

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

**REAKTİF BOYARMADDELERLE MİKRODALGA
ORTAMINDA BOYANMA KİNETİĞİNİN
İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hilal Gülnur ALŞAN

Enstitü Anabilim Dalı : KİMYA BÖLÜMÜ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Murat TEKER

Mayıs 2019

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**REAKTİF BOYARMADDELERLE MİKRODALGA
ORTAMINDA BOYANMA KİNETİĞİNİN
İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

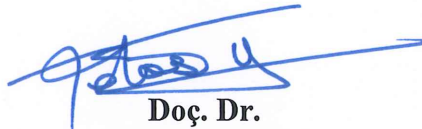
Hilal Gülnur ALŞAN

Enstitü Anabilim Dalı : KİMYA BÖLÜMÜ

Bu tez 28/05/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.



Prof. Dr.
Murat TEKER
Jüri Başkanı



Doç. Dr.
Ahmet ATASOY
Üye



Doç. Dr.
Aynur MANZAK
Üye

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Hilal Gülnur ALŞAN

16.04.2019

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, araştırmanın planlanmasından yazılmasına kadar tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden, aynı titizlikte beni yönlendiren değerli danışman hocam Prof. Dr. Murat TEKER’e teşekkürlerimi sunarım.

Deneysel çalışmalarda sağlamış olduğu teknik destekten ötürü AYDIN ÖRME Sanayi ve Ticaret A.Ş. ye teşekkür ederim.

Yüksek Lisans eğitimim boyunca, desteklerini esirgemeyen Kimya Bölüm hocalarıma teşekkür ederim.

Bu çalışmam başta olmak üzere yıllarca yanımda olan ve maddi, manevi bana destek veren aileme sevgi ve saygılarımı sunarım

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
TABLolar LİSTESİ	viii
ÖZET.....	x
SUMMARY	xi
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2.	
GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Pamuk Elyafı Ve Genel Özellikleri.....	3
2.1.1. Pamuğun kimyasal bileşimi	4
2.1.1.1. Selülozun kimyasal yapısı.....	5
2.1.1.1.1. Hidroselüloz.....	7
2.1.1.1.2. Oksiselüloz.....	7
2.1.2. Pamuk elyafının fiziksel özellikleri.....	7
2.1.3. Pamuk Elyafının Kimyasal Özellikleri	8
2.1.3.1. Şişirici maddelerle reaksiyonlar.....	8
2.1.3.2. Eterleşme.....	10
2.1.3.3. Esterleşme.....	12
2.1.3.4. Bozunma zarar görme.....	13
2.1.3.5. Enzimatik modifikasyon.....	16
2.2. Reaktif Boyarmaddeler	16

2.2.1. Reaktif boyarmaddelerin özellikleri.....	17
2.2.2. Reaktif gruplar ve sınıflandırılması	18
2.2.3. Reaktif boyarmaddelerin soğukta ve sıcakta boyayanlar olarak sınıflandırılması.....	19
2.2.4. Reaktif boyarmaddelerin soğukta ve sıcakta boyayanlar olarak sınıflandırılması.....	20
2.2.5. Reaktif boyarmaddelerle çektirme metoduna göre boyama.....	22
2.2.6. Çektirme yöntemine göre reaktif boyarmadde seçimi	23
2.2.7. Çektirme yönteminde alınma oranını etkileyen faktörler	24
2.2.8. Reaktif boyamada sıcaklık etkisi.....	24
2.2.9. Reaktif boyamada baz etkisi	24
2.2.10. Reaktif boyamada tuz etkisi	25
2.2.11. Reaktif boyarmaddelerin sökölmesi	25
2.3. Mikrodalga Enerji	25
2.3.1. Malzemelerin mikrodalga ile etkileşimi.....	26
2.4. Mikrodalga Ortamda Boyama ve Ölçüm Yöntemi	27

BÖLÜM 3.

MATERYAL VE YÖNTEM.....	29
3.1. Kullanılan Kimyasal Maddeler	29
3.2. Kullanılan Cihazlar ve Malzemeler	29
3.3. Boyama Çalışmaları ve Deneysel Yöntem	30
3.3.1. C.I. Reaktif red 141 ile mikrodalga boyama kinetik çalışmaları ..	31
3.3.2. C.I. Reaktif yellow 138:1 ile mikrodalga boyama kinetik çalışmaları	31

BÖLÜM 4.

DENEYSEL SONUÇLAR.....	32
4.1. C.I. Reaktif Red 141 ile Mikrodalga Boyama Kinetik Çalışmaları	
Sonuçları.....	32
4.1.1. C.I. Reaktif red 141 ile L seviyesi mikrodalga boyamada K/S verileri	32

4.1.2. C.I. Reaktif red 141 ile ML seviyesi mikrodalga boyamada K/S sonuçları	35
4.1.3. C.I. Reaktif red 141 ile M seviyesi mikrodalga boyamada K/S sonuçları	38
4.2. C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile Mikrodalga Boyama Kinetik Çalışmaları	
Sonuçları.....	41
4.2.1. C.I. Reaktif yellow 138:1 ile L seviyesi mikrodalga boyamada K/S verileri	41
4.2.2. C.I. Reaktif yellow 138:1 ile ML seviyesi mikrodalga boyamada K/S verileri	44
4.2.3. C.I. Reaktif yellow 138:1 ile M seviyesi mikrodalga boyamada K/S verileri	47
BÖLÜM 5.	
TARTIŞMA VE SONUÇ	51
5.1. C.I. Reaktif Red 141 ile Mikrodalga Boyama Kinetik Çalışmaları	
Sonuçları.....	51
5.2. C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile Mikrodalga Boyama Kinetik Çalışmaları	
Sonuçları.....	51
5.3. Mikrodalga Boyama Kinetiğinin Değerlendirilmesi	52
KAYNAKLAR.....	54
ÖZGEÇMİŞ	57

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

C	: Çözeltideki boyarmaddenin konsantrasyonu
C.I	:Color Index (Renk indeksi)
I.C.I	: Imperial Chemical Industry
GHz	: Gigahertz frekans düzeyi
K	: Absorpsiyon katsayısı
K/S	: Kubelka-Munk fonksiyonu
L	: Low (en düşük mikrodalga seviyesi)
M	:Medium (orta mikrodalga seviyesi)
MD	: Mikrodalga
MHz	: Megahertz frekans düzeyi
ML	: Medium Low (ortanın altı mikrodalga seviyesi)
M_{∞}	: Dengede elyaf üzerindeki boyarmaddenin miktarı
R	:Reflektans (yansırma oranı)
S_1	: Sübstitüent 1
S_2	: Sübstitüent 2
S	: Yansırma yüzeyi

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Glikozun yapısı [1].	6
Şekil 2.2. Selülozun kabul edilen yapısal formülü.	6
Şekil 2.3. Selülozdaki serbest OH grupları [9].	8
Şekil 2.4. β -alkoksil karbonil eliminasyon tepkimesi	14
Şekil 2.5. Reaktif boyarmaddenin kimyasal yapısı	17
Şekil 2.6. Dipolar moleküller elektrik alanı içinde dönme eylemi [21].	26
Şekil 2.7. Geleneksel ve mikrodalga ısıtma [22].	27
Şekil 3.1. Iyozol Red HE7B (C.I. Reaktif Red 141) [25].	30
Şekil 3.2. Iyozol Yellow HEYL (C.I. Reaktif Yellow 138:1) [26].	30
Şekil 4.1. C.I. Reaktif Red 141 ile L seviyesi mikrodalga boyamada K/S- dalga boy eğrileri.	33
Şekil 4.2. C.I. Reaktif Red 141 ile L seviyesi mikrodalga boyamada 0. derecekinetik hız denklemi eğrisi	34
Şekil 4.3. C.I. Reaktif Red 141 ile L seviyesi mikrodalga boyamada 1. derecekinetik hız denklemi eğrisi	34
Şekil 4.4. C.I. Reaktif Red 141 ile L seviyesi mikrodalga boyamada 2. derecekinetik hız denklemi eğrisi	35
Şekil 4.5. C.I. Reaktif Red 141 ile ML seviyesi mikrodalga boyamada K/S- dalga boy eğrileri.	36
Şekil 4.6. C.I. Reaktif Red 141 ile ML seviyesi mikrodalga boyamada 0. derecekinetik hız denklemi eğrisi	37
Şekil 4.7. C.I. Reaktif Red 141 ile ML seviyesi mikrodalga boyamada 1. derecekinetik hız denklemi eğrisi	37
Şekil 4.8. C.I. Reaktif Red 141 ile ML seviyesi mikrodalga boyamada 2. derecekinetik hız denklemi eğrisi	38

Şekil 4.9. C.I. Reaktif Red 141 ile M seviyesi mikrodalga boyamada K/S- dalgaboyueğrileri	39
Şekil 4.10. C.I. Reaktif Red 141 ile M seviyesi mikrodalga boyamada 0. derecekinetik hız denklemi eğrisi	40
Şekil 4.11. C.I. Reaktif Red 141 ile M seviyesi mikrodalga boyamada 1. derecekinetik hız denklemi eğrisi	40
Şekil 4.12. C.I. Reaktif Red 141 ile M seviyesi mikrodalga boyamada 2. derecekinetik hız denklemi eğrisi	41
Şekil 4.13. C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile L seviyesi mikrodalga boyamada K/S-dalga boyu eğrileri	43
Şekil 4.14. C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile L seviyesi mikrodalga boyamada 0. derecekinetik hız denklemi eğrisi	43
Şekil 4.15. C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile L seviyesi mikrodalga boyamada 1. derecekinetik hız denklemi eğrisi	44
Şekil 4.16. C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile L seviyesi mikrodalga boyamada 2. derecekinetik hız denklemi eğrisi	44
Şekil 4.17. C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile ML seviyesi mikrodalga boyamadaK/S- dalgaboyueğrileri	46
Şekil 4.18. C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile ML seviyesi mikrodalga boyamada 0. derecekinetik hız denklemi eğrisi	46
Şekil 4.19. C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile ML seviyesi mikrodalga boyamada 1. derecekinetik hız denklemi eğrisi	47
Şekil 4.20. C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile ML seviyesi mikrodalga boyamada 2. derecekinetik hız denklemi eğrisi	47
Şekil 4.21. C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile M seviyesi mikrodalga boyamadaK/S- dalgaboyueğrileri	49
Şekil 4.22. C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile M seviyesi mikrodalga boyamada 0. derecekinetik hız denklemi eğrisi	49
Şekil 4.23. C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile M seviyesi mikrodalga boyamada 1. derecekinetik hız denklemi eğrisi	50
Şekil 4.24. C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile M seviyesi mikrodalga boyamada 2. derecekinetik hız denklemi eğrisi	50

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Pamuğun bileşenleri [6].	4
Tablo 2.2 . Pamuğun yakma sonunda kalan kalıntı bileşenleri [6].	5
Tablo 2.3. Başlıca reaktif gruplar, ticari isimleri ve boya üreticileri [14].	19
Tablo 2.4. Reaktif boyarmaddelerin avantajları ve dezavantajları	22
Tablo 3.1. Mikrodalga fırının seviyeler göre güç değerleri	29
Tablo 4.1. C.I. Reaktif Red 141 ile L seviyesi mikrodalga boyamada K/S-zaman verileri.....	32
Tablo 4.2. C.I. Reaktif Red 141 ile L seviyesi mikrodalga boyamada kinetik sonuçlar.....	33
Tablo 4.3. C.I. Reaktif Red 141 ile ML seviyesi mikrodalga boyamada K/S-zaman verileri.	35
Tablo 4.4. C.I. Reaktif Red 141 ile ML seviyesi mikrodalga boyamada kinetik sonuçlar.....	36
Tablo 4.5. C.I. Reaktif Red 141 ile M seviyesi mikrodalga boyamada K/S-zaman verileri.	38
Tablo 4.6. C.I. Reaktif Red 141 ile M seviyesi mikrodalga boyamada kinetik sonuçlar.....	39
Tablo 4.7. C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile L seviyesi mikrodalga boyamada K/S-zaman verileri.	42
Tablo 4.8. C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile L seviyesi mikrodalga boyamada kinetik sonuçlar.	42
Tablo 4.9. C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile ML seviyesi mikrodalga boyamada K/S-zaman verileri.....	45
Tablo 4.10. C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile ML seviyesi mikrodalga boyamada kinetik sonuçlar.	46

Tablo 4.11. C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile M seviyesi mikrodalga boyamada	
K/S-zaman verileri.....	48
Tablo 4.12. C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile ML seviyesi mikrodalga	
boyamada kinetik sonuçlar.	48
Tablo 5.1. C.I. Reaktif Red 141 ile mikrodalga ortamda boyamanın 1. derece	
hız denklemleri	51
Tablo 5.2. C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile mikrodalga ortamda boyamanın 1.	
derece hız denklemleri.....	52



ÖZET

Anahtar kelimeler: Pamuk, reaktif boyarmadde, mikrodalga, hız sabiti, kinetik

Bu çalışmada pamuk kumaşın elyafın C.I. Reaktif Red 141 ve C.I. Reactive Yellow 138:1 boyarmaddeleri ile mikrodalga ortamda boyanması araştırıldı. Boyama çalışmalarında sırasıyla L(195.5W), ML(460W), M(759W) mikrodalga düzeylerinde, pamuklu kumaşın reaktif boyarmaddelerle boyama süresine bağlı olarak incelendi. Herbir bir mikrodalga düzeylerine ait boyama sonuçları K/S oranlarıyla ölçüldü. Mikrodalga gücüne göre yapılan boyama çalışmalarında elde edilen veriler, 0., I. ve II. dereceden hız denklemlerine dönüştürüldü. Boyama kinetiğinin I. dereceden hız denklemlerine uyduğu tespit edildi. I. dereceden hız denkleminde ait hız sabitleri hesaplandı. Ayrıca boyamanın süreyle doğru orantılı olarak arttığı tespit edildi.

DETERMINATION OF DYEING KINETICS AND DIFFUSION COEFFICIENTS OF REACTIVE DYES IN MICROWAVE MEDIA

SUMMARY

Keywords: Cotton, reactive dyestuff, microwave, rate constant, kinetics

In this study, the cotton fabric of the fiber C.I. Reactive Red 141 and C.I. Reactive Yellow 138:1 dyeing was investigated with microwave media. In dyeing studies L (195.5 W), ML (460W), M (759W) microwave levels, cotton fabric was examined with reactive dyestuff dyeing period. The dyeing results for each microwave level were measured with K / S ratios. The data obtained in the dyeing studies according to the microwave power were converted to zero, first and second order velocity equations. Dyeing kinetics were found to fit the first order speed equations. The velocity constants of the first order velocity equation were calculated. It was also determined that the staining increased in direct proportion to the duration.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Pamuk doğada bilinen en eski elyaf türüdür. Günümüzde en çok kullanılan elyaf türü olmaya devam etmektedir [1]. Boyaması da tarihi kadar eskilere dayanmaktadır. 19. yüzyıla kadar bitki kökenli boyarmaddelerle boyanmaktaydı. Sentetik boyaların üretilmesinden sonra değişik boyama yöntemleri geliştirilmiştir [2].

İlk reaktif boyarmadde olan Procionların keşfine kadar pamuk elyafın, ancak kimyasal yapısını bozacak şiddetli reaksiyon koşullarında kovalent bağ oluşturulabilecek bir tepkime ile boyanması pek düşünülmemişti. Halbuki protein elyafta, -NH₂, -OH, -SH ve -COOH gibi reaksiyon yeteneği yüksek olan fonksiyonel grupların varlığı nedeniyle kimyasal reaksiyonun çok daha kolay olacağı sanılıyordu. Bu nedenle ICI Firması 1951 yüne uygulanacak reaktif boyarmaddeler araştırmaya başladı. 1953 yılında Dr. Stephen 2,4-Diklorotriazinilamino grubu içeren Procion adı ile bilinen ilk reaktif boyarmaddeyi sentez etmeyi başardı. Aynı firmanın, boyarmaddelerin uygulama ve boyama mekanizmasını incelemekle görevli olan kimyager Ratte, selülozun esterleşmesi için siyanürilklorürün ksilendeki çözeltisinin kullanıldığını hatırlayarak aynı boyarmaddenin pamuk üzerine uygulanmasını araştırdı. Boyarmaddenin oda sıcaklığında selüloz molekülü ile çok kolay reaksiyon verdiğini keşfetti [3].

Reaktif boyarmaddelerle bütün renk serisi (renk gamı) mevcut olduğu gibi renkler de çok parlaktır. Önceleri bazik ve azoik boyarmaddeler ile parlak renkler elde etmek mümkün olmamıştır. Azoiklerle elde edilen renkler çok sınırlı olduğu gibi bu seride bütün renkler de mevcut bulunamamaktaydı. Ayrıca, bu boyarmaddelerin diğer bir önemi de soğukta bekletme koşullarında boyanabilmeleriydi. Bu sayede büyük enerji tasarrufu sağlandığından bu sınıf boyarmaddeler çok kısa zamanda gelişmiştir. Boyarmadde yapımcısı olan diğer firmalar bu konuda yoğun çalışmalara başlayarak

procion boyarmaddelerindeki diklorotriazinil grubundan farklı, birçok reaktif grup keşfettiler. Bunlarda selüloz ile kimyasal reaksiyon vermekle beraber, pek çoğunun reaktivitesi (reaksiyon yeteneği) diklorotriazinil grubun reaktivitesinden daha düşüktür. Birkaçı dışında, pek çoğu sıcakta uygulanmaktadır [4,5].

Mikrodalga ortamda boyama çalışmaları günümüzde oldukça yenidir. Bu alandaki çalışmalar, endüstriyel alana uygulanması, bazı zorlukları vardır. Bunun başlıca sebebi, geleneksel boyama yöntemlerinin, çok yaygın olması ve en çok tercih edilen boyama şekli olmasındandır. Mikrodalga ortamda boyamanın birçok üstünlükleri vardır. Bunlardan bir tanesi 10 dakika civarında boyamanın tamamlanmasıdır, diğer üstünlüğü ise sıcaklığın boyama banyosunda her yerde aynı olmasıdır. Bu durum boyamanın dalgalı olmasını önlemektedir.

Bu çalışmanın amacı boyama süresini kısaltarak mikrodalga ortamı kullanarak yeni bir boyama yöntemi geliştirmek ve boyama tepkimesini kinetik olarak incelemektir.

BÖLÜM 2. GENEL BİLGİLER

2.1. Pamuk Elyafı Ve Genel Özellikleri

Pamuk, Doğu ve Orta Doğu'da binlerce yıldan beri kullanılmakta olan en eski ve en önemli bir elyaf türüdür. Amerika kıtası keşfedildiğinde de pamuk yerliler tarafından bilinmekteydi.

Her pamuk lifi, pamuk bitkisinin tohumlarından toplanan tek hücreli bir tüycük halindedir. Bu tüycüklerin görevi, olgunlaşmamış pamuğu korumak ve olgunlaşınca onun etrafa dağılmasını sağlamaktır. Kısa veya uzun her lif, bir tek bitkisel hücredir. Şekli diğer bitkisel hücrelerden farklı olmakla beraber, pamuk hücresi de bütün bitkisel hücrelerin morfolojik karakterlerini aynen taşır [6].

Bir pamuk hücresi şu kısımlardan meydana gelmiştir: Her hücrede lifin dış çeperlerini meydana getiren ve primer zar denilen bir zar vardır. Hücre olgunlaştıkça bunun üzeri vaks ve pektik maddelerden oluşan kütikül tabakası ile örtülür. Primer zarın altında sekonder zar adı verilen selülozik bir kısım daha vardır. Olgunlaşma esnasında bu kısım daha da kalınlaşır. Şişmiş bir lifin enine kesitinde sekonder zar, ardarda sıralanan ve günlük büyümelere tekabül eden halkalar şeklinde görülür. Hücrenin ortasında lümen denilen hücre kanalı, kanal içerisinde canlı protoplazma ve hücre özsuğu bulunur. Protoplazma proteinlerden meydana gelmiştir ve jelatinimsi bir yapıya sahiptir. Hücre özsuğu çeşitli anorganik tuzların çözeltilerinden ibarettir. Büyüyen genç bir hücrede hücre zarının içi; yani hücre kanalı (lümen), protoplazma ve hücre özsuğu ile dolu olduğundan zar gergin, hücre şişkin durumda ve hücre kesiti daireseldir. Protoplazmanın bir kısmı daha yoğun olan çekirdekte toplanmıştır [6].

Hücre olgunlaşınca protoplazma ölür, hücre özsuyu kurur. Lümen ince bir yarık, kesiti böbrek şeklini alır. Kuruyan hücre özsuyundan ve protoplazmadan geriye kalan madensel tuzlar ve proteinler lümen içerisinde kalır. Bunlar pamuğun temizlenmesi esnasında uzaklaştırılması gereken yabancı maddelerdir.

Bazen iklim koşulunun iyi gitmemesi, tarımın ihmal edilmesi vb. gibi nedenlerle hücre gelişmesinde bozukluklar meydana gelir. Hücre tam olarak gelişmeden ölür. Ölü pamuk denen bu tür liflerle, zamanından önce toplanan liflerde lümen henüz büyüktür. Selülozdan ibaret olan sekonder zar tam olarak gelişmemiştir. Kütikül tabakası da ya henüz oluşmamış veya çok incedir.

Her pamuk az veya çok miktarda olgunlaşmamış veya ölü pamuk içermekle birlikte, düşük kaliteli pamukta bunların miktarı daha da fazladır [6,7].

2.1.1. Pamuğun kimyasal bileşimi

İşlenmemiş pamuk selülozdan başka yağ, vaks, pentoz, pektin, protein, basit organik azot bileşikleri, organik asitler, anorganik tuzlar ve renkli maddeler içerir. İplik veya kumaş halindeki pamukta bunlardan başka kir haşıl maddesi ve makine yağı da bulunur (Tablo 2.1.).

Tablo 2.1. Pamuğun bileşenleri [6].

Bileşen	Miktarı (%)
Selüloz	85,5
Yağ ve vakslar	0,5
Protein, pentoz ve renkli maddeler	5
Anorganik tuzlar	1
Nem	8

Pamuk ağartılmadan önce temizlendiğinde, ağırlığından %6,5 kaybeder. Fakat pamuğun yakılmasından sonra geriye %1-2 oranında kül kalır ki bunun analizi aşağıdaki sonuçları verir (Tablo 2.2.).

Tablo 2.2. Pamuğun yakma sonunda kalan kalıntı bileşenleri [6].

Bileşen	Miktarı (%)
Potasyum karbonat	44,8
Potasyum klorür	9,9
Potasyum sülfat	9,3
Kalsiyum sülfat	9,3
Kalsiyum karbonat	10,6
Magnezyum sülfat	8,4
Demir-III- oksit	3,0
Aluminyum oksit	5,0

Karbonatlar başlangıçta bu halde bulunmayıp, organik asit tuzların yanması sonucu oluşmuştur.

2.1.1.1. Selülozun kimyasal yapısı

Boyama ve ağartma teknolojisini anlamak için selüloz kimyasını bilmek gerekir. Selüloz $(C_6H_{10}O_5)_{11}$ kapalı formülündedir.

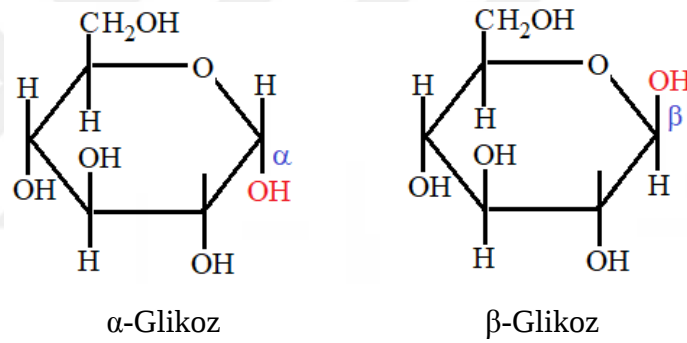
Saf selüloz beyaz bir madde olup, özgül ağırlığı $1,5 \text{ gr/cm}^3$ 'tür. Havada dumansız parlak bir alevle yanar. Kuru kuruya destillendiğinde asetik asit içeren uçucu bileşikler verir. Higroskopiktir. Üç tip hidrat oluşturduğu sanılır: $C_6H_{10}O_5 \cdot 1/3H_2O$; $C_6H_{10}O_5 \cdot 1/2H_2O$; $C_6H_{10}O_5 \cdot 1^{1/3}H_2O$. Suda, organik çözücülerde ve bazik çözeltilerde çözünmez. Fakat amonyaklı bakır hidroksitte ve çinko klorür, kalsiyum tiyosiyanat gibi bazı tuzların derişik çözeltilerinde, soğuk, derişik sülfirik asitte çözünür. Diğer karbonhidratlar gibi derişik sülfirik asitle ısıtıldığında karbon kütlesi meydana getirerek şişer. Hidroklorik ve nitrik asitten de etkilenir. Selüloz çözeltileri koloidal özellik gösterirler.

Selülozun hidroliz ürününün glikoz olduğu uzun zamandan beri bilinmektedir (Şekil 2.2.). Metoksi selüloz, seyreltik asitlerle hidroliz edildiğinde %100 verimle glikoz verir. Bu da selülozun birbirine bağlı glikoz moleküllerinden başka birşey içermediğini gösterir. Nişasta ve glikojenin de hidrolizi % 100 verimle glikoz verir.

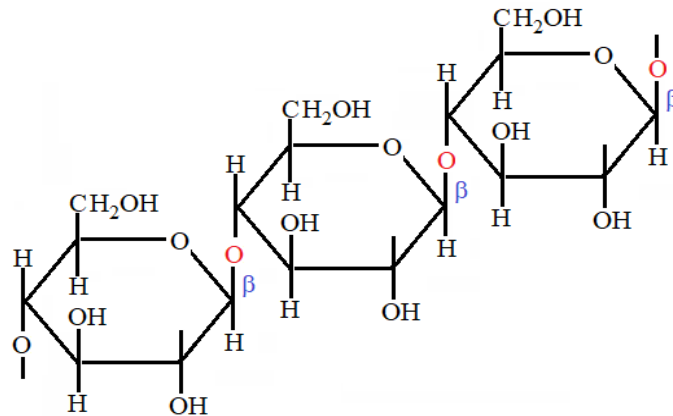
Fakat ne doğa, ne de insanlar bunlardan lifli maddeler yapmayı başaramamıştır. Bu nedenle selülozda glikoz ünitelerinin düzeni nişasta ve glikojendekinden farklıdır.

Selüloz molekülünün yapısı Haworth, Hirst ve Irvin tarafından aydınlatılmıştır (Şekil 2.2.). 1926'da Haworth şekerlerin halkalı yapıda olduklarını, birinci ve beşinci karbon atomları arasında oksijen bulunduğunu göstermiştir. Bu halka sistemine piran halkasına benzemesi nedeniyle piranos sistem denir.

Polarize ışığın sapma derecesinin ölçülmesiyle glikozun alfa ve beta glikoz olmak üzere iki şekilde bulunduğu anlaşılmıştır. Bunlar arasındaki fark, 1. Karbon atomuna bağlı hidroksil grubunun kağıt yüzeyine dik bir düzlemde olduğunu düşünen piran halkasının altında ve üstünde bulunmasıdır.



Şekil 2.1. Glikozun yapısı [1].



Şekil 2.2. Selülozun kabul edilen yapısal formülü

2.1.1.1.1. Hidroselüloz

Selüloz üzerine seyreltik asitler etki edecek olursa hidroliz sonucu zincir parçalanır. Hidroliz sonucu selülozun indirgeme gücü artıp polimerleşme derecesi düşer ve elyafın gerilme direnci azalır. Parçalanma derecesi temperature ve asidin pH'ına bağlıdır.

2.1.1.1.2. Oksiselüloz

Selüloz kolaylıkla yükseltgenerek oksiselüloz denen değişik tipte ürünler meydana getirir. Bunlar asidik karboksil grupları bulunan bileşikler ve aldehit grupları içeren indirgen bir ürün meydana geldiği görülmektedir. Bu oksiselülozun hem asidik hem indirgen tipleri olduğunu gösterir [6,7].

2.1.2. Pamuk elyafının fiziksel özellikleri

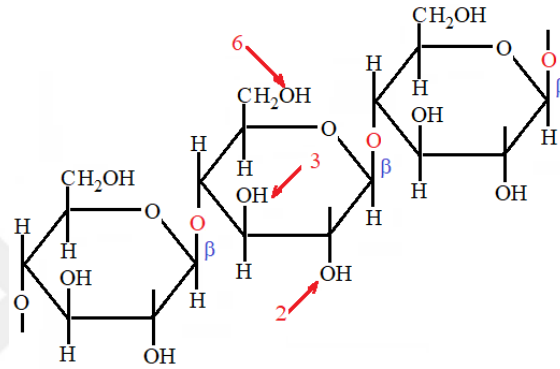
Pamuk lifleri renk olarak kremimsi beyaz tondadır. Bitkinin türü, yetiştirilme ve iklim koşullarına göre bu renk değişir. Mikroskop ile incelendiğinde; bükümlü hortum veya şeride benzer, yassı bir yapısı vardır. Bükümler yüzeye düzensiz görünüm verirler. Kesiti böbrek veya fasülye şeklindedir. Hücrenin ortasında lümen adında hücre kanalı bulunmaktadır. Pamuk lifinin çapı ise 25µm olup boyu 1cm'den 7,5cm'ye kadar değişir. Yoğunluğu 1,50-1,55 arasındadır. Havadan kolaylıkla nem absorplayan pamuk, standart şartlarda %8,5 nem absorplamasına rağmen, dokunulduğunda kuru hissedilebilir.

Ticarette izin verilen maksimum nem miktarı %8,5 dir. %100 relatif nemde, pamuklu materyal %25-27 su absorplar. Lifi uzama miktarı ortalama %7-8 dir. Elastik özelliği yoktur. %2 lik elastik uzamadan sonra geri dönme %74; %5 lik uzamadan sonra ise %45'dir. Bütün selülozik elyafıta olduğu gibi, pamukta da ıslandığında dayanıklılığında artma görülür. Dayanıklılık artması %30 civarındadır. Ancak bu değer, pamuğun herhangi işlemle bozunmadığı durumlar için geçerlidir. Aksi halde,

dayanıklılık kuru haldekenden daha az olur. Pamuk ıslatıldığında ağırlığının %70'i kadar su çeker [8].

2.1.3. Pamuk Elyafının Kimyasal Özellikleri

Pamuğun kimyasal reaktifliğini selüloz polimeri belirlemektedir. Selüloz polimeri, 1 ve 4 numaralı karbon atomlarından birbirine bağlanmış β -d glikozdan oluşmuştur. Şekil 2.2.'de selülozun serbest OH grupları gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Selülozdaki serbest OH grupları [9].

Selülozun bir polialkol etkisi oluşturmasına neden olan, bu kimyasal yapısındaki 2-OH,3-OH ve 6-OH gruplarıdır. Kimyasal maddelerin selüloz moleküllerine etkisi büyük ölçüde 2-OH,3-OH ve 6-OH grupları üzerinden olmaktadır. Selüloz moleküllerinden oluşan ve birbirlerine moleküller arası hidrojen köprüleriyle bağlanan zincirler, mikrofibrilleri oluşturur. Mikrofibrillerde makrofibrilleri oluşturarak lif yapısında organize olmuş şekilde bulunurlar.

Pamuk elyafının, yumuşak şartlar altında dietilaminoetilklorid ile reaksiyonunu baz alan kimyasal ölçüm OH'ların reaksiyona girme yeteneklerinin azalan sıraya göre 2-OH>6-OH>3-OH şeklinde olduğunu göstermiştir. Hidroksil gruplarının toplam reaktifliği ve 2-OH,3-OH ve 6-OH gruplarının relatif reaktifliği, şişirici ön işleme, ayrıca ve tepkime şartlarına göre farklılıklar göstermektedir [9].

2.1.3.1. Şişirici maddelerle reaksiyonlar

Pamuk elyafın şişmesine sebep olan maddeler; su, sıvı amonyak ve sodyum hidroksittir.

2.1.3.1.1. Suyun etkisi

Pamuk elyafın suyun varlığında şişme etkisi göstermesinin nedeni selülozun hidrofilik özelliğine sahip olmasıdır. Su molekülleri selüloz moleküllerindeki kristalitlerin iç kısmına giremeyip, dış yüzeyiyle tepkimeye girerler. Kristalitler lif eksenine paralel şekilde uzandığından, dış yüzeylerdeki OH'larla dipol çekim kuvvetleri ve hidrojen köprüleri üzerinden bağlanan su molekülleri, lif kesitinde şişmeye neden olmaktadır. Uzunluktaki artış ise çok azdır. Pamuk lifleri ıslandığında, kristalin bölgelerin fazlalığı ve makro zincirlerinin uzun olmasından dolayı mukavemetleri artar [10].

2.1.3.1.2. Sıvı amonyakın etkisi

Sıvı amonyak ilk olarak amorf bölgelerdeki serbest hidroksil gruplarıyla tepkimeye girerek pamuk elyafın şişmesine neden olur.

Lewin (1998)'de belirttiğine göre, Lewin ve Roldan (1971); pamuğun sıvı amonyakla muamelesi ve yıkanmaması sonucunda kristalinite indeksinin 79'dan %30-40'a düştüğünü ve ayrıca kristalit büyüklüğünün 54 Å'dan 34-37 Å'ya düştüğünü tespit etmişlerdir. Dairesellik ve homojenlik artmıştır. Amonyakla muameledeki germeye bağlı olarak mukavemet büyük ölçüde yükselmiş ve kopma uzamasında azalma görülmüştür. Liflerin boyanabilme yeteneklerinde ayrıca artış gözlenmiştir [9].

2.1.3.1.3. Sodyum hidroksitin etkisi

Pamuğun sıvı sodyum hidroksit çözeltisiyle şişmesi, önemli bir ticari işlemdir ve merserizasyon olarak adlandırılır. Lityum hidroksit ve potasyum hidroksit bazıları da pamuğun merserizasyonunu gerçekleştirebilir, fakat normal olarak sodyum hidroksit

kullanılmaktadır. Sodyum hidroksitle muamele sonucunda, pamuklu kumaşların boyarmadde afinitesi, kimyasal reaktifliği, stabilitesi, mukavemeti, parlaklığı ve düzgünlüğü gibi özellikleri gelişmektedir.

İşlem görmüş pamuktaki yapısal gelişmeler; kristal yapının selüloz I'den selüloz II'ye dönüşmesi, kristalitlerin uzunluğunun azalması, nem almanın artması ve kristalinite derecesinde azalma olarak belirlenmiştir [9,11].

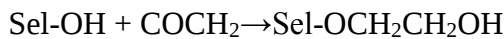
Selüloz moleküllerinin bu yeni düzeni, alkali nötralleştirildikten sonra da korunur. Yapay ipek ve merserize pamukta da aynı düzen görülür. Bu yeni düzendeki modifiye selüloza selüloz II denir [6,7].

2.1.3.2. Eterleşme

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

Kondensasyon reaksiyonu temeline dayanan işlemler en stabil pamuk türevlerini üretmektedir. Diğer yandan, katılma reaksiyonu temeline dayanan işlemler daha az stabil olan selüloz eterleri oluşturmaktadır. Stabiledaki bu düşmenin nedeni adisyon reaksiyonunun dengesinin doğasından kaynaklanmaktadır. Selüloz eterleşmesinin bu iki yapısının bilinen örnekleri olan karboksimetilleme ve siyanoetilleme ortamda alkali varlığında gerçekleştirilir [9].

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



Fakat oluşan bu hidroksietil grubu kimyasal açıdan yüksek rektifliğe sahiptir ve diğer etilen oksit molekülüyle tepkimeye girerek uzun alt grup zincirlerinin oluşmasını sağlar. Bu işleme aşî eterleşmesi denir ve sonuçta $\text{Sel-O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{H}$ oluşur [10].

2.1.3.2.1. Buruşmazlık dayanımı

Pamuğun eterleşme tepkimelerinden en önemlisi, kumaşların buruşmaya karşı dayanımının geliştirildiğı apre işlemleridir. Aldehitler; formaldehit ve gliyoksal, iki selüloz zincirindeki OH gruplarıyla reaksiyona girerek onarlı tek zincire dönüştürür ve böylece birbirine bağlanan zincirlerden dolayı materyalin buruşma özelliğı gelişir. Buruşmazlık yüksek terbiyesinde farklı kimyasallar da kullanılmaktadır [10].

2.1.3.2.2. Reaktif Boyama

Bir diğer ticari eterleşme reaksiyonu da pamuğun reaktif boyarmaddelerle boyanması işlemidir. Reaktif boyarmaddeler selülozik elyafın boya ve baskısına yarayan çok önemli bir boyarmadde grubudur. Bu konu üzerinde ileriki bölümlerde detaylı bilgi verilmiştir [7,10].

2.1.3.2.3. Güç tutuşurluk

Pamuk elyafına uygulanan önemli apre işlemlerinden biri, yanmaya karşı direnç gösterme özelliğıdir. Yanmaya karşı kalıcı direnci arttıran birçok kimyasal geliştirtmesine rağmen, değişik nedenlerden dolayı çok azı pratik uygulamaya uygundur. Özellikle azot ve fosfor içeren bileşikler güç tutuşurluk üzerinde çok etkili olduklarından kullanılmaktadırlar. Güç tutuşurluk apresi de bir eterleşme reaksiyonudur [10].

2.1.3.2.4. Çok fonksiyonlu özellikler

Selülozik liflerin N-metilol bileşikleriyle eterleşme reaksiyonu göstermesiyle esnek kompozit bir yapı oluşur. Eterleşme işlemiyle; kalıcı ütü ve yaylanma özelliği, kir iticilik, antimikrobiyal özellik gibi birçok özellik materyale kazandırılabilir [10].

2.1.3.3. Esterleşme

Selüloz esterlerin oluşması için selülozdaki hidroksil grupları; karboksilli asitlerle, anhidridlerle, izosiyanatlarla ve ketonlarla tepkimeye girer. İşlem öncesi doğal pamuktaki kristalinite oranı yüksek olup, zincirler arasındaki hidrojen köprüleri kimyasal ajanların sızmasını engellemektedir. Bu nedenle monofonksiyonel karboksilli asitler ve anhidritlerle esterleşme reaksiyonu öncesi elyafa şişirici ajanlarla muamele yapılması gerekmektedir [10].

2.1.3.3.1. Asetilleme

Eğretilmiş veya dokunmuş pamuklu mamullerinin asetilleşmesi sonucunda materyalin ısı direncinde artış gözlenmektedir. Bölgesel olarak asetillenen pamuk ütü masalarında ve sıcak başlı çamaşır preslerinde kaplama olarak kullanılmaktadır [10].

2.1.3.3.2. Formaldehitsiz buruşmazlık dayanımı

Pamuk selülozunun, polikarboksilik asitlerle yüksek sıcaklıkta çapraz bağlanmasının gerçekleşmesiyle, formaldehitsiz buruşmazlık yüksek terbiyesi materyale kazandırılmaktadır. En etkili asitler; BTCA (1,2,3,4 bütantetrakarboksilli asit), trikarboksilik asit ve sitrik asittir [11].

2.1.3.3.3. Anorganik asitlerin esterleri

Pamuk elyafı inorganik asitler ile esterleşme tepkimesi verir. Pamuk linterlerine uygulanan nitrik asitlerle selüloz nitratlar elde edilmektedir. %13 oranında azot

içeren bu selüloz nitratlar pamuk barutu olarak bilinirler. Mono veya diamonyum fosfat ile yüksek sıcaklıkta muamele sonucu pamuk elyafının güç tutuşurluğu gelişmektedir [10].

2.1.3.4. Bozunma zarar görme

Tekstil lifleri içindeki pamuğun yerinin en önde olması büyük ölçüde, pamuğun gördüğü işlemler sırasında kimyasal zarara karşı koyma kapasitesine bağlıdır. Belirli şartlar altındaki muamelelerin pamuğa zarar veriyor olması, pamuğun bozunması üzerine çalışmaları zorunlu kılmıştır. Pamuğun bozunmasına neden olan başlıca maddeler; asitler, bazlar yükseltgen katkılar, ısı, radyasyon ve enzimler şeklindedir [10].

2.1.3.4.1. Yükseltgenme

Selüloz moleküllerini oluşturan glikoz yapı taşlarında yükseltgenebilecek farklı alkol grupları mevcuttur. Örneğin 6. karbondaki birincil alkol grubunun bir derece yükseltgenmesiyle aldehit, iki derece yükseltgenmesiyle karboksilli asit oluşur. 2 ve 3 konumunda bulunan ikincil alkollerin sert koşullarda bir derece yükseltgenmesiyle ketonlar oluşur. Bu şartların türüne göre bu bölgede C-C bağı kopabilir ve halka açılır. Şartlar devam ettiğinde makro moleküller parçalanırlar ve oksiselülozlar oluşmuş olur. Oksiselülozlar indirgen özellik gösterirler. Özellikle pamuklu materyallerin ağartılması işleminde yükseltgen maddelerle çalışıldığı için çok dikkatli olunmalıdır. Pamuk bünyesindeki bu grupların tespit edilmesi için değişik metotların uygulanması gerekmektedir [10].

2.1.3.4.2. Asitlerin etkisi

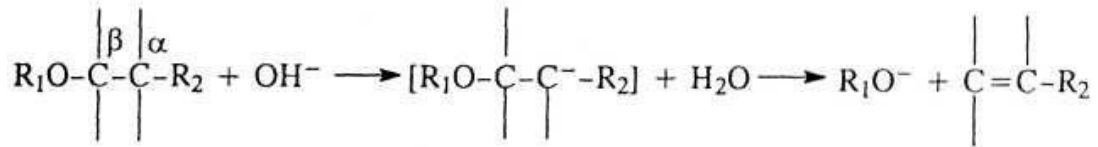
Selüloz asitlerle kaynatıldığında glikoz vermek üzere hidroliz olur. Asitlerin daha ılımlı koşullarda, düşük sıcaklıklarda etki etmesi hidroselüloz meydana gelmesine ve elyafın inceliğe zayıflamasına neden olur. Reaksiyon 3 adımda gerçekleşir. Glikosidik bağların kopması sonucu karbonyum iyonu formasyonu gözlenmektedir.

Lewin'in (1998), belirttiğine göre, Bemiller (1967), glikozitlerin hidrolizi tamamen analog olarak gerçekleşmektedir. Homojen hidrolizde, %72'lik sülfirik asitle muamelede, %90 oranında D-glikoz randımanı elde edilmektedir.

Tekstildeki işlemlerde pamuk elyafı için seyreltik sıvı asitler kullanılır. Elyaf karışım oranlarının belirlenmesinde ise pamuğu parçalamak ve çözmek için sülfirik asit çözeltisi veya sıcak fosforik asit çözeltisi kullanılmaktadır [7,10].

2.1.3.4.3. Bazların etkisi

Pamuk elyafı bazlara karşı çok iyi direnç gösterir ve belirli şartlarda bazı özellikleri bazların etkisiyle gelişir. Sıcak bazlarla muamelede pamukta bozunma görülür. Lewin'in (1998)'de belirttiğine göre, Isbell (1944), selülozun sıcak alkali muamelesinde gerçekleşen temel mekanizmasının, betaalkoksil karbonil eliminasyon tepkimesi olduğunu göstermiştir [10]. Şekil 2.4.'de β -alkoksil karbonil eliminasyon tepkimesi verilmiştir.



Şekil 2.4. β -alkoksil karbonil eliminasyon tepkimesi

2.1.3.4.4. Biyolojik bozunma

Selülozun biyolojik bozunmasına selüloz enzimleri neden olmaktadır. Bu selüloz enzimleri, birçok mikroorganizma tarafından üretilmektedir. Enzimatikbozunmanın başlıca reaksiyon çeşidi hidrolizdir. Bakteri ve mantarların neden olduğu mikrobik zarar, pamuklu kumaşlara olabileceği gibi, kozaların patlamasından sonra toplama öncesinde, sonrasında ve depolama sırasında gerçekleşebilmektedir [10].

2.1.3.4.5. Piroliz, ısı etkisiyle bozunma

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

Pamuk lifleri 140 °C'nin üzerine ısıtıldığında, mukavemet kaybı ve karbonil ile karboksil gruplarında artış görülmektedir. Mukavemetin tamamen kaybolması için, oksijen varlığında, 200 °C ve üzerinde birkaç saat tutulması ile ortaya çıkmaktadır. 200 °C'nin üzerinde ısıl dekompozisyon ve depolimerizasyon başlamaktadır. 200 ve 300 °C arasında birincil uçucu dekompozisyon gelişir. Selülozun 400 °C'nin üzerine ısıtılmasıyla kalan tek madde kömürdür [10].

2.1.3.4.6. UV ve yüksek enerji radyasyonu

Selülozun görünür ve UV ışıqla ilişkisi fotokimyaya, yüksek enerjili radyasyonla ilişkisi de radyasyon kimyasına girmektedir. Işık özellikle pamuklu kumaşların zarar görmesine neden olmaktadır. Güneşin ultraviyole ışınları pamuğun zamanla oksiselüloza dönmesine neden olur ve mukavemet düşer. 2-3 hafta direkt güneş ışığına maruz kalan pamuğun mukavemeti %50 oranında düşme göstermektedir. Yüksek enerjili radyasyon selülozun oksidatifdepolimerizasyonuna neden olmaktadır. Düşük dozajlarda lif özelliklerinde değişme görülme de yüksek dozajlarda pamuğun fiziksel ve kimyasal özelliklerinde değişme gözlenmektedir. Pamuğun oksidatifdepolimerizasyonu içerdiği karbonil ve karboksil grupların artmasıyla orantılıdır [12].

2.1.3.5. Enzimatik modifikasyon

Enzimler bitkisel veya hayvansal organizmalarda oluşan organik katalizörler olup, görevleri canlı organizmalarda sindirim, özümleme gibi kimyasal olayları idare etmektir. Protein yapısındadırlar [7].

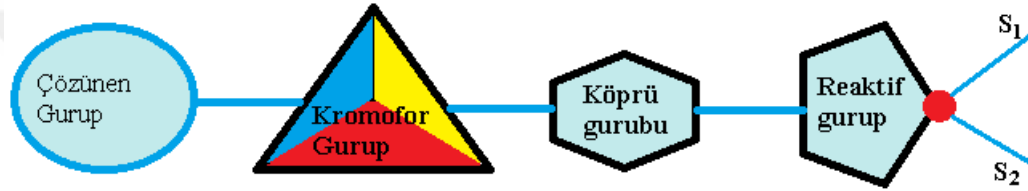
Tekstil uygulamalarında kullanılan enzimler; haşıl sökmede kullanılan enzimler, yüzey liflerinin uzaklaştırılması için kullanılan enzimler, yumuşak tutum veren enzimler ve boyanmış pamuğun renk özelliğini geliştirmede kullanılan enzimler şeklindedir. Haşıl sökmede kullanılan enzimler kısmen hayvansal kısmen bitkisel kaynaklardan elde edilir. Enzimlerin etkisi pH, sıcaklık, kullanılan ıslatıcı, zaman gibi çeşitli faktörlere şiddetle bağlıdır. Tekstilde kullanılan enzimler selülozu oluşturan glikoz yapıtaşları arasındaki oksijen köprülerini koparan enzimlerden değildir. Selüloz veya 1,4- β -glukanaz enzimleri direkt zinciri oluşturan oksijen köprülerini koparmaktadır. Enzimlerin stabilitesi, ortamdaki hidrojen iyonu konsantrasyonuna bağlıdır. Enzimleri terbiye işlemlerinde kullanılmasının en önemli sebeplerinden biri ekolojik açıdan güvenli olmasıdır [10].

2.2. Reaktif Boyarmaddeler

İlk reaktif boyarmadde olan Procionlardır. ICI Firması 1951 yılında yüne uygulanacak reaktif boyarmaddeler araştırmaya başladı. 1953 yılında Dr. Stephen 2,4-Diklorotriazinilamino grubu içeren boyarmaddeyi sentez etmeyi başardı. Ratte bu maddenin yün boyanması için uygun olmadığını gördü. Fakat selülozun esterleştirilmesi için siyanürilklorürün ksilendeki çözeltisinin kullanıldığını hatırlayarak aynı boyarmaddenin pamuk üzerine uygulanmasını araştırdı. selülozik elyafın, ancak kimyasal yapısını bozacak şiddetli reaksiyon koşullarında kovalent bağ oluşturabileceği, -OH, gibi fonksiyonel grupların varlığı nedeniyle kimyasal reaksiyonun çok daha kolay olacağı sanılıyordu. Bu boyarmaddenin kalevi çözeltide oda temperaturünde selüloz molekülü ile kolay reaksiyon verdiğini buldu. Böylece bu sınıfın ilk üyesi olan Procionlar 1956 yılında pamuk boyası olarak ICI (Zeneca) firması tarafından piyasaya çıkarıldı [7].

2.2.1. Reaktif boyarmaddelerin özellikleri

Bütün reaktif boyarmaddelerde ortak özellik, hepsinin kromoforu taşıyan renkli bir grup yanında, bir reaktif ve bir de moleküle çözünürlük sağlayan grup içermesidir. Kromoforu taşıyan moleküller çoğunlukla azo, antrakinon ve ftalosiyanın türevleridir. Boyama tekniği bakımından reaktif grup sorumludur (Şekil 2.1.). Çünkü boyarmaddenin reaksiyon yeteneğini ve reaksiyon hızını bu grup tayin eder. Birçok hallerde soğuk çözeltilerde boyayabildiklerinden ısıdan tasarruf sağlarlar. Kontinü boyama metotları için uygun olan boyarmaddelerdir [7].



Şekil 2.5. Reaktif boyarmaddenin kimyasal yapısı

Reaktif boyarmaddeler uygun koşullar altında lif ile kimyasal reaksiyona girerek, kovalent bağ özelliğine sahip tek boyarmadde sınıfıdır. Karakteristikleri küçük ve basit molekül yapılarına sahip olmalarıdır. Molekül ağırlıkları genellikle 69-221 g/mol dür. Küçük parçacık olması nedeniyle life hızlıca nüfuz etmesini sağlar. Çok parlak renklere sahip reaktif boyarmaddeler basit yapılarının sonucu olarak spektrumlarında çok dar ve yüksek pikler gösterirler. En çok mavi, kırmızı, oranj ve sarı renklerin eldesi için kullanılırlar.

Reaktif boyarmaddeler suda kolay çözünürler. Selülozun $-OH$, poliamidin $-NH_2$ protein esaslı liflerin $-NH_2$, $-SH$ (merkaptan) grupları ile kovalent bağlar oluşturarak liflere bağlanırlar. Reaktif boyarmaddeler önce selüloz esaslı lifler için geliştirildikleri gibi yaygın olmasa da yün, ipek, orlon, akrilik ve karışımları içinde kullanılmaktadır. Daha az olarak reaktif boyarmaddeler naylon ipek ve asetatlarda kullanılabilir. Naylon ve yün için asit reaktif gruplar kullanılır. Boyarmadde grubu olarak azo grubu içeren reaktif boyarmaddeler aşındırma baskılarında uygundur. Özellikle pamuk baskısında yüksek ışık ve yaş haslıklarına sahip parlak renkler elde

edilir. Reaktif boyarmadde ile boyanacak ya da basılacak iyi bir ön terbiye işlemi görmeleri gerekmektedir. Özellikle nişasta haşılının uzaklaştırılması zorunludur. Aksi halde boyarmadde materyal yerine nişasta haşılı ile reaksiyona girer. Tüm ağartma maddelerinin de iyi bir durulama ile materyalden uzaklaştırılması gerekmektedir.

Reaktif boyarmaddelerin ışık, yaş ve ter haslıkları yüksektir. Boyarmadde-lif bağları çok düşük ve yüksek pH'larda hidrolize uğradığı için asit ve alkali haslıkları orta seviyededir. Özellikle reaktifliği diklor ve triklorprimidin boyarmaddeleri hidrolize çok eğilimlidir. Klor haslıkları düşük olduğu için klor içermeyen ağartma maddeleri kullanılarak bu dezavantaj indirgenmeye çalışılmaktadır. Boyamanın bitiminde hidrolize uğrayan boyarmadde kısmını uzaklaştırmak için sabunlama ve durulama ile iyi bir ard işlem yapmak gerekmektedir. Tuz ya da alkali fiskesi yapılabilir. Reaktif boyarmaddeler sökülebilirler. Bazı boyarmaddeler beyaza dek sökülebilmektedir.

Reaktif boyarmaddeler, yüksek ölçüde suda çözünebilen boyarmaddelerdir. Ancak direkt boyarmaddelerin terine düşük substantiviteye sahip olacak şekilde geliştirilmişlerdir. Kovalent bağın oluşumu alkali ortamda olur ve bazen tersinir olabilir. Buharlamada boyarmaddenin fiksajına yardım eder. Kovalent bağın kuvveti, metal koordinasyon bağlarından kuvvetlidir. Elektrostatik bağlar, hidrojen köprüleri, Van der Waals kuvvetleriyle oluşan bağlar çok daha kuvvetlidir. Bunun sonucu olarak reaktif boyarmaddeler çok iyi yıkama sürtme ve ışık haslıkları verir [8,13].

2.2.2. Reaktif gruplar ve sınıflandırılması

Boyarmaddeler genel olarak ya kimyasal konstitüsyonlarına veya boyama özelliklerine göre sınıflandırılır. Bu iki sınıflandırma arasında çok az ilişki vardır. Kimyasal konstitüsyon bakımından büyük bir grubu oluşturan azo boyarmaddeleri, boyama özelliklerine göre yapılan sınıflamada her grupta yer alır [14].

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

- 1) Diklortriazin
- 2) Diflorkloropirimidin
- 3) Vinilsülfon
- 4) Monoklortriazin
- 5) Kloropirimidin
- 6) Akrilolamino
- 7) Monoflortriazin

Bir boyarmadde yukarıdaki gruplardan yalnızca birine sahip olabileceği gibi birden fazla reaktif gruba da sahip olabilir. Bu tip boyarmaddeleri bifonksiyonel reaktif boyalar denir. Bu tip boyarmaddelerin boyama verimleri monofonksiyonel yapılara nazaran daha iyidir. Aşağıdaki Tablo 2.3.'de belli başlı reaktif gruplar üreticilerine göre verilmiştir [14].

Tablo 2.3. Başlıca reaktif gruplar, ticari isimleri ve boya üreticileri [14].

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

2.2.3. Reaktif boyarmaddelerin soğukta ve sıcakta boyayanlar olarak sınıflandırılması

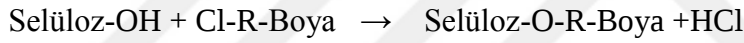
Soğukta boyayan reaktif boyarmaddeler için sıcaklık 20-40 °C arasındadır. Reaktiflik yüksek olduğu için sıcaklığı yükseltmeden ve alkali ilavesini arttırmadan elyaf ile çok kolay reaksiyona girerler [8]. Bunların avantajları; daha hızlı boyama yapmak, daha az kimyasal madde tüketimi, daha az enerji tüketimi, yüksek boyarmadde

verimi, tekrarlanabilme olanağının daha iyi olması, aynı zamanda düşük subsantiviteleri yüzünden yıkanmalarının çok kolay olmasıdır.

Sıcakta boyanan reaktif boyarmaddelerin boyama sıcaklığı 60-80 °C arasındadır, reaksiyon kabiliyetleri zayıf oldukları için sıcaklığı yükseltmek ve alkali ilavesini arttırmakla aktivite sağlanır. Sıcak boyamada sıcaklığı yükselmesi nedeni ile çok düzgün boyamalar elde edilir ve boyarmadde nüfuziyeti mükemmeldir [8]. Sıcak boyayan reaktif boyarmaddelerin avantajları, hidroliz tehlikesinin az olması ve daha iyi nüfuz etmeleridir.

2.2.4. Reaktif boyarmaddelerin soğukta ve sıcakta boyayanlar olarak sınıflandırılması

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



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

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

Substantivitesi yüksek olan boyarmaddenin düşük substantivitelilere oranla fikse olan kısmı fazla, hidroliz olan kısmı daha azdır. Difüzyon hızı ise molekülün büyüklüğüne ve hacmine bağlıdır. Molekül büyüdükçe ve hacmi arttıkça difüzyon güçleşir. Güç difüzlenen boyarmaddelerin çektirme metoduna göre boyaması uygundur. Çünkü yüksek sıcaklıkta difüzyon kolaylaşır. Reaktif boyarmaddelerin

molekülleri oldukça küçük olduğundan difüzyon hızları büyüktür. Bu da reaksiyonun hızla tamamlanmasına neden olur [7].

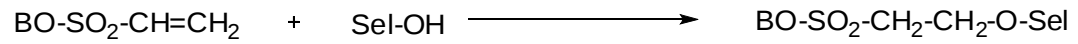
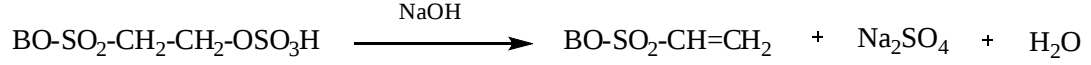
Daha öncede belirtildiği gibi, kovalent bağ reaksiyonu boyarmaddenin reaktif grubu ile selülozun OH grubu arasında oluşur. Reaktif gruplardaki klor, flor, sülfon iyonları, hidroksil iyonunun hidrojeni ile birleşerek asit oluşturur. Ortaya çıkan asit, soda ilavesi ile nötr hale getirilerek ortamdan uzaklaştırılır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

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

Boyarmadde ile selüloz liflerinin bağ yapmasını sağlamak üzere çok çeşitli yöntemler vardır. Boyarmadde bir alkali çözeltisinden tek adımlı emdirme, kurutma yöntemi ile aktarılabilir ya da nötral bir çözeltiden aktarılabilir daha sonra alkali muamele de uygulanabilir. Rengin inkişafı için aynı zamanda ısıda kullanılabilir. Her durumda, kumaş boyamadan sonra fiske olmamış (boyarmadde banyosundaki su ile bağ yapmış olduğu için boyamada bir değeri olmayan), elyafa fiziksel bağlarla bağlanmış boyarmaddelerin uzaklaştırılması amacı ile iyice sabunlanır.

Boyarmadde bünyesinde iki veya daha fazla reaktif grup bulunabilir, bu tip boyarmaddeler elyafı bifonksiyonel reaksiyona girerler. Sonuçta; boyarmaddenin elyafı yaptığı bağın çok sağlam olması nedeni ile fiske edilmeleri de çok iyidir. Bu da boyamanın haslığı ve boyarmadde verimi üzerine etki eden önemli faktörlerden biridir. Reaktif boyamada istenmeyen yan reaksiyon, boyarmaddelerin %15-40'a kadar hidrolize olmasıdır. Ancak son gelişmeler suya daha stabil boyarmadde üretimini sağlamıştır. Bifonksiyonel ve polifonksiyonel tipler bu açıdan avantajlıdır. Örneğin, Ciba firmasının Cibacron FN markaları bifonksiyonel etki gösterirler. Hem vinilsülfonhemdemonoflortriazin grubu içeren reaktif

boyarmaddelerdir. Bu da boyarmadde veriminin yüksek olmasına neden olur. Reaktif boyarmaddeler selüloz ile ester bağları oluşturmak üzere yer değiştirme (süstitüsyon) reaksiyonu verebileceği gibi, eter bağları oluşturmak üzere katılma (adisyon) reaksiyonu da verebilir.



Eter bağları, ester bağlarının tam aksine asit ortamlara dayanıklı, bazik ortamlara dayanıksızdır. Reaktif boyarmaddeler haricindeki diğer boyarmaddeler; küp boyarmaddeler, direkt boyarmaddeler, kükürt boyarmaddeler ve azoik boyarmaddelerdir. Reaktif boyarmaddelerin avantaj ve dezavantajları aşağıda Tablo 2.4.'de verilmektedir [8,15].

Tablo 2.4. Reaktif boyarmaddelerin avantajları ve dezavantajları

Avantajları	Dezavantajları
*Yıkama ve ışık haslıkları, *Parlak ve canlı renkleri vardır. *Yüksek ölçüde tekrarlanabilirlikmümkündür. *Düzgün boyama elde etmek kolaydır. *Renk paleti mükemmeldir. *Hemen hemen tüm emdirme ve çektirme metodlarına uygundur.	*Klor haslıkları ve bazik çözeltilere haslıkları iyi değildir. *Boyama süreleri diğerlerinden daha uzundur(yaklaşık 5-7 saat) *Yüksek sıcaklıktaki bazik işlemlerde lifler bağlanan kovalent bağların bir kısmı kopar ve lifle tepkimeye girme yeteneğini kaybeden boyarmadde şekline dönüşür. *Ard işlemleri dikkat ve zaman gerektirir, maliyeti arttırırlar, su ve atık su problemi getirirler.

2.2.5. Reaktif boyarmaddelerle çektirme metoduna göre boyama

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

- 1) Boyarmaddenin lifler tarafından alınması
- 2) Boyarmaddelerin liflere fiksajı
- 3) Fiske olmamış boyarmaddelerin uzaklaştırılması

Reaktif boyarmaddelerle boyama iki basamakta meydana gelir. İlk basamakta boyarmadde, direkt boyarmaddelerdekine benzer bir mekanizma ile elyaf tarafından adsorplanır. Boyarmaddenin tabiatına bağlı olarak %25-90'ı çekilir. Bu basamakta boyarmadde elyafa fikse olmaz ve boyarmadde molekülleri serbestçe hareket edebildiklerinden materyal üzerinde üniform bir şekilde dağılırlar. Ayrıca boyarmaddenin hidroliz hızı, düşük pH değerlerinde daha az olduğundan çözelti nötralken; yani henüz alkali ilave edilmeden, elyafın bir süre flottede kalması boyama verimini artırır. Düzgün bir şekilde adsorblanan boyarmadde ikinci basamakta alkali ilavesiyle fikse olur; yani kovalent bağlarla elyafa bağlanır [7].

Birinci metot, kolay ve kısa süreli olmasına rağmen bazik ortamda boyarmaddenin hidrolizi nedeniyle her zaman uygulanmaz [8].

2.2.6. Çektirme yöntemine göre reaktif boyarmadde seçimi

Substantifliği fazla olan boyarmadde seçilir. Substantifliği az olursaflotte kalan boyarmadde miktarı fazla olacaktır. Ancak, substantifliği fazla olduğunda, hidroliz de fazla olacağından boyarmadde verimi düşer. Lifler tarafından alınan boyarmadde miktarını arttırmak için alınan iki tedbir; bir flotte oranını mümkün derece kısa tutmak, diğeri flotteye bol miktarda tuz vermektir.

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

Triazinil ve primidinil boyarmaddeleri pH 6-7 derecelerinde yapılan testlerde optimum yaş haslıklar gösterirken, vinilsülfonlar en iyi sonucu pH 4,5 değerinde verir. Bu pH optimumları her iki tarafında (alt ve üst değerlerinde) boyarmadde-lif bağlarının hidrolize olması baz yada asit ile katalize edilebilir. Vinilsülfon boyarmaddesi ile boyamada alkaliye karşı duyarlılık gösterdiğinden, boyamadan sonra alkalinin uzaklaştırılması için ılık asetik asit yıkaması yapılır.

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

Türkiye piyasası, çektirme yöntemine göre boyamalarda %70 oranda sıcakta boyama reaktif boyarmaddelerle boyama yapmaktadır. Diğer çoğunluğu ılık grup alır [14].

2.2.7. Çektirme yönteminde alınma oranını etkileyen faktörler

Boyarmadde çekimini etkileyen faktörler sırasıyla boyarmaddenin substantifliği, lifcinsi, mamulün gördüğü ön terbiye işleminin yeterliliği, flotte oranı, tuz konsantrasyonu, cinsi, flotteye ilave şekli, baz konsantrasyonu, boyarmaddenin kimyasal reaktivitesi, boyama sıcaklığı, boyama cihazının cinsi, ve boyama süresidir.

2.2.8. Reaktif boyamada sıcaklık etkisi

Boyarmaddenin fiske olması için gerekli sıcaklık, boyarmaddenin cinsine ve kullanılan baza göre değişir. Sıcaklığın 10 °C artırılması sonucu boyarmaddenin reaksiyona girme hızını 4 kat artırır. Boyarmaddenin lifler tarafından alınması düşük sıcaklıkta fazladır, yüksek sıcaklıkta difüzyon ve düzgünleşme fazla olur. Aplikasyon sıcaklığındaki değişmelerin etkisi, zaman ve etkinlik arasında bir uyuşmanın gerekliliğini de beraberinde getirir [8].

Yapılan çalışmada aynı boyama prosesleri farklı sıcaklıklarda tekrarlanarak sıcaklığı boyama verimi üzerindeki etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Sıcaklık değeri yanında zamanında boyama verimine etkisi bulunmaktadır. Kullanılan boyama proseslerine ve boyarmadde cinsine göre zaman değeri belirlenmektedir. Zamanında boyama verimine sıcaklıktaki gibi etkisinin belirlenmesi amacıyla zaman değerleri üzerinde de değişiklikler yapılmıştır [14].

2.2.9. Reaktif boyamada baz etkisi

Ortam bazıklığı, selülozun reaksiyona girebilmesi ve boyarmaddenin reaktifleşmesi için gereklidir. Reaktif boyarmaddenin tepkimeye girme hızı pH değerine ve sıcaklığa bağlıdır. pH değerinin 1 derece artırılması reaksiyon hızını 9-10 kat artırır. Reaktif boyarmaddelerle boyama flottesinin bazıklığı, trisodyumfosfat, sudkostik, soda, sodyum bikarbonat ve su camı ile ayarlanabilir [8,15].

2.2.10. Reaktif boyamada tuz etkisi

Reaktif boyamada tuz ilavesi kalıcılığı artırır. Ancak tek seferde fazla tuz ilavesi düzgün olmayan bir boyamaya neden olabilir, bu durumda boyarmaddenin lif tarafından alınması devam ettikçe kısımlar halinde tuz ilave edilmelidir. Tuz olarak sodyum sülfat veya sodyum klorür kullanılır. Çektirme yöntemi ile yapılan boyamalarda başlangıçta NaCl veya Na₂SO₄ ilavesi açık renklerde 10-30 g/L gerekirken koyu renklerde 50 g/L olup vinilsülfon boyalarda substantiviteyi artırmak için 80 g/L nin üzerinde de çıkılabilir [16,17].

2.2.11. Reaktif boyarmaddelerin sökülmesi

Soğukta boyayan reaktif boyarmaddelerin kısmi sökülmesinde seyreltik asetik asit veya formik asit kullanılır. Bu amaçla 1000 kısım suda 5-10 kısım, buzlu sirke veya 2,5-10 kısım formik asit (%85'lik) içeren boyama banyosuna materyal verilir. Temperatur 70-100°C'e çıkarılır. Renk istenilen tona gelinceye kadar boyama durdurulur. Sonra hidroliz ürünlerinin uzaklaştırılması için çok iyi çalkalanır. Tam sökölme isteniyorsa materyal sodyum hidrosülfitle kaynatılır, yıkanır ve sodyum hipoklorit içeren banyoda oda temperaturünde ağartılır [7].

2.3. Mikrodalga Enerji

Mikrodalga enerjisi; 300 MHz ile 300 GHz aralığında frekansa sahip elektromanyetik radyasyondur. Metalik bir levha benzeri aynadan yansıyan mikrodalgalar, dielektrik ara yüzeyde kırılır ve parabolik yansıtıcı ile odaklanır. Mikrodalga enerji belli bir frekansta yüzdelik bir dönüşüm verimiyle elektrik enerjisinden elde edilir. Mikrodalgalar; görünür, ultraviyole gibi elektromanyetik

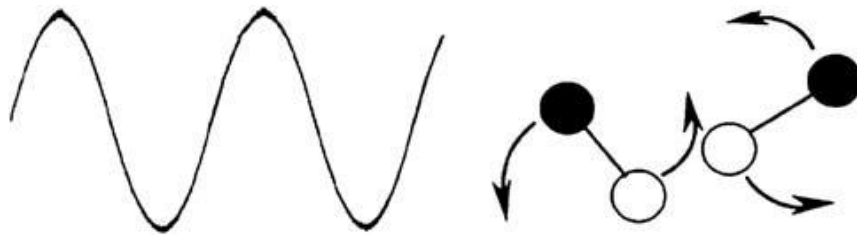
enerji şekillerinden daha uzun dalga boylarına ve daha düşük enerji düzeyine sahiptirler [18]. Endüstriyel işlemler için mikrodalga ısıtma; işlem zamanını azaltması ve düşük enerji maliyetinden dolayı tercih edilmektedir [19].

Kumaş kalitesinden herhangi bir azalma olmadan mikrodalga enerjisi sayesinde boyanma süresinin düştüğü görülür.

Mikrodalga ısıtmada numunenin ısınması iç kısımda sağlandığı için geleneksel ısıtmadan farklıdır. Bu yüzden mikrodalga ile ısıtılan numunenin sıcaklık nüvesi daha yüksektir. Ayrıca sıcaklık üniform olarak dağıldığı için termal gerilmeler numunede azalmaktadır. Mikrodalga ısıtma ile elde edilen termal gradyentler, geleneksel ısıtma ile elde edilen termal gradyentlerin karşıtıdır [20].

2.3.1. Malzemelerin mikrodalga ile etkileşimi

Mikrodalgalar iyonik parçacıkların göçü veya dipolar parçacıkların rotasyonu ile moleküler harekete neden olurlar. Mikrodalgalar malzeme tipine bağlı olarak yansıma, absorbe etme veya geçirimli olabilirler. Optik kurallara uyum gösterirler [19]. Dipolar moleküller elektrik alanı içinde dönme momenti kazanarak hareketlenir ve birbirlerine sürtünerek ısı üretir [21]. Mikrodalga enerjisi mükemmel absorbe edebilen malzemeler kolaylıkla ısıtılırlar (Şekil 2.5.).

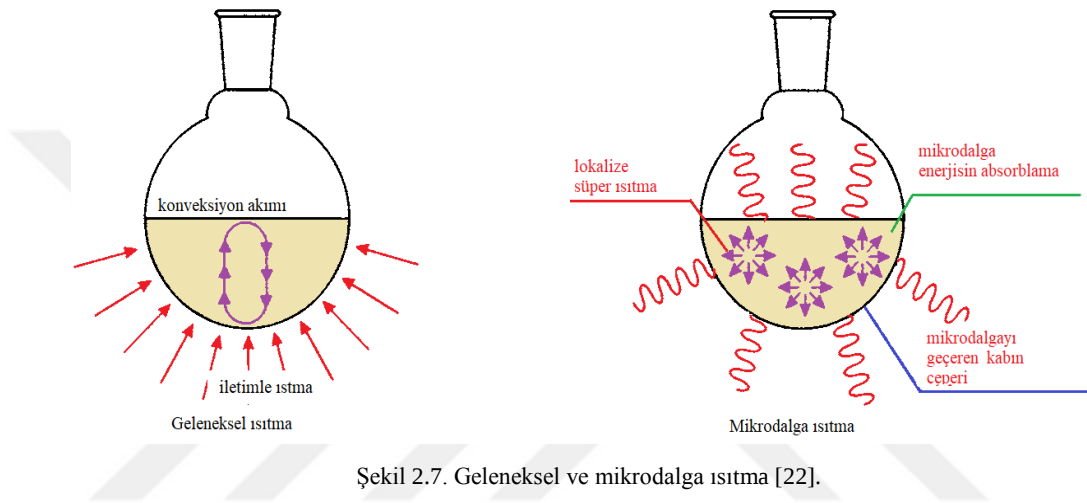


Şekil 2.6. Dipolar moleküller elektrik alanı içinde dönme eylemi [21].

Mikrodalga enerji kaybının iki önemli mekanizması; iyonik iletim ve polar rotasyondur. Buna göre dielektrik sabiti ve dielektrik kaybının oranı malzemenin harcama (tükenme) faktörünü verir. Dielektrik sabiti, malzemenin mikrodalga enerjisinin iç kısımdan geçmesi sırasında absorbe etme yeteneğinin bir ölçüsüdür. Kayıp faktörü ise giren mikrodalga enerjinin malzeme içerisinde ısı olarak

tüketilmesiyle kayıp olma miktarını vermektedir. Bu nedenle yüksek kayıp faktörlü bir malzeme mikrodalga enerjisiyle kolaylıkla ısıtılabilir [18].

Mikrodalgalar bir yalıtkan maddeyi delip geçerken içeride oluşan elektrik alanları, boşta kalan elektron veya iyonların hareketine ya da ikiz kutup gibi dönen şarj komplekslerinin oluşumuna sebep olur. Sürtünme kuvveti ve yukarıda söylediğimiz hareketlerden dolayı oluşan güçler elektrik alanlarında kayba ve değişimlere neden olur. Bu tür kayıpların sonucunda hacimsel ısınma meydana gelir.



2.4. Mikrodalga Ortamda Boyama ve Ölçüm Yöntemi

Mikrodalga ortamda boyamada, boyanmış kumaşın aldığı boya miktarının analizi Kubelka-Munk fonksiyonunu kullanarak çalışan cihazlara göre ölçümler yapılmıştır. Burada kumaş yüzeyinden yansıyan ışığın dalgaboyuna göre yapmış olduğu absorpsiyonun yoğunluğu boya çekimi ile orantılıdır.

K/S =Kubelka-Munk fonksiyonu.

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

K/S :Kubelka-Munkfonksiyonu

R : Maksimum absorpsiyon dalga boyundaki reflektans değeri

K : Absorpsiyon katsayısı

S : Yayılma katsayısı

Genelde, K/S değerinin en yüksek olduğu dalga boyundaki K/S değerinin oranı ile boya kuvvet oranları belirlenir. Reflaktans, yzeyeye çarpan ışığın geri yansımasıdır. Renkli ürünlerde, yansıyan ışığın 380-700 nm arası yansımada eğrisi rengi tanımlanır. Her rengin, parmak izi gibi bir reflaktans eğrisi bulunmaktadır. Reflaktans verileri, ölçüm yapılan dalga boyundaki yansımada olarak % ile ifade edilir. Örneğin, 400 nm’de %76’lık reflaktans değeri, yzeyeye gelen ışığın %76’sının yzeyce geri yansıtıldığını ifade eder.

Tanım olarak, ideal beyazın, gelen tüm ışığı geri yansıtması ve tüm dalga boylarında %100 reflektans göstermesi gerekmektedir. Aynı şekilde ideal siyahın gelen ışığın tümünü tutup % 0 reflektans göstermesi gerekmektedir.

Cisim, zerine düşen beyaz ışıktan, belli dalga boyundaki bazı ışık veya ışıkları absorpluyorsa beyaz ışıktan geri kalanları yansıtır ve bu yansıyan ışıkların dalga boyuna bağlı olan bir renkte görülür. Spektrumda belli dalga boyuna sahip öyle renkler vardır ki dalga boyundaki ışıkları birbiri ile karıştırdığımızda beyaz ışık elde edilir. Bu renklere komplementer renk adı verilir.

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 [23,24].

BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Kullanılan Kimyasal Maddeler

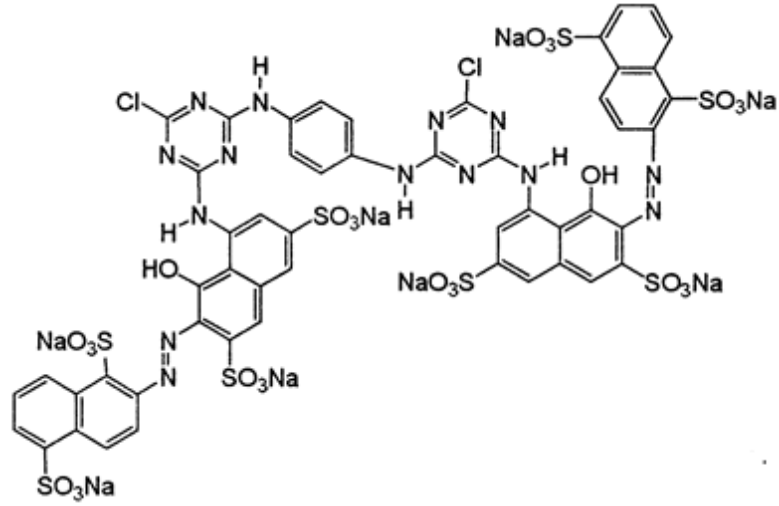
Deneysel çalışmalarda reaktif boyarmadde, %100 pamuktan mamul örme kumaş kullanılmıştır. Tuz olarak Na_2SO_4 , soda olarak Na_2CO_3 , ve reaktif boyarmadde olarak olarak, Iyozol Red HE 7B (C.I. Reaktif Red 141), Iyozol Yellow HEYL (C.I.ReaktifYellow 138:1), reaktif boyarmaddeleri kullanılmıştır. Iyozol Red HE7B (C.I. ReaktifRed 141), Dystar firmasının ürünü Color Index'te CI Reactive Red 141 olarak tanımlanan boyarmaddenin renk absorpsiyon piki 540 nm'dir (Şekil 3.1.). Iyozol Yellow HEYL (C.I. ReaktifYellow 138:1)'nin absorpsiyon piki 440 nm'dir (Şekil 3.2.).

3.2. Kullanılan Cihazlar ve Malzemeler

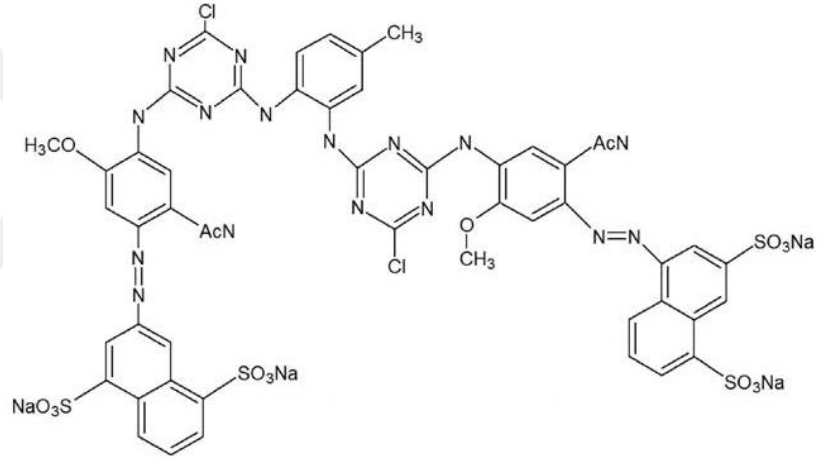
Deneysel çalışmalarda, Kumtel marka KUM-1225 model 1150 W mikrodalga fırın, boyanmış kumaş örneklerinin K/S değerlerini ve absorpsiyonlarını ölçmek için Gretag Macbeth marka ColorEye 7000 A model Spektrofotometre kullanıldı. Boyanan kumaşların yıkama haslıklarının belirlenmesinde kullanılan gri ölçek olarak Gri Skala kullanıldı. Boyama banyosu olarak balon, boyarmadde stok çözeltileri için balonjoje, beher, mezür, mikropipet, pipet, hassas terazi ve diğer laboratuvar malzemeleri kullanılmıştır.

Tablo 3.1. Mikrodalga fırının seviyeler göre güç değerleri

Mikrodalga'nın Gücü	Mikrodalga Düzeyleri				
	L	ML	M	MH	H
Güç (%)	17	40	66	85	100
Güç (W)	195.5	460.0	759.0	977.5	1150.0



Şekil 3.1. Iyozol Red HE7B (C.I. Reaktif Red 141) [25].



Şekil 3.2. Iyozol Yellow HEYL (C.I. Reaktif Yellow 138:1) [26].

3.3. Boyama Çalışmaları ve Deneysel Yöntem

C.I. Reaktif Red 141 ve C.I. Reaktif Yellow 138:1 boyarmaddesinden 2 adet % 4'lük stok çözeltiler hazırlandı. Boyama banyosu katkıları için 200 g/L'lik NaCl ve 100 g/L'lik Na₂CO₃ stok çözeltileri hazırlandı. Boyama banyosu bileşenleri olarak 1/100 Flottede, 200g/L NaCl, 100g/L Na₂CO₃ ve %0.5 boyama şiddetinde boyarmadde kullanıldı. Hazırlanan boyama banyolarında 70°C'de, 3 farklı mikrodalga seviyelerinde ve belirlenen zamanlarda boyamalar gerçekleştirildi.

Kinetik çalışmalar için ve difüzyon katsayısı için tespiti için üç farklı mikrodalga (L, ML, M) seviyesinde zamana bağlı olarak boyamalar yapıldı. Boyama sonucunda kumaşlar yıkandı kurutuldu ve spektrometrede K/S ölçümleri yapıldı. Bulunan sonuçlar; zamana bağlı olarak K/S grafiğe ve 0.dereceden, 1.dereceden ve 2.dereceden boyama kinetik hızı hesaplamaları için tablolara dönüştürüldü. En uygun hız denklemleri tespit edilerek hız sabitleri tayin edildi.

Difüzyon katsayısı hesaplamaları için, 2. Fick yasası temel alınarak, Krank denklemi yaklaşımı uygulandı. Krank denkleminde M_t/M_∞ değerleri yerine $(K/S)_t / (K/S)_\infty$ değerleri dikkate alınarak Kubelkea-Munk denklemi verileri kullanıldı. En uygun kinetik hız denklemi verileri Krank denkleminde uygulanarak difüzyon katsayıları verilerin denge derişimleri hesaplanmasında yeterli olmadığı görüldü [24].

3.3.1. C.I. Reaktif red 141 ile mikrodalga boyama kinetik çalışmaları

Boyama banyosu bileşenleri olarak 1/100 Flottede, 200g/L NaCl, 100g/L Na₂CO₃ ve % 0.5 boyama şiddetinde boyamak üzere C.I. Reaktif Red 141 boyarmaddesi kullanıldı. Boyamalarda kullanılan pamuklu kumaş miktarı olarak 1.75 – 1.80 g aralığında alındı. Herbir kumaş ayrı ayrı, L, ML ve M mikrodalga düzeylerinde, 2, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28 ve 32 dakikalık sürelerde boyandı. Boyanmış kumaşlar, boyamadan sonra yıkandı kurutuldu ve Spektrofotometre de K/S değerleri ölçüldü. Sonuçlar tablolar halinde verildi.

3.3.2. C.I. Reaktif yellow 138:1 ile mikrodalga boyama kinetik çalışmaları

Boyama banyosu bileşenleri olarak 1/100 Flottede, 200g/L NaCl, 100g/L Na₂CO₃ ve % 0.5 boyama şiddetinde boyamak üzere C.I. Reaktif Yellow 138:1 boyarmaddesi kullanıldı. Boyamalarda kullanılan pamuklu kumaş miktarı olarak 1.75 – 1.80 g aralığında alındı. Herbir kumaş ayrı ayrı, L, ML ve M mikrodalga düzeylerinde, 2, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28 ve 32 dakikalık sürelerde boyandı. Boyanmış kumaşlar, boyamadan sonra yıkandı kurutuldu ve Spektrofotometre de K/S değerleri ölçüldü. Sonuçlar, Bölüm. 4'de tablolar halinde verildi.

BÖLÜM 4. DENEYSEL SONUÇLAR

4.1. C.I. Reaktif Red 141 ile Mikrodalga Boyama Kinetik Çalışmaları Sonuçları

C.I. Reaktif Red 141 ile L, ML, ve M düzeyinde mikrodalga boyama kinetik çalışmaları yapıldı ve sonuçlar tablolar ve grafikler halinde verildi.

4.1.1. C.I. Reaktif red 141 ile L seviyesi mikrodalga boyamada K/S verileri

C.I. Reaktif Red 141 ile L mikrodalga düzeyinde yapılan boyamanın sonuçları Tablo 4.1.'de verildi. Tablo 4.1. verilerinden dalga boyu pikleri eğrilerini gösteren grafik elde edildi (Şekil 4.1). En yüksek K/S değerleri (540 nm'de) alınarak 0.(sıfırıncı) derece kinetiği uygulanmak üzere konsantrasyon yerine $C=1/K/S$ değerleri hesaplandı. 1. derecek kinetiği için K/S değerleri $1/C = K/S$ olarak alındı. 2. derece kinetiği için $\ln C$ değerleri hesaplandı ve tablo halinde düzenlendi (Tablo 4.2). Tablo 4.2.'den 0.(sıfırıncı) derece kinetiği (Şekil 4.2), 1. derecek kinetiği (Şekil 4.3), ve 2. derecek kinetiği (Şekil 4.4) grafikleri elde edildi. Grafikteki verilere regresyon analizi yapılarak elde edilen doğru denklemleri grafikler üzerinde gösterildi.

Tablo 4.1. C.I. Reaktif Red 141 ile L seviyesi mikrodalga boyamada K/S-zaman verileri.

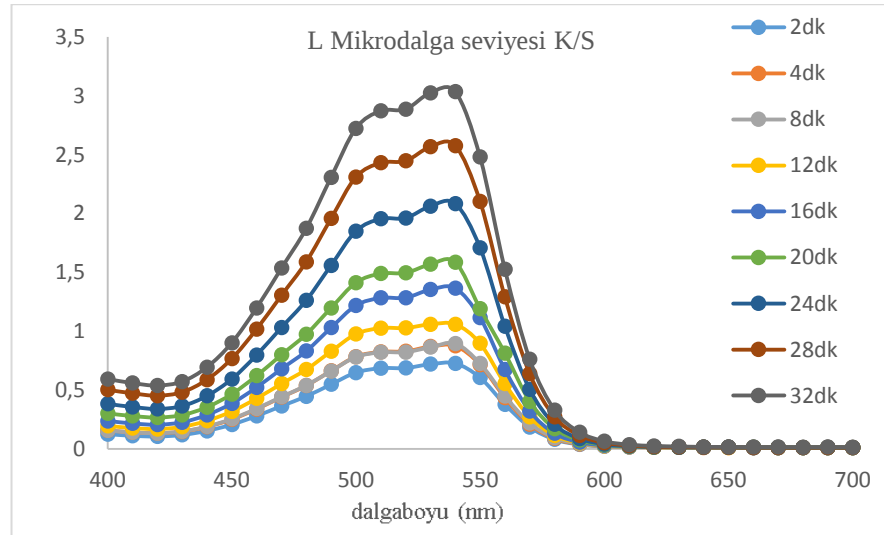
Dalga boyu (nm)	K/S değerleri								
	2dk	4dk	8dk	12dk	16dk	20dk	24dk	28dk	32dk
400	0,125	0,157	0,156	0,195	0,237	0,301	0,382	0,502	0,593
410	0,111	0,141	0,140	0,177	0,216	0,279	0,356	0,472	0,559
420	0,105	0,133	0,133	0,168	0,205	0,266	0,339	0,452	0,538
430	0,118	0,147	0,148	0,187	0,226	0,287	0,364	0,482	0,572
440	0,153	0,187	0,190	0,238	0,288	0,354	0,450	0,588	0,694
450	0,206	0,25	0,254	0,318	0,386	0,465	0,593	0,766	0,901
460	0,279	0,338	0,342	0,428	0,522	0,621	0,797	1,017	1,197
470	0,364	0,439	0,442	0,553	0,679	0,799	1,031	1,304	1,535

Tablo 4.1.(Devamı)

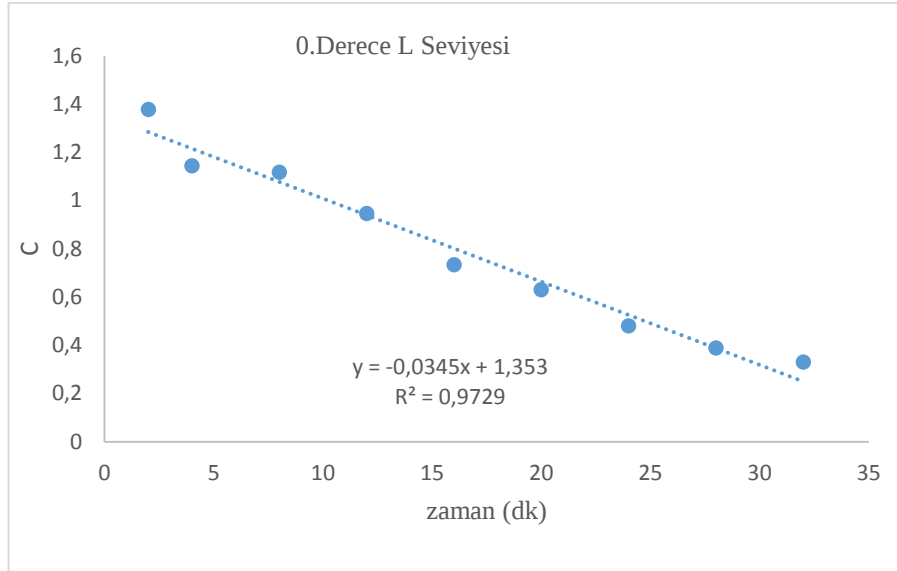
Dalga boyu(nm)	K/S değerleri								
	2dk	4dk	8dk	12dk	16dk	20dk	24dk	28dk	32dk
480	0,446	0,537	0,539	0,674	0,831	1,262	0,974	1,589	1,872
490	0,548	0,662	0,661	0,828	1,029	1,197	1,559	1,957	2,307
500	0,648	0,783	0,780	0,975	1,218	1,412	1,850	2,309	2,723
510	0,685	0,824	0,820	1,026	1,282	1,489	1,954	2,430	2,871
520	0,687	0,828	0,822	1,027	1,284	1,495	1,961	2,446	2,885
530	0,719	0,869	0,863	1,058	1,353	1,568	2,062	2,566	3,025
540	0,726	0,875	0,895	1,058	1,364	1,586	2,083	2,575	3,034
550	0,605	0,716	0,725	0,896	1,115	1,191	1,708	2,102	2,479
560	0,378	0,435	0,449	0,553	0,673	0,814	1,041	1,29	1,525
570	0,185	0,209	0,219	0,271	0,321	0,403	0,505	0,638	0,761
580	0,080	0,088	0,094	0,114	0,132	0,172	0,208	0,272	0,329
590	0,037	0,040	0,043	0,051	0,057	0,075	0,087	0,115	0,142
600	0,021	0,023	0,024	0,027	0,029	0,036	0,04	0,052	0,065
610	0,016	0,016	0,017	0,018	0,019	0,022	0,023	0,028	0,036
620	0,014	0,013	0,014	0,014	0,015	0,016	0,017	0,019	0,025
630	0,012	0,012	0,013	0,012	0,013	0,014	0,014	0,015	0,020
640	0,012	0,011	0,013	0,012	0,012	0,013	0,013	0,013	0,017
650	0,012	0,011	0,012	0,011	0,012	0,012	0,012	0,012	0,016
660	0,011	0,011	0,012	0,011	0,011	0,012	0,011	0,011	0,015
670	0,011	0,011	0,012	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,015
680	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,014
690	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,015
700	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,014

Tablo 4.2. C.I. Reaktif Red 141 ile L seviyesi mikrodalga boyamada kinetik sonuçlar.

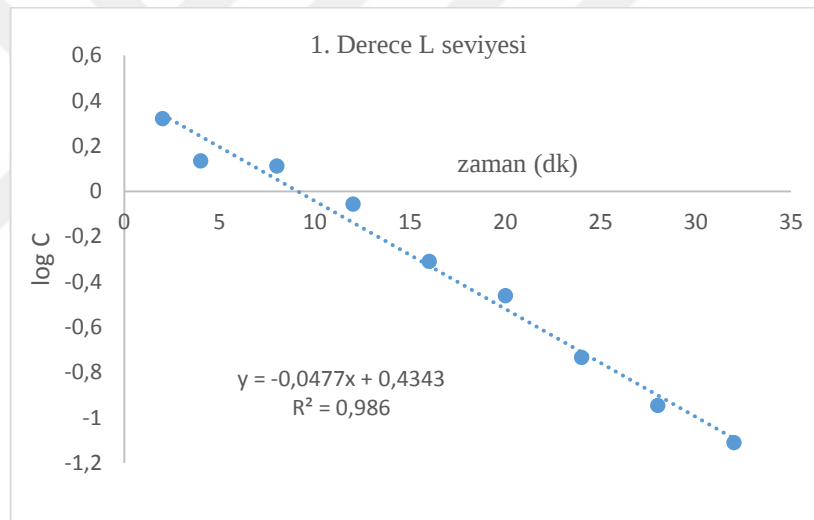
Süre	2	4	8	12	16	20	24	28	32
1/C=K/S	0,726	0,875	0,895	1,058	1,364	1,586	2,083	2,575	3,034
C=1/(K/S)	1,37741	1,142857	1,117318	0,94518	0,733138	0,630517	0,480077	0,38835	0,329598
Log C	0,320205	0,133531	0,110932	-0,05638	-0,31042	-0,46122	-0,73381	-0,94585	-1,10988



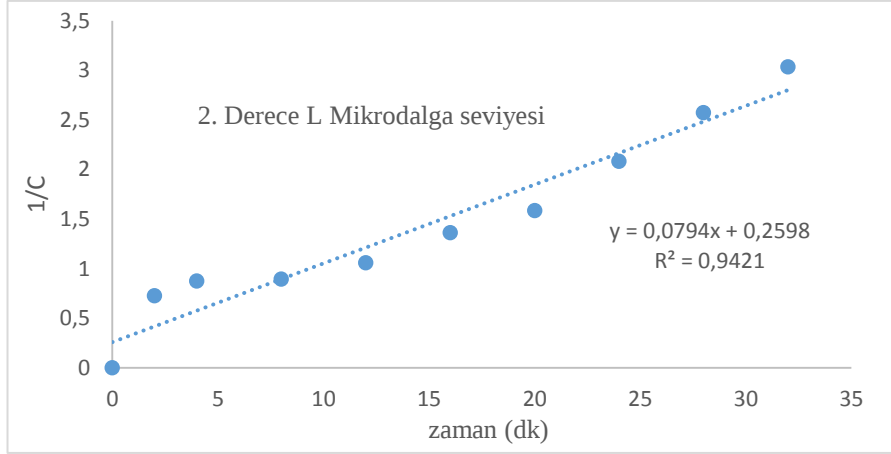
Şekil 4.1. C.I. Reaktif Red 141 ile L seviyesi mikrodalga boyamada K/S-dalga boyu eğrileri.



Şekil 4.2. C.I. Reaktif Red 141 ile L seviyesi mikrodalga boyamada 0. derecekinetik hız denklemleri eğrisi



Şekil 4.3. C.I. Reaktif Red 141 ile L seviyesi mikrodalga boyamada 1. derecekinetik hız denklemleri eğrisi



Şekil 4.4. C.I. Reaktif Red 141 ile L seviyesi mikrodalga boyamada 2. derecekinetik hız denklemi eğrisi

4.1.2. C.I. Reaktif red 141 ile ML seviyesi mikrodalga boyamada K/S sonuçları

C.I. Reaktif Red 141 ile ML mikrodalga düzeyinde yapılan boyamanın sonuçları Tablo 4.3.'de verildi. Tablo 4.3. verilerinden dalgaboyu pikleri eğrilerini gösteren grafik elde edildi (Şekil 4.5). En yüksek K/S değerleri (540 nm'de) alınarak O.(sıfırıncı) derece kinetiği uygulanmak üzere konsantrasyon yerine $C=1/K/S$ değerleri hesaplandı. 1. derecekinetiği için K/S değerleri $1/C = K/S$ olarak alındı. 2. derece kinetiği için $\ln C$ değerleri hesaplandı ve tablo halinde düzenlendi (Tablo 4.4.). Tablo 4.4.'den O.(sıfırıncı) derece kinetiği (Şekil 4.6.), 1. derecekinetiği (Şekil 4.7.), ve 2. derecekinetiği (Şekil 4.8.) grafikleri elde edildi. Grafikteki verilere regresyon analizi yapılarak elde edilen doğru denklemleri grafikler üzerinde gösterildi.

Tablo 4.3. C.I. Reaktif Red 141 ile ML seviyesi mikrodalga boyamada K/S-zaman verileri.

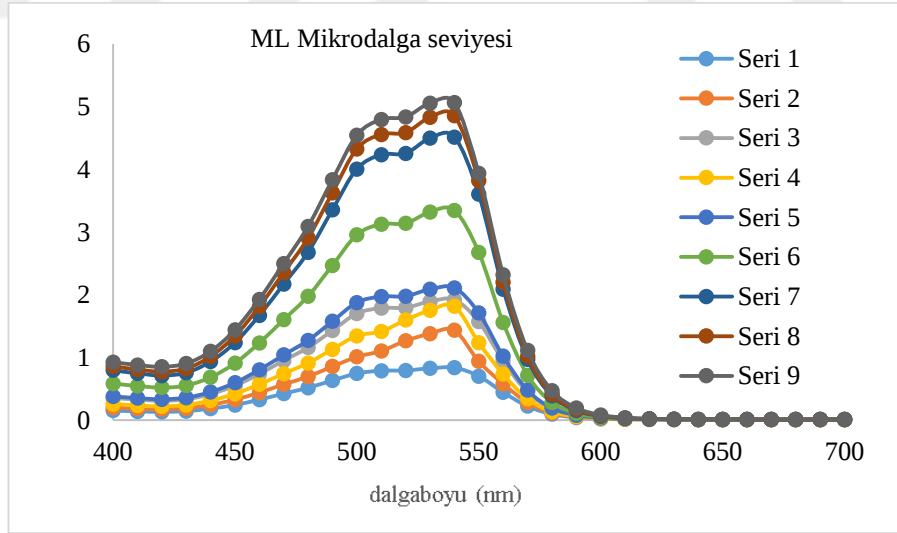
Dalga boyu(nm)	K/S değerleri								
	2dk	4dk	8dk	12dk	16dk	20dk	24dk	28dk	32dk
400	0,156	0,203	0,355	0,259	0,381	0,584	0,796	0,859	0,926
410	0,141	0,184	0,329	0,235	0,353	0,547	0,749	0,810	0,881
420	0,134	0,174	0,310	0,222	0,334	0,52	0,713	0,775	0,852
430	0,147	0,192	0,334	0,244	0,360	0,554	0,759	0,826	0,905
440	0,185	0,245	0,416	0,313	0,450	0,684	0,936	1,017	1,099
450	0,244	0,328	0,550	0,421	0,598	0,909	1,237	1,344	1,441
460	0,328	0,441	0,738	0,572	0,805	1,232	1,672	1,812	1,929
470	0,425	0,572	0,951	0,744	1,041	1,604	2,171	2,355	2,500
480	0,518	0,697	1,159	0,912	1,274	1,978	2,679	2,905	3,091
490	0,634	0,857	1,431	1,132	1,577	2,470	3,357	3,629	3,837
500	0,747	1,011	1,701	1,346	1,877	2,958	4,006	4,327	4,546
510	0,790	1,104	1,790	1,417	1,973	3,127	4,235	4,558	4,797
520	0,794	1,266	1,795	1,598	1,978	3,140	4,256	4,588	4,837

Tablo 4.3. (Devamı)

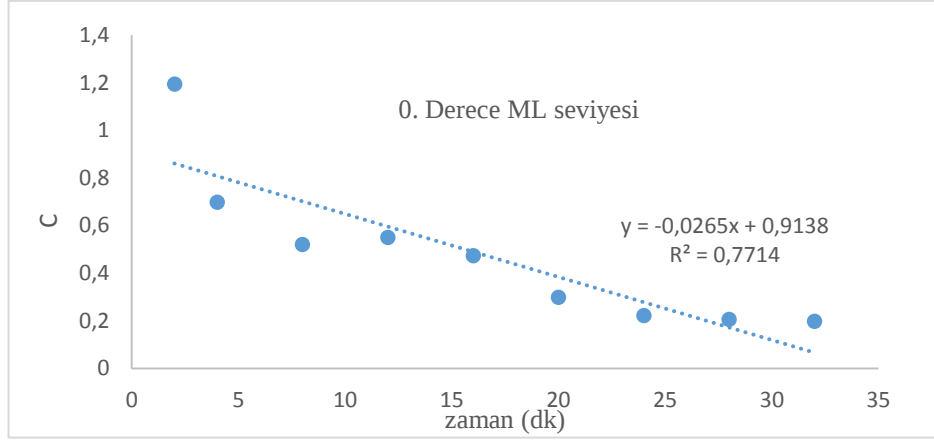
530	0,828	1,380	1,895	1,752	2,09	3,321	4,498	4,830	5,058
540	0,838	1,434	1,921	1,817	2,111	3,346	4,516	4,857	5,067
550	0,703	0,940	1,572	1,236	1,713	2,679	3,605	3,819	3,939
560	0,447	0,581	0,945	0,735	1,021	1,559	2,092	2,203	2,318
570	0,224	0,282	0,449	0,342	0,480	0,719	0,972	1,023	1,115
580	0,097	0,117	0,182	0,137	0,194	0,285	0,390	0,414	0,472
590	0,044	0,051	0,076	0,059	0,080	0,114	0,156	0,168	0,198
600	0,024	0,027	0,036	0,030	0,038	0,050	0,065	0,071	0,084
610	0,017	0,018	0,022	0,019	0,022	0,026	0,033	0,035	0,040
620	0,014	0,015	0,017	0,015	0,016	0,017	0,021	0,022	0,023
630	0,012	0,013	0,014	0,013	0,013	0,014	0,016	0,016	0,017
640	0,012	0,013	0,013	0,012	0,012	0,012	0,014	0,014	0,014
650	0,011	0,012	0,013	0,012	0,011	0,011	0,013	0,012	0,012
660	0,011	0,012	0,012	0,012	0,011	0,011	0,012	0,012	0,012
670	0,011	0,012	0,012	0,011	0,010	0,011	0,011	0,011	0,011
680	0,011	0,011	0,012	0,011	0,010	0,011	0,011	0,011	0,011
690	0,011	0,012	0,012	0,011	0,010	0,010	0,011	0,011	0,011
700	0,010	0,011	0,012	0,011	0,010	0,010	0,011	0,011	0,011

Tablo 4.4. C.I. Reaktif Red 141 ile ML seviyesi mikrodalga boyamada kinetik sonuçlar.

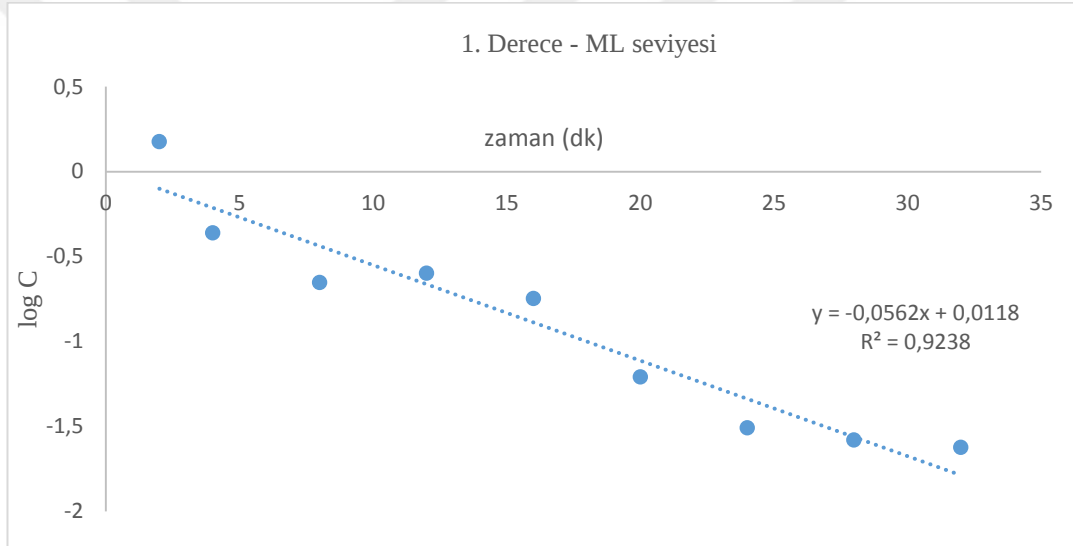
Süre (dk)	2	4	8	12	16	20	24	28	32
1/C=K/S	0,838	1,434	1,921	1,817	2,111	3,346	4,516	4,857	5,067
C=1/(K/S)	1,193317	0,69735	0,520562	0,550358	0,473709	0,298864	0,221435	0,205888	0,197355
Log C	0,176737	-0,36047	-0,65285	-0,59719	-0,74716	-1,20777	-1,50763	-1,58042	-1,62275



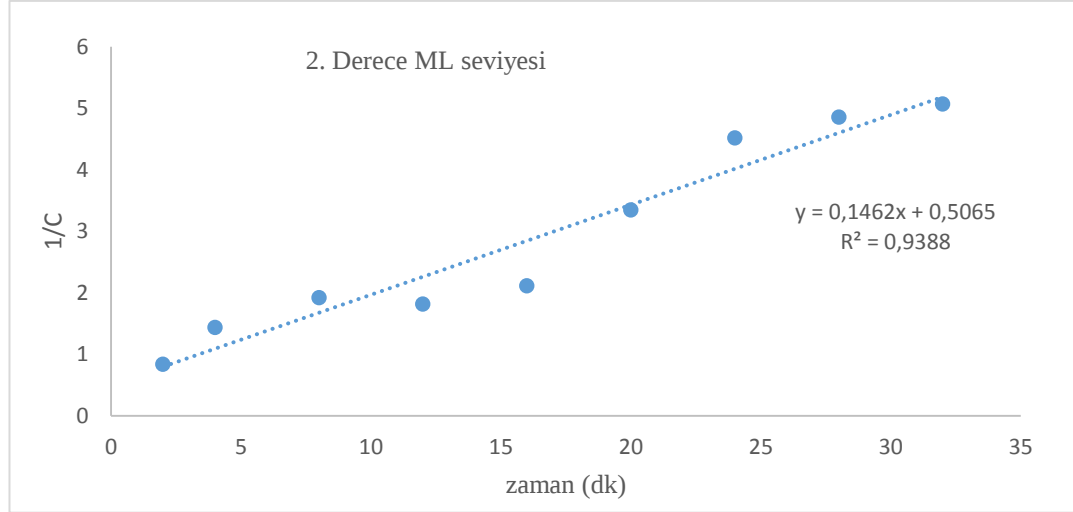
Şekil 4.5. C.I. Reaktif Red 141 ile ML seviyesi mikrodalga boyamada K/S-dalga boyu eğrileri.



Şekil 4.6. C.I. Reaktif Red 141 ile ML seviyesi mikrodalga boyamada 0. derecekinetik hız denklemi eğrisi



Şekil 4.7. C.I. Reaktif Red 141 ile ML seviyesi mikrodalga boyamada 1. derecekinetik hız denklemi eğrisi



Şekil 4.8. C.I. Reaktif Red 141 ile ML seviyesi mikrodalga boyamada 2. derecekinetik hız denklemi eğrisi

4.1.3. C.I. Reaktif red 141 ile M seviyesi mikrodalga boyamada K/S sonuçları

C.I. Reaktif Red 141 ile M mikrodalga düzeyinde yapılan boyamanın sonuçları Tablo 4.5. de verildi. Tablo 4.5. verilerinden dalgaboyu pikleri eğrilerini gösteren grafik elde edildi (Şekil 4.9). En yüksek K/S değerleri (540 nm’de) alınarak O.(sıfırıncı) derece kinetiği uygulanmak üzere konsantrasyon yerine $C=1/K/S$ değerleri hesaplandı. 1. derece kinetiği için K/S değerleri $1/C = K/S$ olarak alındı. 2. derece kinetiği için $\ln C$ değerleri hesaplandı ve tablo halinde düzenlendi (Tablo 4.6.). Tablo 4.6.’dan O.(sıfırıncı) derece kinetiği (Şekil 4.10.), 1. derece kinetiği (Şekil 4.11.), ve 2. derece kinetiği (Şekil 4.12.) grafikleri elde edildi. Grafikteki verilere regresyon analizi yapılarak elde edilen doğru denklemleri grafikler üzerinde gösterildi

Tablo 4.5. C.I. Reaktif Red 141 ile M seviyesi mikrodalga boyamada K/S-zaman verileri.

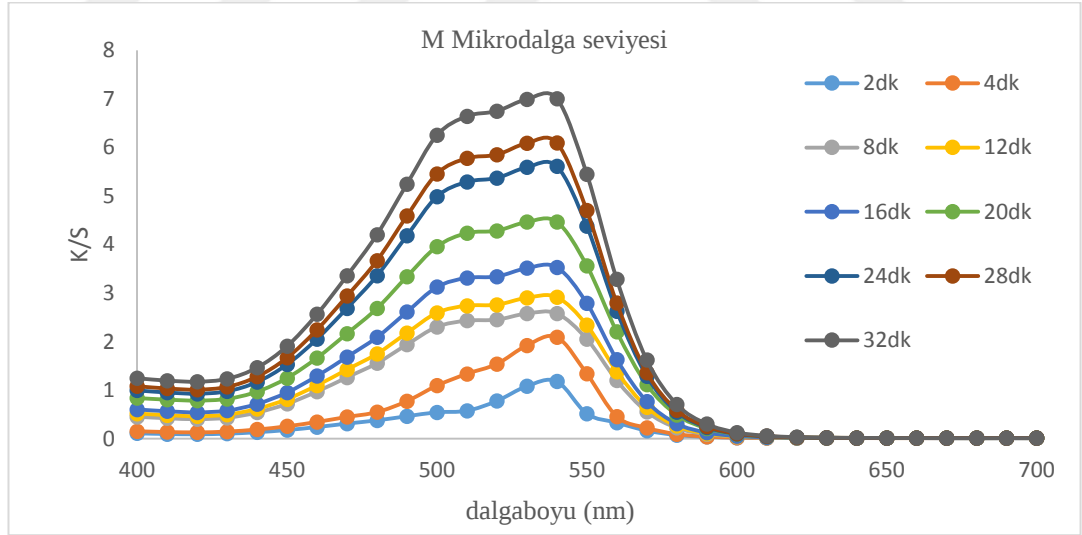
Dalga boyu(nm)	K/S değerleri								
	2dk	4dk	8dk	12dk	16dk	20dk	24dk	28dk	32dk
400	0,109	0,152	0,450	0,517	0,601	0,836	0,993	1,079	1,244
410	0,095	0,136	0,420	0,484	0,564	0,803	0,95	1,033	1,195
420	0,090	0,129	0,400	0,461	0,541	0,784	0,926	1,009	1,173
430	0,102	0,145	0,430	0,494	0,577	0,819	0,975	1,065	1,231
440	0,132	0,188	0,537	0,613	0,714	0,966	1,166	1,276	1,462
450	0,177	0,254	0,716	0,813	0,950	1,248	1,527	1,665	1,904
460	0,238	0,344	0,970	1,097	1,290	1,663	2,053	2,244	2,563
470	0,310	0,447	1,261	1,423	1,683	2,164	2,687	2,938	3,357
480	0,376	0,546	1,555	1,748	2,088	2,682	3,354	3,667	4,203
490	0,461	0,772	1,938	2,177	2,609	3,339	4,182	4,588	5,244
500	0,542	1,092	2,303	2,592	3,123	3,958	4,987	5,457	6,250
510	0,574	1,335	2,430	2,739	3,311	4,235	5,290	5,776	6,643
520	0,776	1,538	2,450	2,758	3,339	4,283	5,369	5,849	6,748

Tablo 4.5. (Devamı)

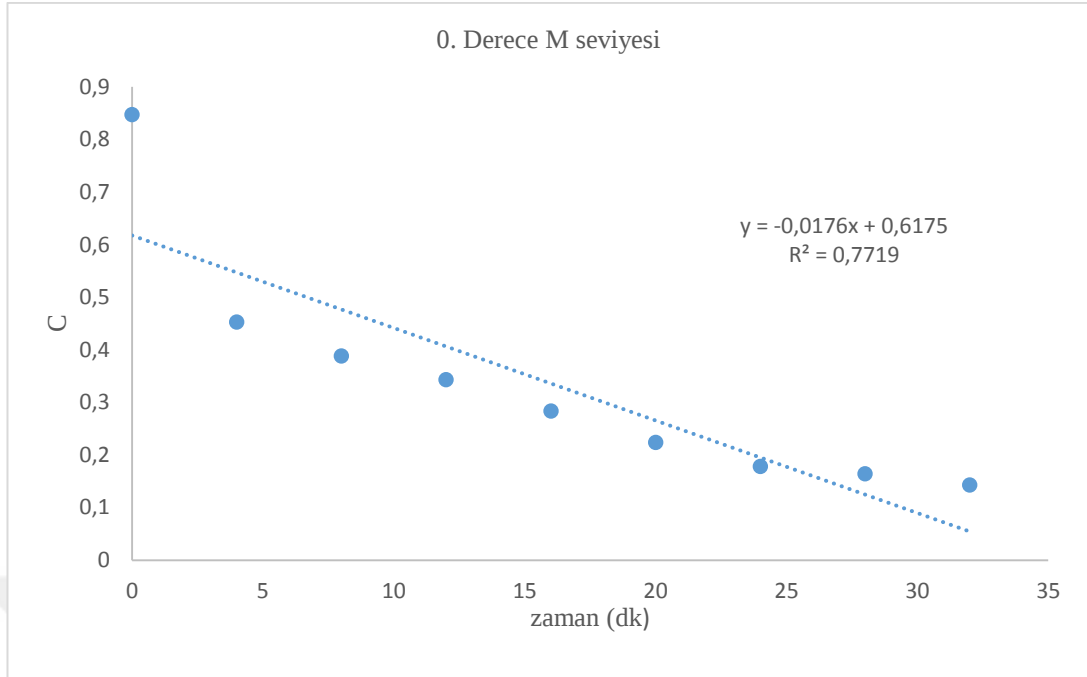
530	1,080	1,920	2,578	2,902	3,512	4,463	5,591	6,088	6,993
540	1,180	2,090	2,578	2,914	3,530	4,466	5,609	6,091	7,005
550	0,514	1,337	2,052	2,338	2,790	3,564	4,377	4,700	5,449
560	0,328	0,456	1,198	1,380	1,630	2,201	2,626	2,793	3,282
570	0,165	0,222	0,555	0,647	0,764	1,111	1,287	1,361	1,621
580	0,073	0,092	0,221	0,260	0,308	0,489	0,550	0,585	0,705
590	0,036	0,041	0,090	0,105	0,125	0,212	0,232	0,248	0,302
600	0,021	0,022	0,041	0,046	0,054	0,092	0,098	0,105	0,127
610	0,016	0,015	0,022	0,025	0,028	0,044	0,045	0,049	0,057
620	0,014	0,012	0,015	0,017	0,018	0,025	0,025	0,027	0,030
630	0,013	0,011	0,013	0,013	0,014	0,018	0,017	0,019	0,019
640	0,012	0,011	0,012	0,012	0,012	0,014	0,013	0,015	0,015
650	0,012	0,011	0,011	0,011	0,011	0,013	0,012	0,013	0,013
660	0,012	0,011	0,011	0,011	0,011	0,012	0,011	0,012	0,011
670	0,012	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,012	0,011
680	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,012	0,011
690	0,012	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,012	0,011
700	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,012	0,010

Tablo 4.6. C.I. Reaktif Red 141 ile M seviyesi mikrodalga boyamada kinetik sonuçlar.

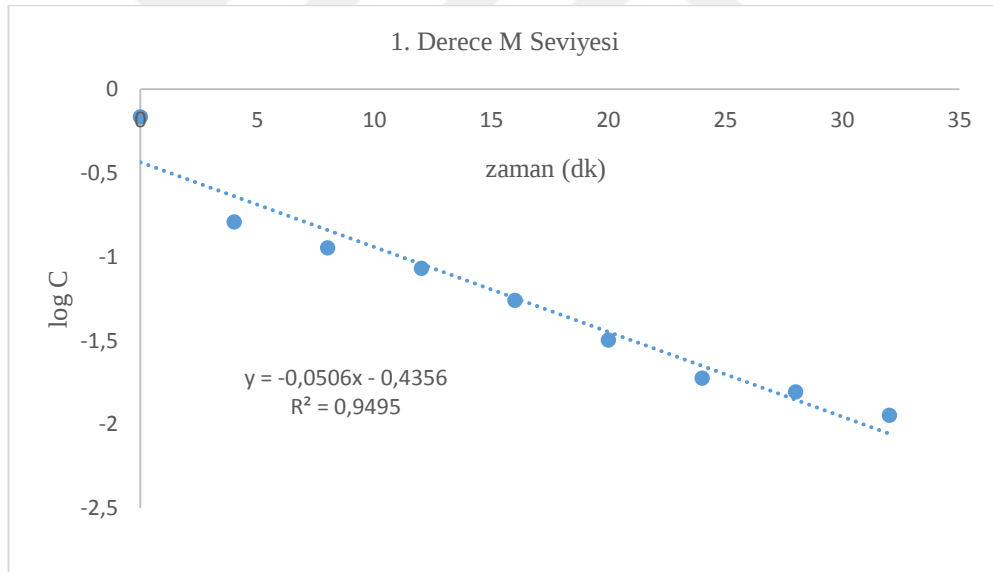
Süre(dk)	0	4	8	12	16	20	24	28	32
1/C=K/S	1,18	2,21	2,58	2,91	3,53	4,47	5,61	6,09	7,01
C=1/K/S	0,84745	0,45269	0,38789	0,34317	0,28328	0,22391	0,17828	0,16417	0,14275
	8	4	8	1	6	4	5	7	5
$\ln C = \ln[1/(K/S)]$	-0,16551	-0,79254	-0,94701	-1,06953	-1,2613	-1,49649	-1,72437	-1,80681	-1,94662



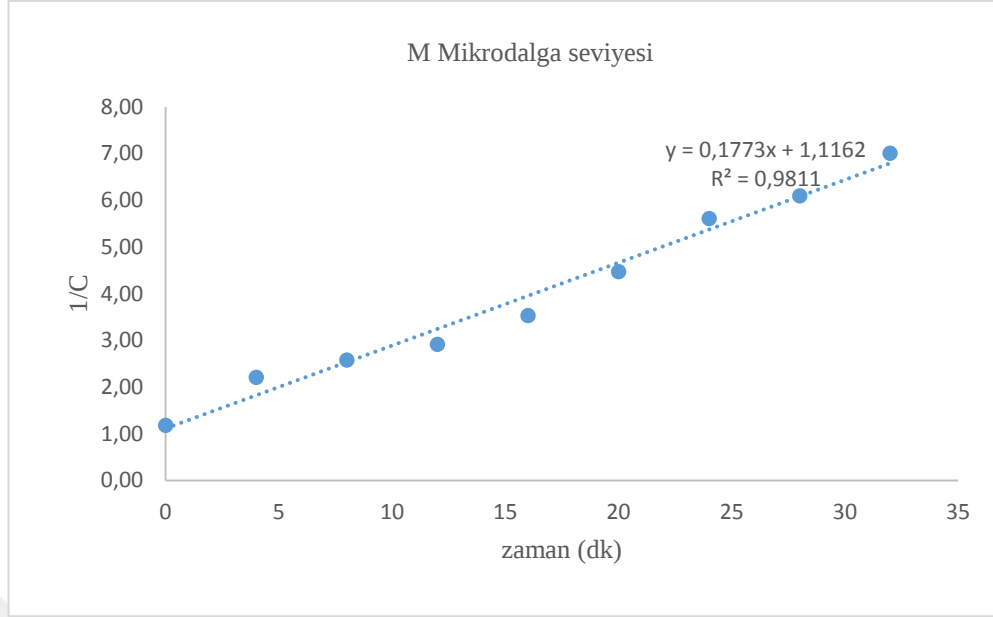
Şekil 4.9. C.I. Reaktif Red 141 ile M seviyesi mikrodalga boyamada K/S-dalga boyu eğrileri



Şekil 4.10. C.I. Reaktif Red 141 ile M seviyesi mikrodalga boyamada 0. derecekinetik hız denklemi eğrisi



Şekil 4.11. C.I. Reaktif Red 141 ile M seviyesi mikrodalga boyamada 1. derecekinetik hız denklemi eğrisi



Şekil 4.12. C.I. Reaktif Red 141 ile M seviyesi mikrodalga boyamada 2. derece kinetik hız denklemi eğrisi

4.2. C.I. Reaktif Yellow138:1 ile Mikrodalga Boyama Kinetik Çalışmaları Sonuçları

C.I. Reaktif yellow 138:1 ile L, ML, ve M düzeyinde mikrodalga boyama kinetik çalışmaları yapıldı ve sonuçlar tablolar ve grafikler halinde verildi.

4.2.1. C.I. Reaktif yellow138:1 ile L seviyesi mikrodalga boyamada K/S verileri

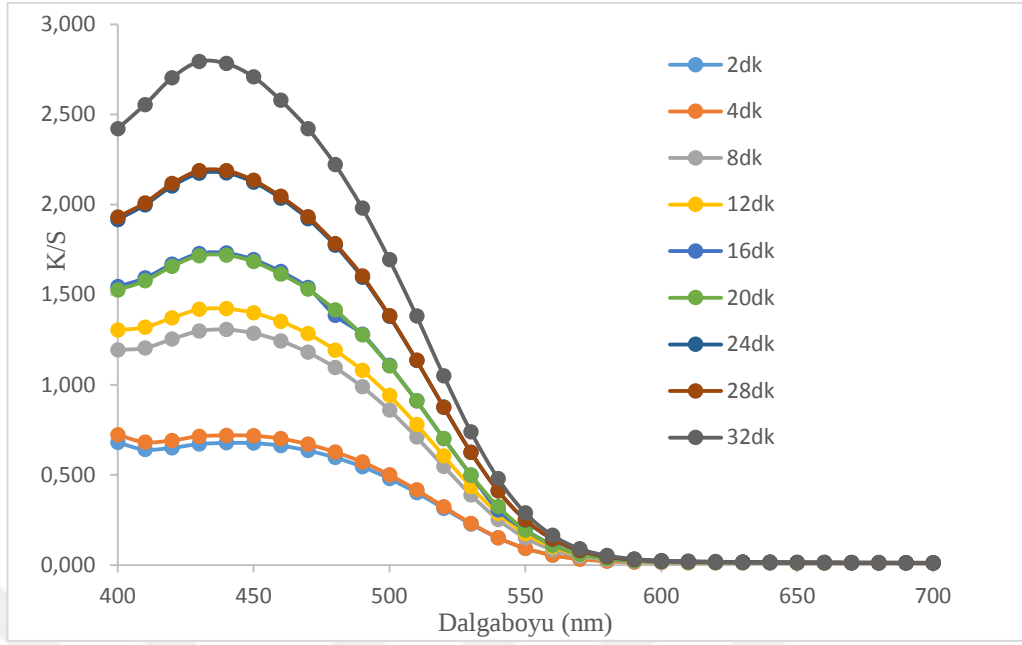
C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile L mikrodalga düzeyinde yapılan boyamanın sonuçları Tablo 4.7.'de verildi. Tablo 4.7. verilerinden dalgaboyu pikleri eğrilerini gösteren grafik elde edildi (Şekil 4.13.). En yüksek K/S değerleri (440 nm'de) alınarak O.(sıfırıncı) derece kinetiği uygulanmak üzere konsantrasyon yerine $C=1/K/S$ değerleri hesaplandı. 1. derece kinetiği için K/S değerleri $1/C = K/S$ olarak alındı. 2. derece kinetiği için $\ln C$ değerleri hesaplandı ve tablo halinde düzenlendi (Tablo 4.8.). Tablo 4.8.'den O.(sıfırıncı) derece kinetiği (Şekil 4.14.), 1. derece kinetiği (Şekil 4.15.), ve 2. derece kinetiği (Şekil 4.16.) grafikleri elde edildi. Grafikteki verilere regresyon analizi yapılarak elde edilen doğru denklemleri grafikler üzerinde gösterildi.

Tablo 4.7.C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile L seviyesi mikrodalga boyamada K/S-zaman verileri.

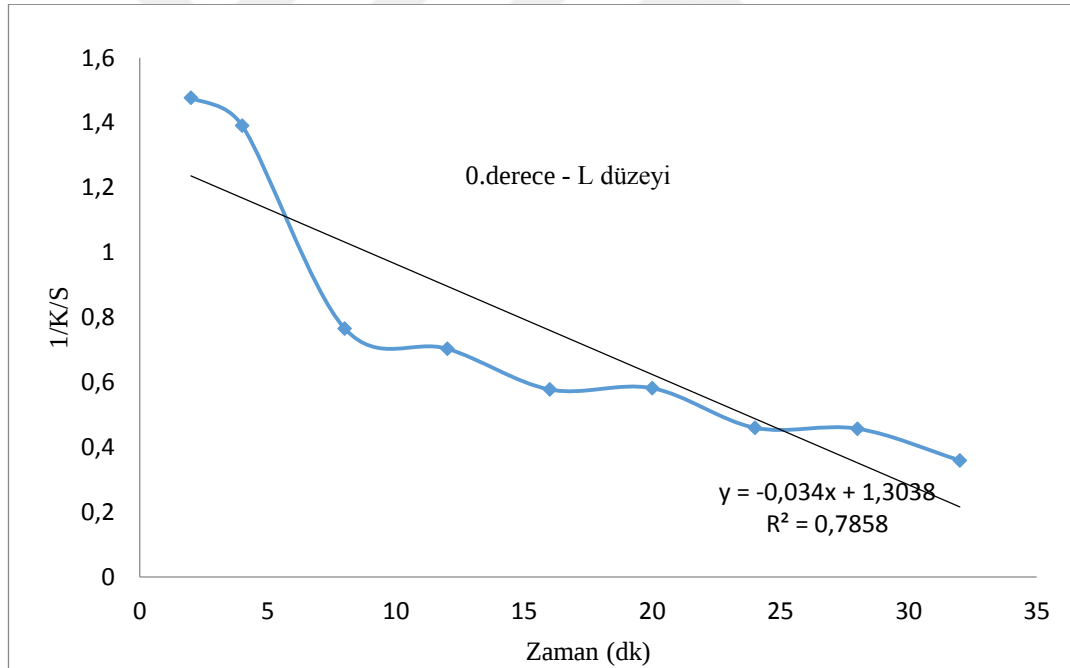
Dalga boyu(nm)	K/S değerleri								
	2dk	4dk	8dk	12dk	16dk	20dk	24dk	28dk	32dk
400	0,679	0,722	1,193	1,303	1,544	1,526	1,916	1,930	2,421
410	0,640	0,681	1,204	1,319	1,592	1,576	1,998	2,009	2,554
420	0,650	0,691	1,253	1,371	1,669	1,657	2,102	2,116	2,703
430	0,671	0,714	1,298	1,418	1,728	1,716	2,173	2,188	2,793
440	0,677	0,719	1,306	1,422	1,731	1,719	2,175	2,188	2,782
450	0,676	0,717	1,286	1,399	1,694	1,683	2,124	2,134	2,708
460	0,662	0,701	1,243	1,351	1,628	1,614	2,035	2,045	2,578
470	0,635	0,670	1,180	1,284	1,539	1,530	1,921	1,932	2,421
480	0,596	0,626	1,095	1,192	1,384	1,415	1,774	1,783	2,222
490	0,545	0,571	0,988	1,079	1,280	1,276	1,596	1,604	1,980
500	0,479	0,500	0,859	0,940	1,107	1,105	1,379	1,383	1,694
510	0,401	0,416	0,709	0,779	0,911	0,910	1,134	1,136	1,381
520	0,314	0,323	0,547	0,605	0,701	0,701	0,875	0,875	1,049
530	0,227	0,231	0,389	0,434	0,499	0,499	0,625	0,625	0,739
540	0,150	0,151	0,252	0,285	0,304	0,324	0,411	0,411	0,479
550	0,092	0,092	0,150	0,174	0,195	0,194	0,250	0,251	0,288
560	0,055	0,054	0,085	0,100	0,111	0,110	0,143	0,145	0,164
570	0,034	0,032	0,048	0,057	0,062	0,061	0,079	0,081	0,090
580	0,023	0,021	0,030	0,035	0,036	0,036	0,045	0,047	0,052
590	0,017	0,016	0,021	0,024	0,024	0,024	0,029	0,031	0,033
600	0,015	0,014	0,016	0,019	0,018	0,018	0,021	0,023	0,024
610	0,014	0,012	0,014	0,016	0,016	0,016	0,018	0,019	0,020
620	0,013	0,012	0,013	0,015	0,014	0,014	0,016	0,017	0,018
630	0,012	0,011	0,013	0,014	0,013	0,013	0,015	0,015	0,016
640	0,012	0,011	0,012	0,013	0,013	0,013	0,014	0,015	0,015
650	0,011	0,010	0,012	0,012	0,012	0,012	0,013	0,014	0,014
660	0,011	0,010	0,011	0,012	0,012	0,012	0,013	0,013	0,014
670	0,011	0,010	0,011	0,012	0,011	0,011	0,012	0,013	0,013
680	0,011	0,010	0,011	0,011	0,011	0,011	0,012	0,012	0,013
690	0,011	0,010	0,010	0,011	0,011	0,011	0,012	0,012	0,012
700	0,010	0,009	0,010	0,011	0,010	0,010	0,011	0,012	0,012

Tablo 4.8. C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile L seviyesi mikrodalga boyamada kinetik sonuçlar.

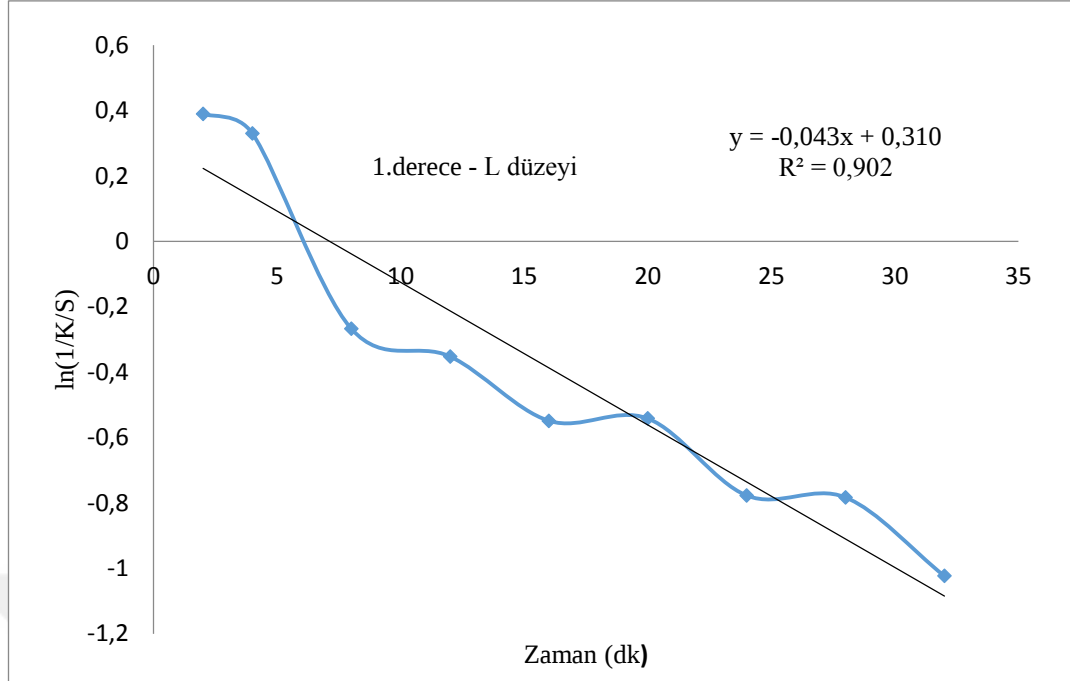
Süre(dk)	2	4	8	12	16	20	24	28	32
1/C=K/S	0,677	0,719	1,306	1,422	1,731	1,719	2,175	2,188	2,782
C=1/K/S	1,477105	1,390821	0,765697	0,703235	0,577701	0,581734	0,45977	0,457038	0,359454
lnC=ln[1/(K/S)]	0,390084	0,329894	-0,26697	-0,35206	-0,5487	-0,54174	-0,77703	-0,78299	-1,02317



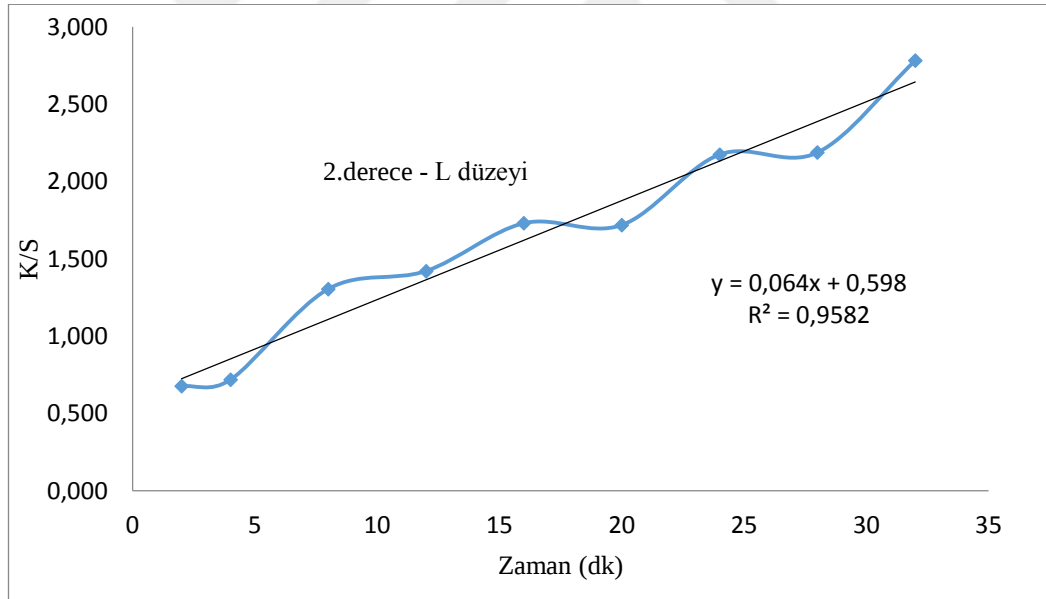
Şekil 4.13. C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile L seviyesi mikrodalga boyamada K/S-dalgaboyu eğrileri



Şekil 4.14. C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile L seviyesi mikrodalga boyamada 0. derece kinetik hız denklemleri eğrisi



Şekil 4.15. C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile L seviyesi mikrodalga boyamada 1. derece kinetik hız denklemi eğrisi



Şekil 4.16. C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile L seviyesi mikrodalga boyamada 2. derece kinetik hız denklemi eğrisi

4.2.2. C.I. Reaktif yellow138:1 ile ML seviyesi mikrodalga boyamada K/S verileri

C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile ML mikrodalga düzeyinde yapılan boyamanın sonuçları Tablo 4.9.'da verildi. Tablo 4.9. verilerinden dalgaboyu pikleri eğrilerini

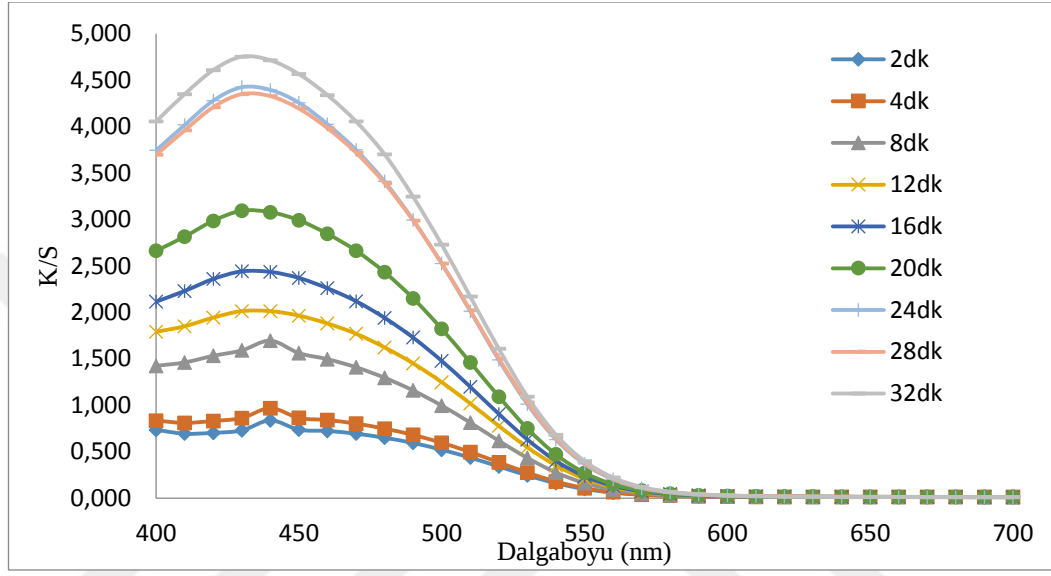
gösteren grafik elde edildi (Şekil 4.17). En yüksek K/S değerleri (440 nm’de) alınarak O.(sıfırıncı) derece kinetiği uygulanmak üzere konsantrasyon yerine $C=1/K/S$ değerleri hesaplandı. 1. derecekinetiği için K/S değerleri $1/C = K/S$ olarak alındı. 2. derece kinetiği için $\ln C$ değerleri hesaplandı ve tablo halinde düzenlendi (Tablo 4.10.). Tablo 4.10.’dan O.(sıfırıncı) derece kinetiği (Şekil 4.18.), 1. derecekinetiği (Şekil 4.19.), ve 2. derece kinetiği (Şekil 4.20.) grafikleri elde edildi. Grafikteki verilere regresyon analizi yapılarak elde edilen doğru denklemleri grafikler üzerinde gösterildi.

Tablo 4.9. C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile ML seviyesi mikrodalga boyamada K/S-zaman verileri

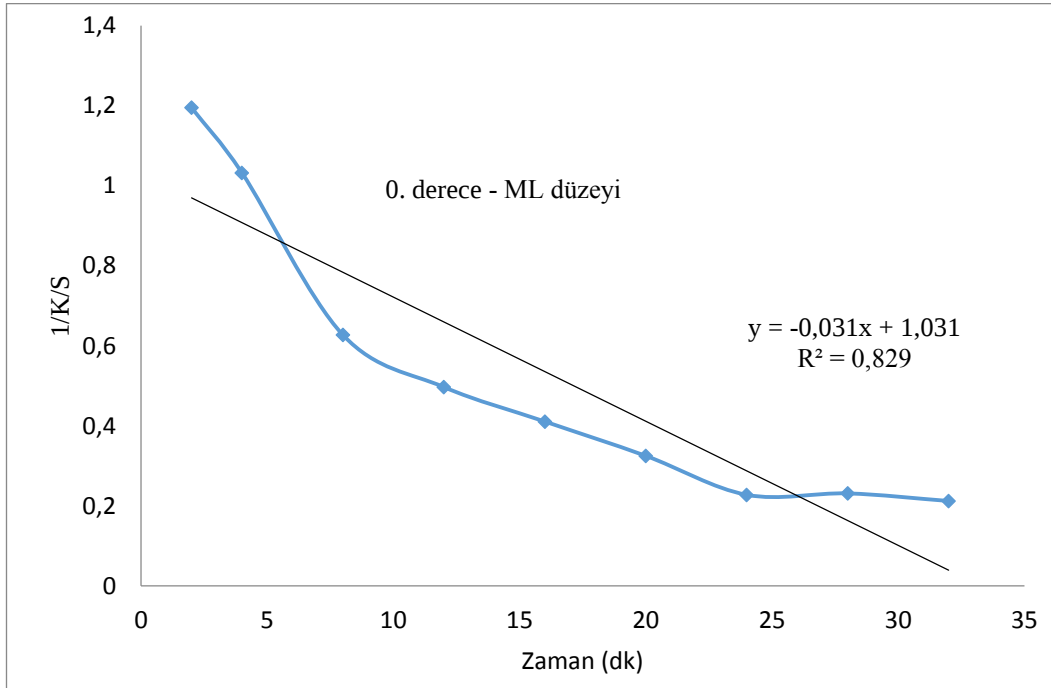
Dalga boyu(nm)	K/S değerleri								
	2dk	4dk	8dk	12dk	16dk	20dk	24dk	28dk	32dk
400	0,735	0,835	1,424	1,790	2,115	2,662	3,744	3,696	4,055
410	0,694	0,810	1,461	1,850	2,230	2,815	4,016	3,958	4,349
420	0,703	0,831	1,532	1,943	2,359	2,985	4,278	4,208	4,607
430	0,729	0,862	1,590	2,013	2,441	3,094	4,423	4,349	4,752
440	0,837	0,969	1,695	2,013	2,435	3,078	4,394	4,327	4,713
450	0,737	0,863	1,561	1,965	2,370	2,991	4,256	4,193	4,564
460	0,723	0,841	1,496	1,880	2,259	2,845	4,025	3,982	4,338
470	0,694	0,802	1,409	1,770	2,120	2,664	3,748	3,718	4,055
480	0,650	0,748	1,296	1,623	1,941	2,432	3,409	3,390	3,701
490	0,594	0,681	1,159	1,451	1,728	2,151	2,994	2,988	3,244
500	0,521	0,596	0,996	1,248	1,477	1,822	2,525	2,525	2,729
510	0,436	0,496	0,813	1,019	1,198	1,462	2,013	2,021	2,169
520	0,341	0,385	0,617	0,777	0,906	1,093	1,487	1,502	1,607
530	0,245	0,275	0,433	0,547	0,631	0,750	1,011	1,029	1,093
540	0,161	0,179	0,276	0,352	0,401	0,470	0,631	0,646	0,683
550	0,099	0,108	0,163	0,209	0,236	0,273	0,367	0,378	0,399
560	0,059	0,064	0,091	0,118	0,132	0,150	0,202	0,210	0,222
570	0,037	0,038	0,052	0,065	0,073	0,082	0,108	0,114	0,120
580	0,026	0,026	0,032	0,039	0,043	0,048	0,061	0,065	0,068
590	0,020	0,020	0,023	0,026	0,028	0,032	0,037	0,041	0,042
600	0,018	0,017	0,018	0,020	0,021	0,024	0,026	0,029	0,029
610	0,016	0,015	0,016	0,017	0,018	0,020	0,020	0,023	0,022
620	0,016	0,015	0,015	0,015	0,016	0,018	0,017	0,020	0,018
630	0,015	0,014	0,014	0,014	0,015	0,016	0,015	0,017	0,016
640	0,015	0,014	0,013	0,013	0,014	0,015	0,014	0,016	0,014
650	0,014	0,013	0,012	0,012	0,013	0,014	0,012	0,015	0,013
660	0,014	0,013	0,012	0,012	0,013	0,014	0,012	0,014	0,012
670	0,014	0,013	0,012	0,012	0,012	0,013	0,011	0,013	0,011
680	0,013	0,012	0,012	0,011	0,012	0,013	0,011	0,013	0,011
690	0,013	0,012	0,011	0,011	0,012	0,013	0,010	0,012	0,010
700	0,013	0,012	0,011	0,011	0,011	0,012	0,010	0,012	0,010

Tablo 4.20. C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile ML seviyesi mikrodalga boyamada kinetik sonuçlar.

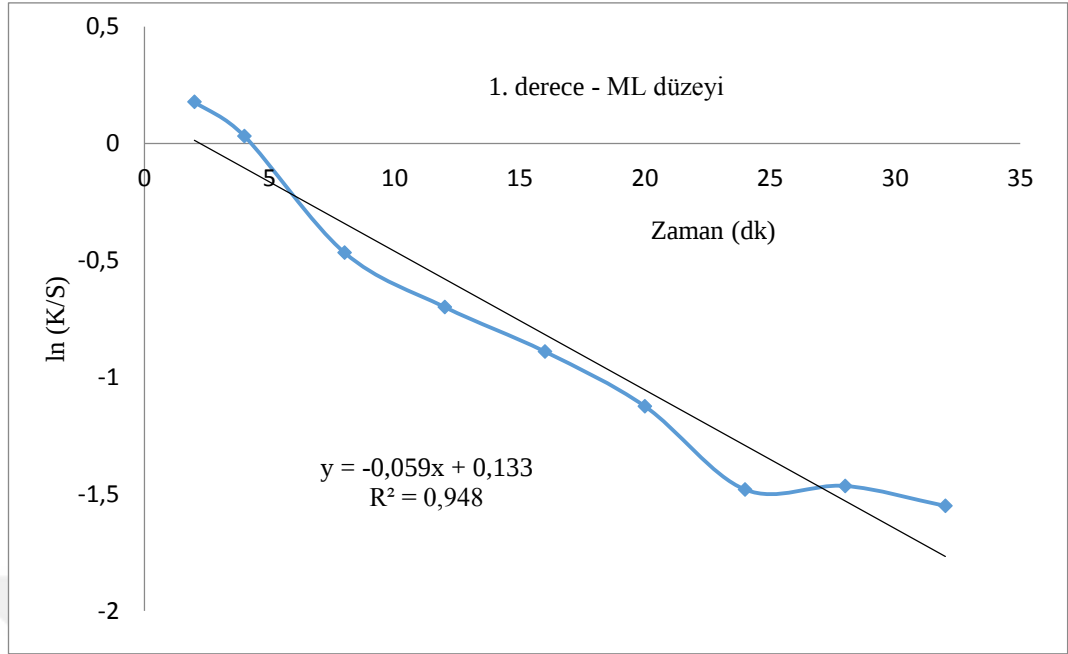
SÜRE (dk)	2	4	8	12	16	20	24	28	32
$1/C=K/S$	0,837	0,969	1,595	2,013	2,435	3,078	4,394	4,327	4,713
$C=1/(K/S)$	1,194743	1,031992	0,626959	0,496771	0,410678	0,324886	0,227583	0,231107	0,212179
$\ln C=\ln(1/(K/S))$	0,177931	0,031491	-0,46687	-0,69963	-0,88995	-1,12428	-1,48024	-1,46487	-1,55032



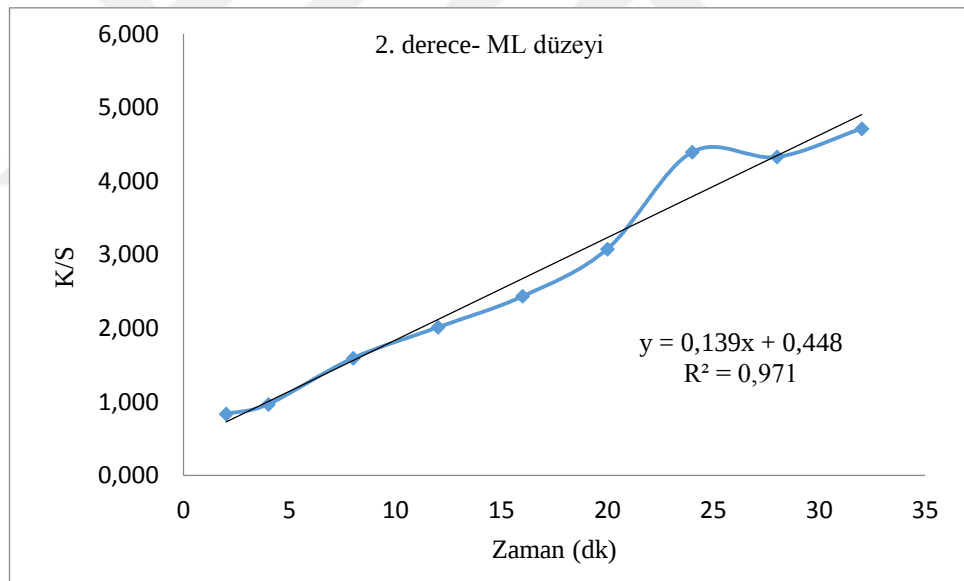
Şekil 4.17. C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile ML seviyesi mikrodalga boyamada K/S-dalgaboyu eğrileri



Şekil 4.18. C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile ML seviyesi mikrodalga boyamada 0. derece kinetik hız denklemi eğrisi



Şekil 4.19. C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile ML seviyesi mikrodalga boyamada 1. derece kinetik hız denklemi eğrisi



Şekil 4.20. C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile ML seviyesi mikrodalga boyamada 2. derece kinetik hız denklemi eğrisi

4.2.3. C.I. Reaktif yellow 138:1 ile M seviyesi mikrodalga boyamada K/S verileri

C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile M mikrodalga düzeyinde yapılan boyamanın sonuçları Tablo 4.11.'de verildi. Tablo 4.11. verilerinden dalgaboyu pikleri eğrilerini gösteren grafik elde edildi (Şekil 4.21). En yüksek K/S değerleri (440 nm'de) alınarak O.(sıfırcı) derece kinetiği uygulanmak üzere konsantrasyon yerine $C=1/K/S$

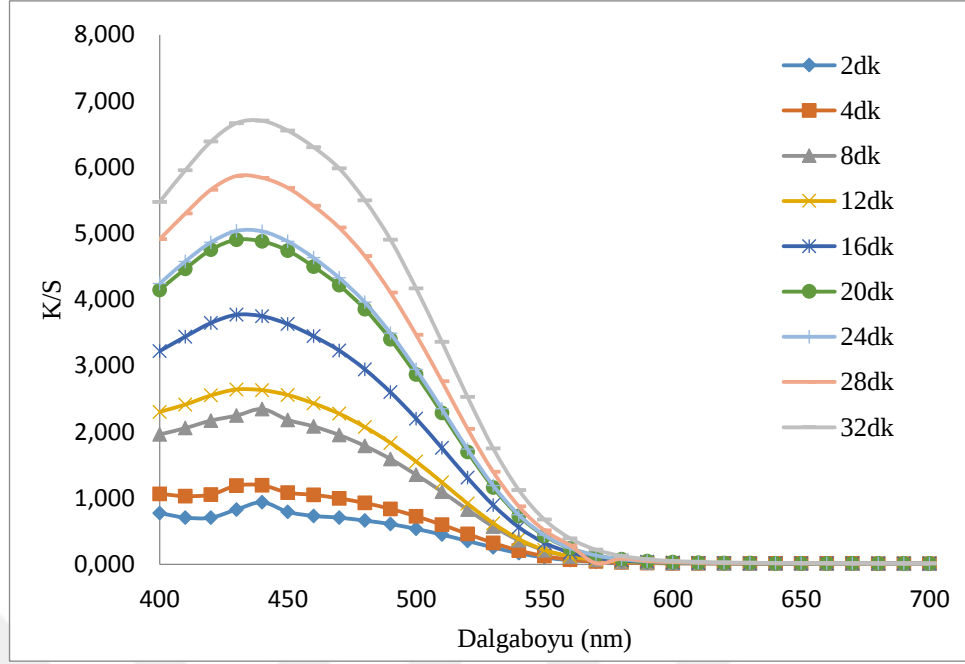
değerleri hesaplandı. 1. derece kinetiği için K/S değerleri $1/C = K/S$ olarak alındı. 2. derece kinetiği için $\ln C$ değerleri hesaplandı ve tablo halinde düzenlendi (Tablo 4.12.). Tablo 4.12.'den O.(sıfırıncı) derece kinetiği (Şekil 4.22.), 1. derece kinetiği (Şekil 4.23.), ve 2. derece kinetiği (Şekil 4.24.) grafikleri elde edildi. Grafikteki verilere regresyon analizi yapılarak elde edilen doğru denklemleri grafikler üzerinde gösterildi.

Tablo 4.31. C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile M seviyesi mikrodalga boyamada K/S-zaman verileri

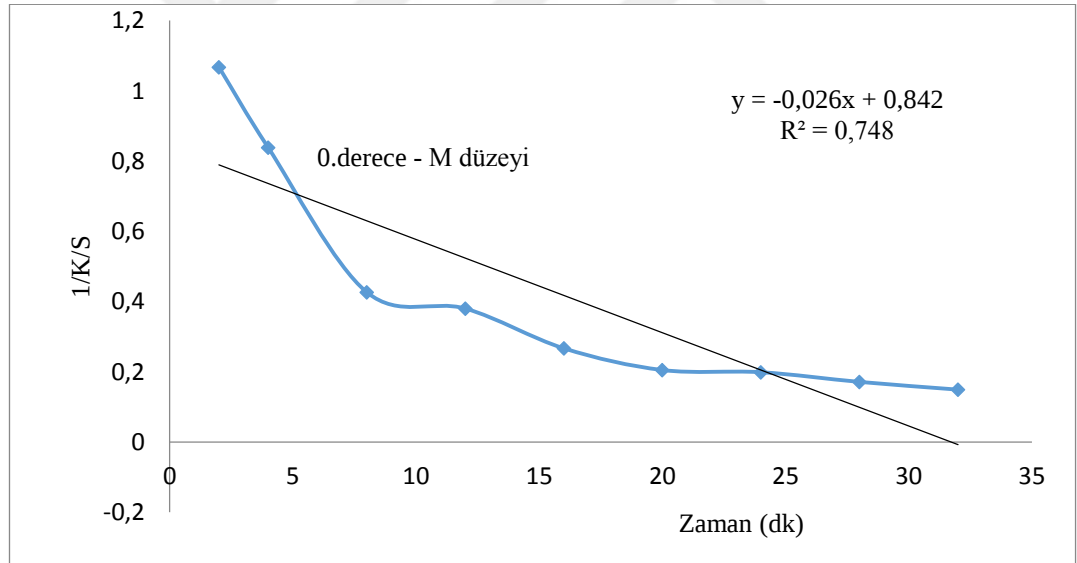
Dalga boyu(nm)	K/S değerleri								
	2dk	4dk	8dk	12dk	16dk	20dk	24dk	28dk	32dk
400	0,774	1,065	1,961	2,303	3,220	4,146	4,240	4,911	5,474
410	0,706	1,030	2,057	2,413	3,439	4,463	4,576	5,298	5,952
420	0,704	1,053	2,171	2,551	3,646	4,752	4,864	5,660	6,387
430	0,828	1,188	2,247	2,641	3,770	4,904	5,037	5,867	6,666
440	0,937	1,193	2,344	2,631	3,748	4,877	5,030	5,839	6,701
450	0,791	1,082	2,182	2,558	3,629	4,739	4,877	5,687	6,552
460	0,731	1,049	2,083	2,432	3,447	4,498	4,631	5,417	6,302
470	0,704	0,996	1,953	2,275	3,230	4,214	4,327	5,087	5,980
480	0,660	0,925	1,788	2,074	2,946	3,855	3,958	4,656	5,499
490	0,607	0,837	1,590	1,834	2,599	3,398	3,489	4,105	4,904
500	0,534	0,725	1,352	1,552	2,201	2,865	2,943	3,466	4,167
510	0,448	0,598	1,098	1,239	1,758	2,287	2,349	2,766	3,361
520	0,352	0,459	0,826	0,917	1,307	1,698	1,740	2,046	2,528
530	0,255	0,323	0,571	0,620	0,894	1,160	1,189	1,395	1,751
540	0,168	0,207	0,360	0,380	0,559	0,730	0,746	0,874	1,121
550	0,103	0,123	0,210	0,216	0,324	0,429	0,439	0,511	0,674
560	0,062	0,070	0,116	0,118	0,178	0,241	0,246	0,285	0,391
570	0,038	0,040	0,064	0,066	0,097	0,132	0,134	0,015	0,220
580	0,026	0,026	0,038	0,040	0,056	0,075	0,076	0,085	0,126
590	0,020	0,019	0,025	0,028	0,035	0,046	0,047	0,051	0,076
600	0,017	0,015	0,019	0,022	0,025	0,031	0,033	0,034	0,049
610	0,015	0,014	0,016	0,019	0,020	0,023	0,025	0,025	0,036
620	0,015	0,013	0,014	0,017	0,017	0,019	0,021	0,020	0,027
630	0,014	0,012	0,013	0,016	0,015	0,016	0,019	0,017	0,023
640	0,014	0,012	0,012	0,015	0,014	0,015	0,017	0,015	0,019
650	0,013	0,011	0,012	0,014	0,013	0,013	0,016	0,014	0,017
660	0,013	0,011	0,011	0,014	0,012	0,013	0,015	0,013	0,016
670	0,013	0,011	0,011	0,013	0,012	0,012	0,015	0,012	0,015
680	0,012	0,010	0,011	0,013	0,011	0,011	0,014	0,012	0,014
690	0,012	0,010	0,010	0,013	0,011	0,011	0,014	0,011	0,013
700	0,012	0,010	0,010	0,013	0,011	0,011	0,013	0,011	0,012

Tablo 4.42. C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile M seviyesi mikrodalga boyamada kinetik sonuçlar.

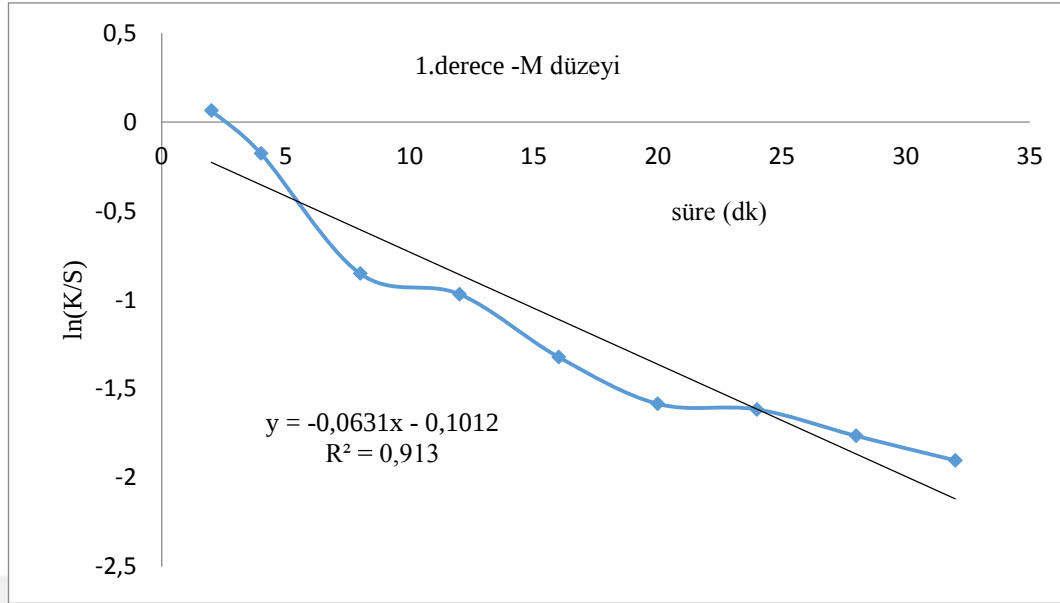
Süre(dk)	2	4	8	12	16	20	24	28	32
$1/C = K/S$	0,937	1,193	2,344	2,631	3,748	4,877	5,030	5,839	6,701
$C=1/(K/S)$	1,067236	0,838223	0,426621	0,380084	0,266809	0,205044	0,198807	0,171262	0,149231
$\ln C = \ln[1/(K/S)]$	0,065072	-0,17647	-0,85186	-0,96736	-1,32122	-1,58453	-1,61542	-1,76456	-1,90226



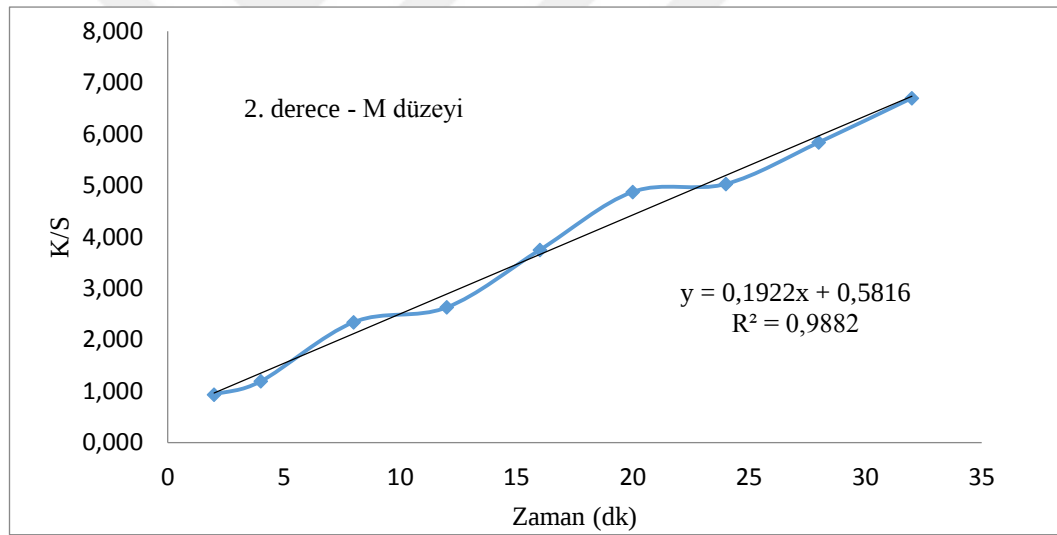
Şekil 4.21. C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile M seviyesi mikrodalga boyamada K/S-dalgaboyu eğrileri



Şekil 4.22. C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile M seviyesi mikrodalga boyamada 0. derece kinetik hız denklemi eğrisi



Şekil 4.23. C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile M seviyesi mikrodalga boyamada 1. derece kinetik hız denklemleri eğrisi



Şekil 4.24. C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile M seviyesi mikrodalga boyamada 2. derece kinetik hız denklemleri eğrisi

BÖLÜM 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1. C.I. Reaktif Red 141 ile Mikrodalga Boyama Kinetik Çalışmaları Sonuçları

C.I. Reaktif Red 141 ile L, ML ve M seviyesinde mikrodalga ortamda yapılan boyamaların zamana bağlı olarak değişimleri 0.derece, 1.derece ve 2.dereceden hız denklemleri olarak incelendi. Bulunan verilerden boyamanın kinetiğinin en uygun olarak 1.dereceden olduğu görüldü. Geleneksel ortamda yapılan boyamalarda boyama hız derecesi 1.dereceden olduğu bilinmektedir. Benzer durum göz önüne alınmıştır. L, ML ve M düzeyi mikrodalga ortamda yapılan boyamaların sonuçlarından elde edilen Şekil 4.3., Şekil 4.7., Şekil 4.11.'deki 1.derece hız denklemleri ve bulunan hız sabitleri Tablo 5.1.'de verildi.

Tablo 5.1. C.I. Reaktif Red 141 ile mikrodalga ortamda boyamanın 1. derece hız denklemleri

Mikrodalga Seviyesi	1. dereceden Hız Denklemi	R ²	k (hız Sabiti) (s ⁻¹)
L	$y = -0,047x + 0,434$	0,986	2.82
ML	$y = -0,056x + 0,011$	0,923	3.36
M	$y = -0,050x - 0,599$	0,949	3.00

5.2. C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile Mikrodalga Boyama Kinetik Çalışmaları Sonuçları

C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile L, ML ve M seviyesinde mikrodalga ortamda yapılan boyamaların zamana bağlı olarak değişimleri 0.derece, 1.derece ve 2.dereceden hız denklemleri olarak incelendi. Bulunan verilerden boyamanın kinetiğinin en uygun olarak 1.dereceden olduğu görüldü. L, ML ve M düzeyi mikrodalga ortamda yapılan mikrodalga ortamda yapılan boyamaların sonuçlarından elde edilen Şekil'4.15., Şekil 4.19. ve Şekil 4.23.'deki 1. derece hız denklemleri ve bulunan hız sabitleri Tablo 5.2.'de verildi.

Tablo 5.2. C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile mikrodalga ortamda boyamanın 1. derece hız denklemleri

Mikrodalga Seviyesi	1. dereceden Hız Denklemi	R ²	k (hız Sabiti) (s ⁻¹)
L	y = -0,043x + 0,310	0,902	2.58
ML	y = -0,059x + 0,133	0,948	3.54
M	y = -0,063x - 0,101	0,913	3.78

5.3. Mikrodalga Boyama Kinetiğinin Değerlendirilmesi

C.I. Reaktif Red 141 ve C.I. Reaktif Yellow 138:1 ile yapılan değişik mikrodalga ortamlardaki boyama çalışmalarının kinetiğinde, mikrodalga düzeyi arttıkça boyama hızları da artmaktadır. Çalışmalar aynı sıcaklıkta (70°C) yapıldığı halde, k hız sabitlerinin artarak değişmesi dikkat çekicidir. Bunu sebeplerinden biri manyetik dalganın polariteyi kullanarak dönme momentlerini artırması ve tepkime hızının büyümesine sebep olmasıdır. Arrhenius hız sabiti denklemindeki ($k = A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}}$) A'nın manyetik alan daki frekans değerinin değişmesine sebep olmasıdır. Difüzyon katsayısı olarak farklı derişimlerdeki çalışmaları dikkate alarak yapılmalıdır. Ayrıca difüzyonun geleneksel ortamdaki boyama ile mikrodalga ortamdaki boyamanın kıyaslanmasında önemli bir faktör olması da olasıdır.

Miklavc, MW-destekli sodyum bikarbonatın ayrışması sırasında aktivasyon enerjisinde bir azalma gözlemledi. Substratların (dielektrik materyaller) mikrodalgalarla maruz bırakılması, moleküllerin hızlı bir şekilde dönmesine neden oldu. Bu da sürtünme nedeniyle ısı üretti ve ayrıca reaktif moleküller arasındaki temas olasılığını arttırdı, böylece aktivasyon enerjisini azaltarak reaksiyon oranını arttırdı. Bu çalışmanın devamında, Cross, mikrodalgaların varlığında moleküler mobilitede bir artış buldu. Reaksiyon oranındaki artış, Arrhenius'un üssel (Denklem 5.1) öncesi faktördeki (A) bir artıştan kaynaklanıyordu (Denklem 5.2.).

$$K = A e^{-\Delta G/RT} \quad (\text{Denklem 5.1})$$

$$A = \gamma \lambda^2 \Gamma \quad (\text{Denklem 5.1})$$

γ : komşu atlama yerlerinin sayısı,

λ : atlama mesafesi

Γ : atlama frekansı

Denklem (5.2) uyarınca, Arrhenius'un üssel ön-katsayılı faktörü (A), reaksiyon arayüzündeki atomların titreşim sıklığına bağlıdır ve bu nedenle MW ışınlamalarından etkilenir. Kappe ve arkadaşları, halka kapanması metatezi ve Biginelli reaksiyonlarında bu MW etkisinin derinlemesine bir incelemesini yaptılar. Geleneksel ısıtma ve mikrodalga ısıtma arasında önemli bir fark gözlenmedi. Bu sonuç sadece bu iki reaksiyon için geçerlidir ve genelleştirilemez. Termal olmayan spesifik bir MW etkisinin konusu, hala bölücüdür ve kesin olarak bilinmemektedir. Bu mikrodalga “termal efekt” ve “termal olmayan efekt” e ek olarak, sulu işlemler için mikrodalga kullanmanın bazı ek avantajları vardır. [27,28,29,30,31].



KAYNAKLAR

- [1] Özcan, Y., Tekstil Elyaf Ve Boyama Tekniği, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 176-209, 482-491, 1978.
- [2] Başer, İ., İnan, Y., Boyarmadde Kimyası'', Marmara Teknik Eğitim Fk. Tekstil Eğitimi Bölümü, İstanbul 7-17, 1990.
- [3] Kurbanlı, R., Mirzaoglu, R., 'Boya Ve Tekstil Kimyası Ve Teknolojisi'', S.Ü Yayınları, Konya, 318-340, 2004.
- [4] Akçakoca, E., P., Özgüney, A.,T., Atay, R., 'The Efficiency Of Washing Reagentin The Post-Dying Removal Of Hydrolized Reactive Dye'', Dyes And Pigments, 71:214-218, 2006.
- [5] Tarakçioğlu, I., 'Reaktif Boyarmaddelerle Çektirme Yöntemine Göre Boyamalarda Bazı Yeni Gelişmeler'', Tekstil Ve Teknik, Eylül 21-28, 1990.
- [6] Trotman, E.R., Dyeing And Chemical Technology Of Textile Fibres, 4thEd. Charles Griffin&Co.Ltd., London, 1970.
- [7] Özcan, Y., Tekstil Elyaf Ve Boyama Tekniği, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 214, 316-317, 1984.
- [8] Serindağ, O., Halefoğlu, Y., "Tekstil Kimyası ", Ç.Ü. Fen Edebiyat Fak. Kimya Bölümü, Adana Nobel Kitabevi 126-142, 2001.
- [9] Lewin, M., Pearce, .M., 'Handbook Of Fiber Chemistry'', New York,1083s, 1998.
- [10] İçoğlu, H., İ., ' Pamuklu Dokunmuş Kumaşların Reaktif Boyarmaddelerle Boyanması Ve Uygulama Yöntemlerinin İncelenmesi'', Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 2006.
- [11] Warwicker, J. O., Jefries, R., Colbran, R. L., Robinson, R. N., A Review Of The literature On The effect Of Caustic Soda And other swelling agents Of The fine structure Of Cotton, Pamphet, No:93 Manchester. 1996.
- [12] Yakartepe, M., Yakartepe, Z., T.K.A.M. Tekstil Ansiklopedisi, Tekstil Ve Konfeksiyon Araştırma Merkezi Yayını, İstanbul, Cilt 5-6, 2158,1993.
- [13] Başer, İ., İnan, Y., Boyarmadde Kimyası, Marmara Teknik Eğitim Fk. Tekstil Eğitimi Bölümü, İstanbul, 47-126, 1990.

- [14] Utaç, E., Kırmızı Reaktif Boyanın (Reaktif Kırmızı 195) Örölmüş Pamuklu Kumaşa Uygulanmasında Değişik Parametrelerin Renk Verimi Üzerine Etkilerinin İncelenmesi'', Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, 2006.
- [15] Duran, K., Tekstilde Renk Ölçümü Ve Reçete Çıkarma, Ege Üniversitesi Tekstil Ve Konfeksiyon Araştırma Ve Uygulama Merkezi, Yayın No:17, 45-63, 2001
- [16] Yakartepe, Z., Ünal, A., Yakartepe, M., Büyük Tekstil Terbiye Ansiklopedisi, Cilt 18, T.K.A.M Tekstil Ve Konfeksiyon Araştırma Merkezi, 147, 342, 2005.
- [17] Hunger, K., Industrialdyes, Chemistry, Properties, Applications, Wiley-Vch, Verlag Gmbh, Weinheim, 353, 2003.
- [18] Yıldız, K., Alp, A., Using Of Microwave İn Metallurgical Processes, Metalurji Tmmob, 24 (125), 1300-4824, 1999.
- [19] Sutton, W.H., Microwave Processing Of Ceramic Materials, Ceramic Bulletin, 68 (2), 1100-1118, 1989.
- [20] Kutbay, I., Kuşkonmaz, N., Mikrodalga Isıtmanın Seramik Üretiminde Kullanımı, Gebze Yüksek Teknolojisi Enstitüsü, 2008.
- [21] Jennie Rebecca Lill, Microwave Assisted Proteomics, The Royal Society Of Chemistry, 2009
- [22] Dariusz Bogdat, Microwave Assisted-Organic Synthesis, Tetrahedron Organic Chemistry Series Vol 25, Krakow. 2005
- [23] Ohe, T., Yoshimura, Y., Microwave Irradiation Onto Nylon 6 Fibers İn Organic Solvent, Sen'i Gakkaishi, 65,1,64-70,2009.
- [24] Elif Atabek Yiğit, Polipropilen Elyafın Boyanabilirliğinin İncelenmesi, SAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Bölümü, 2009.
- [25] Montano, J.G., Torrades, F., Leonidas, A., Estrada, P., Ollder, I., Malato, S., Maldonado, M., I., Peral, J., Degradation Pathways Of The Commerical Reactive Azo Dye Procion Red H-E7b Under Solar - Assisted Photo – Fenton Reaction, Environmental Science Technology, 42(17), 6663-6670, 2008.
- [26] Ari Rahman, Naoyuki Kishimoto & Takeo Urabe, Adsorption characteristics of clay adsorbents – sepiolite, kaolin and synthetic talc – for removal of Reactive Yellow 138:1, Water and Environment Journal 29, 375–382, (2015).
- [27] A. Miklavc, Chem. Phys. Chem, 2001, 552.
- [28] J.G.P. Binner, N. A. Hassine and T. E. Cross, J. Mater. Sci., 1995, 30, 5389.

- [29] S.Garbacia, B. Desai, O. Lavaster and C. O. Kappe, *J. Org. Chem.*, 2003, 68, 9136.
- [30] A. Stadler and C. O. Kappe, *J. Chem. Soc., Perkin Trans. 2*, 2000, 2, 1363.
- [31] A. Hoz, A. Diaz-Ortiz and A. Moreno, *Chem. Soc. Rev.*, 2005, 34, 164.



ÖZGEÇMİŞ

Hilal Gülnur Teker Alşan, 1988 yılında İstanbul'un Fatih ilçesinde doğdu. Lise öğrenimi Sabit Büyükbayrak Lisesi'nde 2005 yılında tamamlandı ve 2005 yılında Sakarya Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü'nü kazandı. Sakarya Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümünden 2010 yılında mezun oldu. 2012 yılında Pedagojik Formasyon eğitimini Sakarya Üniversitesinde tamamladı. 2013 yılında Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Enstitü Ana Bilim Dalına Yüksek Lisansını yapmak üzere kazandı. Çeşitli işletmelerde C sınıfı İş Güvenliği Uzmanlığı ve çeşitli liselerde fizik ve matematik derslerinde ücretli öğretmenlik görevlerinde bulundu. Evli ve 2 kız çocuğu vardır.