	2,026
480	0,227	0,753	1,674	1,956	1,930
490	0,210	0,701	1,545	1,799	1,784
500	0,188	0,633	1,386	1,610	1,604
510	0,161	0,551	1,200	1,389	1,392
520	0,131	0,459	0,909	1,152	1,162
530	0,101	0,364	0,799	0,920	0,935
540	0,073	0,273	0,611	0,706	0,723
550	0,051	0,195	0,450	0,524	0,540
560	0,034	0,133	0,319	0,378	0,392
570	0,023	0,086	0,215	0,261	0,271
580	0,015	0,054	0,139	0,175	0,180
590	0,011	0,034	0,087	0,113	0,115
600	0,009	0,022	0,054	0,071	0,070
610	0,007	0,015	0,034	0,046	0,044
620	0,006	0,012	0,023	0,031	0,028
630	0,006	0,010	0,017	0,022	0,020
640	0,005	0,008	0,013	0,016	0,015
650	0,005	0,007	0,011	0,013	0,012
660	0,005	0,007	0,009	0,011	0,010
670	0,005	0,006	0,008	0,010	0,009
680	0,005	0,006	0,008	0,009	0,008
690	0,004	0,006	0,007	0,008	0,007
700	0,004	0,006	0,007	0,008	0,007



Şekil 5.13. Taşıyıcılı % 4 lik boya şiddetinde elde edilen K/S değerleri grafiği

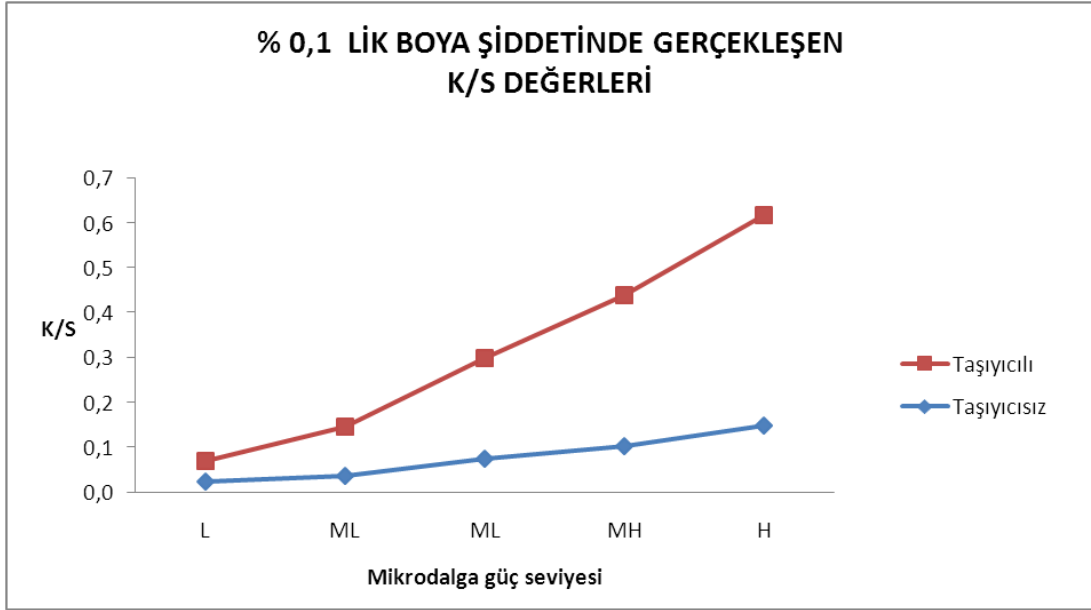
Tablo 5.18. Taşıyıcısız % 4 lik boya şiddetinde elde edilen K/S değerleri tablosu

DALGA BOYU	TAŞIYICISIZ % 4 LİK BOYA ŞİDDETİNDE GERÇEKLEŞEN K/S DEĞERLERİ				
	L SEVİYESİ	ML SEVİYESİ	M SEVİYESİ	MH SEVİYESİ	H SEVİYESİ
400	0,086	0,207	0,284	0,277	0,406
410	0,088	0,246	0,334	0,329	0,484
420	0,096	0,286	0,383	0,382	0,559
430	0,105	0,323	0,425	0,429	0,623
440	0,113	0,351	0,456	0,464	0,672
450	0,117	0,369	0,476	0,487	0,701
460	0,119	0,379	0,483	0,497	0,711
470	0,117	0,373	0,477	0,494	0,703
480	0,111	0,360	0,461	0,476	0,676
490	0,102	0,337	0,434	0,449	0,633
500	0,091	0,306	0,399	0,411	0,576
510	0,078	0,267	0,354	0,364	0,506
520	0,064	0,223	0,302	0,308	0,426
530	0,050	0,176	0,245	0,250	0,344
540	0,037	0,131	0,189	0,192	0,263
550	0,027	0,092	0,138	0,140	0,193
560	0,020	0,062	0,097	0,098	0,137
570	0,015	0,040	0,064	0,065	0,092
580	0,011	0,026	0,041	0,042	0,061
590	0,009	0,017	0,027	0,027	0,040
600	0,008	0,012	0,018	0,017	0,027
610	0,007	0,009	0,013	0,012	0,019
620	0,007	0,007	0,010	0,009	0,014
630	0,007	0,006	0,008	0,008	0,011
640	0,006	0,006	0,007	0,007	0,009
650	0,006	0,005	0,006	0,006	0,008
660	0,006	0,005	0,006	0,005	0,007
670	0,006	0,005	0,006	0,005	0,007
680	0,006	0,005	0,006	0,005	0,006
690	0,005	0,005	0,005	0,005	0,006
700	0,005	0,004	0,005	0,005	0,006

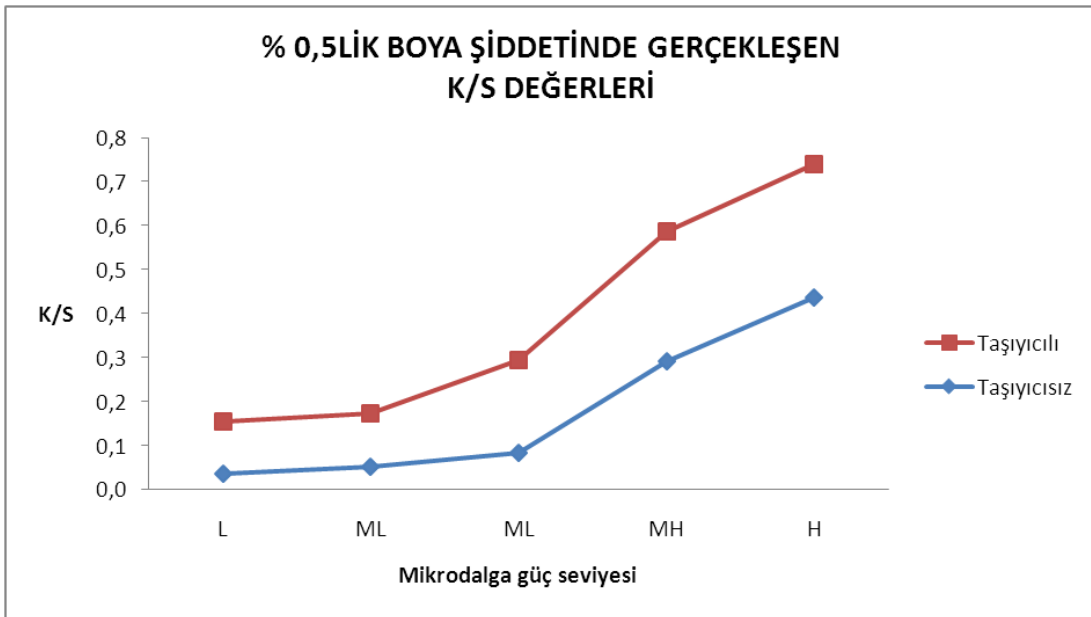


Şekil 5.14. Taşıyıcısız % 4 lik boya şiddetinde elde edilen K/S değerleri grafiği

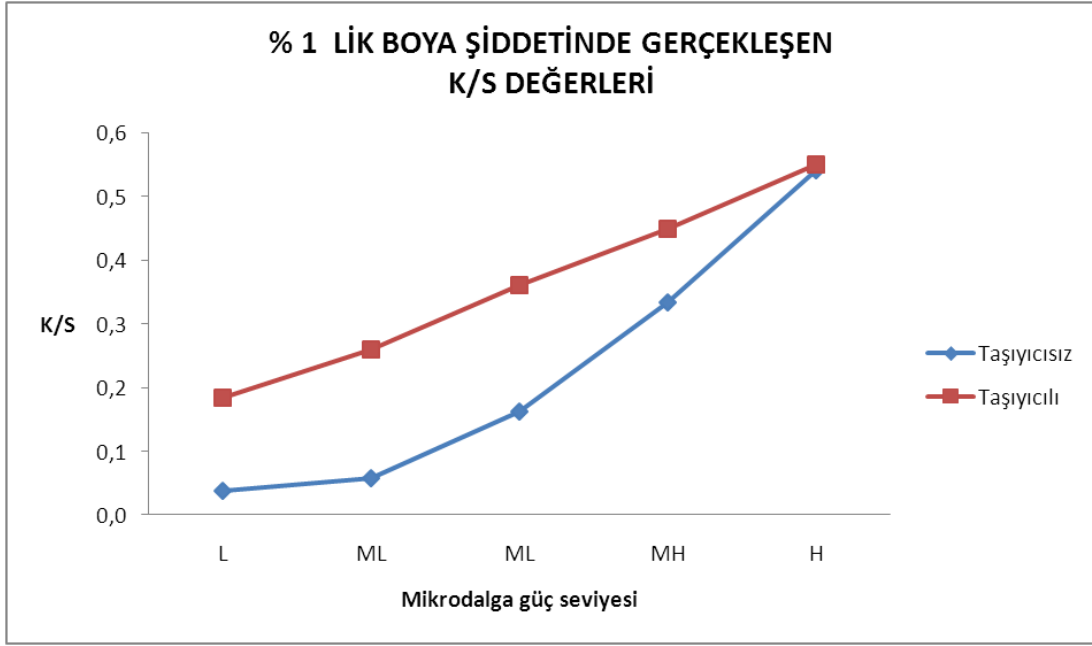
Aşağıdaki Şekil 5.15., Şekil 5.16., Şekil 5.17., Şekil 5.18., Şekil 5.19., da boyarmadde şiddetine göre K/S değerlerinin taşıyıcılı ve taşıyıcısız değerlerinin karşılaştırma grafikleri verilmiştir.



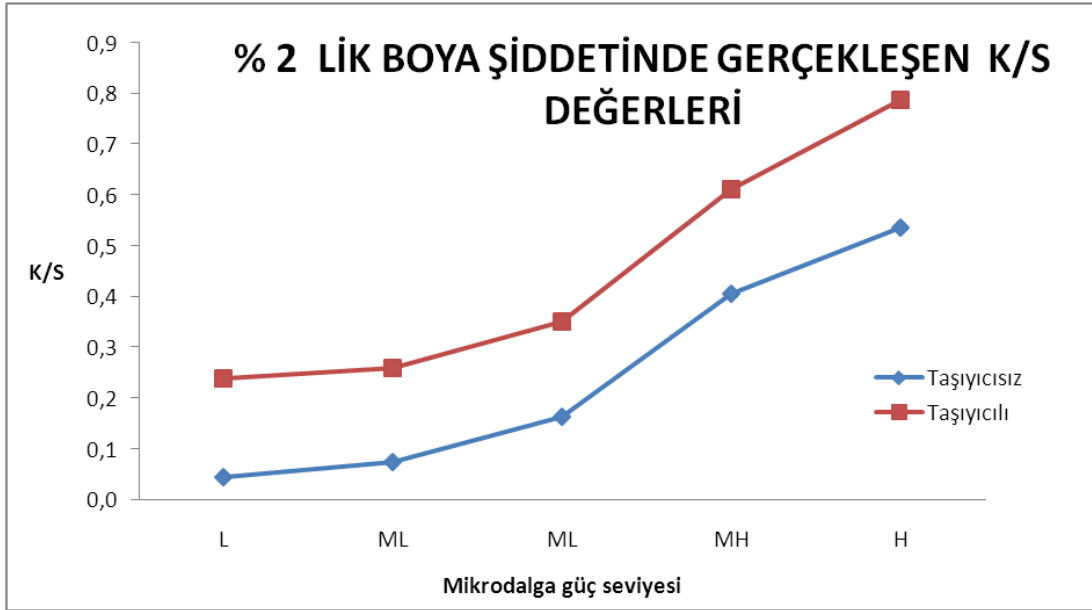
Şekil 5.15. % 0,1 lik boya şiddetinde taşıyıcılı ve taşıyıcısız boyamalarda elde edilen K/S değerlerinin karşılaştırma grafiği



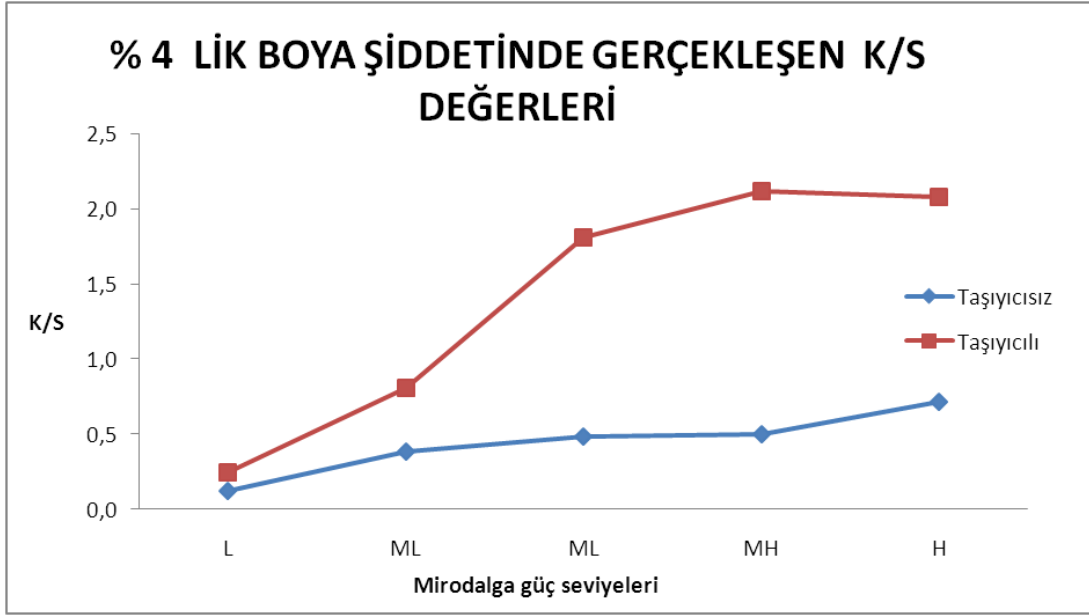
Şekil 5.16. % 0,5 lik boya şiddetinde taşıyıcılı ve taşıyıcısız boyamalarda elde edilen K/S değerlerinin karşılaştırma grafiği



Şekil 5.17. % 1 lik boya şiddetinde taşıyıcılı ve taşıyıcısız boyamalarda elde edilen K/S değerlerinin karşılaştırma grafiği



Şekil 5.18. % 2 lik boya şiddetinde taşıyıcılı ve taşıyıcısız boyamalarda elde edilen K/S değerlerinin karşılaştırma grafiği



Şekil 5.19. % 4 lik boya şiddetinde taşıyıcılı ve taşıyıcısız boyamalarda elde edilen K/S değerlerinin karşılaştırma grafiği

Boyarmadde şiddetine göre taşıyıcılı ve taşıyıcısız yapılan boyamaların tamamında boyarmadde şiddeti artışı ile doğru orantılı olarak artmaktadır. Taşıyıcı kullanılan boyamaların boya çekimlerini ifade eden K/S değerleri taşıyıcı kullanılmayan boyamaların K/S değerlerinden büyüktür.

5.3. Mikrodalgada Seviyeleri ve Flotte Oranına Bağlı Olarak Yapılan Boyama Çalışmaları Sonuçları

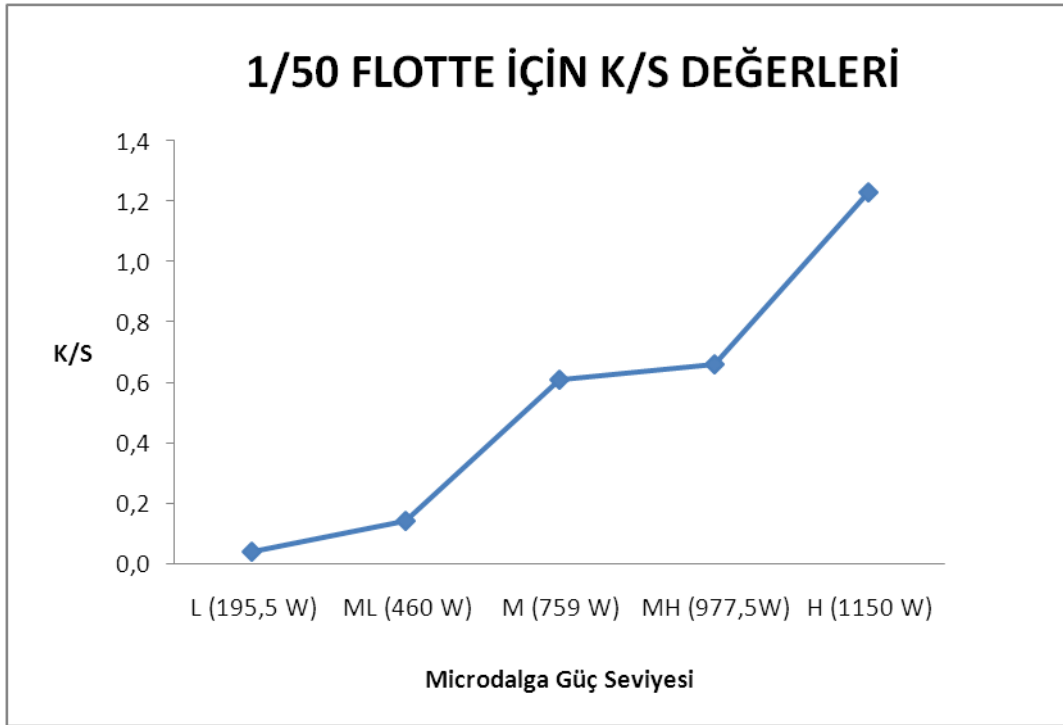
Boyamalar Tablo 5.19. deki miktarlara uygun olarak mikrodalganın L, M-L, M, M-H ve H güç seviyelerinde, 1/50 flotte oranında boyamalar yapılmış ve boyamalardan elde edilen K/S değerleri Tablo 5.20. da değişim grafikleri ise Şekil 5.15. de verilmiştir.

Tablo 5.19. Farklı flotte oranlarında yapılan boyamalarda kullanılan kimyasal - elyaf miktar tablosu

Flotte	1/50	1/70	1/100	1/200	1/250
Elyaf	1 g	1 g	1 g	1 g	1 g
B.M.	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%
BM. Miktar	0,5 ml	0,5 ml	0,5 ml	0,5 ml	0,5 ml
Asetik asit g/l	0,1 g/l	0,1 g/l	0,1 g/l	0,1 g/l	0,1 g/l
Asetik Asit	0,25 ml	0,35 ml	0,5 ml	1 ml	1,25 ml
Su Miktarı	49,25	69,15	99	198,5	248,25

Tablo 5.20. 1/50 Flotte oranında 460 Nm de K/S değerleri tablosu

1/50 FLOTTE ORANLARINDA GERÇEKLEŞEN K/S DEĞERLERİ				
L (195,5 W)	ML (460 W)	M (759 W)	MH (977,5W)	H (1150 W)
0,040	0,142	0,610	0,659	1,229

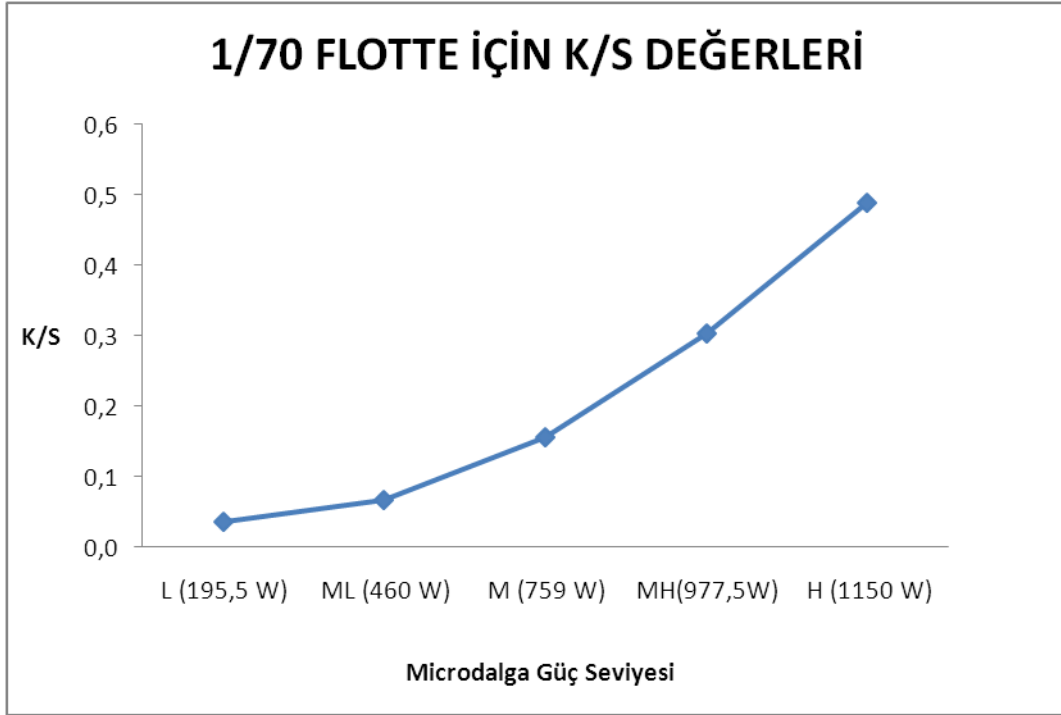


Şekil 5.20. 1/50 Flotte oranında 460 Nm de K/S değerleri grafiği

Boyamalar Tablo 5.19. deki miktarlara uygun olarak mikrodalganın L, M-L, M, M-H ve H güç seviyelerinde, 1/70 flotte oranında boyamalar yapılmış ve boyamalardan elde edilen K/S değerleri Tablo 5.21. da değişim grafikleri ise Şekil 5.16. de verilmiştir.

Tablo 5.21. 1/70 Flotte oranında 460 Nm de K/S değerleri tablosu

1/70 FLOTTE ORANLARINDA GERÇEKLEŞEN K/S DEĞERLERİ				
L (195,5 W)	ML (460 W)	M (759 W)	MH(977,5W)	H (1150 W)
0,036	0,066	0,155	0,303	0,488

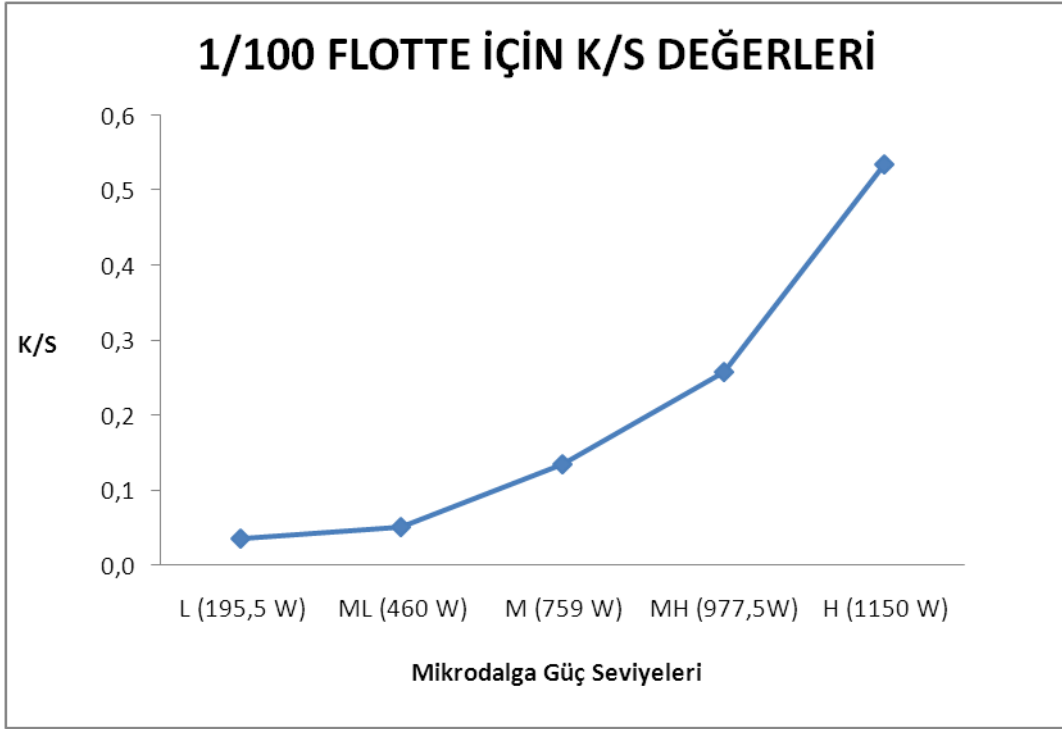


Şekil 5.21. 1/70 Flotte oranında 460 Nm de K/S değerleri grafiği

Boyamalar Tablo 5.19. deki miktarlara uygun olarak mikrodalganın L, M-L, M, M-H ve H güç seviyelerinde, 1/100 flotte oranında boyamalar yapılmış ve boyamalardan elde edilen K/S değerleri Tablo 5.22. da değişim grafikleri ise Şekil 5.17. de verilmiştir.

Tablo 5.22. 1/100 Flotte oranında 460 Nm de K/S değerleri tablosu

1/100 FLOTTE ORANLARINDA GERÇEKLEŞEN K/S DEĞERLERİ				
L (195,5 W)	ML (460 W)	M (759 W)	MH (977,5W)	H (1150 W)
0,035	0,051	0,134	0,257	0,534

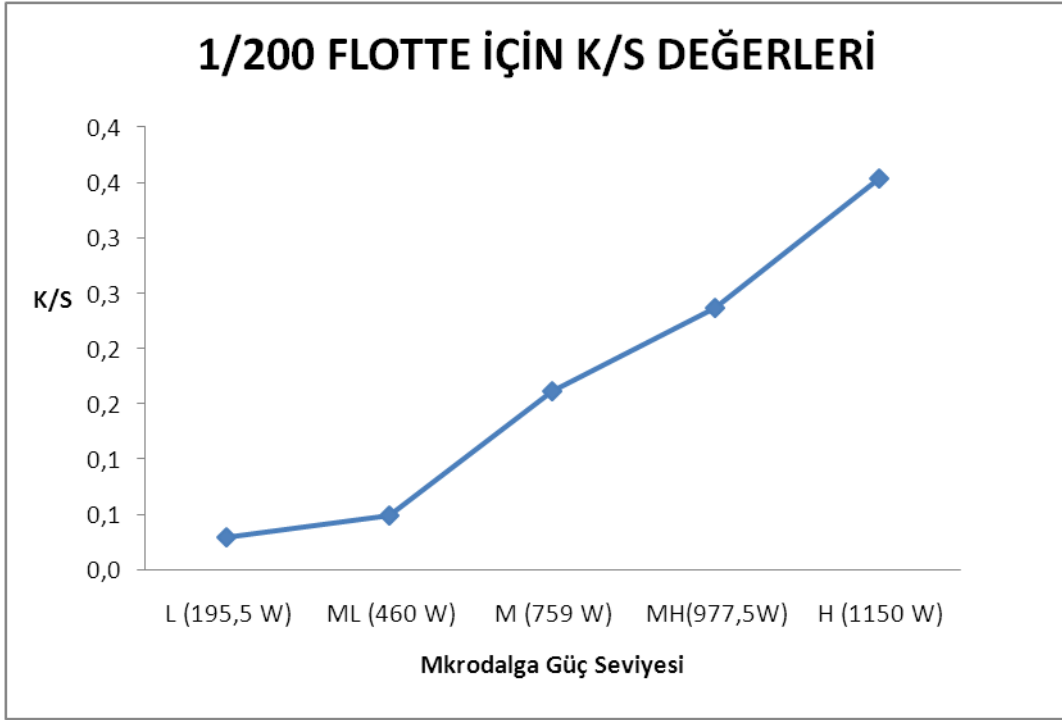


Şekil 5.22. 1/100 Flotte oranında 460 Nm de K/S değerleri grafiği

Boyamalar Tablo 5.19. deki miktarlara uygun olarak mikrodalğanın L, M-L, M, M-H ve H güç seviyelerinde, 1/200 flotte oranında boyamalar yapılmış ve boyamalardan elde edilen K/S değerleri Tablo 5.23. da değişim grafikleri ise Şekil 5.18. de verilmiştir.

Tablo 5.23. 1/200 Flotte oranında 460 Nm de K/S değerleri tablosu

1/200 FLOTTE ORANLARINDA GERÇEKLEŞEN K/S DEĞERLERİ				
L (195,5 W)	ML (460 W)	M (759 W)	MH(977,5W)	H (1150 W)
0,029	0,049	0,161	0,237	0,354

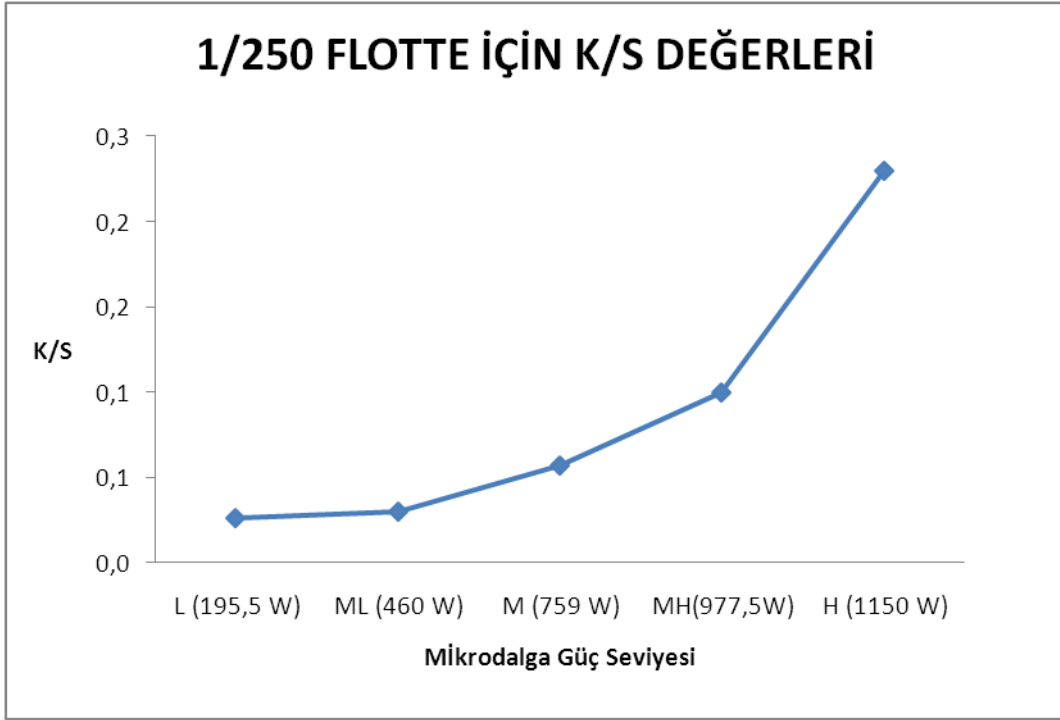


Şekil 5.23. 1/200 Flotte oranında 460 Nm de K/S değerleri grafiği

Boyamalar Tablo 5.19. deki miktarlara uygun olarak mikrodalğanın L, M-L, M, M-H ve H güç seviyelerinde, 1/250 flotte oranında boyamalar yapılmış ve boyamalardan verilmiştir.

Tablo 5.24. 1/250 Flotte oranında 460 Nm de K/S değerleri tablosu

1/250 FLOTTE ORANLARINDA GERÇEKLEŞEN K/S DEĞERLERİ				
L (195,5 W)	ML (460 W)	M (759 W)	MH(977,5W)	H (1150 W)
0,026	0,030	0,057	0,100	0,230



Şekil 5.24. 1/250 Flotte oranında 460 Nm de K/S değerleri grafiği

Farklı flotte oranları ile yapılan çalışmalarda flotte oranı arttıkça K/S değerlerinde düşme gözlemlenmiştir.

Aynı flotte oranında ve farklı mikrodalga seviyelerinde yapılan boyamalarda ise K/S değerleri mikrodalga seviyesindeki artışla orantılı olarak artmaktadır.

BÖLÜM 6. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

6.1. Zamana Bağlı Yapılan Çalışmalar İçin Tartışma ve Öneriler

Şekil 5.1. ve Şekil 5.2. den görüleceği gibi M-H ve H seviyesinde de 5 dakikaya kadar olan boyama sürelerinde yapılan çalışmalarda: taşıyıcı kullanılarak yapılan boyamalar, taşıyıcının polyester elyafın camsılaşıma sıcaklığını düşürerek düşük sıcaklıklarda elyafa boya difüzyon miktarını arttırmıştır. Bu sebeple yüksek K/S değerleri elde edildiği görülmektedir. Polyester elyafın boyanmasında taşıyıcı kullanımının camsılaşıma sıcaklığını düşürdüğü sonucu Poliester Elyafın Boyanmasında Füzel Yağının Taşıyıcı Olarak Etkisinin İncelenmesi tezde de görülmektedir[56]. Dolayısı ile taşıyıcılıya göre taşıyıcı kullanmadan yapılan boyamalarda elde edilen düşük K/S değeri bu şekilde ifade edilebilir.

5 dakikayı geçen boyama sürelerinde denge noktasına ulaşması beklenen K/S değerlerinin dengeye ulaşmayıp yine artış göstermesi ise: artan boyama süresi ile buharlaşan suyun çözelti derişimini arttırmasından kaynaklanmaktadır. Flotte oranının sabit tutulması: yüksek sıcaklık ve uzun sürelerde boyanan polyester elyafın, mikrodalga ortamında ancak geri soğutucu kullanılarak buharlaşan suyun tekrar flotteye kazanılması sonucu mümkün olacaktır.

6.2. Mikrodalgada Seviyeleri ve Boya Şiddetine Bağlı Olarak Yapılan Boyama Çalışmaları İçin Tartışma ve Öneriler

Boyama şiddetinin artışı ile çözeltideki boyarmadde derişim artmakta ve polyester elyafa tutunan boyarmadde miktarında artışlar olmaktadır. Bu sebeple boyama şiddetleri arttırıldıkça K/S değerlerinde artışlar olmaktadır.

Taşıyıcı kullanılarak yapılan boyamlarda: taşıyıcının polyester elyafın camsılaşıma sıcaklığını düşürmesinden dolayı, polyester elyafa Disperse Yellow 241

boyarmaddesinin difüzyonu daha fazla olmaktadır. Bu durumda da K/S değerlerinde artış gözlenmektedir

Taşıyıcısız yapılan denemelerde ise düşük mikrodalga seviyelerinde Disperse Yellow 241 boyarmaddesinin polyester elyafa difüzyonu çok az olduğu gözlemlenmiş ve K/S değerlerinde çok küçük artışlar görülmüştür.

Bu sebeple daha sonra yapılacak taşıyıcısız polyester elyaf boyama çalışmalarında mikrodalğanın sadece M, M-H ve H seviyelerinin kullanılması L ve M-L seviyelerinin kullanılmaması daha doğru olacaktır.

Sonuç olarak Disperse Yellow 241 boyarmaddesinin polyester elyafa difüze olduğu en yüksek K/S değerleri, taşıyıcı kullanılarak ve %4 lük boyama şiddetinde H mikrodalga seviyesinde yapılan boyamalarda görülmüştür.

6.3. Flotte Oranları ve Mikrodalga Seviyesine Bağlı Olarak Yapılan Boyama Çalışmaları İçin Tartışma ve Öneriler

Flotte oranlarında artma ile boyama banyosu içindeki boyarmadde miktarının azalması ile orantılı olarak boyarmaddenin elyafa difizyon miktarı demek olan K/S değerinde düşüşler görülmüştür.

Bu bağlamda en yüksek K/S değeri 1/50 flottede % 4 lük boyama Şiddetinde elde edilmiştir.

Daha sonra yapılacak çalışmalarda yüksek mikrodalga sevilerinde M-H ve H boyanan polyester elyaf için 1/50 flotte oranında denemeler yapılmamalıdır. Çünkü düşük flottelerde boya banyosu buharlaştığı için abrajlı boyamalar meydana gelmektedir. Ayrıca yapılacak tüm flotte çalışmaları da geri soğutucu kullanılarak suyun çözültiden buharlaşması sonucu oluşacak flotte kayıpları önlenmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] HOLME, I., Pamuklu Mamullerin Boyama ve Bitim İşlemlerindeki Son Gelişmeler. ISTEK 2003, Uluslararası Isparta Tekstil Kongresi, 145-224, Isparta., 2003.
- [2] PHİLLİPS, D., Tekstil Boyarmadde ve deterjan Endüstrisinin Tekstil Ürünlerinin Yıkamaya Karsı Renk Haslıklarının iyileştirilmesinde Oynadığı Roller.. ISTEK 2003, Uluslararası Isparta Tekstil Kongresi, 124-145, Isparta., 2003.
- [3] NUNN, D.M., The Dyeing of Synthetic-Polymer And Acetate Fibers. Univercity of Bradford, Dyers Company Publications Trust, 358. England., 1979.
- [4] HARMANCIÖGLU, M., Tekstil Maddeleri II, Rejenere ve Sentetik Lifler. Ege Üniversitesi, 379, Bornova/Izmir., 1991.
- [5] BASER, I., Elyaf Bilgisi, Marmara Üniversitesi, 524, 136, İstanbul., 1992.
- [6] REİCHERT, Y., GÖKGÖL, M., Polyester Elyaftan Bitim işlemlerine. 8. Uluslararası İzmir Tekstil ve Hazır Giyim Sempozyumu, 398-422, İzmir., 1998.
- [7] WALLEES, F., KÜHN, R., Polyester Lifleri için Alkali Boyama Yöntemi. Melliand, 4, 208-213., 1999.
- [8] SOWOİDNİCH, W., RİESE, H., Polyesterin Bazik Ortamda Boyanması. 8. Uluslararası İzmir Tekstil ve Hazır Giyim Sempozyumu, 537-546, İzmir., 1998.
- [9] TARAĞÇIOĞLU, I., Tekstil Terbiyesi ve Makineleri Cilt III. Ege Üniversitesi, Tekstil-Danış Yayınları, No:1, 554. İzmir., 1986.
- [10] SEVENTEKİN, N., Kimyasal Lifler. Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma-Uygulama Merkezi, Ege Üniversitesi Bornova Meslek Yüksek Okulu Çoğaltma Yayınları No:1, 86, İzmir., 2001.

- [11] BROADBENT, A.D., Basic Principles of Textile Coloration, Society of Dyers and Colourists, England, 2001
- [12] BAŞER, İ., İNANICI, Y., Boyarmadde Kimyası, Marmara Ün.v.Yay., İstanbul, 1990.
- [13] ÖZCAN, Y., Tekstil Elyaf ve Boyama Tekniği, Fatih Yayınevi Matbaası, İstanbul, 1984.
- [14] OHTA, N., ROBERTSON, A.R., Colorimetry: Fundamentals and Applications, John Wiley and Sons Ltd., England, 2005.
- [15] AGOSTON, G. A., Color Theory and Its Application in Art and Design, Springer-Verlag, Berlin, 1987.
- [16] ÜNVER, R., Renk Görünüm Dizgeleri, 3.Ulusal Aydınlatma Kongresi, İTÜ Mimarlık Fakültesi, 138-143, Kasım, 2000.
- [17] ÖNER, E., Tekstil Endüstrisinde Renk Ölçümü, Marmara Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 2001.
- [18] TROTMAN, E.R., Dyeing and Chemical Technology of Textile Fibres, 4th ed. Charles Griffin&Co.Ltd., London, 1970.
- [19] NEEDLES, H.L., Textile Fibers, Dyes, Finishes and Processes, Noyes Publications, USA, 1986.
- [20] SHIBUSAWA, T., A Method of Estimating the Diffusion Coefficient of Disperse Dyes into Hydrophobic Fibers from the Initial Sorption Data of Dyeing by Means of the Polynomial Least-squares Method, Bull.Chem.Soc.Jpn., 54, 3, 909-912, 1981.
- [21] CHOI, T.S., SHIMIZU, Y., SHIRAI, H., HAMADA, K., Disperse Dyeing of Nylon 6 Fiber Using Gemini Surfactants Containing Ammonium Cations as Auxiliaries, Dyes and Pigments, 48, 217-226, 2001.
- [22] INOUE, H., SUDA, Y., On A Simple Equation of Obtaining Diffusion Coefficient within a Fibre in the Case of An Infinite Dye bath, Sen'i Gakkaishi, 24, 88-93, 1968.
- [23] LI, D., SUN, G., Kinetics of Thermo-fixation of Solvent Dyes and Pigments in Polyester Fibres, Coloration Technology, 122, 194-200, 2006.
- [24] BOGDAL, D., PROCIAK, A., Microwave-Enhanced Polymer Chemistry and Technology, Blackwell Publishing, USA, 2007.

- [25] BÜYÜKAKINCI, Y., Özel Yöntemlerle Polipropilen Elyafın Boyanması, Marmara Üni.Fen Bil.Enst., Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2005.
- [26] KINGSTON, H., HASWELL, J., Microwave-Enhanced Chemistry, Fundamentals, Sample Preparation and Applications. American Chemical Society: Washington, DC, 1997.
- [27] XU, W., YANG, C., Hydrolysis and Dyeing of Polyester Fabric Using Microwave Irradiation, Coloration Technology, 118, 211-214, 2002.
- [28] KIM, S.S, LEEM, S.G.,GHIM, H.D., KIM, J.H., LYOO, W.S., Microwave Heat Dyeing of Polyester Fabric, Fibers and Polymers, 4, 4, 204-209, 2003.
- [29] OHE, T., YOSHIMURA, Y., Microwave Irradiation onto Nylon 6 Fibers in Organic Solvent, Sen'i Gakkaishi, 65, 1, 64-70, 2009.
- [30] TARAKÇIOĞLU, I., Tekstil Boyacılığı Cilt II. Ege Üniversitesi, 373. İzmir., 1974-1975.
- [31] TARAKÇIOĞLU, I., Tekstil Terbiyesi ve Makineleri Cilt III. Ege Üniversitesi, Tekstil-Danış Yayınları, No:1, 554. İzmir. 1986.
- [32] VİGO, T.L.,. Textile Processing And Properties; Preperation, Dyeing, Printing and Performance. Elsevier Science B. V., 882243, 479. Netherlands., 1994.
- [33] ASPLAND, J.R.,. Disperse Dyes and Their Application to Polyester. Text ile Chemist and Colorist, 24 (2), 19-23., 1992.
- [34] CUNNINGHAM, A.D., Identifying Critical Machinery and Dye Parameters or Successful Rapid Dyeing of Polyester. Textile Chemist and Colorist, 28(2), 23-31., 1996.
- [35] DOHMEN, M., Practische Umsetzung des Alkalischen Farbens von Polyester.Melliand Textilberichte, 9, 635-639., 1998.
- [36] SHULKA, R., DHURÍ, S.S., Effect of Auxiliaries on Compatibility of Disperse Dyes Mixture Assesed by Colour Coordinates. American Dyestuff Reporter, 58(12), 48-55., 1993.
- [37] ODVARKA, J., SCHEJBALOVA, H., The Effect of Dispersing Agents on the Dyeing of Polyester with a Disperse Dye. JDSC, 110, 30-35., 1994.

- [38] KARAAHMETOGLU, B., Polyester Liflerinin Asidik Ortamda Boyanması ile Alkali Ortamda Boyanmasının Karşılaştırılması Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul., 2000.
- [39] LEAVER, A.T., GLOVER, B., LEADBETTER, P., Recent Advances in Disperse Dye Development and Applications. Textile Chemist and Colorist, 26(5), 30-34., 1992.
- [40] CEGARRA, J., PUENTE, P., VALLEDEPERAS, J., The Dyeing of Textile Materials, The Techniques of Applications. Nuova Ofilto, 703, Italy., 1992.
- [41] VENKATARAM, K., The Chemistry of Synthetic Dyes Volume VII, Physical Chemistry of Dyeing : Kinetics, Equilibrium, Dye-Fiber Affinity and Mechanisms. Academic Press Inc., 480, New York, USA., 1974.
- [42] BURDETT, B.C., Influence of Fibre Structure on Dye Uptake. C.L. Bird, W.S. Boston (Editors), The Theory of Coloration of Textiles, Dyers Company Publications Trust, 162, London, England., 1975
- [43] BECERİR, B. Polyester Mikrolif Boyama Teknolojisinde Yöntem Belirlenmesi ve Eğilimlerin İncelenmesi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Üniversitesi, Doktora Tezi, Bursa., , 2000
- [44] MEHRA, R.H., JHANGIANI, S.B., TOLIA, A.H., SHENAI, V.A., Role Of Carriers in The Dyeing of Polyester Fibres. Polyester Textiles, Papers of 37th All India Textile Conference, Technological Institute of Textiles, 230-241. Bhiwani., 1980
- [45] SİMAL, A.L., ARAUJO, M.S., Carrier Effect on Structure and Properties of Heat- Treated Poly(Ethylene Terphthlate) Fibers. II. Dyeing Behavior. Journal of Applied Polymer Science, 60, 2453-2467., 1996.
- [46] ÖZCAN Y.,, Tekstil Elyaf ve Boyama Teknigi. İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Fatih Yayınevi, 3176, 450, İstanbul, 1984.
- [47] BURKINSHAW, S. M., Chemical Principles of Synthetic Fibre Dyeing. The University of Leeds, 223., 1995
- [48] ANONİM., Boyama ve Basma Teknolojisi. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, 353. Ankara., 1980
- [49] ANİS, P., EREN, H.A., Polyesterin Alkali Ortamda Boyanması : Mevcut Teknolojinin Gözden Geçirilmesi. Uludağ Üniversitesi Mühendislik- Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 8, Şayı 1, 139-146. Bursa, 2003

- [50] ANİS, P., YİLDİRİM, F., Alkali Ortamda Polyester Boyamada Ön Yıkamanın Önemi. Tekstil Maraton, Ocak-Şubat, Şayi 64, 49-53., 2003.
- [51] SOWOİDNİCH, W., RIESE, H., Polyesterin Bazik Ortamda Boyanması. 8. Uluslararası İzmir Tekstil ve Hazır Giyim Sempozyumu, 537-546, İzmir. , 1998.
- [52] WALLEES, F., KÜHN, R., Polyester Lifleri için Alkali Boyama Yöntemi. Melliand, 4, 208-213., 1999.
- [53] Ravichandran, V., Obendorf, S.K.,.Electron Microscopical Analysis of Selected Dye Carriers Within PET. Textile Research Journal, 149-156., 1990
- [54] GÖVER K., Bazı Endüstriyel Malzemelerin Mikrodalga Dielektrik Sabitinin Ölçülmesi, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniv., Fen Bilimleri Enst., Bursa, 1996.
- [55] TEKER, M., KARACA, H., MANZAK ,A., BAYRAK, F., Dyeing Of The Polyester Fibers In solvents By Using Disperse Dyes, MBCAC III '3rd Mediterranean Basin Conference on Analytical Chemistry, Antalya-TURKEY, June 4-9, 2000, PI-97.
- [56] TEKER, M., AVCIATA, U.,ŞEN,T., Polyester Elyafın Boyanmasında Füzel Yağının Taşıyıcı Olarak Etkisinin İncelenmesi, M.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 8, s 109-118, (1991).

ÖZGEÇMİŞ

Alpay DOYURAN, 02.07.1975 de Isparta' da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Isparta da tamamladı. 1993 yılında Isparta Lisesi'den mezun oldu. 1994 yılında başladığı SAÜ Kimya bölümünü 1998 yılında bitirdi.. 1998 – 2001 yılları arasında Aras İmalat Sanayi ve Tic. Ltd. Şti.nde mühendis olarak çalıştı. Bu süre içerisinde şirketin yeni ürün projeleri yanı sıra verimlilik projeleri ve toplam kalite yönetimi projelerinde aktif rol aldı. Şu anda Aydın Örme Sanayii tic.A. Şirketinde Apre Bölüm Yöneticisi olarak görev yapmaktadır.