

**T.C  
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ**

**TEKSTİL ENDÜSTRİSİNDE KULLANILAN  
SENTETİK BOYARMADDELERİN MUTAJENİK  
ETKİLERİNİN UMU-TESTİ İLE ARAŞTIRILMASI**

**DOKTORA TEZİ**

**M. Sc. Ünal ŞENEL**

**Fiziksel Oşinografi ve Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı**

**Danışman**

**Prof. Dr. Halil İbrahim SUR**

**Haziran, 2006**

## ÖNSÖZ

Bu çalışmada, sentetik reaktif, sentetik disperse, sentetik direkt ve sentetik asid boyarmaddelerin genotoksik özelliği, kısa zamanlı bir mutajenite testi olan *UMU-TEST* (*Salmonella thyphimurium* TA1535/pSK1002) sistemiyle araştırılmıştır. Ülkemizde ilk defa uygulanan bu test sisteminde, kullanılan S-9 rat karaciğeri enzimlerinin yardımıyla, sentetik boyarmaddelerin canlı vücudunda metabolize olduktan sonraki durumları da araştırılmıştır. Böylece; a) Boyarmaddenin direk olarak genotoksik özelliği olup olmadığı, b) eğer genotoksik özelliğe sahipse, canlı bünyesindeki enzimlerle muamelesi sonucu genotoksik özelliğini kaybedip kaybetmediği, c) genotoksik özelliğe sahip değilse canlı bünyesindeki enzimlerle muamelesi sonucu genotoksik özellik kazanıp kazanmadığı belirlenmiştir.

Doktora öğrenciliğim süresince, gerek ders aşamasında gerekse tez aşamasında maddi-manevi desteğini eksik etmeyen fakat tez çalışmamın sonuna imzasını atamadan 09 Nisan 2006 Pazar günü elim bir deniz kazasında kendisini kaybettiğimiz danışmanım Prof. Dr. Erdoğan Okuş' u rahmetle anıyor, bu çalışmamı kendilerine ithaf ediyorum. Ayrıca verdiği derslerle beni yönlendiren değerli hocam Prof. Dr. K. Cemal Güven' e ve Yrd. Doc. Dr. Ahsen Yüksek' e, tez izleme jürimde bulunan Prof. Dr. Meral Birbir ve Doç. Dr. Aziz Tanrıseven' e, değerli fikirleriyle tezimin tamamlanmasına katkıda bulunan jüri üyeleri Prof. Dr. Adnan Aydın ve Prof. Dr. Süleyman Tanyolaç' a, laboratuvar çalışmalarımnda her türlü desteği sağlayan M. Sc. Mustafa Petek ve M. Sc. İrem Uzonur' a minnettarlık hislerimle teşekkürlerimi sunuyorum.

Bütün hayatım boyunca bana cesaret veren ve ufuk açan annem Seher Şenel' e, maddi-manevi desteğini eksik etmeyen değerli babam Süleyman Şenel' e verdikleri emeklerden dolayı minnettarlık hislerimle teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

## Sayfa

ÖNSÖZ.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TABLO LİSTESİ.....	iv
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
KISALTMA LİSTESİ.....	vii
I. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Amaç ve Kapsamı.....	1
II. GENEL ÖZELLİKLER.....	6
2.1. Boyarmaddelerin Sınıflandırılması.....	6
2.1.1. Çözünürlüklerine göre boyarmaddelerin sınıflandırılması .....	6
2.1.1.1. Suda çözünen boyarmaddeler.....	6
2.1.1.2. Suda çözünmeyen boyarmaddeler.....	7
2.1.2. Boyama özelliklerine göre boyarmaddelerin sınıflandırılması.....	7
2.1.3. Kimyasal yapılarına göre boyarmaddelerin sınıflandırılması .....	9
2.2. Boyarmaddelerin Uygulama Yöntemleri.....	15
2.2.1. Asit boyarmaddelerin uygulanma yöntemi.....	15
2.2.2. Direkt boyarmaddelerin uygulanma yöntemi.....	16
2.2.3. Reaktif boyarmaddelerin uygulanma yöntemi.....	16
2.2.4. Dispersiyon boyarmaddelerin uygulanma yöntemi.....	16
2.3. Umu - Test ( <i>Salmonella thyphimurium</i> TA1535/pSK1002).. ..	17
2.3.1. Umu - Test sisteminin tanımlanması.....	17
2.3.2. <i>Salmonella thyphimurium</i> TA1535/pSK1002 suşu üzerinde bulunan kontrol amaçlı mutasyon ve genler .....	17
2.3.3. SOS kromotest sistemi .....	18
2.3.4. SOS Onarım mekanizması.....	19
2.4. Genotoksisite ve Genotoksisite Tayini.....	20
2.4.1. Genotoksisite.....	20
2.4.2. Genotoksisite tayini.....	23
III. MATERYAL ve METOD.....	24
3.1. Materyal .....	24
3.1.1. Reaktif boyarmaddeler .....	24
3.1.1.1. Reactive Black 5.....	24
3.1.1.2. Reaktif Blue 19.....	26
3.1.1.3. Reaktif Red 120 .....	28
3.1.1.4. Reaktif Red 141.....	30
3.1.1.5. Reaktif Yellow 84.....	32

3.1.2. Dispers boyarmaddeler .....	34
3.1.2.1. Disperse Blue 79 .....	34
3.1.2.2. Disperse Red 167 .....	36
3.1.2.3. Disperse Red 74 .....	37
3.1.2.4. Disperse Orange 30.....	38
3.1.2.5. Disperse Blue 60.....	39
3.1.3. Direkt boyarmaddeler .....	40
3.1.3.1. Direkt Yellow 86.....	40
3.1.3.2. Direkt Orange 39 .....	42
3.1.3.3. Direkt Blue 200 .....	44
3.1.3.4. Direkt Yellow 142 .....	45
3.1.3.5. Direkt Red 243 .....	46
3.1.4. Asit boyarmaddeler .....	47
3.1.4.1. Acid Blue 127 .....	47
3.1.4.2. Acid Blue 113.....	49
3.1.4.3. Acid Yellow 17 .....	51
3.1.4.4. Acid Orange 51.....	53
3.1.4.5. Acid Black 63 .....	55
3.1.5. Metodun uygulanması için gerekli malzeme ve cihazlar .....	57
3.1.5.1. Kimyasal maddeler.....	57
3.1.5.2. Besi Ortamları Çözeltiler ve Tamponlar.....	57
3.1.5.3. Test İçin Gerekli Cihazlar .....	60
3.2. Metod .....	61
3.2.1. Bakteri şuşunun deney için hazırlanması.....	61
3.2.2. Test sisteminde kullanılacak şuşun genetik özelliklerinin kontrolü .....	61
3.2.2.1. Histidin gereksinimi.....	61
3.2.2.2. R faktörünün kontrolü.....	62
3.2.2.3. rfa mutasyonunun kontrolü .....	62
3.2.2.4. uvrB mutasyonunun kontrolü .....	62
3.2.2.5. SOS kromotest için umuC==lacZ füzyonunun indüklenebilirliğinin kontrolü.....	62
3.2.2.6. Örneklerin sitotoksisiteilerinin araştırılması.....	63
3.3. Deney Prosedürünün Hazırlanması .....	63
3.3.1. Bakterinin hazırlanması .....	63
3.3.2. Pozitif ve negatif kontrollerin hazırlanması ... ..	63
3.3.3. Boyarmaddelerin farklı konsantrasyonlarının test için hazırlanması .....	64
3.3.4. S-9 rat karaciğer enzimlerinin hazırlanması .....	65
3.3.5. Deney prosedürünün uygulanması .....	65
3.3.6. Absorbans ölçümü .....	66
3.3.7. Sonuçların değerlendirilmesi .....	66

IV. BULGULAR.....	67
4.1. Test Sisteminde Kullanılacak Suşların Genetik Özelliklerinin Kontrol Bulguları.....	67
4.1.1. Histidin gereksinimi bulguları .....	67
4.1.2. R faktörü kontrolünün bulguları .....	67
4.1.3. rfa mutasyonu kontrolünün bulguları .....	67
4.1.4. uvrB mutasyonu kontrolünün bulguları.....	67
4.1.5. umuC == lacZ füzyonunun indüklenebilirliğini kontrolü bulguları .....	67
4.1.6. Pozitif ve negatif kontrollerin bulguları.....	68
4.2. <i>UMU</i> -Test Bulguları .....	69
4.2.1. Reaktif boyarmaddelerinin <i>Umu</i> -test bulguları .....	69
4.2.2. Dispers boyarmaddelerinin <i>Umu</i> -test bulguları .....	75
4.2.3. Direkt boyarmaddelerinin <i>Umu</i> -test bulguları .....	80
4.2.4. Asit boyarmaddelerinin <i>Umu</i> -test bulguları.....	85
V. TARTIŞMA ve SONUÇ .....	90
KAYNAKLAR .....	97
ÖZGEÇMİŞ .....	104

## ÖZET

### TEKSTİL ENDÜSTRİSİNDE KULLANILAN SENTETİK BOYARMADDELERİN MUTAJENİK ETKİLERİNİN UMU-TESTİ İLE ARAŞTIRILMASI

Ünal ŞENEL

Tekstil endüstrisinde kullanılan sentetik boyarmaddelerin %10-20 miktarı boyama işlemi sonrası atık sularla kontrolsüz olarak deşarj edilmektedir. Kontrolsüz deşarjla atılan boyarmaddeler ulaştıkları ortamdan besin zinciri yoluyla insana kadar ulaşmakta ve insan sağlığını tehdit etmektedir.

Bu çalışmada, sentetik asit, direkt, dispers ve reaktif boyarmaddelerden Reactive Black 5, Reactive Blue 19, Reactive Red 120, Reactive Red 141, Reactive Yellow 84, Dispers Red 167, Dispers Blue 71, Dispers Red 74, Dispers Orange 30, Dispers Blue 60, Direct Yellow 86, Direct Orange 39, Direct Blue 200, Direct Yellow 142, Direct Red 243, Acid Blue 127, Acid Orange 51, Acid Black 63, Acid Yellow 17 ve Acid Blue 113' ün genotoksik özelliği, kısa zamanlı bakteriyel test sistemi olan umu-test (*Salmonella thymimurium* TA1535/pSK1002) ile araştırılmıştır. Boyarmaddelerin 400 µg/ml, 120 µg/ml, 40 µg/ml ve 4 µg/ml konsantrasyonlarda çözeltileri hazırlanıp, S9 fraksiyonu kullanılarak boyarmaddelerin karaciğer enzimleri varlığında organizmadaki biyotransformasyon etkilerine bakılmıştır.

Sentetik boyarmaddelerin dört farklı grubundan çalışılan bu 20 farklı boyarmaddeden Reactive Yellow 84, Reaktif Black 5 ve Direkt Blue 200' ün S9 fraksiyonu varlığında 400 µg/ml konsantrasyonda, Reaktif Black 5 ve Direkt Blue 200' ün S9 fraksiyonu yokluğunda 400 µg/ml konsantrasyonda, Direkt Blue 200' ün S9 fraksiyonu varlığında 120 µg/ml konsantrasyonda mutajenik etkiye sahip oldukları belirlenmiştir.

## **ABSTRACT**

### **INVESTIGATION OF MUTAGENIC EFFECTS OF SYNTHETIC DYES IN TEXTILE INDUSTRY BY USING UMU-TEST**

Ünal ŞENEL

About 10 – 20 percent of synthetic dyes used in textile industry are discharged without being controlled to the waste waters after the dyeing process. Dyes which are discharged without being controlled reach to the human beings by food chain and threaten their health.

In this study, the genotoxicity of Reactive Black 5, Reactive Blue 19, Reactive Red 120, Reactive Red 141, Reactive Yellow 84, Dispers Red 167, Dispers Blue 71, Dispers Red 74, Dispers Orange 30, Dispers Blue 60, Direct Yellow 86, Direct Orange 39, Direct Blue 200, Direct Yellow 142, Direct Red 243, Acid Blue 127, Acid Orange 51, Acid Black 63, Acid Yellow 17 and Acid Blue 113 from the groups of synthetic acid, direct, dispersed and reactive dyes are searched by umu test (*Salmonella thyphimurium* TA1535/pSK1002 ) which is short term bacterial test system. Concentrations of 400 µg/ml, 120 µg/ml, 40 µg/ml and 4 µg/ml of dye solutions are prepared. By using S9 fraction, the biotransformation effects of the dyes in an organism at the presence of liver enzymes are researched.

20 dyes within the four different synthetic dye groups are studied. It is found that Reactive Yellow 84, Reactive Black 5 and Direct Blue 200 have mutagenic effects at the presence of S9 fraction at 400µg/ml concentration and Reactive Black 5, Direct Blue 200 have mutagenic effect at the absence of S9 fraction at 400µg/ml concentration and Direct Blue 200 has mutagenic effects at the presence of S9 fraction at 120 µg/ml concentration.

**TABLO LİSTESİ****Sayfa**

Tablo 1.	Reactive Black 5 boyarmaddesinin özellikleri.....	25
Tablo 2.	Reactive Blue 19 boyarmaddesinin özellikleri.....	27
Tablo 3.	Reactive Red 120 boyarmaddesinin özellikleri.....	29
Tablo 4.	Reactive Red 141 boyarmaddesinin özellikleri.....	31
Tablo 5.	Reactive Yellow 84 boyarmaddesinin özellikleri.....	33
Tablo 6.	Disperse Blue 79 boyarmaddesinin özellikleri .....	35
Tablo 7.	Disperse Red 167 Boyarmaddesinin özellikleri .....	36
Tablo 8.	Disperse Red 74 boyarmaddesinin özellikleri .....	37
Tablo 9.	Disperse Orange 30 Boyarmaddesinin özellikleri .....	38
Tablo 10.	Disperse Blue 60 boyarmaddesinin özellikleri .....	39
Tablo 11.	Direct Yellow 86 boyarmaddesinin özellikleri.....	41
Tablo 12.	Direct Orange 39 boyarmaddesinin özellikleri.....	43
Tablo 13.	Direct Blue 200 boyarmaddesinin özellikleri .....	44
Tablo 14.	Direct Yellow 142 boyarmaddesinin özellikleri .....	45
Tablo 15.	Direct Red 243 boyarmaddesinin özellikleri .....	46
Tablo 16.	Acid Blue 127 boyarmaddesinin özellikleri .....	48
Tablo 17.	Acid Blue 113 boyarmaddesinin özellikleri .....	50
Tablo 18.	Acid Yellow 17 boyarmaddesinin özellikleri .....	52
Tablo 19.	Acid Orange 51 boyarmaddesinin özellikleri .....	54
Tablo 20.	Acid Black 63 boyarmaddesinin özellikleri .....	56
Tablo 21.	Pozitif ve negatif kontrollerin absorbans değerleri.....	68
Tablo 22.	Reaktif boyarmaddelerinin <i>Umu</i> -test bulguları.....	71
Tablo 23.	Dispers boyarmaddelerinin <i>Umu</i> -test bulguları.....	76
Tablo 24.	Direkt boyarmaddelerinin <i>Umu</i> -test bulguları.....	81
Tablo 25.	Asit boyarmaddelerinin <i>Umu</i> -test bulguları.....	86



## ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.	<i>Umu</i> -test' in moleküler genetik seviyesinde prensibi.....	20
Şekil 2.	Reactive Black 5 boyarmaddesinin kimyasal konstitüsüonu.....	24
Şekil 3.	Reactive Blue 19 boyarmaddesinin kimyasal konstitüsüonu.....	26
Şekil 4.	Reactive Red 120 boyarmaddesinin kimyasal konstitüsüonu.....	28
Şekil 5.	Reactive Red 141 boyarmaddesinin kimyasal konstitüsüonu.....	30
Şekil 6.	Reactive Yellow 84 boyarmaddesinin kimyasal konstitüsüonu.....	32
Şekil 7.	Disperse Blue 79 boyarmaddesinin kimyasal konstitüsüonu.....	34
Şekil 8.	Direkt Yellow 86 boyarmaddesinin kimyasal konstitüsüonu.....	40
Şekil 9.	Direkt Orange 39 boyarmaddesinin kimyasal konstitüsüonu.....	42
Şekil 10.	Acid Blue 127 boyarmaddesinin kimyasal konstitüsüonu.....	47
Şekil 11.	Acid Blue 113 boyarmaddesinin kimyasal konstitüsüonu.....	49
Şekil 12.	Acid Yellow 17 boyarmaddesinin kimyasal konstitüsüonu.....	51
Şekil 13.	Acid Orange 51 boyarmaddesinin kimyasal konstitüsüonu.....	53
Şekil 14.	Acid Black 63 boyarmaddesinin kimyasal konstitüsüonu.....	55
Şekil 15.	2- Aminoantrensen' in konsantrasyona bağlı absorbands değerleri.....	68
Şekil 16.	Furylfuramid' in konsantrasyona bağlı absorbands değerleri.....	69
Şekil 17.	Reactive Blue 19 boyarmaddesinin konsantrasyona bağlı absorbands değerleri.....	72
Şekil 18.	Reactive Yellow 84 boyarmaddesinin konsantrasyona bağlı absorbands değerleri.....	72
Şekil 19.	Reactive Black 5 boyarmaddesinin konsantrasyona bağlı absorbands değerleri.....	73
Şekil 20.	Reactive Red 141 boyarmaddesinin konsantrasyona bağlı absorbands değerleri.....	73
Şekil 21.	Reactive Red 120 boyarmaddesinin konsantrasyona bağlı absorbands değerleri.....	74
Şekil 22.	Disperse Red 167 boyarmaddesinin konsantrasyona bağlı absorbands değerleri .....	77
Şekil 23.	Disperse Blue 71 boyarmaddesinin konsantrasyona bağlı absorbands değerleri .....	77
Şekil 24.	Disperse Red 74 boyarmaddesinin konsantrasyona bağlı absorbands değerleri .....	78
Şekil 25.	Disperse Orange 30 boyarmaddesinin konsantrasyona bağlı absorbands değerleri .....	78
Şekil 26.	Disperse Blue 60 boyarmaddesinin konsantrasyona bağlı absorbands değerleri.....	79
Şekil 27.	Direct Yellow 86 boyarmaddesinin konsantrasyona bağlı absorbands değerleri.....	82
Şekil 28.	Direct Orange 39 boyarmaddesinin konsantrasyona bağlı absorbands değerleri .....	82
Şekil 29.	Direct Blue 200 boyarmaddesinin konsantrasyona	

Şekil 30.	bağlı absorbans değerleri ..... 83	83
	Direct Yellow 142 boyarmaddesinin konsantrasyona	
	bağlı absorbans değerleri..... 83	83
Şekil 31.	Direct Red 243 boyarmaddesinin konsantrasyona	
	bağlı absorbans değerleri..... 84	84
Şekil 32.	Acid Blue 127 boyarmaddesinin konsantrasyona	
	bağlı absorbans değerleri..... 87	87
Şekil 33.	Acid Orange 51 boyarmaddesinin konsantrasyona	
	bağlı absorbans değerleri..... 87	87
Şekil 34.	Acid Black 63 boyarmaddesinin konsantrasyona	
	bağlı absorbans değerleri..... 88	88
Şekil 35.	Acid Yellow 17 boyarmaddesinin konsantrasyona	
	bağlı absorbans değerleri..... 88	88
Şekil 36.	Acid Blue 113 boyarmaddesinin konsantrasyona	
	bağlı absorbans değerleri..... 89	89

## KISALTMA LİSTESİ

<b>AMES</b>	: Salmonella/mikrozom test sistemi
<b>G</b>	: Guanin
<b>C</b>	: Sitozin
<b>A</b>	: Adenin
<b>T</b>	: Timin
<b>His</b>	: Histidin
<b>R faktörü</b>	: Antibiyotik direnç faktörü
<b>SD</b>	: Standart sapma
<b>uv</b>	: Ultra viole
<b>ONPG</b>	: O-Nitrofenil- $\beta$ -D-galaktopyranoside
<b>2-AA</b>	: 2- Aminoantrasen
<b>AF-2</b>	: Furylfuramid
<b>SDS</b>	: Sodyum dedocyl sulfate
<b>M.A</b>	: Mol ağırlık
<b>ml</b>	: Mililitre
<b><math>\mu</math>l</b>	: Mikrolitre
<b>g</b>	: Gram
<b>MGA</b>	: Minimal glikoz agar
<b>OD</b>	: Optik yağunluk
<b>S-9</b>	: Rat karaciğer enzimleri fraksiyonu
<b>mg</b>	: Miligram
<b>ng</b>	: Nanogram
<b>K</b>	: Sulandırma katsayısı
<b>X</b>	: Ortalama değer
<b>S-9(+)</b>	: S-9 fraksiyon varlığı
<b>S-9(-)</b>	: S-9 fraksiyon yokluğu
<b>HPLC</b>	: Yüksek performanslı sıvı kromatografi
<b>Bm</b>	: Boyarmadde renkli kısım
<b>ISO</b>	: Uluslar arası standart Organizasyonu
<b>E</b>	: Kenetlenme bileşeni
<b>C.I</b>	: Color Index
<b>p</b>	: Plazmid
<b>PAHs</b>	: Polisiklik aromatik hidrokarbonlar
<b>DMSO</b>	: Dimetil sulfoksit

## 1. GİRİŞ

### 1.1. Çalışmanın Amaç ve Kapsamı

Gelişen teknoloji insanlığa bir çok avantajlar sunmakla beraber çevrenin kirlenmesine sebep olmakta ve bütün canlılarla beraber bu kirlenme insanları da olumsuz etkilemektedir. Doğadaki bütün canlılar doğal veya yapay olan kimyasal maddelerle karşı karşıya gelmektedir. Kirlilik olarak adlandırılan, kontrollü veya kontrolsüz olarak deşarj edilen bu kimyasal maddelerin bir kısmının mutajenik veya karsinojenik olabileceği uzun yıllardır üzerinde tartışılan bir konudur (Tomatis, 1979). İnsanların kaderine terk ederek doğaya saldıkları, kirliliğin temel etmeni bu maddeler bir çok hastalığa sebep olmaktadır. Bu hastalıklardan bazıları; kalp hastalıkları, erken yaşlanma, katarakt, kalıtsal ve gelişimsel doğum bozukluklarıdır. Bu hastalıkların yanı sıra, kanserin temel nedeni olduklarına ilişkin hipotez her geçen gün yeni destekçiler bularak kuvvet kazanmaktadır (Ames, 1986).

Tüm dünya denizlerinde olduğu gibi, Türkiye’yi çevreleyen denizlerin kirlenmesinde yatan sebepler; nüfus patlaması, insanları tüketime ve dolayısıyla da daha fazla atık üretmeye teşvik eden gayrisafi milli hasıladaki artış ve özellikle de endüstriyel gelişmedir.

Türkiye, sanayisi gelişmekte olan bir ülkedir. Gelişmekte olan bu sanayi kuruluşların başında tekstil endüstrisi gelmektedir. Türkiye’nin bir çok coğrafi bölgesinde, yoğun olarak da Marmara ve Ege bölgelerinde tekstil endüstrisi büyük bir hızla gelişmektedir. Tekstil endüstrisindeki bu hızlı gelişme, iç ve dış piyasalardaki talepleri karşılamak içindir. Fakat bu gelişme beraberinde kontrolsüz bir büyümeyi getirmiştir. Bu kontrolsüz büyümeden en fazla zarar gören hiç şüphesiz, bu atıklarla kirletilen denizler, göller, nehirler ve içme suyu havzalarıdır. Buralarda yaşayan canlılar bu kirlenmeden etkilenmektedirler. Bununla beraber bu kirlenmenin sebebi olan maddeler besin zinciri yoluyla insana kadar ulaşmaktadır.

Türkiye’nin üç tarafı denizlerle çevrili bir yarım ada olması, deniz ürünlerinin bu ülkede yaşayan insanlar tarafından fazla miktarda tüketilmesinin doğal sonucudur. Fakat evsel atıklar, endüstriyel deşarjlar, nehirlerin taşıdığı kirlenme, kanalizasyon deşarjları ve deniz

taşımacılığında kaynaklanan kirlenmeler sulara yaşayan canlılarının yaşamlarını tehdit etmektedir. Bu kirlenme, denizel ortamdaki canlıları tehdit ettiği gibi, besin zincirinin en üst seviyesinde bulunan insanları da en yüksek oranda tehdit etmektedir ( Al-Sabti, 1999). Bu tehdidi oluşturan etmenlerden en önemlisi; genotoksik özelliğe sahip olan veya ortamda uzun süre kalması neticesi kimyasal yapısı nedeniyle çevresel etmenlerle veya mikroorganizmalarca degradasyona veya canlı bünyesinde bulunan enzimlerle biyotransformasyona uğrayarak genotoksik özellik kazanan kimyasal maddelerdir (Balanosky, v.d., 2000; Gottlieb v.d., 2002)

Tekstil sanayisi, denizlere yapılan atık sularının içerdiği yüksek orandaki sentetik boya maddeleriyle bu kimyasal kirlenmeyi artırmaktadır. Türkiye, 2002 yılı itibariyle tekstil sanayinde kullanılmak amacıyla 46 009,5 ton sentetik boya ithal etmiş, 12 bin ton da üretimde bulunmuştur. İthal edilen yaklaşık 46 bin ton boyadan 4 025,5 tonu asit, 2 680 tonu bazik, 1122,5 tonu direkt ve 19 256,8 tonu ise reaktif boyadır (Devlet İstatistik Enst., 2002).

Tekstil boyarmaddeleriyle insanın muhatap olması iki farklı yolla olur: a) Boyanmış kumaşın giyilmesiyle deri teması gerçekleşir. Bu temasın neticesinde meydana gelebilecek genotoksik problemler için uluslar arası literatürde geçen 22 genotoksik madde belirlenmiştir. Bu maddeler laboratuvar ortamında, giysilerin veya kumaş parçalarının tekrar yıkanması ile elde edilen sulu çözeltide GC/MS veya HPLC kullanılarak taranmaktadır. b) Boyanmış elyafın endüstriyel kazanlarda yıkandıktan sonra, yüksek oranda boyarmadde deşarj sularıyla nehirlerle salıveriliyor. Bir çok durumda bu kirlenmiş sular tatlı su kaynaklarına ulaştığında, bu kaynakların içme suyu üretiminde veya direk olarak tarımsal sulamada veya endüstriyel amaçlarla tekrar kullanıldığında bu maddeler insanlara ulaşmış oluyor. Diğer taraftan, boyarmaddelerle kirlenilen suları, nehirlerin denizlere taşınması ile besin zinciri yoluyla da insanlara ulaşıyor (Ohe v.d., 1999; Al-Sabti, 1999).

Endüstride kullanılan boyarmaddelerin insana ulaşmasını engellemek için yapılması gereken çalışmalardan birinci basamağı, fabrikalarda arıtma tesisleri oluşturmaktır. Tekstil boyarmaddelerinin atık suların uzaklaştırılmasının sıradan metodlarla yapılması bile çok ciddi çevre problemlerine yol açabilir (Duran v.d., 1999).

İkinci basamak; genotoksik özelliğe sahip olduğu belirlenen veya ortamda degradasyonu ve canlı tarafından biyotransformasyonu sonucu genotoksik özellik kazandığı belirlenen boyarmaddelerin kullanımlarının yasaklanmasıdır.

Dünya tekstil endüstrisinin önde gelen ülkelerinden biri olan Türkiye’de çok yüksek miktarlarda sentetik boyarmadde kullanılmaktadır. Boyarmaddelerin fabrikalarda kumaşa uygulanma sonrası %10-20 miktarı kumaşa tutunamadığı için atık sularla deşarj edilmektedir (Chen v.d., 2003; Chatterjee v.d., 2001). Fabrikalardan deşarj edilen atık sular nehirler yoluyla farklı noktalara ulaşabilir. Bunlardan bir tanesi göllerdir. Bu göllerdeki sular farklı amaçlarla kullanılabilir (Ohe v.d., 1999). Bu amaçlardan bir tanesi de içme suyu üretimidir. İçme suyu üretim yöntemi sürecinde mutajenik etki oluşabilir (Ohe v.d., 1999). Klorlama yöntemi bir çok ülkede kullanılan su saflaştırma yöntemidir. İçme suyunun mutajenik etkisinin önlenmesinde su saflaştırma yöntemindeki şartların iyileştirilmesi yanında mutasyon öncülerinin kontrol altına alınması gerekmektedir. Malesef bu mutasyon öncülerinin her birisini belirlemek mümkün değildir. Çünkü bu mutajenler bir çok tabii maddeden oluşabileceği gibi özellikle sentetik kimyasalların ve bileşiklerin biyodegradasyonu ile de oluşabilmektedir (Takanashi v.d., 2000).

Fabrikalardan deşarj edilen suların ulaştığı diğer bir yer ise denizlerdir. Endüstriyel atıklarla kirletilen deniz ortamı direk ve/veya dolaylı olarak insan sağlığını etkilemektedir. Biyolojik testler göstermiştir ki; endüstriyel atık sulardaki toksik maddelerin kontrol altına alınması gerekmektedir (Al-Sabti, 1999).

Tekstil ticaretinin binlerce yıl önce başlamasına rağmen, üretimi artırmak için geliştirilen modern teknoloji özellikle suni kimyasallar, atık ürünlerin direk veya dolaylı yollarla deşarj edilmesi, deniz ekosisteminde ciddi problemlere yol açmıştır. Hali hazırda ticari olarak satışa sunulan 3000 civarında boyarmadde bulunmaktadır ve bunların yarısından fazlası azo bileşikleridir (Al-Sabti, 1999). Azo boyarmaddeleri çift azot (N=N) bağları olarak karakterize edilir. Azo bileşiklerinin, oksijensiz ortamda aromatik aminlere degradasyonu gerçekleşmektedir. Bununla birlikte oksijenli ortamda biyodegradasyon ya çok az olur veya hiç olmaz. Oksijenli ortamda degradasyon boyanın artan konsantrasyonu tarafından uyarılır.

Oksijensiz ortamda ise azo bağı aromatik amine indirgenir. Bu amino kısımlar tabiatta toksiktirler ve canlılar içinde kanserin potansiyel kaynağıdır (Ganesh v.d., 1994).

Tekstil endüstrisinin atık kimyasal ürünlerinin, deşarj edildikleri su ortamındaki miktarları artış göstermektedir. Bir çok ülkede olduğu gibi bu yükselişi durdurmak veya tersine çevirmek, toksik kimyasalların kullanımını sınırlandırmayı veya yasaklamayı yasalastırmakla mümkün olabilir (Al-Sabti, 1999). Bu sebepten, tekstil atık ürünlerinin özellikle sentetik boyarmaddelerin miktarının deşarjlar sonucu su ortamında artmasının insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkisinin belirlenmesi gerekmektedir.

Genel nüfus açısından ele alındığında, iş kazaları ve rastlantı sonucu bu kimyasallara maruz kalma hala olmaktadır. Bunun yanında genotoksik kimyasallara maruz kalmanın ana rotası besinlerdir. Bu noktada balıklar bir gözcü organizma olarak önem arzederler. Besin, insanların toksik kimyasallara maruz kaldıkları en önemli yoldur. Balıklar ve kabuklu deniz hayvanları bu kimyasalların insana bulaşmasında en önemli vektörlerdir. Bu deniz canlılarının bir organında veya organa ait özel kısımlarda, toksik maddenin belli oranda birikmesi ile etki göstermesi gerçekleşir. Balıklarda dış etkenlere ve her türlü strese en duyarlı kısım, organizmayı dış ortamdan ayıran deridir. Bununla birlikte hücrelerde ve dokularda çoğu zaman elektron mikroskobu ile de görülebilen değişimler buralardaki toksik madde birikimini göstermektedir. Ayrıca kabuklu deniz canlılarında da özellikle sindirim, boşaltım, kardiyovasküler sistemler ile solunum epitel hücreleri ve üreme kanallarında meydana gelen değişimler buralarda kimyasal toksik maddelerin biriktiğini göstermektedir (Peters v.d, 2002; Adamo v.d., 1997; Akcha v.d., 2000).

Bazı kimyasallar veya kimyasal bileşikler balıkta genetik etkilere sebep olur. Balık, direk kontaminasyonla su içinde bulunan kirletici maddeleri vücudunda biriktirir veya dolaylı olarak su içerisindeki kirleticileri depo eden canlı organizmalarla beslenerek bu kirletici zararlı maddeleri vücudunda toplar. Balığın içinde bulunan bu ekosisteme insanı da dahil ettiğimizde, bu sistemdeki besin zincirinin en üst basamağında insan bulunur. Besin zincirinde, üste çıkıldıkça birey sayısı azalır ve alt kısımlarda ise birey sayısı fazladır. Canlı vücudunda birikmiş madde miktarı besin zincirinde üste doğru çıkıldıkça artış gösterir.

Sonuçta ortamdaki zararlı maddelerden en fazla zarar görecektir olan besin zincirinin en üst basamağında bulunan insandır.

Rutin olarak deşarj edilen yüzey sularındaki binlerce toksik bileşik için genotoksikolojik bilgi yeterli değildir (Al-Sabti, 1999). Bu çalışma, su ortamına taşınan genotoksik maddelerin belirlenmesinde ortaya konan bilgi havuzuna da katkıda bulunacaktır.

Bu çalışmada, sentetik reaktif boyarmaddelerden; Reactive Blue 19, Reactive Yellow 84, Reactive Black 5, Reactive Red 141 ve Reactive Red 120 kullanılmıştır. Sentetik dispers boyarmaddelerden; Disperse Red 167, Disperse Blue 71, Disperse Red 74, Disperse Orange 30 ve Disperse Blue 60, sentetik direkt boyarmaddelerden; Direct Yellow 86, Direct Orange 39, Direct Blue 200, Direct Yellow 142 ve Direct Red 243, sentetik asit boyarmaddelerden; Acid Blue 127, Acid Orange 51, Acid Black 63, Acid Yellow 17 ve Acid Blue 113 kullanılmıştır. Bu boyarmaddelerin genotoksik özelliği, kısa zamanlı bir mutajenite testi olan *UMU-TEST* (*Salmonella thyphimurium* TA1535/pSK1002) sistemiyle araştırılmıştır. Bu test sisteminde kullanılan S-9 rat karaciğeri enzimlerinin yardımıyla, sentetik boyarmaddelerin canlı vücudunda metabolize olduktan sonraki durumları da araştırılmıştır. Böylece; a) Boyarmaddenin direkt olarak genotoksik özelliği olup olmadığı, b) eğer genotoksik özelliğe sahipse, canlı metabolizmasına dahil olduğunda burada bulunan enzimlerle muamelesi sonucu genotoksik özelliğini kaybedip kaybetmediği, c) genotoksik özelliğe sahip değilse canlı metabolizmasına dahil olduğunda burada bulunan enzimlerle muamelesi sonucu genotoksik özellik kazanıp kazanmadığı belirlenmiştir.



## 2. BOYARMADDE ve *UMU-TEST GENEL ÖZELLİKLER*

### 2.1. Boyarmaddelerin Sınıflandırılması

Cisimlerin (kumaş, elyaf v.b.) kendilerini renkli hale getirmede uygulanan maddelere “BOYARMADDE” denir. Ancak her renk veren veya renkli olan madde boyarmadde değildir. Boyarmaddelerle yapılan renklendirme, boyalarla yapılan renklendirme işlemine benzemez. Genellikle çözeltiler veya süspansiyonlar halinde çeşitli boyama yöntemleriyle uygulanırlar. Bütün boyar maddeler organik bileşiklerdir. Boyanacak cisimler boyar madde ile devamlı ve dayanıklı bir şekilde birleşerek cismin yüzeyini yapı bakımından değiştirirler. Genellikle boyar madde, cismin yüzeyi ile kimyasal veya fizikokimyasal bir ilişkiye girerek birleşmiştir. Boyanan yüzey kazıma, silme, yıkama gibi fiziksel işlemlerle başlangıçtaki rensiz halini alamaz (Başer ve İnanıcı, 1990).

#### 2.1.1. Çözünürlüklerine göre boyarmaddelerin sınıflandırılması

##### 2.1.1.1. Suda çözünen boyarmaddeler

Boyar madde molekülü en az bir tane tuz oluşturabilen grup taşır. Boyarmaddenin sentezi sırasında kullanılan başlangıç maddeleri suda çözüdürücü grup içermiyorsa, bu grubu boyarmadde molekülüne sonradan eklemek suretiyle de çözünürlük sağlanabilir. Bu boyarmaddeler tuz teşkil edebilen grubun karakterine göre üçe ayrılır (Başer ve İnanıcı, 1990).

#### a) Anyonik Suda Çözünen Boyarmaddeler

Suda çözünen grup olarak çok sülfonik ( $-SO_3^-$ ), kısmen de karboksilik ( $-COO^-$ ) asitlerinin sodyum tuzlarını içerirler. Asit ve direkt boyarmaddeler bu tipin örnekleridir.

#### b) Katyonik Suda Çözünen Boyarmaddeler

Moleküldeki çözünürlüğü sağlayan grup olarak bir bazik grup (örneğin  $-NH_2$ ), asitlerle tuz teşkil etmiş halde bulunur. Asit olarak organik asitler [ HCl veya  $(COOH)_2$  ] kullanılır.

### 2.1.1.2. Suda çözünmeyen boyarmaddeler

- a) Substratta Çözünen Boyarmaddeler
- b) Organik Çözücülerde Çözünen Boyarmaddeler
- c) Geçici çözünürlüğü olan Boyarmaddeler
- d) Polikondesasyon Boyarmadde
- e) Elyaf İçinde oluşturulan Boyarmaddeler
- f) Pigmentler

### 2.1.2. Boyama özelliklerine göre boyarmaddelerin sınıflandırılması

Genellikle boyama uygulayıcıları, boyarmaddenin kimyasal yapısı ile değil, onun hangi yöntemle elyafı boyayabildiğine bakarlar. Bu yöntemlere göre boyarmaddeler şu şekilde sınıflandırılır.

- a) Bazik (katyonik ) boyarmaddeler

Organik bazların hidroklorürleri şeklinde olup, katyonik grubu renkli kısımda taşırlar. Pozitif yük taşıyıcı olarak N veya S atomu içerirler. Yapılarından dolayı proton alan olarak etki ettiklerinden, anyonik grup içeren liflerle bağlanırlar. Başlıca poliakrilonitril, kısmen de yün ve pamuk elyafın boyanmasında kullanılır. Elyaf-boyarmadde ilişkisi iyoniktir; boyarmadde katyonu, elyafın anyonik gruplarıyla tuz oluşturur.

- b) Asit boyarmaddeler

Genel formülleri  $Bm- SO_3^- Na+$  (Bm: Boyarmadde renkli kısım) şeklinde yazılabilen asit boyarmaddeleri, molekülde bir veya birden fazla  $-SO_3H$  sülfonik asit grubu veya  $-COOH$  karboksilik asit grubu içerirler. Bu boyarmaddeler öncelikle yün, ipek, poliamid, katyonik modifiye akrilonitril elyafı ile kağıt, deri ve besin maddelerinin boyanmasında kullanılır. Bu boyarmaddeler asit boyarmaddeler isminin verilmesinin nedeni uygulamanın asidik banyolarda yapılması ve hemen hemen hepsinin organik asitlerin tuzları oluşudur.

c) Direkt boyarmaddeler

Bunlar genellikle sülfonik, bazen de karboksilik asitlerin sodyum tuzlarıdır. Yapıları bakımından direkt ve asit boyarmaddeler arasında kesin bir sınır yoktur. Boyama yöntemi bakımından farklıdır. Direkt boyarmaddeler, önceden bir işlem yapılmadan boyarmadde çözeltisinden selüloz veya yüne doğrudan doğruya çekilirler. Elyafın iç misellerinde hiçbir kimyasal bağ meydana getirmeksizin depo edilirler. Renkli kısımda bazik grup içeren direkt boyarmaddeler, sulu çözeltide hem anyonik hem de katyonik iyon şeklinde bulunurlar.

d) Reaktif boyarmaddeler

Elyaf yapısındaki fonksiyonel gruplar ile gerçek kovalent bağ oluşturabilen reaktif gruplar içeren boyarmaddelerdir. Selülozik elyafın boyanmasında ve baskısında kullanılan ve son yıllarda geliştirilen bu boyarmaddeler ayrıca yün, ipek ve poliamid boyanmasında da kullanılır. Kovalent bağ nedeniyle elyaf üzerinde kuvvetle tutunurlar. Reaktif grup molekülünün renkli kısmına bağlıdır. Bütün reaktif boyarmaddelerde ortak olan özellik hepsinin kromofor taşıyan renkli grup yanında, bir reaktif bir de moleküle çözünürlük sağlayan grup içermesidir.

e) Dispersiyon boyarmaddeler

Suda eser miktarda çözünebilen, bu nedenle sudaki dispersiyonları halinde uygulanabilen boyarmaddelerdir. Boyarmadde boyama işlemi sırasında dispersiyon ortamından hidrofob elyaf üzerine difüzyon yolu ile çekilir. Boyama, boyarmaddenin elyaf içinde çözünmesi şeklinde gerçekleşir. Dispersiyon boyarmaddeler başlıca poliester elyafın boyanmasında kullanılır. Ayrıca poliamid ve akrilik elyafı da boyarlar.

f) Pigment boyarmaddeler

Daha çok organik olanları tercih edilir. Pigmentlerin elyaf afinitesi yoktur. Kimyasal bağ ve absorpsiyon yapmazlar. Bağlayıcı madde denilen sentetik reçineler ile elyaf yüzeyine bağlanırlar.

g) Mordan boyarmaddeler

Mordan sözcüğü, boyarmaddeyi elyafa tespit eden madde veya bileşim anlamına gelir. Bir çok doğal ve sentetik boyarmadde bu sınıfa girer. Bunlar asidik veya bazik fonksiyonel gruplar içerirler, bitkisel ve hayvansal elyaf ile kararsız bileşikler oluştururlar. Bu nedenle hem elyafa hem de boyarmaddeye aynı kimyasal ilgiyi gösteren bir madde (mordan) önce elyafa yerleştirilir; daha sonra elyaf ile boyarmadde suda çözünmeyen bir bileşik vermek üzere reaksiyona sokulur. Böylece boyarmaddenin elyaf üzerine tutunması sağlanır. Mordan olarak suda çözünmeyen hidroksitler oluşturan Al, Sn, Fe, Cr tuzları kullanılır.

h) Metal-kompleks boyarmaddeler

Belirli gruplara sahip bazı azo boyarmaddeleri ile metal iyonlarının kompleks teşkili ile oluşturdukları boyarmaddelerdir. Kompleks oluşumunda azo grubu rol oynar. Metal katyonu olarak Co, Cr, Cu, ve Ni iyonları kullanılır. Krom kompleksleri daha çok yün, poliamid, bakır kompleksleri ise pamuk ve deri boyacılığında kullanılır.

### 2.1.3. Kimyasal yapılarına göre boyarmaddelerin sınıflandırılması

Boyarmaddeleri yapısal olarak sınıflandırırken, molekülün temel yapısı esas alınabildiği gibi, molekülün kromojen ve renk verici özellikleri de esas kabul edilebilir(Başer ve İnancıcı, 1990).

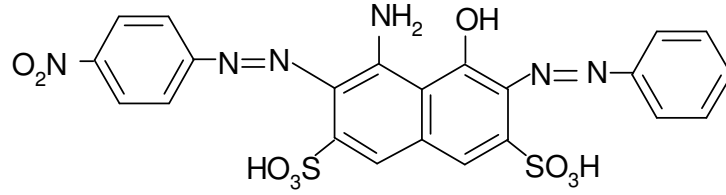
A) Azo boyarmaddeler

Organik boyarmaddelerin en önemli sınıfını oluşturan azo boyarmaddelerin sayısı, diğer bütün sınıflardakinin toplamına eşittir. Bunlar yapılarındaki kromofor grup olan azo (-N=N-) grubu ile karakterize edilir. Bu gruptaki azot atomları,  $sp^2$  hibritleşmesi ile karbon atomlarına bağlanır. Azo grubuna bağlanan karbon atomlarının biri aromatik (benzen, naftalen ve türevleri) veya heterosiklik halka, diğeri ise enolleşebilen alifatik zincire bağlı bir grup

olabilir. Bu nedenle molekülde en az bir aril grubu bulunur. Azo boyarmaddeleri genel olarak şöyle formüle edebilir: Ar-N=N-R. Burada R: Aril, heteroaril veya enolleşebilen alkildir.

Moleküldeki azo grubuna göre *mono*, *bis*, *tris*, *tetrakis*.... azo boyarmaddeleri olarak tanımlanırlar. Azo grubunu üç veya daha fazla içerenlere poliazo boyarmaddesi de denir. Bir azo boyarmaddesi a) formülü, b) sistematik adı, c) pratik tanımlama yöntemi olmak üzere üç şekilde belirtilebilir. Örnek;

a) Formülü:



b) Sistematik adı:

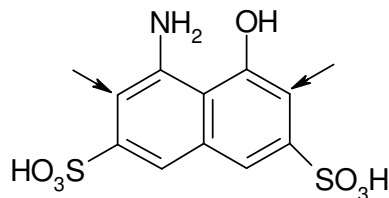
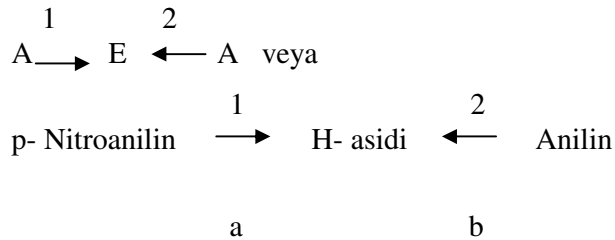
1- hidroksi 2- fenilazo 7-(1' -nitrofenilazo) -8- amino-naftalin- 3,6 disülfonikası

c) Pratik tanımlama yöntemi;

A: Diazo bileşeni

E: Kenetleme bileşeni

olmak üzere aşağıdaki gibi bir genellendirme yapılır.



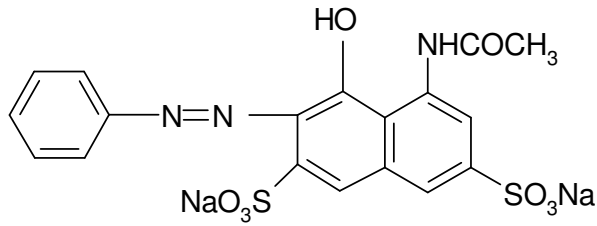


Pratik tanımlama yöntemi genellikle çok kullanılır. Başlangıç maddeleri ve bağlanma yönlerinin yerleri genel hatları ile hemen göze çarpmaktadır. Dis ve poliazo boyarmaddelerde oklar kenetlenme yönünü, ok önlerindeki rakamlar reaksiyon sırasını, harfler ise ortamın hangi şartlarda olması gerektiğini gösterir; a: asit, b: bazik gibi. Bütün boyarmaddeler için pratik tanımlamanın yanı sıra “Color Index” de ayrıca bir sınıflandırma yapılmıştır. Boyar maddenin ticari ismi, boyama özellikleri, kimyasal konstitüsü mümkün olduğu kadar açıklanarak hem kimyasal yapıları hem de boyama yöntemine göre tanımlanması Color Index içinde etraflıca verilmiştir. Örnekte verilen boyarmadde Color Index’ de C.I. Acid Black 1 adı ile veya CI 20470 referans numarası ile bulunabilir.

#### A.1. Monoazo boyarmaddeleri

A → E şeklinde sembolize edilebilen boyarmaddelerin tümü bu sınıftandır. Bu grupta Color Index’ de kayıtlı 35 kadar boyarmadde vardır. Çoğu J-asidi veya tiazol içerir. Bu sınıfa örnek olarak, parlak kırmızı renkli Azo Geranine 2G (C.I. Acid Red 1) boyarmaddesi verilebilir.

A: Anilin → E: N-asetil H-asidi



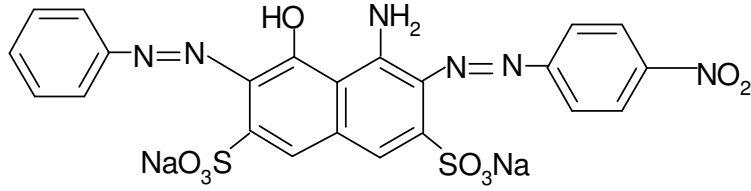
## A.2. Diazo boyarmaddeleri

Üç ayrı tipi vardır.

a) A1 → Z ← A2 tipi diazo boyarmaddeleri:

A1: Anilin, A2: p- nitroanilin Z: H- Asidi

İki fonksiyonel gruplu bir kenetlenme bileşeni ile iki ayrı diazo bileşiği kenetlenir. Burada A1 ve A2 birbirine eşit olabilir. Örnek: Naftalene Black 12B (C.I. Acid Black 1) verilebilir.

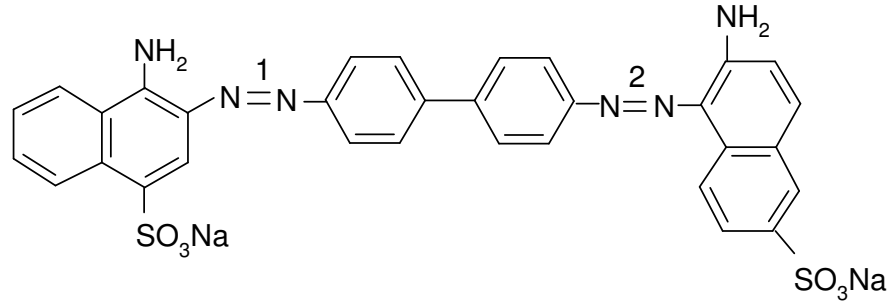


b) D → E1  
D → E2 tipi disazo boyarmaddeler

Tetrazolanabilen D ile, bir tek diazo bileşiğine eşdeğer iki farklı kenetlenme bileşeninin reaksiyonundan elde edilirler.

Örnek: Clorazol Bordeaux B (C.I. Direct Red 13) boyarmaddesini gösterebiliriz.

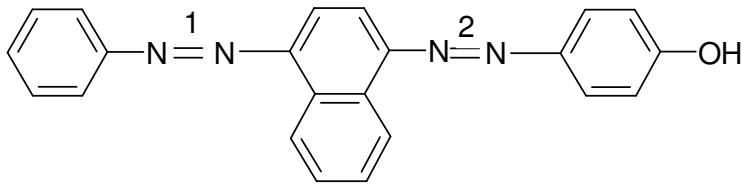
Naftionik asit  
Benzidin →  
γ-asidi



c) A → M → E tipi disazo boyarmaddeler.

Bir aminoazo bileşiği şeklinde ikinci kez diazolanabilecek bir primer amin ve kenetlenme bileşeni ile reaksiyonundan elde edilir. C.I. Dispers Orange 13 boyarmaddesini örnek verebiliriz.

Anilin → naftilamin → fenol



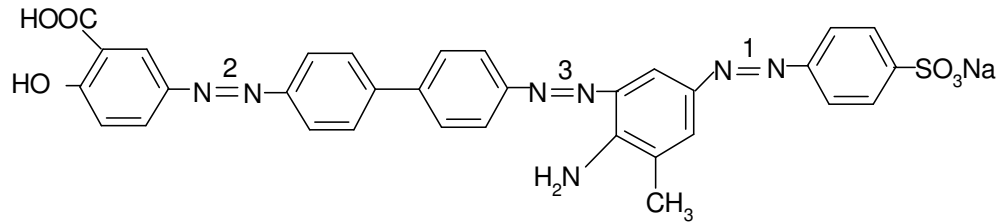
A.3. Trisazo boyarmaddeler

Üç tip şeklinde bulunur.

a)  $\begin{matrix} & \nearrow & E \\ D & \longrightarrow & Z \longleftarrow A \end{matrix}$  tipi trisazo boyarmaddeleri

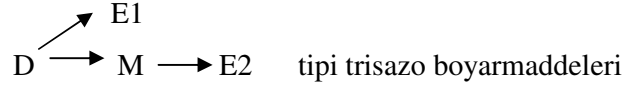
Tetrazolanmış benzidinin, önce bir ekivalent salisilik asitle kenetlenmesi ve daha sonra m-tolien diaminle diazosülfanilik asidin kenetlenme ürününün bir ekivalenti kenetlenmesinden elde edilen C.I. Direct Brown 1A' yı örnek verebiliriz.

Benzidin  $\begin{matrix} \nearrow & \text{Salisilik asit} \\ \searrow & \text{Sülfanilik asit} \end{matrix}$  ← toliendiamin

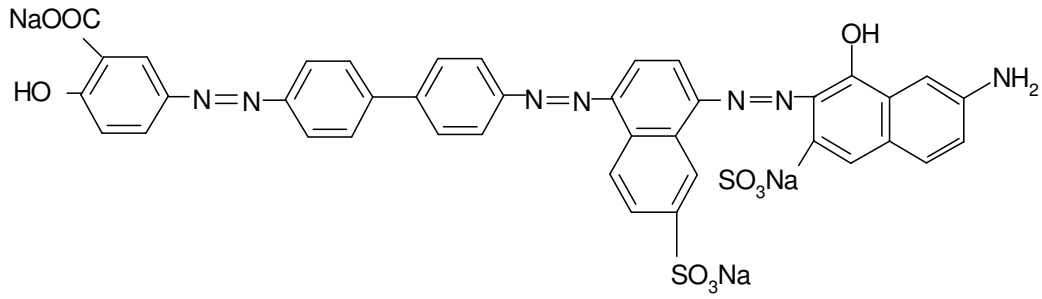
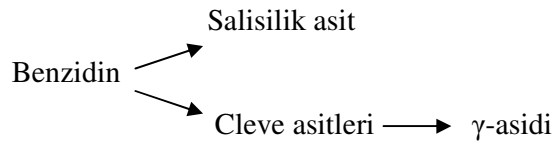




b)



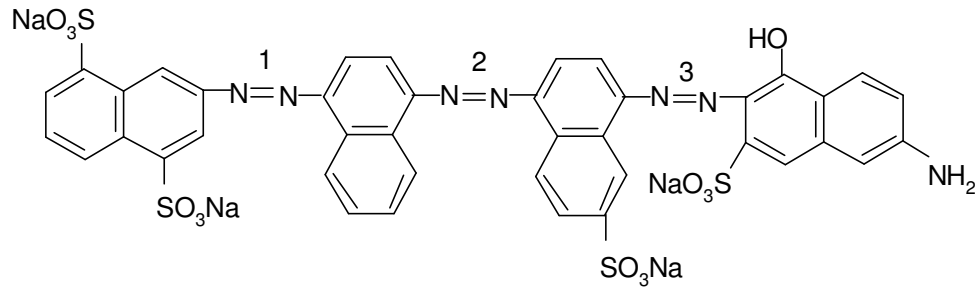
Bu tür boyarmaddelere örnek olarak: Direct Brown 46 verilebilir. Bu boyarmadde tetrazo benzidinin önce bazik ortamda salisilik asitle sonra Cleve asitleri karışımının  $\gamma$ -asidi ile bazik ortamda diazolanması ve kenetlenmesi ile oluşur.



c) A  $\longrightarrow$  M1  $\longrightarrow$  M2  $\longrightarrow$  E tipi trisazo boyarmaddeleri

Örnek olarak C.I. Direct Blue 71' i verebiliriz.

3-amino, 1,5- disülfonik asit  $\longrightarrow$  1- naftilamin  $\longrightarrow$  cleve asidi  $\longrightarrow$  J- asidi



#### A.4. Tetrakisazo boyarmaddeler

Molekülündeki azo gruplarının sayısı arttıkça boyarmaddenin saf halde elde edilmesi gittikçe zorlaşır. Bu zorlaşma kısmen kenetlenmenin birden fazla yerde meydana gelmesi, kısmen de her kademede diazo bozunmasının olmasından dolayıdır. Tetrakisazo boyarmaddelerinin çoğunda molekül çok büyük olduğundan konstitüsyon yerine üretim kademeleri gösterilerek şematize edilir. Bunların çoğu siyah ve kahverenkli olup selüloz ve deri boyarmaddesi olarak kullanılır.

#### B. Nitro ve Nitroso boyarmaddeleri

Bu sınıf boyarmaddeler kimyasal yapılarında nitro veya nitroso grubu ile birlikte elektron donör grup içerir.

Fenol veya naftoller  $\text{HNO}_2$  ile muamele edilirse nitrozolanır.

#### C. Polimetin boyarmaddeleri

#### D. Arilmetin boyarmaddeleri ve Aza analogları

#### E. Azo [18] Annulen boyarmaddeleri

#### F. Karbonil boyarmaddeleri

#### G. Kükürt boyarmaddeleri

## 2.2. Boyarmaddelerin uygulama yöntemleri

### 2.2.1. Asit boyarmaddelerin uygulanma yöntemi

Başlıca yün, ipek, poliamid elyaf ile katyonik modifiye poliakrilonitril elyafı boyamada kullanılır. Boyama işleminin asidik ( $\text{pH} = 2-6$  banyoda gerçekleştirilmesi gereklidir. Molekül ağırlıkları 300-500 arasında olan sülfonik asitlerin sodyum tuzlarıdır. Bu boyarmaddeler uygulanırken ortamın sıcaklığı  $60\text{ }^\circ\text{C}$  ye kadar çıkartılır (Başer ve İnanıcı, 1990).

### **2.2.2. Direkt boyarmaddelerin uygulanma yöntemi**

Doğal rejenere selülozik elyafı boyayabilen direkt boyarmaddelerin uygulanabilmesi için mordanlamaya gerek yoktur. Yani bir ön işleme gerek duyulmadan doğrudan boyama yapılabilmesidir. Mordanlamaya gerek duyulmamasının nedeni bu boyarmaddelerin elyafa karşı substantivitelevlerinin (boyarmaddenin elyaf tarafından absorblanma yeteneği) yüksek olmasıdır. Bu nedenle bu gruba substantif boyarmaddeler de denir. Bu boyarmaddeler uygulanırken ortamın sıcaklığı 80 C°' ye kadar çıkartılır (Başer ve İnanıcı, 1990).

### **2.2.3. Reaktif boyarmaddelerin uygulanma yöntemi**

Tekstil elyafı ile bir kovalent bağ oluşturmak üzere reaksiyon veren boyarmaddelerdir. Yapılarında bulunan reaktif grup, selüloz, yün, ipek, poliamid gibi elyaf türleri ile reaksiyon verebildiğinden bu elyaf sınıflarında kullanılır. Bu boyarmaddeler uygulanırken ortamın sıcaklığı 80 °C' ye kadar çıkartılır (Başer ve İnanıcı, 1990).

### **2.2.4. Dispersiyon boyarmaddelerin uygulanma yöntemi**

Tüm sentetik elyaf ile asetat ipeğini boyayabilen dispersiyon boyarmaddeleri suda, bilinen anlamda çözünmez. Elyafın boyanması, boyarmaddenin sulu süspansiyonları içinde yapılır. Boyama sırasında banyoda eser miktarda çözünmüş halde bulunur. Boyarmadde elyaf tarafından çekildiğinde, aynı miktar boyarmadde yeniden dispersiyondan çözeltiye geçer. Bu boyarmaddeler uygulanırken ortamın sıcaklığı 130 °C' ye kadar çıkartılır (Başer ve İnanıcı, 1990).

## 2.3. Umu - Test (*Salmonella thyphimurium* TA1535/pSK1002)

### 2.3.1. Umu - test sisteminin tanımlanması

Umu-test, *Salmonella thyphimurium* TA1535/pSK1002 (gram negatif, fakültatif anaerobik *Enterobacteriaceae*) mutant suşunun kullanılması üzerine oturtulmuş kısa zamanlı bir mutajenite testidir ( Wittekindt, v.d., 2000).

Umu-Test' in prensibi, DNA' ya hasar veren ve kanserojen potansiyeline sahip ajanları *umu* operon tarafından tanınmasıdır. *E. coli* CSH26/pSK1002 suşundan pSK1002 plazmid (*umuC*'-*lacZ* geni taşıyor) hazırlanıp, önce *S. thyphimurium* SJ10002 suşuna modifiye edilmiş olup, sonrasında hazırlanan plazmid *S. thyphimurium* TA1535 (*hisG46*, *rfa*, *uvrB* ) suşuna transforme edilerek *S. thyphimurium* TA1535/pSK1002 suşu elde edilmiştir. TA1535/pSK1002 suşu ürettiği bir bileşik gen ile  $\beta$ -galactosidase aktivitesini, *umu* operon ekspresyonunun seviyesini ölçebilmektedir. *UmuC*'-*lacZ* bileşik geninde; *umu* operon, DNA-hasar ajanları tarafından etkilenerek *recA* ve *lexA* genleri tarafından genetik olarak düzeltilir ( Ono, v.d., 2000).

### 2.3.2. *Salmonella thyphimurium* TA1535/pSK1002 suşu üzerinde bulunan kontrol amaçlı mutasyon ve genler

#### a) R faktörü :

Mutajenlerin daha iyi tayin edilebilmeleri amacıyla *S. thyphimurium* TA1535/pSK1002 suşu üzerinde ampisiline direnç geni bulunmaktadır (Ames, v.d., 1973). Plazmid içeren suşların mutajenik olduğu, ajanlara karşı cevapları göz önüne alındığında, plazmid içermeyen suşlara göre oldukça yükselmiştir. Plazmid içeren yeni suşlar, orijinal suşlarla, zayıf yada mutajen olmayan ajanlara karşı net bir pozitif cevap vermişlerdir. Bu direnç geni sayesinde bakteri sadece ampisilin içeren ortamda üreyebilir.

#### b) HisG46 mutasyonu:

*Salmonella* test sistemlerinde kullanılan her test suşu, histidin operonunun değişik bölgelerinde çeşitli mutasyonlar içermektedir. Bunlar ya DNA' daki tek bir bazın değişmesiyle ortaya çıkan baz değişimleri ya da bir bazın eklenmesi yada çıkarılması ile

kendini gösteren çerçeve kayması mutasyonlarıdır. Test edilen maddenin neden olduğu mutasyonun esas mekanizması, moleküler düzeyde bu suşlarla gösterilebilir (Ames, v.d., 1973).

*Salmonella thyphimurium* his<sup>-</sup> (histidin gereksinen) mutantların DNA baz dizisi analizleri yapılarak mutasyonların yerleri ve karakterleri saptanmıştır. *S. thyphimurium* TA1535 suşunda bulunan His G46 mutasyonu Histidin biyosentezindeki ilk enzimi kodlayan his G geni üzerindedir. Bu mutasyon his G

-GAG-

geninde, lösin aminoasidinin kodonu olan -CTC- yerine prolin amino asidinin

-GGG-

kodonu olan -CCC- 'nin gelmesine neden olur. Baz çifti değişimine neden olan mutajenler tarafından geri döndürülür (Maron ve Ames, 1983).

c) rfa mutasyonu:

Bakteri hücre duvarının lipopolisakkarit tabakasını kodlayan genlerde meydana gelir. Hücre duvarının lipopolisakkarit bariyerinin kısmen yok olmasını sağlayan rfa mutasyonu sonucu, normalde hücre duvarından geçemeyen büyük moleküllerin hücre içerisine girişi kolaylaştırılmıştır.

d) uvrB mutasyonu:

DNA onarım sisteminde kesip çıkarma görevi üstlenen enzimi kodlayan uvrB genindeki delesyon sonucu oluşmuştur. uvrB bir çok mutajenin ortaya çıkartılmasında duyarlılığın artmasına neden olur. UvrB geninin kesilip uzaklaştırılması sırasında teknik nedenlerden dolayı bu delesyon biyotin (bio) genine kadar uzanmaktadır. Bu gen vitamin H denilen biyotinin sentezinden sorumludur. Bu nedenle, bakterilerin üreyebilmeleri için histidinin yanında biyotine de gereksinim duyarlar (Maron ve Ames, 1983).

### 2.3.3. SOS kromotest sistemi

Genetoksik bileşiklerin taranması amacıyla kullanılmış ilk nicel bakteriyel ve kolorimetrik test sistemidir (Quillardet ve Hofnung, 1985).

### 2. 3.4. SOS onarım mekanizması

SOS kromotest sistemi, DNA hasarı ile indüklenebilen SOS cevabı esas alınarak geliştirilmiştir. SOS cevap, potansiyel ve ölümcül stresler varlığında hücrenin kendini korumasına yardımcı olan metabolik bir alarm sistemidir. UV ışınları, timin yokluğu ve DNA-modifiye edici ajanların varlığı SOS cevabı indükler. SOS cevabının regülasyon mekanizmasının moleküler seviyede açıklanmasında, iki regülatör gen önemli rol oynamaktadır. Bunlar recA ve lexA genleridir (Quillardet ve Hofnung, 1985).

#### a) RecA geni

Homolog rekombinasyon ve SOS onarımı için gerekli olan recA proteinini kodlar. RecA proteini 37800 Da. molekül ağırlığındadır. DNA hasarının oluşması ve SOS cevabının indüklenmesiyle birlikte recA proteini proteaz aktivitesi kazanarak SOS cevap genlerini baskılayan lexA represör proteinini parçalar.

#### b) LexA geni

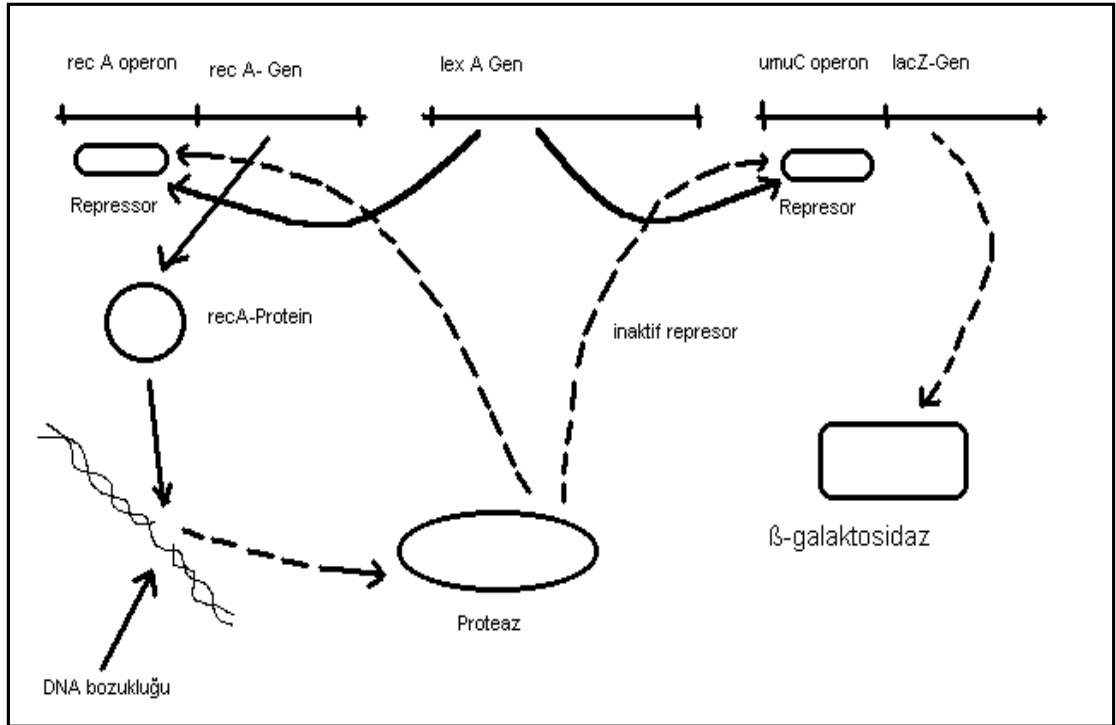
Bu genin ürünü olan lexA proteini, SOS cevap genlerinin represörüdür.

#### c) UmuC ==lacZ füzyonunun indüklenmesi

SOS Kromotest sistemi, SOS cevap genlerinden biri olan sfiA geninin çeşitli kimyasal ajanlarla indüksiyonu esasına dayanmaktadır. Bu genin ifade edilme düzeyinin belirlenmesinde ise umuC==lacZ operon füzyonundan faydalanılmıştır.  $\beta$ -galaktosidaz enziminin yapısal geni olan lacZ geni ile SOS cevap genlerinden biri olan sfiA geni arasında bir füzyon oluşturulmuştur. umuC==lacZ füzyonunda, umuC geninin promotorunun ortak kullanılmasıyla  $\beta$ -galaktosidaz enziminin sentezinden sorumlu olan lacZ yapısal geni ifade edilebilmektedir. *Umu-test*' in moleküler genetik seviyesinde prensibi Şekil 3.1' de gösterilmektedir (Oda, v.d., 1985).

UmuC==lacZ operon füzyonu taşıyan test suşları, normal lac bölgesi için bir delesyona sahiptirler. Bu nedenle test suşlarında  $\beta$ -galaktosidaz enziminin aktivitesi kesinlikle sfiA

geninin ifade edilmesine bağlıdır. Herhangi bir genotoksik ajan tarafından indüklenmeyen hücrelerde *lex A* represör proteinini, *umuC*==*lacZ* füzyonunun ifade edilmesini baskılar. Genotoksik bir ajan tarafından uyarılan hücrelerde, DNA hasarının oluşması ve replikasyonun duraklamasıyla birlikte, *recA* proteini proteaz aktivitesi kazanarak, SOS cevap genlerinin indüksiyonunu baskılayan *lexA* represör proteinini parçalar. Bunun sonucu olarak, diğer SOS cevap genleri ile birlikte *umuC* geninin de indüksiyonu başlar (Oda, v.d., 1985) .



Şekil 1. *Umu*-test' in moleküler genetik seviyesinde prensibi (Oda, v.d., 1985)

## 2.4. Genotoksisite ve Genotoksisite Tayini

### 2.4.1. Genotoksisite

Genotoksisite, canlı hücredeki genetik materyalde (DNA), mutajenik veya karsinojenik olarak ifade edilen olumsuz bir etkidir. Genotoksisite, DNA ile bir ajanın reaksiyonu sonucu oluşur ve biyokimyasal olarak DNA' daki hasarı yansıtan kısa dönemli testlerle ölçülebilir.

Canlıda mutasyona sebep olan ajanları şöyle sıralayabiliriz:

a) Kimyasal Mutajenler

Çoğu endüstriyel aktivitelerin yan ürünleri olarak doğal ortama verilen, mutasyona sebep olduğu bilinen genotoksik maddelerdir. Bunların ortak özelliği; elektrofilikli (elektron kaybetmiş) gruplara sahiptirler veya metabolik olarak biyotransformasyona veya çevre etmenleriyle degradasyona uğrayarak elektrofilik özellikte türevlere dönüşmüşlerdir. Elektrofilik özellikteki bu gruplar, diğer moleküllerin yapısında bulunan nükleofilik (elektronca zengin) amino, sülfidril ve hidroksil grupları ile kovalent bağlar oluştururlar. Nükleofilik gruplar proteinlerin, DNA' nın veya RNA' nın yapısında bulunurlar. Elektrofilik özellikteki kimyasal maddeler, bu hedef moleküllerin tümü ile etkileşirler, ancak bunların bağlanarak zarar verdikleri en önemli hedef DNA molekülüdür (Petek, 1999).

Kimyasal mutajenler altı başlıkta toplanır:

1. Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar (PAH): Sitokrom P-450 tarafından enzimatik olarak aktive edilmiş PAH' lar, pürin bazlarıyla özellikle Guanin ile bağ oluştururlar. Bu bağlanma sonucu sitozin ile bağlanamaz, karşısına Adenin' i eş olarak alır.
2. Aromatik Aminler: Boya maddelerinde, lastik ve petrokimya endüstrisinde kullanılır. Bu grup maddeler DNA ile bağlanmazlar, ancak N-Hidroksil gruplarının sülfatlanmasına ve asetilasyona sebep olurlar. Bu ürünler DNA' nın Guanin bazı ile reaksiyona girerler. Böylece yanlış eşleşmelere sebep olurlar.
3. Deaminasyon Yapan Ajanlar: Tütsülenmiş et ve balıkta ayrıca gıda koruyucu olarak ilave edilmiş nitritlerle, doğal aminler olarak DNA için tehlike oluştururlar. Nitröz asit ( $\text{HNO}_2$ ), amino grubu içeren bazlarla reaksiyona girerek DNA bazlarının amino gruplarını giderir (deaminasyon). Böylece baz sıralanmasında bozukluğa sebep olurlar.



4. Alkilleyici Ajanlar: PVC en yaygın örnektir. Alkilleyici etkenler, özgül olarak Guanin' in N7 pozisyonundaki azotu alkilerler. Bu etki sonucunda depürinasyon, zincir kırılması, transisyon ve transversiyon tipinde nokta mutasyonlara sebep olurlar.
5. İnterkalasyon Yapan Ajanlar: Akridinler (Proflavine, Akriflavine, Acridin Orange). Akridin boyaları  $(C-G) \longrightarrow (A-T)$  veya  $(A-T) \longrightarrow (T-A)$  şeklinde transversiyonlara yol açarlar. Bunlar rekombinasyon esnasında bir iplikçiği kopan DNA molekülüne bağlanarak, iplikçiklerin onarılmasında yanlışlıklara sebep olurlar.
6. Baz Analogları :
  - i) 5 Bromourasil: Bu madde Timin' e çok benzediğinden DNA eşlenmesi sırasında Timin yerine kullanılır.
  - ii) 2 Aminopürin: Bu madde Adenin' e çok benzer. Bu molekül amino formunda Timin ile çift oluşturur.

#### b. Fiziksel Mutajenler

1. Sıcaklık derecesi ve pH
2. İyonizan ışınları
3. Radyasyon

#### c. Diğer Mutajenik Faktörler

Nitrik asit, formaldehit, etil üretan, akridin boyası, epoksit, fenol, mangan klorit, bromüraçil dioksan, kahve ve çikolatada bulunan uyarıcı nitelikli kafein ve theoburomin mutajenik etkiye sahiptir.

### 2.4.2. Genotoksisite tayini

- a) Prokaryotik Sistemlerde Mutajenite Tayin Testleri

- Ames Test
- *Umu* Test
- *E. coli*' de geri dönüşüm mutasyonları

b) Ökaryot Mutajenitesi

- Memeli hücrelerinde mutasyon
- Memeli hücrelerinde program dışı DNA sentezi
- Kromozom kırıkları
- Eş-kromatid değişimi
- Mikro-çekirdek testi
- Kemirgenlerde dominant için ölümsellik testi

c) Moleküler Toksikite Tayinleri

- DNA, RNA , protein adduct oluşum takibi
- Enzimatik Biomarkör takibi
- DNA biomarkörtakibi-RAPD-PCR

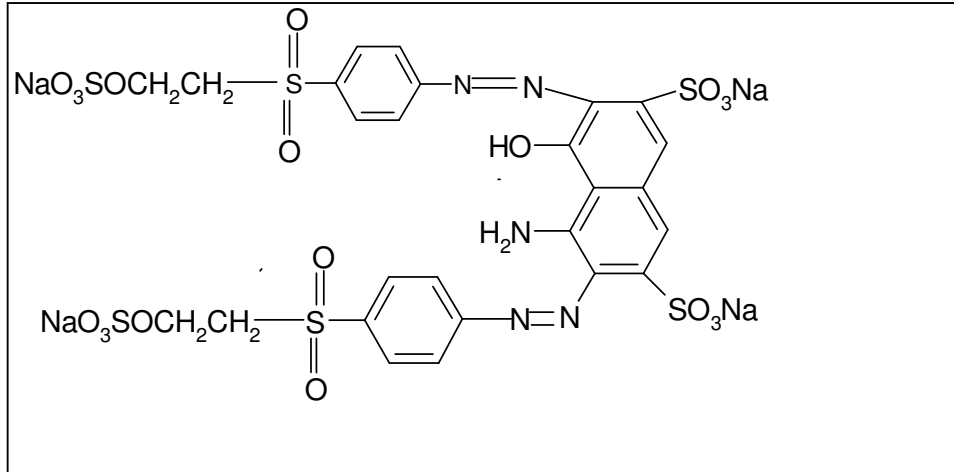
### 3. MATERYAL ve METOD

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Reaktif boyarmaddeler

##### 3.1.1.1. Reactive Black 5

Reactive Black 5 Color Index numarası ile belirtilen bu boyar madde AZO BOYARMADDELER grubuna girmektedir (Dajka v.d., 2003; Işık ve Sponza, 2004; Maximo ve Costa-Ferreira, 2003; Mohey El Dein v.d., 2003; Ceron-Rivera v.d., 2003). Bu boyarmaddenin kimyasal yapısı Şekil 2.' de, özellikleri ise Tablo 1.' de verilmiştir.



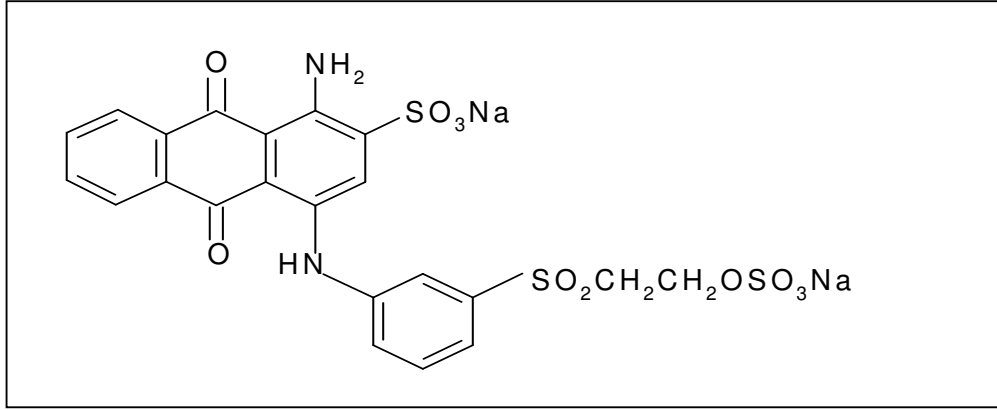
Şekil 2. Reactive Black 5 boyarmaddesinin kimyasal yapısı

Tablo 1. Reactive Black 5 boyarmaddesinin özellikleri

C.I. Reactive Black 5	
<b>KİMYASAL SINIFI</b> <b>KONSTITÜSYON NO:</b> <b>REAKTİF SİSTEM</b>	Disazo ----- Vinylsulfonil
<b>MATERYAL RENK TONU</b> <b>Tungsten</b>	<b>Siyah</b>
<b>BOYAMA</b> <b>Metod</b> <b>Boyama Özellikleri</b> <b>Sıcaklık</b> <b>Düzenleşme</b> <b>Build-up</b> <b>Rezerve Yün</b> <b>BASKI</b> <b>Fiksaj</b> Aşınabilirlik	Üre ve NaHCO <sub>3</sub> ile soğuk pad, Kurutma ve sabitleme buhar veya kuru ısıyla      NaHCO <sub>3</sub> ile direkt baskı 4-5 greener
<b>HASLIKLAR</b> <b>Fiber</b> <b>Test Metodu</b> <b>Kuru Sıcaklık</b> <b>Kondisyon lama</b> <b>Renk Değişimi</b> <b>Kirletme</b>  <b>Işık</b> <b>Kaynak normal</b> <b>Açık</b> <b>Orta</b> <b>Koyu</b> <b>Kirletme</b> <b>Plise(buhar)</b> <b>Kondisyon lama</b> <b>Renk Değişimi</b> <b>Kirletme</b> <b>Yıkama</b> <b>Kondisyon lama</b> <b>Renk Değişimi</b> <b>Kirletme</b>  <b>Yeniden kullanımı</b>	Pamuk ISO      2-3 5          4-5 (75 °C ) 5  Yeniden kullanım için uygun değil
<b>Not</b>	Sudaki çözünürlüğü iyi

### 3.1.1.2 Reaktive Blue 19

Reaktive Blue 19 Color Index numarası ile belirtilen bu boyarmadde AZO BOYARMADDE grubuna girmektedir (Lizama v.d., 2002; Maximo ve Costa-Ferreira, 2003; Koyuncu 2002) . Bu boyarmaddenin kimyasal yapısı Şekil 3.' de, özellikleri Tablo 2.' de verilmiştir.



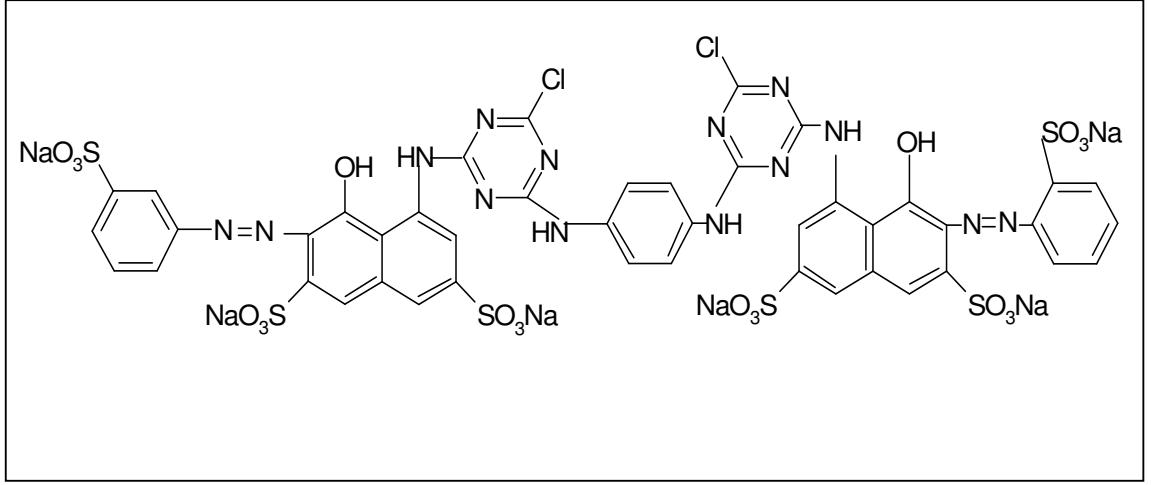
Şekil 3. Reaktive Blue 19 boyarmaddesinin kimyasal yapısı

Tablo 2. Reactive Blue 19 boyarmaddesinin özellikleri

		C.I. Reactive Blue 19
<b>KİMYASAL SINIFI</b> <b>KONSTITÜSYON NO:</b> <b>REAKTİF SİSTEM</b>		Anthraquinuno 61200 Vinylsulfonil
<b>MATERYAL</b> <b>RENK TONU</b>		<b>Parlak Mavi</b>
<b>Tungsten</b>		
<b>BOYAMA</b> <b>Metod</b> <b>Boyama Özellikleri</b>		Üre ve NaHCO <sub>3</sub> ile soğuk pad, Kurutma ve sabitleme buhar veya kuru ısıyla
<b>Rezerve Yün</b> <b>BASKI</b> <b>Fiksaj</b>  Aşınabilirlik		Tabii alginat kalınlaştırıcı ve NaHCO <sub>3</sub> ile dirkt boyama Kurutma ve sabitleme buhar veya kuru ısıyla. Boşaltımı da bu sitille yapılabilir. 4-5
<b>HASLIKLAR</b> <b>Fiber</b> <b>Test Metodu</b> <b>Kuru Sıcaklık</b> <b>Kondisyon lama</b> <b>Renk Değişimi</b> <b>Kirletme</b>		Pamuk ISO
<b>Işık</b> <b>Kaynak normal</b> <b>Açık</b> <b>Orta</b> <b>Koyu</b>		6-7 7
<b>Azot Oksitleri</b> <b>Ter</b> <b>Asidik / Alkali</b> <b>Renk Değişimi</b> <b>Kirletme</b>		
<b>Plise(buhar)</b> <b>Kondisyon lama</b> <b>Renk Değişimi</b> <b>Kirletme</b>		
<b>Yıkama</b> <b>Kondisyon lama</b> <b>Renk Değişimi</b> <b>Kirletme</b>		4-5 (75 °C ) 5
<b>Yeniden kullanımı</b>		beyazla yeniden kullanılabilir
<b>Not</b>		Sudaki çözünürlüğü iyi

### 3.1.1.3 Reaktif Red 120

Reaktife Red 120 Color Index numarası ile belirtilen bu boyarmadde AZO BOYARMADDE grubuna girmektedir (Zhang v.d., 2003; Sabti, 1999; Fisichella v.d., 2003). Bu boyarmaddenin kimyasal yapısı Şekil 4.' de, özellikleri Tablo 3.' de verilmiştir.



Şekil 4. Reactive Red 120 boyarmaddesinin kimyasal yapısı

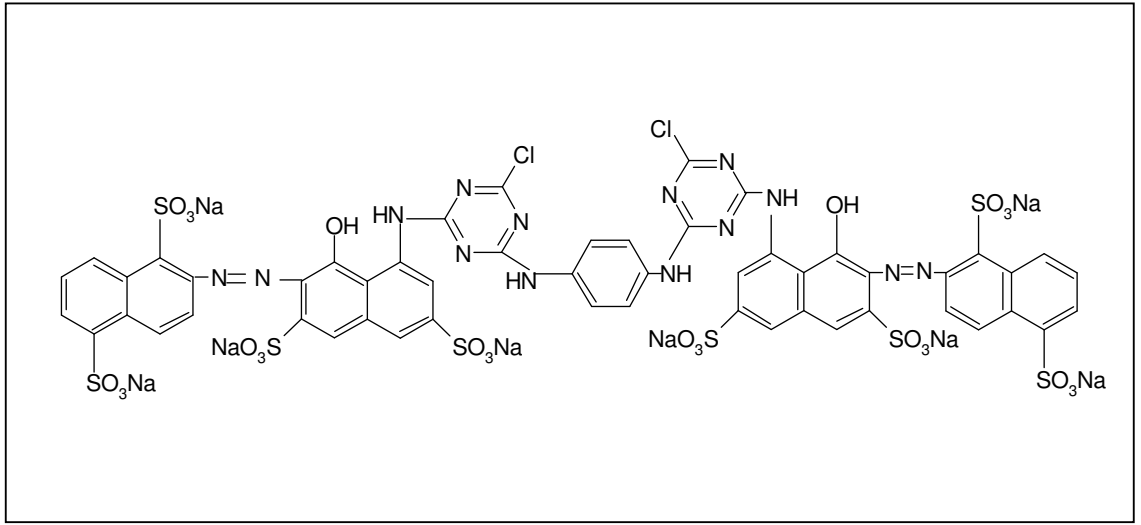
Tablo 3. Reactive Red 120 boyarmaddesinin özellikleri

C.I. Reactive Red 120	
<b>KİMYASAL SINIFI</b> <b>KONSTITÜSYON NO:</b> <b>REAKTİF SİSTEM</b>	Vinylsulfonil
<b>MATERYAL</b> <b>RENK TONU</b>  <b>Tungsten</b>	<b>Kırmızı</b>
<b>BOYAMA</b> <b>Metod</b> <b>Boyama Özellikleri</b>  <b>Rezerve Yün</b> <b>BASKI</b> <b>Fiksaj</b>  Aşınabilirlik	Üre ve $\text{NaHCO}_3$ ile soğuk pad, Kurutma ve sabitleme buhar veya kuru ısıyla  Tabii alginat kalınlaştırıcı ve $\text{NaHCO}_3$ ile direkt boyama kurutma ve sabitleme buhar veya kuru ısıyla. Boşaltımı da bu sitille yapılabilir. 4-5
<b>HASLIKLAR</b> <b>Fiber</b> <b>Test Metodu</b> <b>Kuru Sıcaklık</b> <b>Kondisyon lama</b> <b>Renk Değişimi</b> <b>Kirletme</b>  <b>Işık</b> <b>Kaynak normal</b> <b>Açık</b> <b>Orta</b> <b>Koyu</b>  <b>Azot Oksitleri</b> <b>Ter</b> <b>Asidik / Alkali</b> <b>Renk Değişimi</b> <b>Kirletme</b> <b>Plise(buhar)</b> <b>Kondisyon lama</b> <b>Renk Değişimi</b> <b>Kirletme</b>  <b>Yıkama</b> <b>Kondisyon lama</b> <b>Renk Değişimi</b> <b>Kirletme</b>  <b>Yeniden kullanımı</b>	Pamuk ISO    6-7 7     4-5 (75 °C ) 5  --
<b>Not</b>	Sudaki çözünürlüğü iyi



### 3.1.1.4 Reaktive Red 141

Reaktive Red 141 Color Index numarası ile belirtilen bu boyarmadde, AZO BOYARMADDE grubuna girmektedir (Netprdit v.d., 2003). Bu boyarmaddenin kimyasal yapısı Şekil 5.' de, özellikleri Tablo 4.' de verilmiştir.

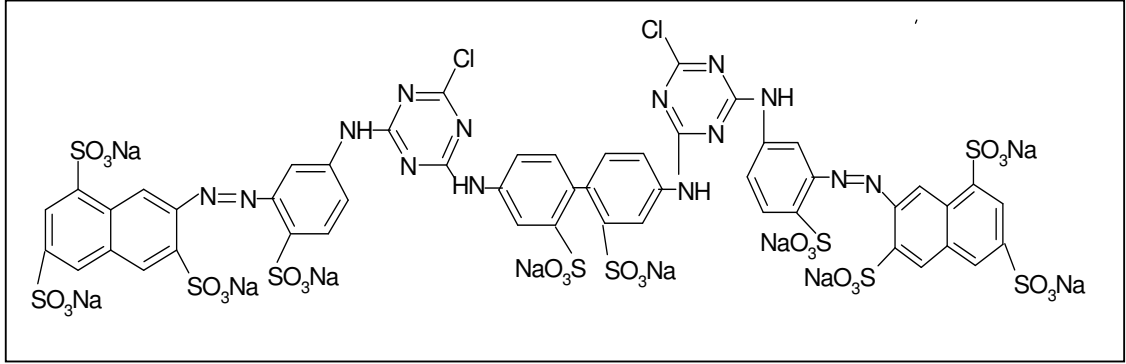


Şekil 5. Reaktive Red 141 boyarmaddesinin kimyasal yapısı



### 3.1.1.5 Reaktive Yellow 84

Reaktive Yellow 84 Color Index numarası ile belirtilen bu boyarmadde, AZO BOYARMADDE grubuna girmektedir (Koch v.d., 2001; Neamtu, v.d., 2002; Neamtu v.d., 2003). Bu boyarmaddenin kimyasal yapısı Şekil 6.' da, özellikleri Tablo 5.' de verilmiştir.



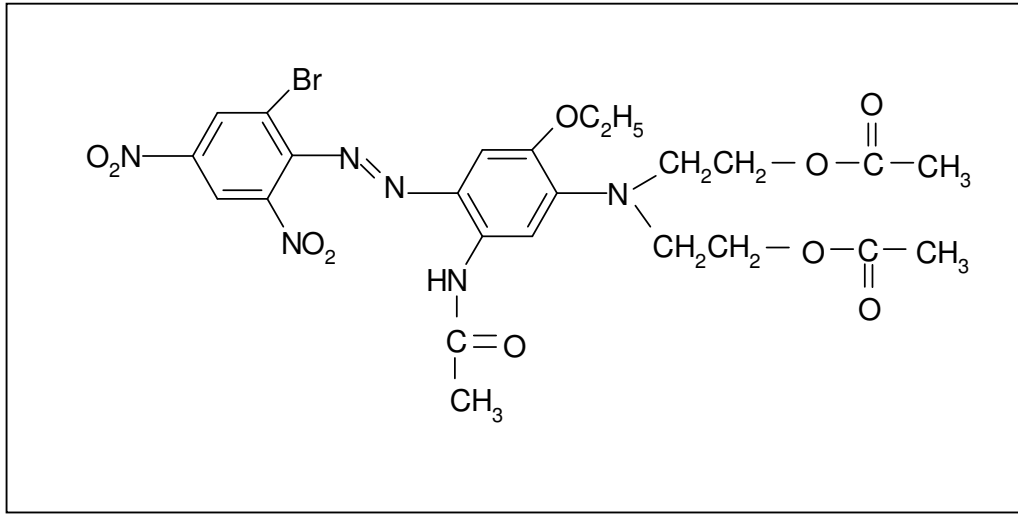
Şekil 6. Reaktive Yellow 84 boyarmaddesinin kimyasal yapısı



### 3.1.2 Dispers boyarmaddeler

#### 3.1.2.1 Disperse Blue 79

Disperse Blue 79 Color Index numarası ile belirtilen bu boyarmadde, Aminobenzen Boyarmadde grubuna girmektedir (Park v.d., 2002; Lin, v.d., 2001; Ferri v.d., 2003). Bu boyarmaddenin kimyasal yapısı Şekil 7.' da verilmiştir.



Şekil 7. Disperse Blue 79 boyarmaddesinin kimyasal yapısı

Tablo 6. Disperse Blue 79 boyarmaddesinin özellikleri

C.I. Disperse Blue 79		
<b>KİMYASAL SINIFI</b> <b>KONSTITÜSYON NO:</b>	Monoazo	
<b>MATERYAL</b> <b>RENK TONU</b>	<b>TRİASETAT</b> <b>Kırmızı-mavi</b>	<b>POLYESTER</b> <b>Mavi</b>
<b>Tungsten</b>	<b>parlak</b>	<b>mat</b>
<b>BOYAMA</b> <b>Metod</b> <b>Boyama Özellikleri</b>	HT,T	(Nc),HT,T
<b>Sıcaklık</b>	–	–
<b>Düzgünleşme</b>	–	–
<b>Build-up</b>	–	–
<b>Rezerve Pamuk</b>	–	4
<b>Viskon</b>	–	4
<b>Yün</b>	–	2
<b>BASKI</b> <b>Fiksaj</b> <b>Aşınabilirlik</b>	– –	PS –
<b>HASLIKLAR</b> <b>Test Metodu</b>	ISO	ISO AATCC
<b>Kuru Sıcaklık</b>	Orta	Orta III
<b>Kondisyon lama</b>		
<b>Renk Değişimi</b>	5	5 –
<b>Kirletme</b>	4	4 4-5
<b>Işık</b>	<b>Kaynak</b>	<b>Güneş</b>
	<b>Açık</b>	–
	<b>Orta</b>	–
	<b>Koyu</b>	6-7 6-7
<b>Azot Oksitleri</b>	5	5 5
<b>Ter</b>	<b>Asidik / Alkali</b>	Alk.
	<b>Renk Değişimi</b>	5 4
	<b>Kirletme</b>	4-5 4
<b>Plise(buhar)</b>	<b>Kondisyon lama</b>	orta –
	<b>Renk Değişimi</b>	4-5 5 –
	<b>Kirletme</b>	4-5 4-5 –
<b>Yıkama</b>	<b>Kondisyon lama</b>	ISO 3 3
	<b>Renk Değişimi</b>	4 5 4
	<b>Kirletme</b>	5 4-5 4
<b>DİĞER KULLANIMLARI</b>	Tekstil	

### 3.1.2.2 Disperse Red 167

Dispers Red 167 Color Index numarası ile bilinen bu boyarmadde AZO BOYARMADDE grubuna girmektedir. Bu boyarmaddenin özellikleri Tablo 7.' de verilmiştir.

Tablo 7. Disperse Red 167 boyarmaddesinin özellikleri

C.I. Disperse Red 167	
<b>KİMYASAL SINIFI</b> <b>KONSTITÜSYON NO:</b>	Azo
<b>MATERYAL</b> <b>RENK TONU</b>  <b>Tungsten</b>	<b>POLYESTER</b> <b>Mavimsi Kırmızı</b>  <b>sarımsı</b>
<b>BOYAMA</b> <b>Metod</b> <b>Boyama Özellikleri</b> <b>Sıcaklık</b> <b>Düzenleşme</b> <b>Build-up</b>  <b>Rezerve</b> Pamuk Viskon Yün  <b>BASKI</b> <b>Fiksaj</b> Aşınabilirlik	HT  - - -  3 - 2  PS -
<b>HASLIKLAR</b> <b>Test Metodu</b> <b>Kuru Sıcaklık</b> <b>Kondisyon lama</b> <b>Renk Değişimi</b> <b>Kirletme</b> <b>Işık</b> <b>Kaynak</b> <b>Açık</b> <b>Orta</b> <b>Koyu</b>  <b>Azot Oksitleri</b> <b>Ter</b> <b>Asidik / Alkali</b> <b>Renk Değişimi</b> <b>Kirletme</b> <b>Plise(buhar)</b> <b>Kondisyon lama</b> <b>Renk Değişimi</b> <b>Kirletme</b>  <b>Yıkama</b> <b>Kondisyon lama</b> <b>Renk Değişimi</b> <b>Kirletme</b>	ISO orta 5 5 Güneş 6-7 7-8 - 5 Alk. 5 5      ISO 3 5 5
<b>DİĞER KULLANIMLARI</b> Tekstil	Polypropilen

### 3.1.2.3. Disperse Red 74

Dispers Red 74 Color Index numarası ile bilinen bu boyarmadde DR74 şeklinde de belirtilebilir (Özacar ve Şengil, 2004). Bu boyarmaddenin özellikleri Tablo 8.' de verilmiştir.

Tablo 8. Disperse Red 74 boyarmaddesinin özellikleri

C.I. Disperse Red 74					
<b>KİMYASAL SINIFI</b>	-----				
<b>KONSTITÜSYON NO:</b>	-----				
<b>MATERYAL</b>	<b>ASETAT</b>	<b>TRİASETAT</b>	<b>POLYESTER</b>		
<b>RENK TONU</b>	Parlak sarımsı kırmızı Sarımsı	Parlak sarımsı kırmızı	Parlak sarımsı kırmızı		
<b>Tungsten</b>		<b>Sarımsı</b>	<b>Sarımsı</b>		
<b>BOYAMA</b>	N	N,Nc;HT	N,Nc;HT		
<b>Metod</b>					
<b>Rezerve Pamuk</b>	4	4	-		
<b>Viskon</b>	-	-	-		
<b>Yün</b>	2	2	-		
<b>BASKI</b>					
<b>Fiksaj</b>	AS	PS	PS		
<b>Aşınabilirlik</b>	-	-	-		
<b>HASLIKLAR</b>					
<b>Test Metodu</b>	ISO AATCC	ISO AATCC	ISO		
<b>Kuru Sıcaklık</b>	-	Orta	-		
<b>Kondisyon lama</b>	-	5	-		
<b>Renk Değişimi</b>	-	5	-		
<b>Kirletme</b>	-	5	-		
<b>Işık Kaynak</b>	Güneş C. Ark	Güneş C. Ark	Güneş		
<b>Açık</b>	4 4-5	3 3-4	4-5		
<b>Orta</b>	5-6 5	4-5 4-5	5-6		
<b>Koyu</b>	6-7 6	6 5-6	6		
<b>Azot Oksitleri</b>	5 5	5 5	5		
<b>Ter</b>	Alk. -	Alk. -	Alk.		
<b>Asidik / Alkali</b>	4-5 -	5 -	5		
<b>Renk Değişimi</b>	2-3 -	5 -	5		
<b>Kirletme</b>		orta -	-		
<b>Plise(buhar)</b>		5 -	-		
<b>Kondisyon lama</b>		5 -	-		
<b>Renk Değişimi</b>		5 -	-		
<b>Kirletme</b>		5 -	-		
<b>Yıkama</b>	ISO II	ISO 3 III	ISO 3		
<b>Kondisyon lama</b>	5 4	4-5 4	5		
<b>Renk Değişimi</b>	5 3	5 5	5		
<b>Kirletme</b>					
<b>DIĞER KULLANIMLARI</b>	Tekstil				



### 3.1.2.4. Disperse Orange 30

Disperse Orange 30 Color Index numarası ile belirtilen bu boyarmadde MONOAZO BOYARMADDE grubuna girmektedir (Özcan ve Özcan, 2004). Bu boyarmadde ile ilgili özellikler Tablo 9.' da verilmiştir.

Tablo 9. Disperse Orange 30 boyarmaddesinin özellikleri

C.I. Disperse Orange 30					
<b>KİMYASAL SINIFI</b>	Monoazo				
<b>KONSTITÜSYON NO:</b>	-----				
<b>MATERYAL</b>	<b>ASETAT</b>	<b>TRİASETAT</b>	<b>POLYESTER</b>		
<b>RENK TONU</b>	Turuncu	Turuncu	<b>Turuncu</b>		
<b>Tungsten</b>	Kırmızımsı	Kırmızımsı	Az Kırmızımsı		
<b>BOYAMA</b>	N	N	Nc;HT,T		
<b>Metod</b>					
<b>Rezerve Pamuk</b>	5	5	-		
<b>Viskon</b>	5	5	-		
<b>Yün</b>	3	3	-		
<b>BASKI</b>					
<b>Fiksaj</b>	AS	PS,(AS)	PS, (ASc)		
<b>Aşınabilirlik</b>	-	-	-		
<b>HASLIKLAR</b>					
<b>Test Metodu</b>	ISO AATCC	ISO AATCC	ISO	AATCC	
<b>Kuru Sıcaklık</b>	-	Orta	-	III	
<b>Kondisyon lama</b>	-	5	-	5	
<b>Renk Değişimi</b>	-	5	-	4-5	
<b>Kirletme</b>	-	5	-	7	
<b>Işık</b>	Güneş C. Ark	Güneş C. Ark	Güneş	C. Ark.	
<b>Kaynak</b>	6-7 6	4 5	6-7	7	
<b>Açık</b>	7 7	5-6 6	7	7	
<b>Orta</b>	7-8 7-8	6-7 6	7	-	
<b>Koyu</b>	5 5	5 5	5	5	
<b>Azot Oksitleri</b>	Alk. -	Alk. -	Alk.	-	
<b>Ter</b>	5 -	5 -	5	-	
<b>Asidik / Alkali</b>	4-5 -	4-5	5	-	
<b>Renk Değişimi</b>	-	orta	norm-	-	
<b>Kirletme</b>	-	5	5	-	
<b>Plise(buhar)</b>	-	4-5	4	-	
<b>Kondisyon lama</b>	ISO 3 III	ISO 3 III	ISO 3	III	
<b>Renk Değişimi</b>	4-5 4-5	5 5	5	5	
<b>Kirletme</b>	4-5 3	5 4-5	5	5	
<b>Diğer Kullanımları</b>	Tekstil				

### 3.1.2.5. Disperse Blue 60

Disperse Blue 60 Color Index numarası ile belirtilen bu boyarmadde ANTRAQUINONE BOYARMADDE grubuna girmektedir (Sugimori v.d., 1999). Bu boyarmadde ile ilgili özellikler Tablo 10.' da verilmiştir.

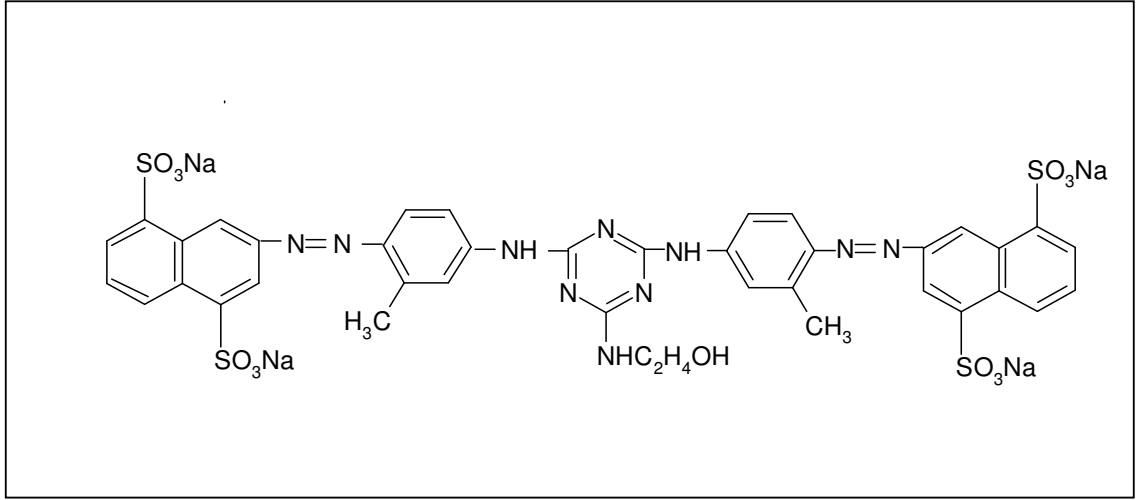
Tablo 10. Disperse Blue 60 boyarmaddesinin özellikleri

C.I. Disperse Blue 60							
<b>KİMYASAL SINIFI</b>		Antraquinone					
<b>KONSTİTÜSYON NO:</b>		-----					
<b>MATERYAL</b>		<b>ASETAT</b>		<b>TRİASETAT</b>		<b>POLYESTER</b>	
<b>RENK TONU</b>		Parlak yeşilimsi mavi		Parlak yeşilimsi mavi		Parlak yeşilimsi mavi	
<b>Tungsten</b>		Yeşilimsi,mat		Yeşilimsi,mat		Yeşilimsi,mat	
<b>BOYAMA</b>		N		Nc,HT		Nc;HT,T	
<b>Metod</b>							
<b>Boyama Özellikleri</b>							
<b>Sıcaklık</b>		-		-		-	
<b>Düzgünleşme</b>		-		-		-	
<b>Build-up</b>		iyi		iyi		iyi	
<b>BASKI</b>							
<b>Fiksaj</b>		AS		PS		PS	
<b>Aşınabilirlik</b>		x		x		x	
<b>HASLIKLAR</b>							
<b>Test Metodu</b>		ISO AATCC		ISO AATCC		ISO AATCC	
<b>Kuru Sıcaklık</b>		-		Orta		-	
<b>Kondisyon lama</b>		-		III		III	
<b>Renk Değişimi</b>		-		5		-	
<b>Kirletme</b>		-		5		4-5	
<b>Işık</b>		Güneş C. Ark		Güneş C. Ark		Güneş C. Ark.	
<b>Açık</b>		6-7 6		5 5		6-7 7	
<b>Orta</b>		7 7		5-7 6		7 7	
<b>Koyu</b>		7-8 7-8		6-7 6		7 -	
<b>Azot Oksitleri</b>		5 5		5 5		5 5	
<b>Ter</b>		Alk. -		Alk. -		Alk. -	
<b>Asidik / Alkali</b>		5 -		5 -		5 -	
<b>Renk Değişimi</b>		4-5 -		4-5		5	
<b>Kirletme</b>		-		orta		norm-	
<b>Plise(buhar)</b>		-		5		-	
<b>Kondisyon lama</b>		-		4-5		4	
<b>Renk Değişimi</b>		-		-		-	
<b>Kirletme</b>		-		-		-	
<b>Yıkama</b>		ISO 3 III		ISO 3 III		ISO 3 III	
<b>Kondisyon lama</b>		4-5 4-5		5 5		5 5	
<b>Renk Değişimi</b>		4-5 3		5 4-5		5 5	
<b>Kirletme</b>							
<b>Diğer Kullanımları</b>		Tekstil					

### 3.1.3 Direkt boyarmaddeler

#### 3.1.3.1 Direkt Yellow 86

Direkt Yellow 86 Color Index numarası ile belirtilen bu boyarmadde AZO BOYARMADDE grubuna girmektedir (Shen ve Wang, 2001; Liu v.d., 2001). Bu boyarmaddenin kimyasal yapısı Şekil 8.' de, özellikleri Tablo 11.' de verilmiştir.



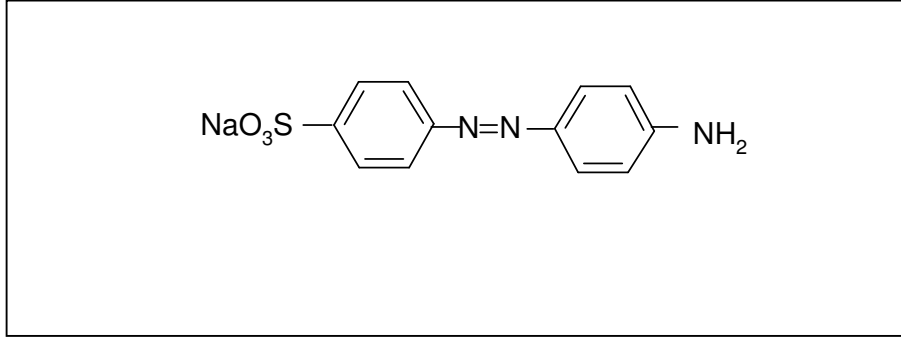
Şekil 8. Direkt Yellow 86 boyarmaddesinin kimyasal yapısı

Tablo 11. Direkt Yellow 86 boyarmaddesinin özellikleri

C.I. Direkt Yellow 86	
<b>KİMYASAL SINIFI</b> <b>KONSTITÜSYON NO:</b>	Azo
<b>MATERYAL</b> <b>RENK TONU</b>	<b>Parlak kırmızımsı yeşil</b>
<b>Tungsten</b>	
<b>BOYAMA</b> <b>Metod</b> <b>Boyama Özellikleri</b>	Normal B
<b>Sıcaklık</b> <b>Düzenleşme</b> <b>Build-up</b>	90 °C en yüksek ilgi Çok iyi -
<b>Başka fiber leri boyama</b> <b>Viskon</b> <b>Yün</b>	İpek: Asetik asit ile - -
<b>BASKI</b> <b>Fiksaj</b> Aşınabilirlik	selülose: direkt ve discharge baskı -
<b>HASLIKLAR</b> <b>Test Metodu</b>	ISO
<b>Kuru Sıcaklık</b> <b>Kondisyon lama</b> <b>Renk Değişimi</b> <b>Kirletme</b>	orta 5 5
<b>Işık</b> <b>Kaynak</b> <b>Açık</b> <b>Orta</b> <b>Koyu</b>	Güneş - 6-7 -
<b>Azot Oksitleri</b> <b>Ter</b> <b>Asidik (organik)</b> <b>Alkali</b> <b>Sıcak baskı</b>	- - -
<b>Kirletme</b>	
<b>Plise(buhar)</b> <b>Kondisyon lama</b> <b>Renk Değişimi</b> <b>Kirletme</b>	
<b>Yıkama</b> <b>Kondisyon lama</b> <b>Renk Değişimi</b> <b>Kirletme</b>	3 - 3
<b>Diğer Özellikleri</b> <b>Deşarj edilebilirliği</b>	Nötr durumda çok iyi

### 3.1.3.2 Direkt Orange 39

Direkt Orange 39 Color Index numarası ile belirtilen bu boyarmadde STİLBENE BOYARMADDE grubuna girmektedir. Bu boyarmaddenin kimyasal yapısı Şekil 9.' da, özellikleri Tablo 12.' de verilmiştir.



Şekil 9. Direkt Orange 39 boyarmaddesinin kimyasal yapısı

Tablo 12. Direkt Orange 39 boyarmaddesinin özellikleri

		C.I. Direkt Orange 39		
<b>KİMYASAL SINIFI</b>		Stilbene		
<b>KONSTITÜSYON NO:</b>		40215		
<b>MATERYAL</b>				
<b>RENK TONU</b>		<b>kırmızımsı turuncu</b>		
<b>Tungsten</b>				
<b>BOYAMA</b>		Normal		
<b>Metod</b>		B		
<b>Boyama Özellikleri</b>				
<b>Sıcaklık</b>		80 °C		
<b>Düzenleşme</b>		iyi		
<b>Build-up</b>		-		
<b>Başka fiber leri boyama</b>		İpek: Glauber tuzları ve Asetik asit ile		
<b>Viskon</b>		-		
<b>Yün</b>		-		
<b>BASKI</b>		selülose: üre proses, disodyum		
<b>Fiksaj</b>		ortofosfat ile		
<b>Aşınabilirlik</b>		-		
<b>HASLIKLAR</b>				
<b>Test Metodu</b>		AATCC	ISO	ISO
<b>Kuru Sıcaklık</b>	<b>Kondisyon lama</b>			
	<b>Renk Değişimi</b>			
	<b>Kirletme</b>			
<b>Işık</b>	<b>Kaynak</b>	Güneş		
	<b>Açık</b>	5	6	4
	<b>Orta</b>	5-6	6-7	5
	<b>Koyu</b>	6	6-7	5
<b>Azot Oksitleri</b>				
<b>Ter</b>	<b>Asidik (organik)</b>	4	4-5	4-5
	<b>Alkali</b>	5	4	3-4
	<b>Sıcak baskı</b>	3-4	3	3-4
	<b>Kirletme</b>			
<b>Plise(buhar)</b>	<b>Kondisyon lama</b>	(II)4	3	3
	<b>Renk Değişimi</b>	-	-	-
	<b>Kirletme</b>			
<b>Yıkama</b>	<b>Kondisyon lama</b>	3	3	4
	<b>Renk Değişimi</b>	-	-	-
	<b>Kirletme</b>			
<b>Diğer Özellikleri</b>	<b>Deşarjedilebilirliği</b>	Nötr durumda iyi, alkalın zayıf		

### 3.1.3.3 Direkt Blue 200

Direkt Blue 200 Color Index numarası ile belirtilen bu boyarmadde AZO BOYARMADDE grubuna girmektedir. Bu boyarmaddenin özellikleri Tablo 13.' de verilmiştir.

Tablo 13. Direkt Blue 200 boyarmaddesinin özellikleri

C.I. Direkt Blue 200	
<b>KİMYASAL SINIFI</b> <b>KONSTITÜSYON NO:</b>	AZO (metallenmiş)
<b>MATERYAL</b> <b>RENK TONU</b> Tungsten	<b>Mavi</b>
<b>BOYAMA</b> Metod Boyama Özellikleri Sıcaklık Düzenleşme Build-up Başka fiber leri boyama Viskon Yün <b>BASKI</b> Fiksaj Aşınabilirlik	Normal B - iyi - İpek: Asetik asit banyosu veya nötr - - selülose: direkt -
<b>HASLIKLAR</b> Test Metodu Kuru Sıcaklık    Kondisyon lama Renk Değişimi Kirlenme Işık                    Kaynak Açık Orta Koyu Azot Oksitleri Ter                    Asidik (organik) Alkali Sıcak baskı Kirlenme Plise(buhar)        Kondisyon lama Renk Değişimi Kirlenme Yıkama                Kondisyon lama Renk Değişimi Kirlenme	ISO - - - Güneş - 6-7 - 4-5 2 4 2-3 - 2-3 -
Diğer Özellikleri    Deşarjedilebilirliği	Nötr durumda iyi

### 3.1.3.4 Direkt Yellow 142

Direkt Yellow 142 Color Index numarası ile belirtilen bu boyarmadde DİSAZO BOYARMADDE grubuna girmektedir. Bu boyarmaddenin özellikleri Tablo 14.' de verilmiştir.

Tablo 14. Direkt Yellow 142 boyarmaddesinin özellikleri

C.I. Direkt Yellow 142	
<b>KİMYASAL SINIFI</b> <b>KONSTITÜSYON NO:</b>	DİSAZO
<b>MATERYAL</b> <b>RENK TONU</b> <b>Tungsten</b>	<b>Parlak Sarı</b>
<b>BOYAMA</b> <b>Metod</b> <b>Boyama Özellikleri</b> <b>Sıcaklık</b> <b>Düzenleşme</b> <b>Build-up</b> <b>Başka fiber leri boyama</b> <b>Viskon</b> <b>Yün</b> <b>BASKI</b> <b>Fiksaj</b> Aşınabilirlik	Normal B  60-70 çok iyi - İpek: Asetik asit banyosu veya nötr - - naylon, ipek, yün -
<b>HASLIKLAR</b> <b>Test Metodu</b> <b>Kuru Sıcaklık</b> <b>Kondisyon lama</b> <b>Renk Değişimi</b> <b>Kirletme</b> <b>Işık</b> <b>Kaynak</b> <b>Açık</b> <b>Orta</b> <b>Koyu</b> <b>Azot Oksitleri</b> <b>Ter</b> <b>Asidik (organik)</b> <b>Alkali</b> <b>Sıcak baskı</b> <b>Kirletme</b> <b>Plise(buhar)</b> <b>Kondisyon lama</b> <b>Renk Değişimi</b> <b>Kirletme</b> <b>Yıkama</b> <b>Kondisyon lama</b> <b>Renk Değişimi</b> <b>Kirletme</b>	ISO - - - Güneş - 4 -          2-3 -  4 2-3 -
<b>Diğer Özellikleri</b> <b>Deşarjedilebilirliği</b>	Normal



### 3.1.3.5 Direkt Red 243

Direkt Red 243 Color Index numarası ile belirtilen bu boyarmadde DİSAZO BOYARMADDE grubuna girmektedir. Bu boyarmaddenin özellikleri Tablo 15.' de verilmiştir.

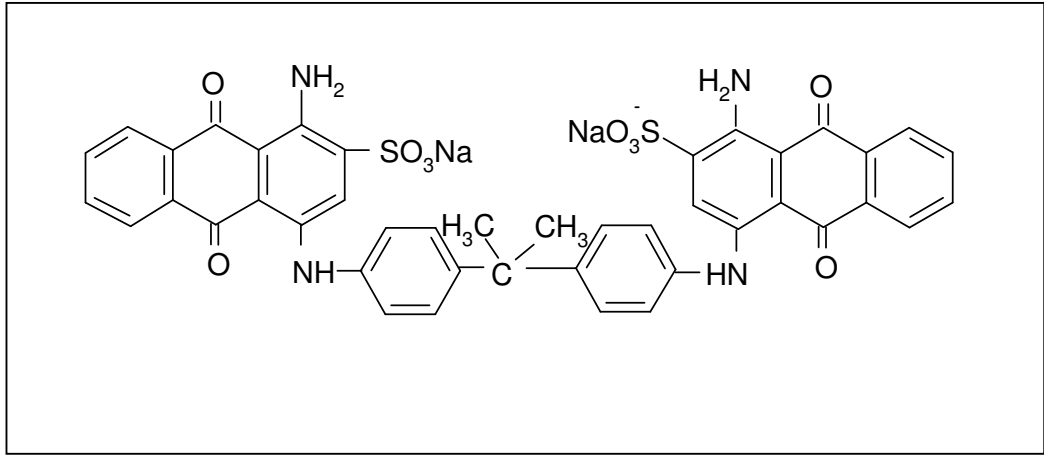
Tablo 15. Direkt Red 243 boyarmaddesinin özellikleri

C.I. Direkt Red 243	
<b>KİMYASAL SINIFI</b> <b>KONSTITÜSYON NO:</b>	DİSAZO
<b>MATERYAL</b> <b>RENK TONU</b> <b>Tungsten</b>	<b>Mavimsi Kırmızı</b>
<b>BOYAMA</b> <b>Metod</b> <b>Boyama Özellikleri</b> <b>Sıcaklık</b> <b>Düzenleşme</b> <b>Build-up</b> <b>Başka fiber leri boyama</b> <b>Viskon</b> <b>Yün</b> <b>BASKI</b> <b>Fiksaj</b> Aşınabilirlik	Normal B Çok iyi 80 çok iyi 5-6 İpek, yün, naylon - - poliester -
<b>HASLIKLAR</b> <b>Test Metodu</b> <b>Kuru Sıcaklık</b> <b>Kondisyon lama</b> <b>Renk Değişimi</b> <b>Kirletme</b> <b>Işık</b> <b>Kaynak</b> <b>Açık</b> <b>Orta</b> <b>Koyu</b> <b>Azot Oksitleri</b> <b>Ter</b> <b>Asidik (organik)</b> <b>Alkali</b> <b>Sıcak baskı</b> <b>Kirletme</b> <b>Plise(buhar)</b> <b>Kondisyon lama</b> <b>Renk Değişimi</b> <b>Kirletme</b> <b>Yıkama</b> <b>Kondisyon lama</b> <b>Renk Değişimi</b> <b>Kirletme</b>	ISO - - - - 7 - 3-4 2 3 - - - -
<b>Diğer Özellikleri</b> <b>Deşarj edilebilirliği</b>	Normal

### 3.1.4. Asit boyarmaddeler

#### 3.1.4.1. Acid Blue 127

Acid Blue 127 Color Index numarası ile belirtilen bu boyarmadde ANTROQUINONE BOYARMADDE grubuna girmektedir. Bu boyarmaddenin kimyasal yapısı Şekil 10.' da, özellikleri Tablo 16.' da verilmiştir.



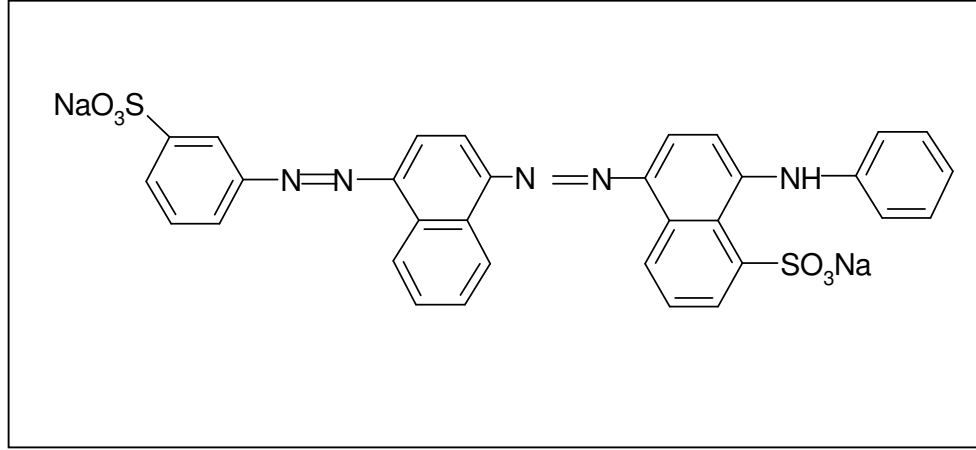
Şekil 10. Acid Blue 127 boyarmaddesinin kimyasal yapısı

Tablo 16. Acid Blue 127 boyarmaddesinin özellikleri

		C.I. Acid Blue 127	
<b>KİMYASAL SINIFI</b>		Antraquinone	
<b>KONSTITÜSYON NO:</b>		61135	
<b>MATERYAL</b>		Mavi	
<b>RENK TONU</b>		Hafifçe yeşil	
<b>Tungsten</b>			
<b>BOYAMA</b>		1,2	
<b>Metod</b>			
<b>Boyama Özellikleri</b>			
<b>Hız</b>		-	
<b>Sıcaklık</b>		-	
<b>Düzgünleşme</b>		iyi	
<b>Build-up</b>		-	
<b>Başka fiber leri boyama</b>			
<b>Viskon</b>		Acetate-ss., selülöz-u	
<b>Yün</b>		-	
<b>BASKI- Fiksaj</b>		-	
<b>Aşınabilirlik</b>		yün ve ipek	
<b>HASLIKLAR</b>		ISO	AATCC
<b>Test Metodu</b>		5	4
<b>Alkali</b>		4	3-4
<b>Karbonlama</b>		3	4-5
<b>Klorlama-Alterasyon</b>		3-4	4-5
<b>Yüne yapışma</b>		4	4-5
<b>Işık</b>	<b>Açık</b>	4-5	4-5
	<b>Orta</b>	5	5
	<b>Koyu</b>	5-6	5-6
<b>İşlenme,</b>	<b>Alkali - değişim</b>	4	3-4
	<b>Yüne bağlanma</b>	4-5	3-4
<b>İşlenme,</b>	<b>Asit - değişim</b>	4	-
	<b>Yüne bağlanma</b>	4-5	-
<b>Peroxit ile ağartma – değişim</b>		4	2-3
	<b>Yüne bağlanma</b>	4	2-3
<b>Terleme</b>		4	4
<b>Dikerek -</b>	<b>değişim</b>	2	-
	<b>Yüne bağlanma</b>	1	-
<b>Deniz suyu – değişim</b>		4-5	5
	<b>Yüne bağlanma</b>	4-5	5
<b>Stoving</b>		3-4	4
<b>Yıkama -</b>	<b>değişim</b>	3-4	4
	<b>Yüne bağlanma</b>	4	4
<b>Diğer Özellikleri</b>			

### 3.1.4.2. Acid Blue 113

Acid Blue 113 Color Index numarası ile belirtilen bu boyarmadde DİSAZO BOYARMADDE grubuna girmektedir (Jain v.d., 2003; Kim v.d., 2004; Khehra v.d., 2004). Bu boyarmaddenin kimyasal yapısı Şekil 11.' de, özellikleri Tablo 17.' de verilmiştir.



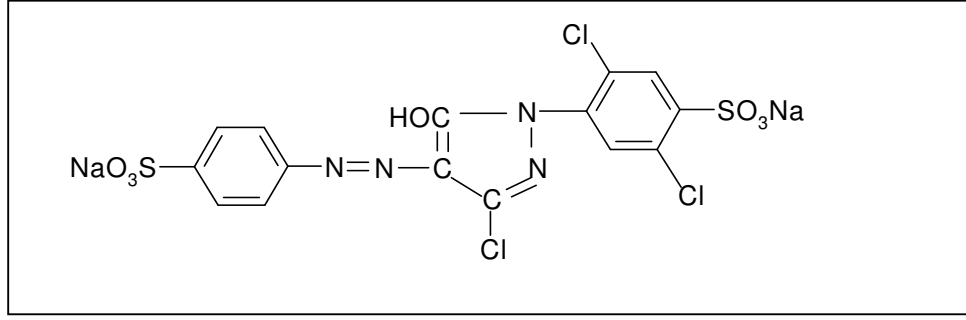
Şekil 11. Acid Blue 113 boyarmaddesinin kimyasal yapısı

Tablo 17. Acid Blue 113 boyarmaddesinin özellikleri

		C.I. Acid Blue 113	
<b>KİMYASAL SINIFI</b>		DİSAZO	
<b>KONSTITÜSYON NO:</b>		26360	
<b>MATERYAL</b>			
<b>RENK TONU</b>		Kırmızımsı deniz mavisi Az daha kırmızı	
<b>Tungsten</b>			
<b>BOYAMA</b>		1,2 Yıkama banyosuna bazen	
<b>Metod</b>		Sodyum dikromat eklenir	
<b>Boyama Özellikleri</b>			
<b>Hız</b>		-	
<b>Sıcaklık</b>		-	
<b>Düzenleşme</b>		-	
<b>Build-up</b>		-	
<b>Başka fiber leri boyama</b>			
<b>Viskon</b>		İpek, Naylon	
<b>Yün</b>		-	
<b>BASKI- Fiksaj</b>		-	
<b>Aşınabilirlik</b>		-	
<b>HASLIKLAR</b>		<b>ISO</b>	<b>AATCC</b>
<b>Test Metodu</b>		4	-
<b>Alkali</b>		3	-
<b>Karbonlama</b>		3	-
<b>Klorlama-Alterasyon</b>		5	-
<b>Yüne yapışma</b>		3	-
<b>Işık</b>			
<b>Açık</b>		-	6-7
<b>Orta</b>		5	6-7
<b>Koyu</b>		5-6	-
<b>İşlenme,</b>			
<b>Alkali - değişim</b>		2	-
<b>Yüne bağlanma</b>		1	-
<b>İşlenme,</b>			
<b>Asit - değişim</b>		4	-
<b>Yüne bağlanma</b>		1	-
<b>Peroxit ile ağartma – değişim</b>		3	-
<b>Yüne bağlanma</b>		1	-
<b>Terleme</b>		3 -4	5
<b>Dikerek -</b>			
<b>değişim</b>		1	-
<b>Yüne bağlanma</b>		1	-
<b>Deniz suyu – değişim</b>		4-5	-
<b>Yüne bağlanma</b>		3	-
<b>Stoving</b>		1	-
<b>Yıkama -</b>			
<b>değişim</b>		3	4-5
<b>Yüne bağlanma</b>		1	-
<b>Diğer Özellikleri</b>		Atılabilirliği zayıf	

### 3.1.4.3. Acid Yellow 17

Acid Yellow 17 Color Index numarası ile belirtilen bu boyarmadde MONOAZO BOYARMADDE grubuna girmektedir (An v.d., 1999; Chiswell ve O'Hallaron, 2002; Basibuyuk ve Forster, 2003). Bu boyarmaddenin kimyasal yapısı Şekil 12.' de, özellikleri Tablo 18.' de verilmiştir.



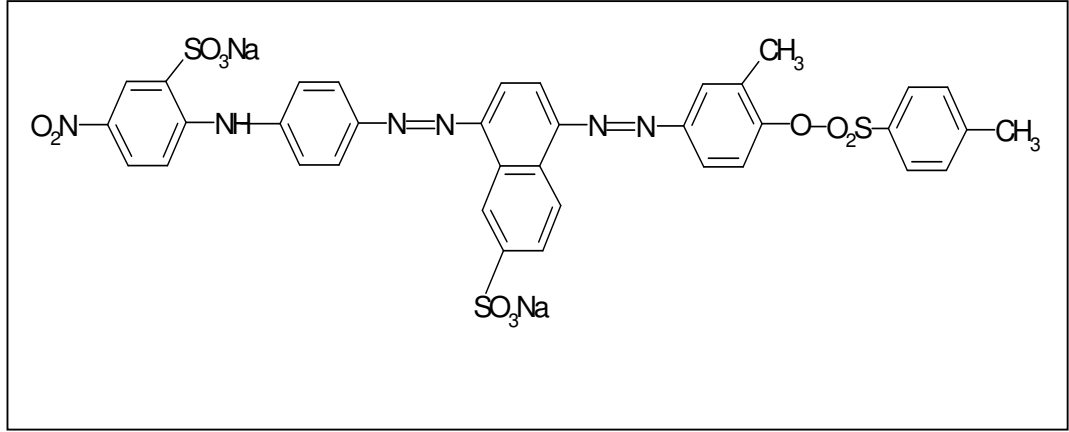
Şekil 12. Acid Yellow 17 boyarmaddesinin kimyasal yapısı

Tablo 18. Acid Yellow 17 boyarmaddesinin özellikleri

		C.I. Acid Yellow 17	
<b>KİMYASAL SINIFI</b>		MONOAZO	
<b>KONSTITÜSYON NO:</b>		18965	
<b>MATERYAL</b>		Parlak yeşil	
<b>RENK TONU</b>		Az değişir	
<b>Tungsten</b>			
<b>BOYAMA</b>		3	
<b>Metod</b>			
<b>Boyama Özellikleri</b>			
<b>Hız</b>		-	
<b>Sıcaklık</b>		-	
<b>Düzenleşme</b>		-	
<b>Build-up</b>			
<b>Başka fiber leri boyama</b>		İpek, Naylon	
<b>Viskon</b>		-	
<b>Yün</b>		-	
<b>BASKI- Fiksaj</b>		Yün ve ipeğe direk	
<b>Aşınabilirlik</b>			
<b>HASLIKLAR</b>		ISO	AATCC
<b>Test Metodu</b>		3-4	2-3
<b>Alkali</b>		5	5
<b>Karbonlama</b>		5	3-4
<b>Klorlama-Alterasyon</b>		5	3-4
<b>Yüne yapışma</b>		4-5	5
<b>Işık</b>	<b>Açık</b>	6-7	6
	<b>Orta</b>	7	7
	<b>Koyu</b>	7-8	7
<b>İşlenme,</b>	<b>Alkali - değişim</b>	1	2
	<b>Yüne bağlanma</b>	1	2
<b>İşlenme,</b>	<b>Asit - değişim</b>	4	-
	<b>Yüne bağlanma</b>	1	-
<b>Peroxit ile ağartma – değişim</b>		1	1
	<b>Yüne bağlanma</b>	5	1
<b>Terleme</b>		4-5	1
<b>Dikerek -</b>	<b>değişim</b>	3-4	5
	<b>Yüne bağlanma</b>	2	5
<b>Deniz suyu – değişim</b>		4-5	3-4
	<b>Yüne bağlanma</b>	2	3-4
<b>Stoving</b>		5	4-5
<b>Yıkama -</b>	<b>değişim</b>	2	2
	<b>Yüne bağlanma</b>	5	2
<b>Diğer Özellikleri</b>		Atılabilirliği iyi	

### 3.1.4.4. Acid Orange 51

Acid Orange 51 Color Index numarası ile belirtilen bu boyarmadde DISAZO BOYARMADDE grubuna girmektedir (Tsai v.d., 2004; Tamai v.d., 1999). Bu boyarmaddenin kimyasal yapısı Şekil 13.' de, özellikleri Tablo 19.' da verilmiştir.



Şekil 13. Acid Orange 51 Boyarmaddesinin Kimyasal Yapısı

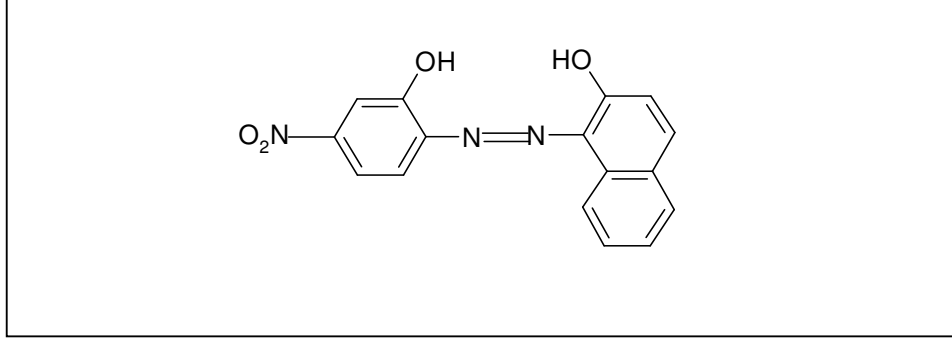


Tablo 19. Acid Orange 51 boyarmaddesinin özellikleri

		C.I. Acid Orange 51	
<b>KİMYASAL SINIFI</b>		DİSAZO	
<b>KONSTITÜSYON NO:</b>		26550	
<b>MATERYAL</b>		Mat Kırmızımsı turuncu	
<b>RENK TONU</b>		Az değişir	
<b>Tungsten</b>			
<b>BOYAMA</b>		1,2	
<b>Metod</b>		İpek, Naylon	
<b>Başka fiber leri boyama</b>		-	
<b>Viskon</b>		-	
<b>Yün</b>		-	
<b>BASKI- Fiksaj</b>			
<b>Aşınabilirlik</b>			
<b>HASLIKLAR</b>		<b>ISO</b>	<b>AATCC</b>
<b>Test Metodu</b>		4	2
<b>Alkali</b>		3-5	3
<b>Karbonlama</b>		4	-
<b>Klorlama-Alterasyon</b>		5	-
<b>Yüne yapışma</b>		3	-
<b>Işık</b>	<b>Açık</b>	5	3
	<b>Orta</b>	6	4
	<b>Koyu</b>	6-7	5
<b>İşlenme,</b>	<b>Alkali - değişim</b>	3-4	3
	<b>Yüne bağlanma</b>	4-5	3
<b>İşlenme,</b>	<b>Asit - değişim</b>	4	-
	<b>Yüne bağlanma</b>	4-5	-
<b>Peroxit ile ağartma – değişim</b>		4	4
	<b>Yüne bağlanma</b>	4-5	4
<b>Terleme</b>		5	4
<b>Dikerek -</b>	<b>değişim</b>	2	-
	<b>Yüne bağlanma</b>	2	-
<b>Deniz suyu – değişim</b>		4-5	4-5
	<b>Yüne bağlanma</b>	5	4-5
<b>Stoving</b>		3-4	4
<b>Yıkama -</b>	<b>değişim</b>	4-5	3
	<b>Yüne bağlanma</b>	45-	3
<b>Diğer Özellikleri</b>			

### 3.1.4.5. Acid Black 63

Acid Black 63 Color Index numarası ile belirtilen bu boyarmadde MONOAZO BOYARMADDE grubuna girmektedir. Bu boyarmaddenin kimyasal yapısı Şekil 14.' de, özellikleri Tablo 20.' de verilmiştir.



Şekil 14. Acid Black 63 boyarmaddesinin kimyasal yapısı

Tablo 20. Acid Black 63 boyarmaddesinin özellikleri

C.I. Acid Black 63	
<b>KİMYASAL SINIFI</b>	MONOAZO
<b>KONSTITÜSYON NO:</b>	12195
<b>MATERYAL</b>	
<b>RENK TONU</b>	Siyah Hafifçe kırmızı
<b>Tungsten</b>	
<b>BOYAMA</b>	
<b>Metod</b>	
<b>Başka fiber leri boyama</b>	Naylon
<b>Viskon</b>	-
<b>Yün</b>	-
<b>BASKI- Fiksaj</b>	Naylon üzerine direk
<b>Aşınabilirlik</b>	
<b>HASLIKLAR</b>	ISO
<b>Test Metodu</b>	5
<b>Alkali</b>	5
<b>Karbonlama</b>	5
<b>Klorlama-Alterasyon</b>	-
<b>Yüne yapışma</b>	4-5
<b>Işık</b>	
<b>Açık</b>	-
<b>Orta</b>	7
<b>Koyu</b>	-
<b>İşlenme,</b>	<b>Alkali - değişim</b>
	<b>Yüne bağlanma</b>
	4-5
<b>İşlenme,</b>	<b>Asit - değişim</b>
	<b>Yüne bağlanma</b>
	4
	3
<b>Peroxit ile ağartma – değişim</b>	3-4
<b>Yüne bağlanma</b>	-
<b>Terleme</b>	4
<b>Dikerek -</b>	<b>değişim</b>
	<b>Yüne bağlanma</b>
	5
	2-3
<b>Deniz suyu – değişim</b>	5
<b>Yüne bağlanma</b>	5
<b>Stoving</b>	5
<b>Yıkama -</b>	<b>değişim</b>
	<b>Yüne bağlanma</b>
	5
	4-5
<b>Diğer Özellikleri</b>	

### 3.1.5. Metodun uygulanması için gerekli malzeme ve cihazlar

#### 3.1.5.1 Kimyasal maddeler

- *Umu* -Test kit (JIMRO)
- D-glukoz 6-fosfat (Merck)
- $\beta$ -NADP (Sodyum tuzu) (Merck)
- D-biyotin (Merck)
- Ampisilin trihidrat (Merck)
- Dimetilsülfoksit (Merck)
- L-Histidin-HCL monohidrat (Merck)
- Bacto-yeast ekstrakt (Oxoid)
- Bacto Agar (Oxoid)
- Bacto tryptone (Oxoid)
- Nutrient broth (Oxoid)
- O-Nitrophenil-  $\beta$ -D-galactopyranoside (ONPG) (JIMRO)
- 2 Aminoantrasen (2AA) (JIMRO)
- Furilfuramid (AF-2) (JIMRO)

#### 3.1.5.2 Besi Ortamları Çözeltiler ve Tamponlar

**Vogel-Bonner-E ortamı (50x VB tuzları):** Minimal Agar için hazırlandı

Distile su	670 ml
Magnezyum sülfat	10 g
Sitrik asit Monohidrat	100 g
Potasyum fosfat	500 g
Sodyum Amonyum fosfat	175 g

#### **0,5 mM histidin/biyotin çözeltisi**

D. Biyotin ( M.A : 247,3)	30,9 mg
L.Histidin-HCL (M.A: 191,7)	24 mg
Distile su	250 ml

**Ampisilin çözeltisi ( 8 mg/ml ):** Suşların ampisiline dirençlilik özelliğinin kontrolü için kullanıldı..

Ampisilin trihidrat	0,8 g
Sodyum Hidroksit (0,02 N)	100 ml

**Kristal viyole çözeltisi (%0,1 'lik):** rfa mutasyonunun kontrolünde kullanıldı.

Kristal viyole	0,1 g
Distile su	100 ml

**Minimal Glukoz Agarlı ortam (MGA):**

Agar	15 g
Distile su	880 ml
50x VB tuz çözeltisi	20 ml
Glukoz (%20 'lik)	100 ml

**Histidin / Biyotin / ampisilin katı ortam:** R faktörü taşıyan suşların dirençliliklerinin kontrolünde kullanıldı.

Agar	15 g
Distile su	860 ml
50x VB tuzları (minimal tuzlar)	20 ml
%20 ' lik glukoz	100 ml
Steril histidin HCL H <sub>2</sub> O (%0,5)	10 ml
Steril 0,5 mM biyotin	6 ml
Steril ampisilin çözeltisi	3,15 ml

**Nutrient broth:** Bakterileri üretmek amacıyla kullanıldı.

Oxoid nutriant broth No: 2	25 g
Distile su	1000 ml

**Nutrient Agarlı Ortam:** Test suşlarının kristal viyole ve UV ' ye duyarlılık özelliklerinin test edilmesi sitotoksik etkinin belirlenmesinde kullanıldı.

Oxoid broth No:2	25 g
Difco Bacto agar	15 g
Distile su	1000 ml

**TGA Kültür Ortamı:** Test suşlarının ekimi öncesi ve liyofilizeden çözmek için kullanıldı (JIMRO, Japonya).

### 3.1.5.3 Test için gerekli cihazlar

- Spektrofotometre (Shimadzu-uv1208)
- Hassas Terazı (Shimadzu-libror-aeg-120)
- Derin dondurucu (Uğur)
- İnkübatör (Heraeus)
- Buhar sterilizatörü (Erna)
- Distile su cihazı
- Çalkalayıcı su banyosu (Nüve-st-402)
- Çekerocak
- Karıştırmalı ısıtıcı (Elektomag)
- Pipet yıkama cihazı
- Vorteks (Elektromag)
- Otomatik pipet
- Pipetler
- Öze
- Bunzenbeki
- Pipet uçları

## 3.2. Metod

### 3.2.1. Bakteri suşunun deney için hazırlanması

*Salmonella thyphimurium* TA1535/pSK1002 suşu, *Umu*-test kiti içinde 1 ml hacimde liyofilize halde bulunmaktadır. Bakteri suşu, çalışmaya başlamadan saklama şartı olan  $-20^{\circ}\text{C}$  ' dan 6 saat önce çıkartıldı. Üzerine 2 ml TGA (JIMRO, Japonya) ortamı eklendi. 3 saat  $37^{\circ}\text{C}$  ' de bekletildi. Bakteri kültüründen 100  $\mu\text{l}$  alındı ve 10 ml Nutrient Broth' a ekim yapıldı. 18 saat  $37^{\circ}\text{C}$  ' de bırakıldı. Bekleme sonrası bakterinin absorbansı 0,06' ya ( $\text{OD}_{600}$ ) ayarlandı (Yamamoto, v.d., 2001). Bakteri suşu stok amaçlı olarak 2ml TGA içerisine 100  $\mu\text{l}$  ekilerek 3 saat  $37^{\circ}\text{C}$  ' de bekletildi ve DMSO (10 %) eklenerek  $-20^{\circ}\text{C}$  ' ye konuldu.

Absorbansı 0,06' ya ( $\text{OD}_{600}$ ) ayarlanan *Salmonella thyphimurium* TA1535/pSK1002 suşunun gecelik kültüründen alınan örnekler kullanılarak üzerinde bulunan genetik özellikler kontrol edildi (Yamamoto v.d., 2001).

### 3.2.2. Test sisteminde kullanılacak suşun genetik özelliklerinin kontrolü

*Umu*-test sisteminin güvenilirliği açısından test suşlarının orijinal mutasyonlara sahip olup olmadıklarının kontrolü yapıldı.

#### 3.2.2.1. Histidin gereksinimi

Test suşlarının  $\text{his}^{-}$  (histidin sentezi yapamama) özelliği, suşların MGA plaklarına ekimleri yoluyla kontrol edildi. Tüm test suşları  $\text{uvrB}$  delesyonu nedeniyle histidine ek olarak biyotine de gereksinim duymaktadır. Suşlar, histidin/biyotin içeren ve sadece biyotin içeren histidinsiz minimal glukoz agarlı plaklara ekildi. Suşların histidin varlığında üreyip, histidin yokluğunda üreyememeleri,  $\text{his}^{-}$  karakterini doğrulamaktadır (Maron ve Ames, 1983).



### **3.2.2.2. R faktörünün kontrolü**

Önceden his<sup>-</sup> karakteri doğrulanan koloniler, ampisiline dirençlilikleri açısından test edildi. Bu işlem için histidin / biyotin / ampisilin içeren glukoz agarlı plaklar hazırlandı. R faktörü test edilecek suşların ekimi yapıldı. Bu plaklarda bakteri üremesi R faktörünün olduğunu ispat etti (Mc Cann v.d., 1975).

### **3.2.2.3. rfa mutasyonunun kontrolü**

Test suşlarının gecelik kültürlerinden alınan 0,1 ml ' lik örneklerin, Nutrient agarlı plaklara ekimi yapıldı. Filtre kağıdından hazırlanmış disklere 10 µl kristal viole çözeltisi (1 mg/ml) emdirildi ve plakların ortasına yerleştirildi. Plaklar 12 saat 37 °C 'de bırakıldıktan sonra diskin etrafında şeffaf bölge oluşması gözlemlendi. Diskin çevresinde oluşan şeffaf bölge; büyük bir molekül olan kristal violenin bakteri içerisine girmesine izin veren rfa mutasyonu varlığını ispat etmiştir (Ames v.d., 1973).

### **3.2.2.4. uvrB mutasyonunun kontrolü**

Bu mutasyonun varlığı ultraviyole ışınlar duyarlılık testi ile kontrol edilir. Test suşlarının gecelik kültürlerinden öze ile alınan örnekler, Nutrient agarlı plaklara tek koloni şeklinde ekildi. 37 °C' de 12 saat bekledikten sonra üreyen tek koloniler, öze yardımıyla alınarak Nutrient agarlı iki plağa çizgi yöntemiyle ekildi. Bunlardan bir tanesi kontrol grubudur. Diğeri ise kapağı açık bir şekilde 15 watt' lık germisidal UV lambası altında 33 cm uzaklıktan 8 saniye ışınlandı. Her iki plakta 12 saat 37 °C'de beklemeye bırakıldı. uvrB delesyonu taşıyan suşların kontrol plakda üremesi, UV ile ışınlanmış plaklarda ürememesi, uvrB mutasyonunun varlığını ispat etmiştir (Ames v.d., 1973).

### **3.2.2.5. SOS kromotest için umuC<sub>2</sub>==lacZ bileşik geninin aktifliğinin kontrolü**

37 °C' de 12 saat bekletilen bakteri kültüründen 0,1 ml alınarak, içerisinde MGA bulunan petriye homojen şekilde yayıldı. Petrinin ortasına 10 µl ONPG (10 mg/ml) nokta

şeklinde damlatıldı. 37 °C' de 12 saat bekletildikten sonra, şeffaf bölge çevresinde mavi bir halka gözlemlendi. Bu halkanın varlığı umuC==lacZ bileşik geninin aktifliğini göstermiştir (Oda v.d., 1985).

### **3.2.2.6. Örneklerin sitotoksitelerinin araştırılması**

Genotoksiteleri araştırılacak olan örneklerin farklı konsantrasyonlarından 10 µl alınarak kuyucuklara konuldu. Absorbansı 0,06' ya (OD<sub>600</sub>) ayarlanan bakteri kültüründen 100 µl eklendi. 2 saat 37 °C' de bekletildi. Bekleme sonrası 100 µl ONPG ilave edildi ve 2. kez 1 saat 37 °C' de beklemeye bırakıldı. Reaksiyonu durdurmak için 100 µl DMSO eklendi. 620 nm' de absorbans ölçüldü. Negatif kontrol grubuyla karşılaştırıldı (Yamamoto v.d., 2001). Sitotoksik olmayan en yüksek konsantrasyon olarak 400 µg/ml belirlendi.

## **3.3. Deney Prosedürünün Hazırlanması**

### **3.3.1. Bakterinin hazırlanması**

*Salmonella thyphimurium* TA1535/pSK1002 suşunun gecelik kültüründen alınan 2 ml lik örneğin absorbansına bakıldı. Absorbans 0,06' ya (OD<sub>600</sub>) ayarlandı (Yamamoto, v.d, 2001). Test numuneleri, pozitif ve negatif kontroller için, 2 ayrı siteril tüp alındı ve her bir tüp içerisine 3'er ml bakteri kültürü konuldu. Bu tüplerden birincisine 0,3 ml S-9 rat karaciğer enzim fraksiyonu eklendi. Diğer tüpe bir şey eklenmedi. S-9 fraksiyonu eklenen tüp içerisindeki bakteriler, test örnekleri, 2-Aminoantrasen (pozitif kontrol) ve negatif kontrollerden bir tanesi için kullanıldı. Böylece boyarmaddelerin metabolik aktivite sonrası mutajeniteye sahip olup olmadıkları belirlendi. İkinci tüpteki bakteriler ise test örnekleri, furilfuramid (pozitif kontrol) ve negatif kontrol için kullanılarak boyarmaddelerin metabolize olmadan önce mutajeniteye sahip olup olmadıklarını belirlemek için kullanıldı (Yamamoto v.d., 2001).

### **3.3.2. Pozitif ve negatif kontrollerin hazırlanması**

Pozitif kontroller için 2-Aminoantrasen (2AA) ve Furilfuramid (AF-2) kullanıldı. Bu maddeler kit içerisinde 1' er ml hacimde bulunmaktadır. 2-Aminoantrasen 300 µg/ml, Furilfuramid ise 9 µg/ml miktarlarda bulunmaktadır (Yamamoto v.d., 2001).

Pozitif kontroller dilüsyon yöntemi ile DMSO kullanılarak seyreltildi. 2-aminoantrasenin 10 µg/ml, 5 µg/ml ve 1 µg/ml çözeltileri hazırlandı. Furilfuramidin ise 100 ng/ml, 50 ng/ml ve 10 ng/ml çözeltileri hazırlandı. 2-Aminoantrasen, metabolik aktivitenin belirlenmesinde pozitif kontrol olarak kullanıldı. Furilfuramid ise metabolik olmayan aktivitede pozitif kontrol olarak kullanıldı. Negatif kontrol olarak distile su içerisine %10' luk DMSO ilave edilerek kullanıldı (Yamamoto v.d., 2001).

### **3.3.3. Boyarmaddelerin farklı konsantrasyonlarının test için hazırlanması**

Boyarmadde numunelerinden reaktif, direkt ve dispers olanlar İteks A.Ş' den asit boyarmaddeler ise İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Bölümünden temin edildi.

Umu-testte kullanılacak test örneklerinin ve kontrollerin miktarı 10 µl' dir. Bu sebeple boyarmaddelerin farklı konsantrasyonları hazırlanırken 100 ml hacimler kullanılarak hata payı azaltılmaya çalışıldı.

100 ml hacimdeki distile su dolu kaplara, hassas terazi ile tartılan boyarmaddelerden 40 mg eklendi ve iyice karıştırıldı. Otoklavda 121 °C' de 20 dakika steril edildi. 15 ml' lik hacimdeki steril tüpler içerisine 10 ml konuldu. Böylece birinci basamak olan 400 µg/ml' lik konsantrasyon elde edildi.

Diğer konsantrasyonlar 400 µg/ml' lik konsantrasyon kullanılarak elde edildi. Steril tüplerden birincisine 7 ml, ikincisine 9 ml ve üçüncüsüne de 9 ml distile su konuldu. 400 µg/ml' lik konsantrasyondan 3ml hacim alınarak birinci tüpe eklendi ve 120 µg/ml' lik konsantrasyon sağlandı. İkinci tüpe ise 400 µg/ml' lik konsantrasyondan 1 ml eklendi ve 40 µg/ml' lik konsantrasyon sağlandı. Üçüncü tüpe ise ikinci tüpten 1 ml hacim alınarak eklendi ve 4 µg/ml' lik konsantrasyon sağlandı.

### 3.3.4. S-9 rat karaciğer enzimlerinin hazırlanması

S-9 rat karaciğer enzimleri fraksiyonu hazır olarak temin edildi (JIMRO, Japonya).

### 3.3.5. Deney prosedürünün uygulanması

Daha önceden genetik özellikleri kontrol edilen bakteri kültüründen alınan örnek gecelik üremeye bırakıldı. Bakteri süşunun absorbanısı 0,06 (OD<sub>600</sub>) ayarlandı. 3 ml hacimde iki farklı tüp içerisinde S-9 fraksiyonlu ve sade şekilde bakteri alındı. Bu bakteriler Umu-testte kullanılan bakterilerdir.

Pozitif ve negatif kontroller 3.3.2.' de anlatıldığı şekilde, farklı konsantrasyonlarda hazırlandı.

*Umu*-test için 96 kuyulu, steril tek kullanımlık kuyucuk tabağı alındı. Kuyuların A1-A5 arası S-9 fraksiyonu için metabolik aktivitede bir boyarmaddenin mutajenitesini, A6-A10 arası metabolik aktivite olmayan ortamda mutajeniteyi belirlemek için belirlendi. Böylece 20 farklı boyarmaddenin bir konsantrasyonu için kuyucuklar tespit edildi. Diğer kuyucuklara ise pozitif ve negatif kontroller için yer belirlemesi yapıldı.

Belirlenen kuyucuklara önce 10 µl boyarmaddelerden, pozitif ve negatif kontrollerden konuldu. Her kuyucuğa absorbanısı 0,06 (OD<sub>600</sub>) ayarlanan bakteriden 100 µl eklendi. Bakteri eklenen boyarmaddeler 2 saat 37 °C' de bekletildi. Bekleme sonrası çıkartılan bakteri-test karışımı üzerine 100 µl O-Nitrophenil-β-D-galactopyranoside ilave edildi. Tekrar 1 saat 37 °C' de ikinci defa bırakıldı. İkinci beklemeden sonra her kuyucuğa 100 µl DMSO ilave edildi. DMSO sayesinde enzimatik reaksiyon durduruldu. Absorbans ölçümü 620 nm' de yapıldı. Testten elde edilen karışımın hacmi 310 µl oldu.

### 3.3.6. Absorbans ölçümü

*Umu*-testten elde edilen karışımın hacmi 310 µl olduğundan sağlıklı ölçüm yapılabilmesi için hacim 2 ml' ye tamamlandı. Spektrofotometre kuyucuklarına 1,69 ml distile su konuldu. 310 µl' lik karışım da bunun üzerine eklendi. Toplam hacim 2 ml' ye tamamlandı. Her bir karışımın absorbansı 620 nm' de okundu ve kaydedildi. *Umu*-test her bir boyarmaddenin belirtilen konsantrasyonları için bir hafta ara ile 3 kere tekrarlandı ve ortalama değerleri alındı.

### 3.3.7. Sonuçların değerlendirilmesi

Sonuçların değerlendirilmesi için test maddelerinin uygulandığı kuyucuklardaki β-galaktosidase aktivitesi spektrofotometrede 620 nm' de ölçüldü. Diğer taraftan negatif kontrol kuyucuklarındaki β-galaktosidaz aktivitesi de 620 nm' de ölçüldü. Elde edilen absorbans değerleri arasında karşılaştırma yapıldı. Test maddelerinden elde edilen absorbans değerlerin ortalamaları ve standart hataları h SPSS istatistiki analiz programıyla hesaplandı. Aynı işlem pozitif ve negatif kontroller için de gerçekleştirildi. Sonuçların sağlıklı olması açısından, bir boyarmaddeye belli bir konsantrasyonda mutajendir diyebilmek için o maddenin o konsantrasyondaki absorbansının; a) negatif kontrolün absorbansının en az iki katı büyüklükte olması, b) pozitif kontrollerin absorbans değerlerine göre anlam ifade etmesi gerekmektedir (Yamamoto v.d., 2001).

## **4. BULGULAR**

### **4.1. Test Sisteminde Kullanılacak Suşların Genetik Özelliklerinin Kontrol Bulguları**

#### **4.1.1. Histidin gereksinimi bulguları**

MGA plaklarına ekimi yapılan bakteriler *uvrB* delesyonu nedeniyle histidin/biyotin içeren plaklarda üredi. Sadece biyotin içeren fakat histidin içermeyen plaklarda üremedi.

#### **4.1.2. R faktörü kontrolünün bulguları**

Histidin/biyotin/ampisilin içeren plaklara ekimi yapılan bakterinin ürediği gözlenmiştir.

#### **4.1.3. *rfa* Mutasyonu kontrolünün bulguları**

Disk şeklindeki filtre kağıtlarına emdirilen kristal viole çözeltisi, Nutrient agarlı plaklara ekilen bakterinin ortasına yerleştirildi. Diskin etrafında şeffaf bir zon görüldü. Bu da kristal violenin bakteri içerisine girdiğini göstermiş oldu.

#### **4.1.4. *uvrB* mutasyonu kontrolünün bulguları**

Nutrient agarlı plaklardaki bakterilerden, 33 cm uzaktan 8 saniye UV lambası altında bekletilenler üreme göstermiştir. Kontrol grubunda ise üreme görülmemiştir.

#### **4.1.5. *umuC* == *lacZ* füzyonunun indüklenebilirliğini kontrolü bulguları**

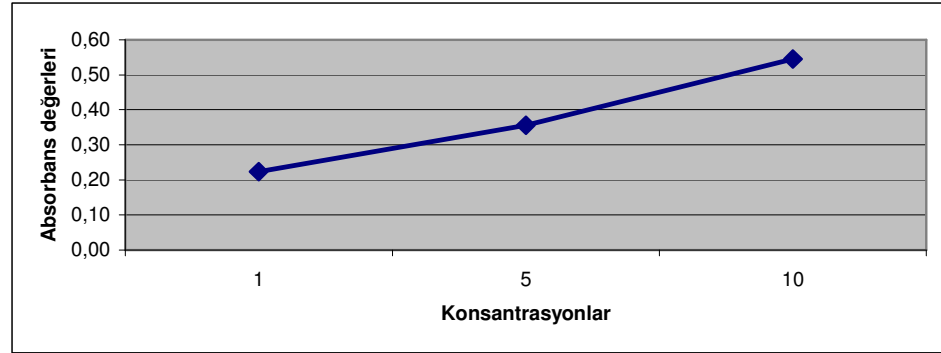
Üzerine ONPG damlatılan bakteriler gecelik üremeye bırakıldı ve çevresinde mavi bir inhibisyon zonu gözlemlendi.

#### 4.1.6. Pozitif ve negatif kontrollerin bulguları

Umu-test sonuçlarının karşılaştırılacağı pozitif ve negatif kontrollerin sonuçları Tablo 21.' de verilmiştir. 2-Aminoantrasen' in konsantrasyona bağlı absorbands değerleri Şekil 15.' de, furylfuramid' in konsantrasyona bağlı absorbands değerleri Şekil 16.' da verilmiştir.

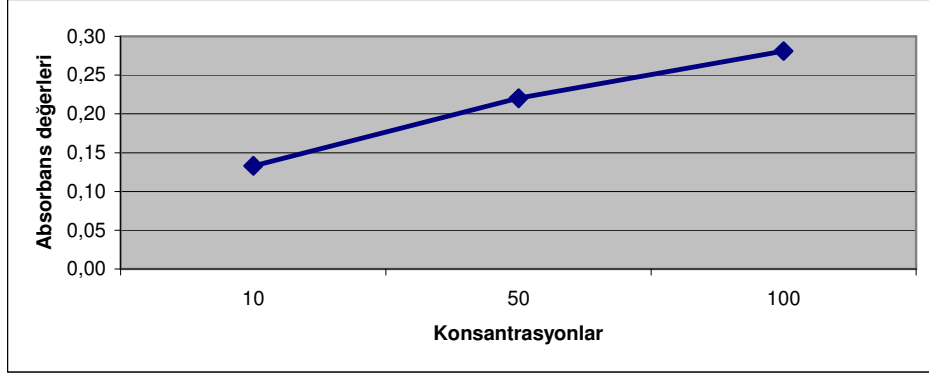
Tablo 21. Pozitif ve negatif kontrollerin absorbands değerleri

Kontrol maddeleri	Test miktarı (µl)	Konsantrasyon	Absorbans Değerleri (OD <sub>620</sub> )			
			S-9 (+)	K*S-9 (+) X ±SD	S-9(-)	K*S-9 (-) X ±SD
2-Aminoantrasen	10	10 µg/ml	0,085	0,545 ± 0,036	-	-
	10	5 µg/ml	0,055	0,355 ± 0,028	-	-
	10	1 µg/ml	0,035	0,223 ± 0,016	-	-
Furylfuramid	10	100 ng/ml	-	-	0,044	0,281 ± 0,015
	10	50 ng/ml	-	-	0,039	0,220 ± 0,023
	10	10 ng/ml	-	-	0,021	0,133 ± 0,012
Distile Su+DMSO	10		0,019	0,122 ± 0,006	0,020	0,127 ± 0,005



Şekil 15. 2- Aminoantrasen' in konsantrasyona bağlı absorbands değerleri

- \* K : Sulandırma katsayısı = 6,451  
\*\* X : Absorbans değerlerinin ortalaması  
\*\*\* SD : Standart sapma



Şekil 16. Furfurylamid' in konsantrasyona bağlı absorbans değerleri

S-9(-)

## 4.2. *Umu* -Test Bulguları

### 4.2.1. Reaktif boyarmaddelerinin *Umu*-test bulguları

Reaktif boyarmaddelerinin konsantrasyonlara bağlı metabolik ve metabolik olmayan *Umu*-test bulgularının absorbans değerleri (OD<sub>620</sub>) Tablo 22.' de verilmiştir. Bu bulgulara bağlı olarak; Reactive Blue 19 boyarmaddesinin hiç bir konsantrasyonda karaciğer enzimleri ile muamele edildiğinde ve edilmediğinde mutajen etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir. Reactive Blue 19 boyarmaddesinin absorbans değerlerini gösteren grafik Şekil 17.' de verilmiştir. Reactive Yellow 84 boyarmaddesi karaciğer enzimleri ile metabolize olmadığı durumda mutajen etkiye sahip değildir. Ancak metabolize olduğunda, 400 µg/ml konsantrasyonda mutajen etkisininin olduğu belirlenmiştir. Daha dşuk konsantrasyonlarda mutajenik etki görülmemiştir. Reactive Yellow 84 boyarmaddesinin absorbans değerlerini gösteren grafik Şekil 18.' de verilmiştir. Reactive Black 5 boyarmaddesi karaciğer enzimleri ile metabolize olmadığı durumda 400 µg/ml konsantrasyonda mutajen etkiye sahip olduğu, metabolize olduğu durumda da aynı konsantrasyonda mutajen etkisini devam ettirdiği belirlenmiştir. Diğer konsantrasyonlarda bu etkiye rastlanmamıştır.



Reactive Black 5 boyarmaddesinin absorbans değerlerini gösteren grafik Şekil 19.’ de verilmiştir. Reactive Red 141 boyarmaddesi metabolik ve metabolik olmayan durumlarda mutajen değildir. Reactive Red 141 boyarmaddesinin absorbans değerlerini gösteren grafik Şekil 20.’ de verilmiştir. Reactive Red 120 boyarmaddesi metabolik ve metabolik olmayan durumlarda mutajen değildir. Reactive Red 120 boyarmaddesinin absorbans değerlerini gösteren grafik Şekil 21.’ de verilmiştir.

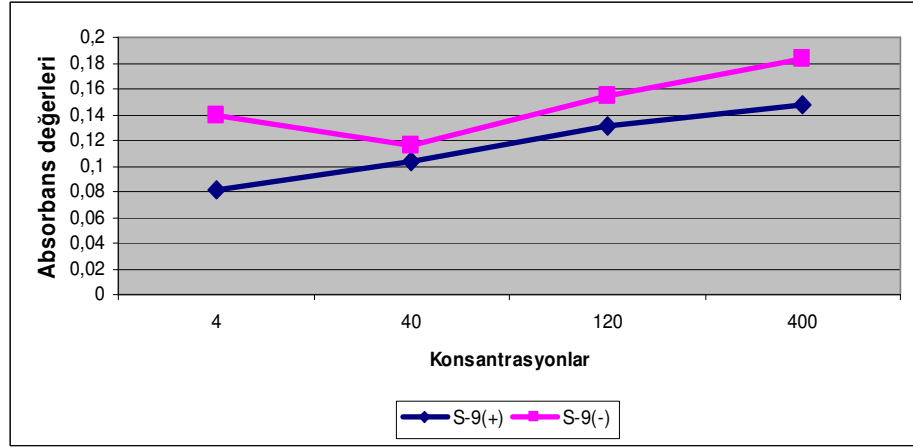
Reaktive Yellow 84 boyarmaddesinin S-9 enzimleri varlığında absorbans değeri 400  $\mu\text{g/ml}$ ’ de  $0,270 \pm 0,025(\text{SD})$  olarak belirlenmiştir. Negatif kontrolün S-9 enzimleri varlığında absorbans değeri  $0,122 \pm 0,006(\text{SD})$ ’ dir. Reaktive Yellow 84 boyarmaddesinin bu absorbans değeri ayrıca S-9 enzimi varlığını ifade eden 2-Aminoantrasen pozitif kontrolünün absorbans üst değeri olan  $0,545 \pm 0,036(\text{SD})$  ve alt değeri olan  $0,223 \pm 0,016(\text{SD})$  arasında yer almaktadır. Bu sebeplerle Reaktive Yellow 84 S-9 enzimleri varlığında 400  $\mu\text{g/ml}$  konsantrasyonda mutajendir.

Reaktive Black 5 boyarmaddesi S-9 enzimleri varlığında 400  $\mu\text{g/ml}$  konsantrasyonda absorbans değeri  $0,286 \pm 0,011(\text{SD})$  olarak belirlenmiştir. Bu değer negatif kontrolün absorbans değerinin iki katından daha yüksek bir değeri göstermektedir. Ayrıca Pozitif kontrolün absorbans değerleri arasında yer almıŐtır. Bu sebeplerle, Reaktive Black 5 boyarmaddesi S-9 enzimleri varlığında 400  $\mu\text{g/ml}$  konsantrasyonda mutajendir.

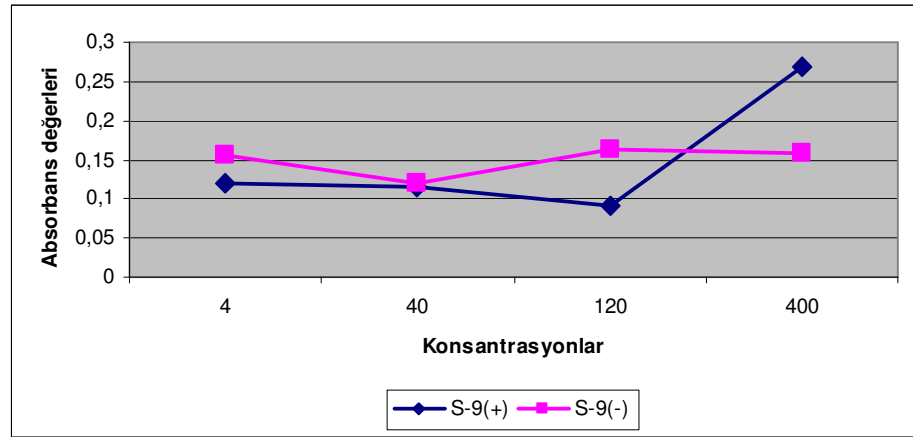
Reaktive Black 5 boyarmaddesi S-9 enzimleri yokluğunda 400  $\mu\text{g/ml}$  konsantrasyonda absorbans değeri  $0,652 \pm 0,032(\text{SD})$  olarak belirlenmiştir. Bu değer gerek negatif kontrolün ve gerekse pozitif kontrol olan Furylfuramid’ in absorbans değerlerinden çok yüksek bir değeri göstermektedir. Reaktive Black 5 boyarmaddesi S-9 enzimleri yokluğunda 400  $\mu\text{g/ml}$  konsantrasyonda mutajendir.

Tablo 22. Reaktif boyarmaddelerinin *Umu*-test bulguları

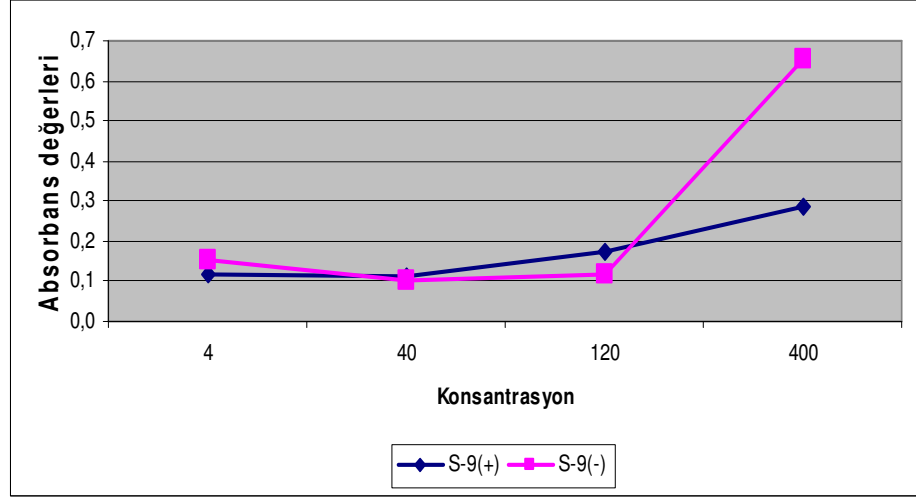
Reaktif Boyarmaddeler	Konsant-rasyon ( $\mu\text{g/ml}$ )	Absorbans Değerleri ( $\text{OD}_{620}$ )			
		S-9(+)	K* S-9 (+)	S-9 (-)	K* S-9 (-)
			X $\pm$ SD		X $\pm$ SD
<b>Reactive Blue 19</b>	400	0,023	0,148 $\pm$ 0,010	0,028	0,183 $\pm$ 0,017
	120	0,020	0,131 $\pm$ 0,007	0,024	0,155 $\pm$ 0,009
	40	0,016	0,104 $\pm$ 0,009	0,018	0,116 $\pm$ 0,007
	4	0,013	0,081 $\pm$ 0,006	0,022	0,14 $\pm$ 0,017
<b>Reactive Yellow 84</b>	400	0,042	0,270 $\pm$ 0,025	0,024	0,158 $\pm$ 0,026
	120	0,014	0,091 $\pm$ 0,025	0,025	0,164 $\pm$ 0,043
	40	0,018	0,116 $\pm$ 0,023	0,018	0,119 $\pm$ 0,008
	4	0,018	0,119 $\pm$ 0,025	0,024	0,155 $\pm$ 0,055
<b>Reactive Black 5</b>	400	0,044	0,286 $\pm$ 0,011	0,101	0,652 $\pm$ 0,032
	120	0,027	0,174 $\pm$ 0,013	0,018	0,116 $\pm$ 0,016
	40	0,017	0,112 $\pm$ 0,011	0,016	0,103 $\pm$ 0,018
	4	0,018	0,116 $\pm$ 0,011	0,024	0,153 $\pm$ 0,010
<b>Reactive Red 141</b>	400	0,016	0,103 $\pm$ 0,021	0,026	0,170 $\pm$ 0,029
	120	0,019	0,122 $\pm$ 0,017	0,027	0,177 $\pm$ 0,028
	40	0,009	0,058 $\pm$ 0,04	0,009	0,058 $\pm$ 0,046
	4	0,015	0,096 $\pm$ 0,023	0,017	0,111 $\pm$ 0,013
<b>Reactive Red 120</b>	400	0,026	0,170 $\pm$ 0,019	0,013	0,084 $\pm$ 0,03
	120	0,024	0,158 $\pm$ 0,031	0,016	0,104 $\pm$ 0,034
	40	0,013	0,083 $\pm$ 0,015	0,017	0,110 $\pm$ 0,009
	4	0,015	0,099 $\pm$ 0,024	0,009	0,058 $\pm$ 0,034
<b>2- Aminoantrasen</b>	10	0,085	0,545 $\pm$ 0,036	-	-
	5	0,055	0,355 $\pm$ 0,028	-	-
	1	0,035	0,223 $\pm$ 0,016	-	-
<b>Furylfuramid</b>	100 ng/ml	-	-	0,044	0,281 $\pm$ 0,015
	50 ng/ml	-	-	0,034	0,220 $\pm$ 0,023
	10 ng/ml	-	-	0,021	0,133 $\pm$ 0,012
<b>Distile Su+DMSO</b>	10 ml	0,019	0,122 $\pm$ 0,006	0,020	0,127 $\pm$ 0,005



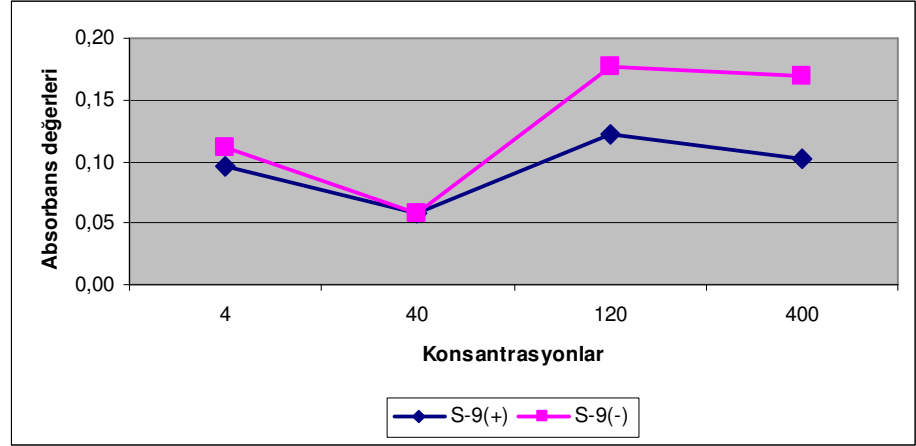
Şekil 17. Reactive Blue 19 boyarmaddesinin konsantrasyona bağlı absorbans değerleri



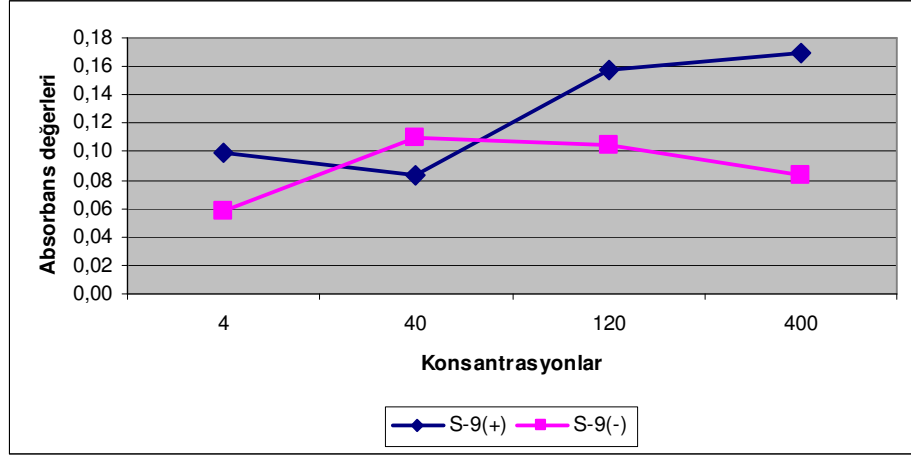
Şekil 18. Reactive Yellow 84 boyarmaddesinin konsantrasyona bağlı absorbans değerleri



Şekil 19. Reactive Black 5 boyarmaddesinin konsantrasyona bağlı absorbans değerleri



Şekil 20. Reactive Red 141 boyarmaddesinin konsantrasyona bağlı absorbans değerleri



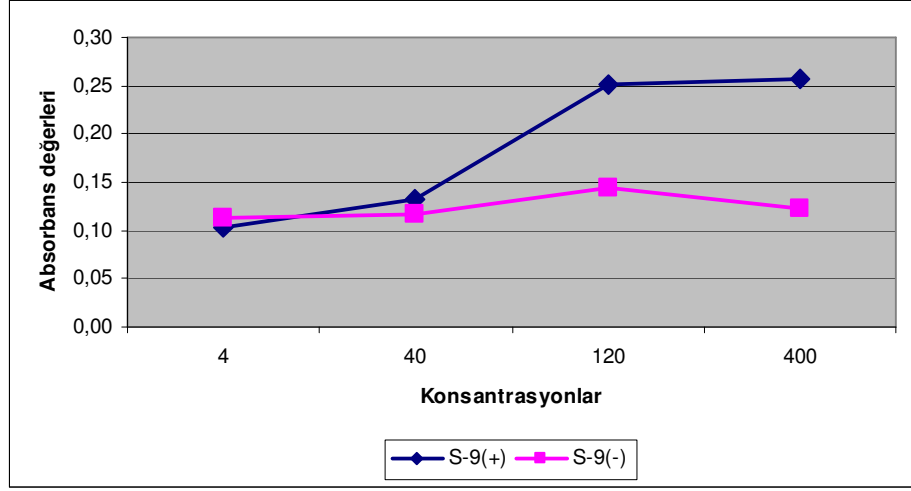
Şekil 21. Reactive Red 120 boyarmaddesinin konsantrasyona bağlı absorbans değerleri

#### 4.2.2. Dispers boyarmaddelerinin *Umu*-test bulguları

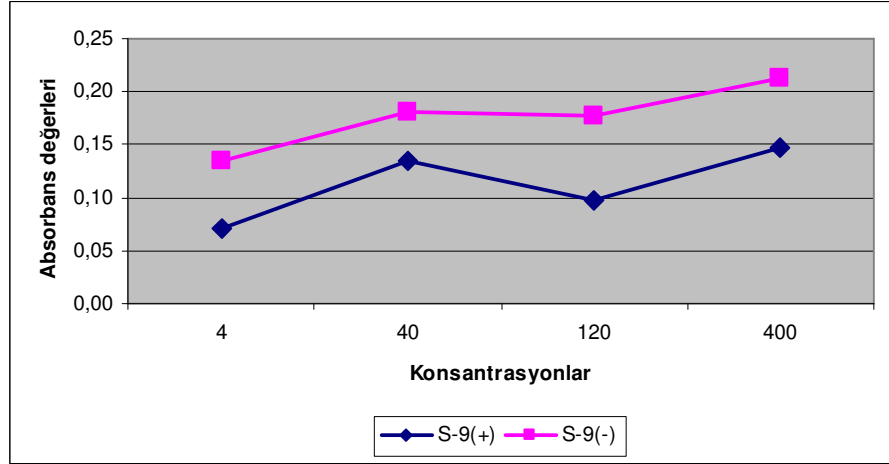
Dispers boyarmaddelerinin konsantrasyonlara bağlı metabolik ve metabolik olmayan *Umu*-test bulgularının absorbans değerleri ( $OD_{620}$ ) Tablo 23.' de verilmiştir. Bu bulgular doğrultusunda; Disperse Red 167 boyarmaddesi karaciğer enzimleri ile muamelesinde mutajen olmadığı gibi enzim muamelesinin olmadığı durumda da mutajen değildir. Disperse Red 167 boyarmaddesinin absorbans değerlerini gösteren grafik Şekil 22.' de verilmiştir. Disperse Blue 71 boyarmaddesinde de karaciğer enzimleri ile muamelesi öncesi ve sonrası mutajen etki tespit edilmemiştir. Disperse Blue 71 boyarmaddesinin absorbans değerlerini gösteren grafik Şekil 23.' de verilmiştir. Disperse Red 74 boyarmaddesinin metabolik ve metabolik olmayan durumlarda mutajen etkisi yoktur. Disperse Red 74 boyarmaddesinin absorbans değerlerini gösteren grafik Şekil 24.' de verilmiştir. Disperse Orange 30 boyarmaddesi metabolik ve metabolik olmayan durumlarda mutajen değildir. Disperse Orange 30 boyarmaddesinin absorbans değerlerini gösteren grafik Şekil 25.' de verilmiştir. Disperse Blue 60 boyarmaddesi metabolik ve metabolik olmayan durumlarda mutajen değildir. Disperse Blue 60 boyarmaddesinin absorbans değerlerini gösteren grafik Şekil 26.' da verilmiştir.

Tablo 23. Dispers boyarmaddelerinin *Umu*-test bulguları

Dispers Boyarmaddeler	Konsant-rasyon (µg/ml)	Absorbans Değerleri (OD <sub>620</sub> )			
		S-9 (+)	K* S-9 (+) X ±SD	S-9(-)	K* S-9 (-) X ±SD
<b>Disperse Red 167</b>	400	0,040	0,258 ± 0,009	0,019	0,122 ± 0,003
	120	0,039	0,251 ± 0,017	0,022	0,145 ± 0,027
	40	0,02	0,132 ± 0,028	0,018	0,116 ± 0,025
	4	0,016	0,103 ± 0,022	0,017	0,113 ± 0,016
<b>Disperse Blue 71</b>	400	0,023	0,148 ± 0,027	0,033	0,213 ± 0,021
	120	0,015	0,097 ± 0,024	0,027	0,177 ± 0,037
	40	0,021	0,135 ± 0,023	0,028	0,180 ± 0,029
	4	0,011	0,071 ± 0,034	0,021	0,135 ± 0,009
<b>Disperse Red 74</b>	400	0,032	0,206 ± 0,023	0,021	0,139 ± 0,02
	120	0,019	0,152 ± 0,018	0,025	0,164 ± 0,029
	40	0,021	0,126 ± 0,021	0,027	0,174 ± 0,019
	4	0,02	0,132 ± 0,017	0,021	0,135 ± 0,02
<b>Disperse Orange 30</b>	400	0,022	0,141 ± 0,012	0,017	0,113 ± 0,009
	120	0,023	0,148 ± 0,035	0,015	0,097 ± 0,037
	40	0,018	0,116 ± 0,017	0,009	0,058 ± 0,006
	4	0,010	0,064 ± 0,031	0,013	0,087 ± 0,016
<b>Disperse Blue 60</b>	400	0,022	0,141 ± 0,014	0,030	0,195 ± 0,006
	120	0,025	0,160 ± 0,015	0,024	0,155 ± 0,007
	40	0,018	0,115 ± 0,010	0,013	0,082 ± 0,006
	4	0,008	0,052 ± 0,013	0,022	0,131 ± 0,006
<b>2- Aminoantrasen</b>	10	0,085	0,545 ± 0,036	-	-
	5	0,055	0,355 ± 0,028	-	-
	1	0,035	0,223 ± 0,016	-	-
<b>Furylfuramid</b>	100 ng/ml	-	-	0,044	0,281 ± 0,015
	50 ng/ml	-	-	0,034	0,220 ± 0,023
	10 ng/ml	-	-	0,021	0,133 ± 0,012
<b>Distile Su+DMSO</b>	10 ml	0,019	0,122 ± 0,006	0,020	0,127 ± 0,005

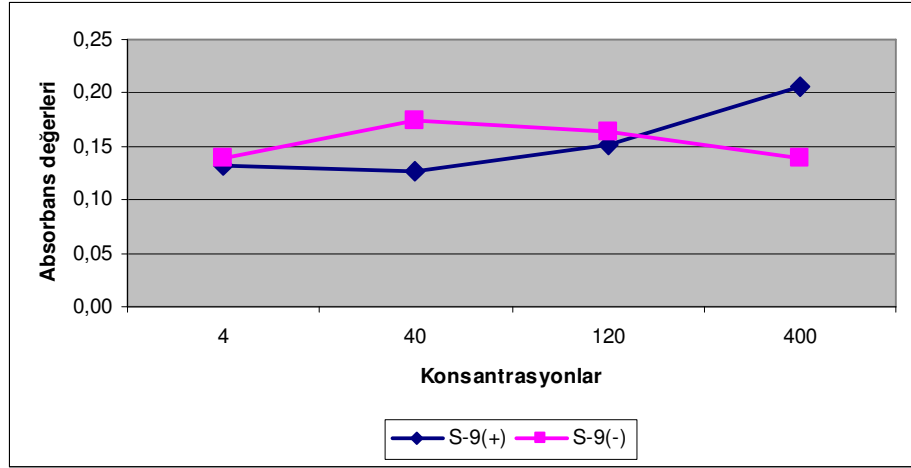


Şekil 22. Disperse Red 167 boyarmaddesinin konsantrasyona bağlı absorbans değerleri

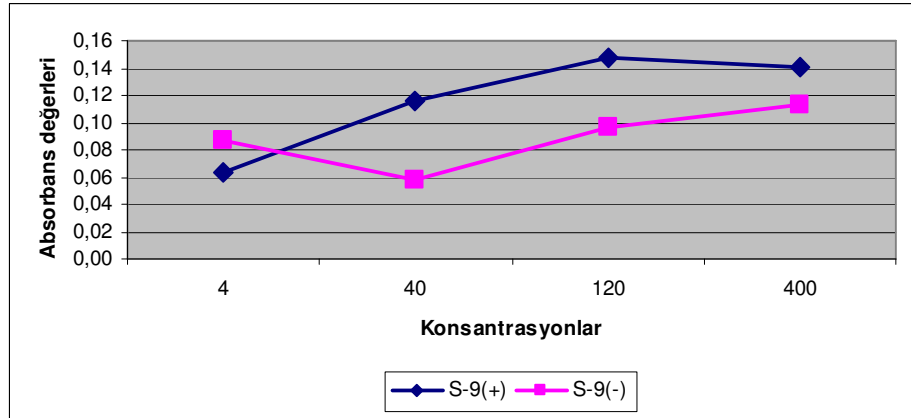


Şekil 23. Disperse Blue 71 boyarmaddesinin konsantrasyona bağlı absorbans değerleri

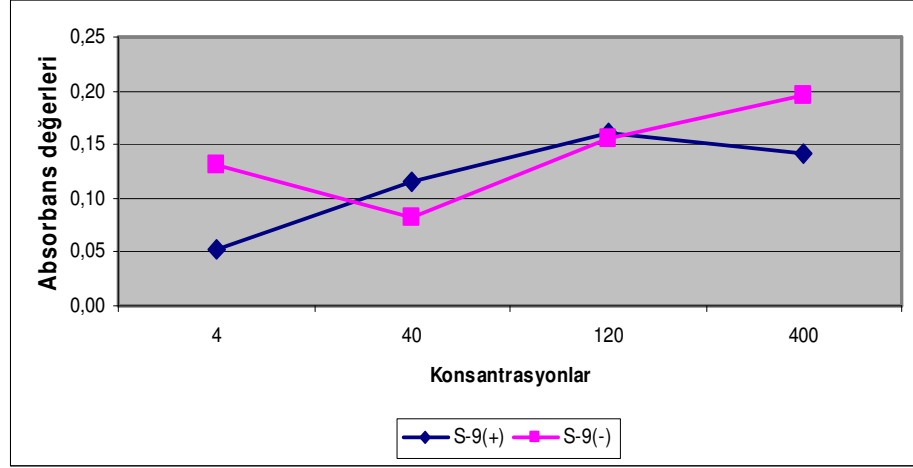




Şekil 24. Disperse Red 74 boyarmaddesinin konsantrasyona bağlı absorbans değerleri



Şekil 25. Disperse Orange 30 boyarmaddesinin konsantrasyona bağlı absorbans değerleri



Şekil 26. Disperse Blue 60 boyarmaddesinin konsantrasyona bağlı absorbans değerleri

### 4.2.3. Direkt boyarmaddelerinin *Umu*-test bulguları

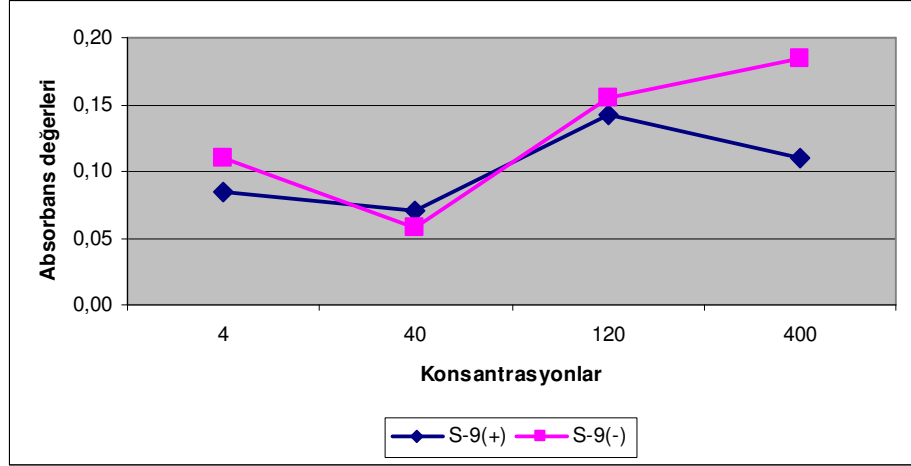
Direkt boyarmaddelerinin konsantrasyonlara bağlı metabolik ve metabolik olmayan *Umu*-test bulgularının absorbans değerleri (OD<sub>620</sub>) Tablo 24.' de verilmiştir. Bu bulgulara bağlı olarak; Direct Yellow 86 boyarmaddesi metabolik ve metabolik olmayan durumlarda mutajen değildir. Direct Yellow 86 boyarmaddesinin absorbans değerlerini gösteren grafik Şekil 27.' de verilmiştir. Direct Orange 39 boyarmaddesi metabolik ve metabolik olmayan durumlarda mutajen değildir. Direct Orange 39 boyarmaddesinin absorbans değerlerini gösteren grafik Şekil 28.' de verilmiştir. Direct Blue 200 boyarmaddesi metabolize olmadığı durumda 400 µg/ml konsantrasyonda mutajen etkiye sahiptir. Metabolize olduğunda da 400 µg/ml ve 120 µg/ml konsantrasyonlarda mutajen etkisini devam ettirdiği belirlenmiştir. Direct Blue 200 boyarmaddesinin absorbans değerlerini gösteren grafik Şekil 29.' da verilmiştir. Direct Yellow 142 boyarmaddesi metabolik ve metabolik olmayan durumlarda mutajen değildir. Direct Yellow 142 boyarmaddesinin absorbans değerlerini gösteren grafik Şekil 30.' da verilmiştir. Direct Red 243 boyarmaddesi metabolik ve metabolik olmayan durumlarda mutajen değildir. Direct Red 243 boyarmaddesinin absorbans değerlerini gösteren grafik Şekil 31.' de verilmiştir.

Direkt Blue 200 boyarmaddesinin S-9 enzimleri varlığında absorbans değeri 400 µg/ml konsantrasyonda  $0,665 \pm 0,017(\text{SD})$ , 120 µg/ml konsantrasyonda  $0,304 \pm 0,019(\text{SD})$  olarak belirlenmiştir. Negatif kontrolün S-9 enzimleri varlığında absorbans değeri  $0,122 \pm 0,006(\text{SD})$ ' dir. Direkt Blue 200 boyarmaddesinin bu absorbans değeri ayrıca S-9 enzimi varlığını ifade eden 2-Aminoantrasen pozitif kontrolünün absorbans üst değeri olan  $0,545 \pm 0,036(\text{SD})$ ' den daha yüksektir. Bu sebeplerle Direkt Blue 200 boyarmaddesi 400 µg/ml ve 120 µg/ml konsantrasyonlarda mutajendir.

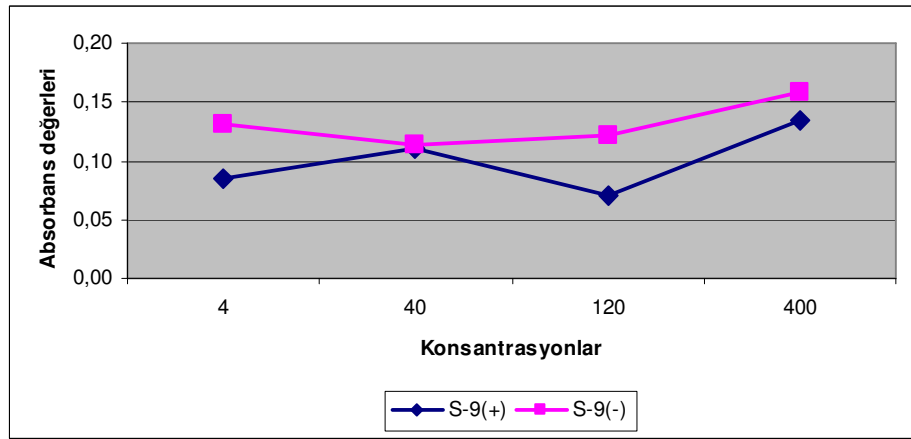
Direkt Blue 200 boyarmaddesinin S-9 enzimleri yokluğunda absorbans değeri 400 µg/ml konsantrasyonda  $0,926 \pm 0,065(\text{SD})$  olarak belirlenmiştir. Bu değer negatif kontrolün ve pozitif kontrol olan Furylfuramid' in absorbans değerlerinden çok yüksektir. Bu sebeple Direkt Blue 200 boyarmaddesinin S-9 enzimleri yokluğunda 400 µg/ml konsantrasyonda mutajendir.

Tablo 24. Direkt boyarmaddelerinin *Umu*-test bulguları

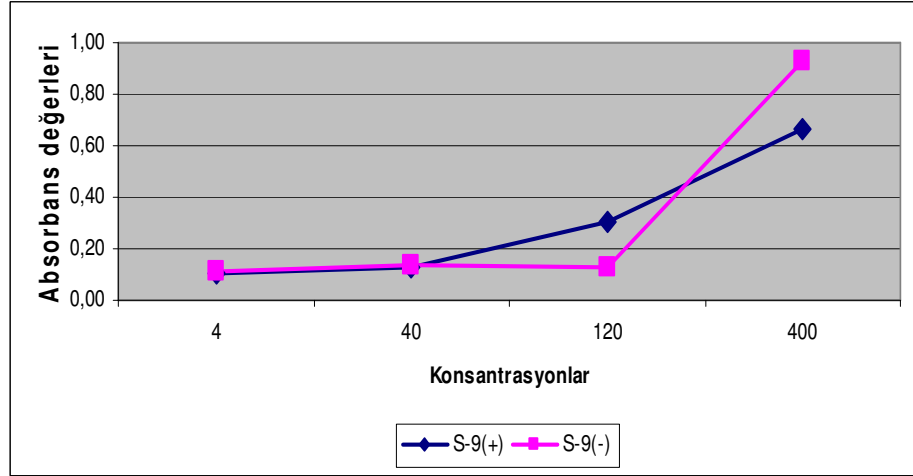
Direkt Boyarmaddeler	Konsant-rasyon (µg/ml)	Absorbans Değerleri (OD <sub>620</sub> )					
		S-(+)	K* S-9 (+)		S-9(-)	K* S-9 (-)	
			X	±SD		X	±SD
<b>Direct Yellow 86</b>	400	0,017	0,110 ± 0,017		0,028	0,184 ± 0,012	
	120	0,022	0,142 ± 0,014		0,024	0,155 ± 0,01	
	40	0,011	0,071 ± 0,019		0,009	0,058 ± 0,021	
	4	0,013	0,084 ± 0,013		0,017	0,110 ± 0,005	
<b>Direct Orange 39</b>	400	0,021	0,135 ± 0,015		0,024	0,158 ± 0,011	
	120	0,011	0,071 ± 0,016		0,019	0,122 ± 0,007	
	40	0,017	0,110 ± 0,015		0,017	0,113 ± 0,018	
	4	0,013	0,085 ± 0,014		0,02	0,132 ± 0,018	
<b>Direct Blue 200</b>	400	0,103	0,665 ± 0,017		0,144	0,926 ± 0,065	
	120	0,047	0,304 ± 0,019		0,020	0,128 ± 0,008	
	40	0,020	0,132 ± 0,008		0,022	0,140 ± 0,009	
	4	0,016	0,103 ± 0,006		0,018	0,115 ± 0,007	
<b>Direct Yellow 142</b>	400	0,026	0,168 ± 0,018		0,026	0,168 ± 0,013	
	120	0,021	0,135 ± 0,019		0,020	0,129 ± 0,009	
	40	0,019	0,126 ± 0,01		0,013	0,084 ± 0,02	
	4	0,016	0,168 ± 0,018		0,022	0,142 ± 0,018	
<b>Direct Red 243</b>	400	0,025	0,159 ± 0,010		0,029	0,184 ± 0,008	
	120	0,021	0,136 ± 0,005		0,021	0,135 ± 0,012	
	40	0,017	0,107 ± 0,012		0,024	0,158 ± 0,014	
	4	0,022	0,143 ± 0,008		0,020	0,130 ± 0,016	
<b>2- Aminoantrasen</b>	10	0,085	0,545 ± 0,036		-	-	
	5	0,055	0,355 ± 0,028		-	-	
	1	0,035	0,223 ± 0,016		-	-	
<b>Furylfuramid</b>	100 ng/ml	-	-		0,044	0,281 ± 0,015	
	50 ng/ml	-	-		0,034	0,220 ± 0,023	
	10 ng/ml	-	-		0,021	0,133 ± 0,012	
<b>Distile Su+DMSO</b>	10 ml	0,019	0,122 ± 0,006		0,020	0,127 ± 0,005	



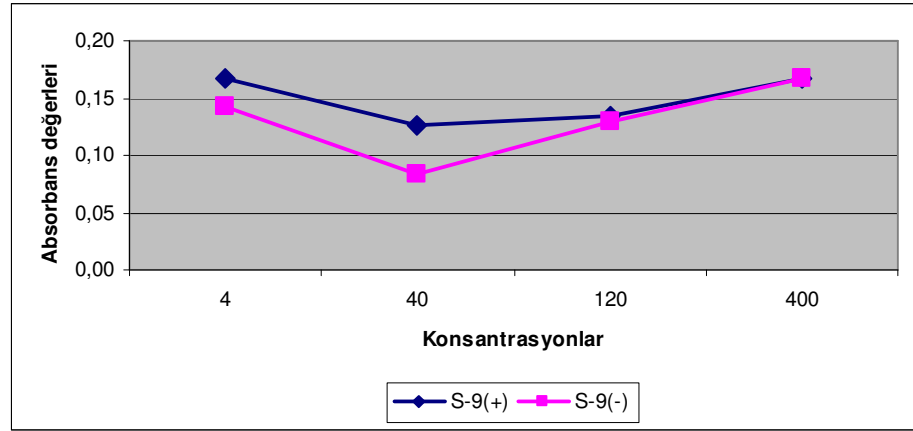
Şekil 27. Direct Yellow 86 boyarmaddesinin konsantrasyona bağlı absorbans değerleri



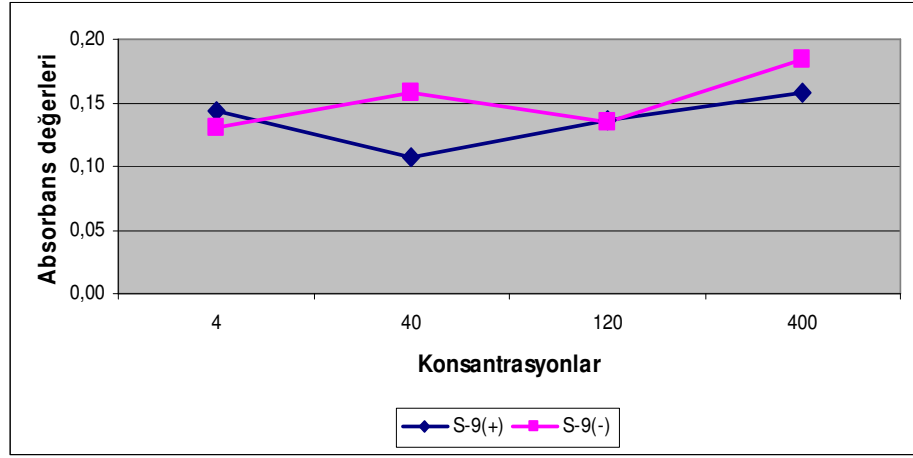
Şekil 28. Direct Orange 39 boyarmaddesinin konsantrasyona bağlı absorbans değerleri



Şekil 29. Direct Blue 200 boyarmaddesinin konsantrasyona bağlı absorbans değerleri



Şekil 30. Direct Yellow 142 boyarmaddesinin konsantrasyona bağlı absorbans değerleri



Şekil 31. Direct Red 243 boyarmaddesinin konsantrasyona bağlı absorbans değerleri

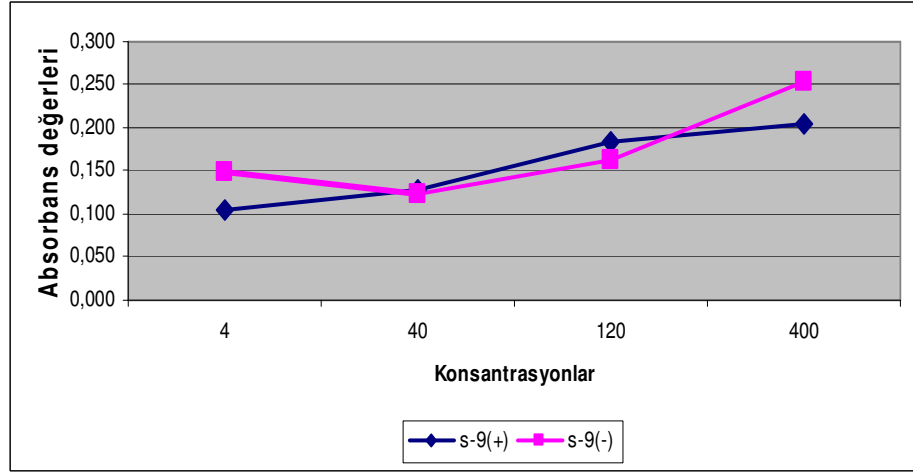
#### 4.2.4. Asit boyarmaddelerinin *Umu*-test bulguları

Asit boyarmaddelerinin konsantrasyonlara bağlı metabolik ve metabolik olmayan *Umu*-test bulgularının absorbans değerleri ( $OD_{620}$ ) Tablo 25.' de verilmiştir. Bu bulgulara bağlı olarak; Acid Blue 127 boyarmaddesi karaciğer enzimleri ile metabolize olduğu ve metabolize olmadığı durumlarda mutajen değildir. Acid Blue 127 boyarmaddesinin absorbans değerlerini gösteren grafik Şekil 32.' de verilmiştir. Acid Orange 51 boyarmaddesi karaciğer enzimleri ile metabolize olduğu ve metabolize olmadığı durumlarda mutajen değildir. Acid Orange 51 boyarmaddesinin absorbans değerlerini gösteren grafik Şekil 33.' de verilmiştir. Acid Black 63 boyarmaddesinde karaciğer enzimleri ile muamelesi öncesi ve sonrası mutajenik etki belirlenmemiştir. Acid Black 63 boyarmaddesinin absorbans değerlerini gösteren grafik Şekil 34.' de verilmiştir. Acid Yellow 17 boyarmaddesinde de karaciğer enzimleri ile metabolize olması öncesi ve sonrası mutajenik etki belirlenmemiştir. Acid Yellow 17 boyarmaddesinin absorbans değerlerini gösteren grafik Şekil 35.' de verilmiştir. Acid Blue 113 boyarmaddesi metabolize olduğunda ve metabolize olmadığı durumlarda mutajen değildir. Acid Blue 113 boyarmaddesinin absorbans değerlerini gösteren grafik Şekil 36.' de verilmiştir.

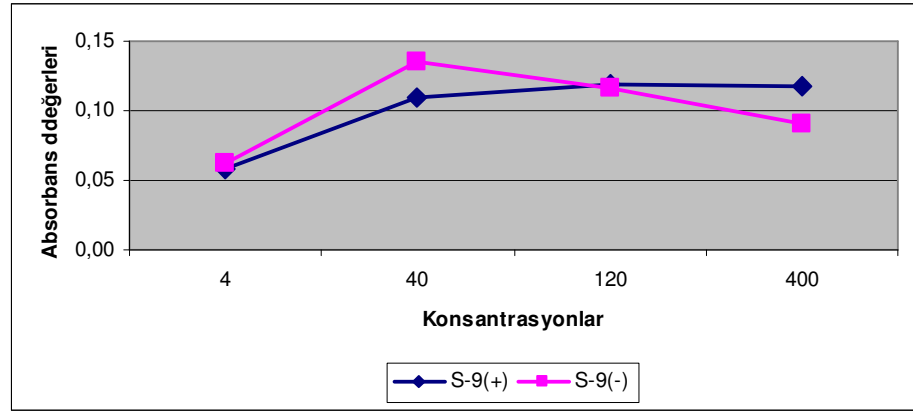


Tablo 25. Asit boyarmaddelerinin *Umu*-test bulguları

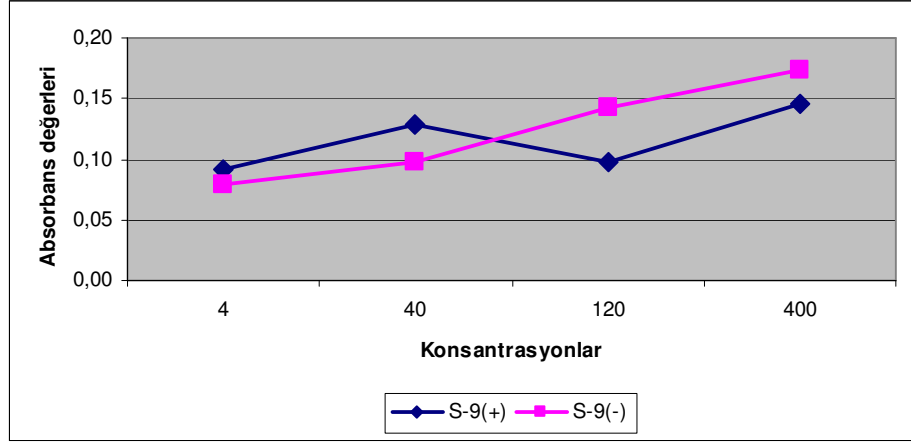
Asit Boyarmaddeler	Konsant-rasyon (µg/ml)	Absorbans Değerleri (OD <sub>620</sub> )					
		S-9 (+)	K* S-9 (+)		S-9 (-)	K* S-9 (-)	
			X	±SD		X	±SD
<b>Acid Blue 127</b>	400	0,032	0,204 ± 0,008		0,039	0,253 ± 0,011	
	120	0,028	0,183 ± 0,009		0,025	0,164 ± 0,010	
	40	0,020	0,128 ± 0,004		0,019	0,124 ± 0,007	
	4	0,016	0,105 ± 0,008		0,023	0,149 ± 0,016	
<b>Acid Orange 51</b>	400	0,018	0,118 ± 0,019		0,014	0,090 ± 0,02	
	120	0,018	0,119 ± 0,019		0,018	0,116 ± 0,028	
	40	0,017	0,110 ± 0,023		0,021	0,135 ± 0,011	
	4	0,009	0,058 ± 0,024		0,010	0,062 ± 0,02	
<b>Acid Black 63</b>	400	0,022	0,145 ± 0,036		0,027	0,174 ± 0,025	
	120	0,015	0,097 ± 0,019		0,022	0,142 ± 0,006	
	40	0,020	0,129 ± 0,017		0,015	0,097 ± 0,012	
	4	0,014	0,092 ± 0,036		0,012	0,079 ± 0,018	
<b>Acid Yellow 17</b>	400	0,022	0,145 ± 0,023		0,025	0,164 ± 0,021	
	120	0,02	0,132 ± 0,02		0,021	0,135 ± 0,023	
	40	0,017	0,110 ± 0,022		0,012	0,078 ± 0,036	
	4	0,011	0,071 ± 0,0 37		0,009	0,058 ± 0,035	
<b>Acid Blue 113</b>	400	0,029	0,187 ± 0,01		0,036	0,235 ± 0,011	
	120	0,023	0,152 ± 0,035		0,028	0,176 ± 0,016	
	40	0,021	0,135 ± 0,041		0,012	0,077 ± 0,024	
	4	0,012	0,077 ± 0,043		0,009	0,058 ± 0,022	
<b>2- Aminoantrasen</b>	10	0,085	0,545 ± 0,036		-	-	
	5	0,055	0,355 ± 0,028		-	-	
	1	0,035	0,223 ± 0,016		-	-	
<b>Furylfuramid</b>	100 ng/ml	-	-		0,044	0,281 ± 0,015	
	50 ng/ml	-	-		0,034	0,220 ± 0,023	
	10 ng/ml	-	-		0,021	0,133 ± 0,012	
<b>Distile Su+DMSO</b>	10 ml	0,019	0,122 ± 0,006		0,020	0,127 ± 0,005	



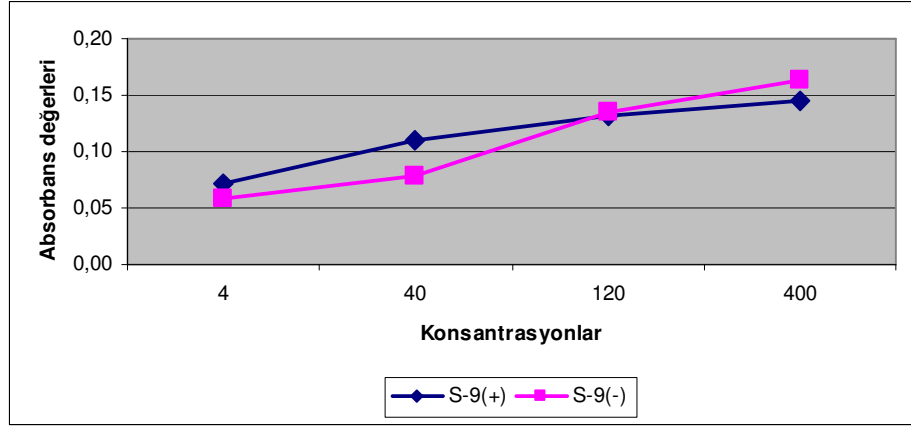
Şekil 32. Acid Blue 127 boyarmaddesinin konsantrasyona bağlı absorban değerleri



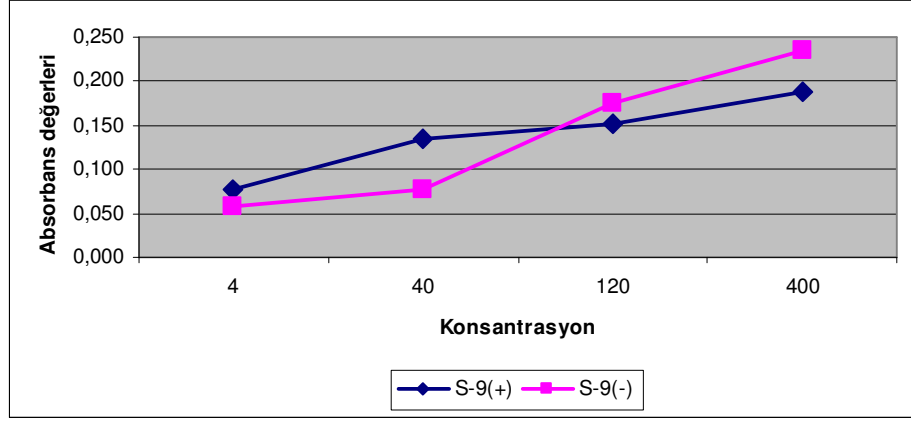
Şekil 33. Acid Orange 51 boyarmaddesinin konsantrasyona bağlı absorban değerleri



Şekil 34. Acid Black 63 boyarmaddesinin konsantrasyona bağlı absorbans değerleri



Şekil 35. Acid Yellow 17 boyarmaddesinin konsantrasyona bağlı absorbans değerleri



Şekil 36. Acid Blue 113 boyarmaddesinin konsantrasyona bağlı absorbans değerleri

## 5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu tezde, Türkiye tekstil endüstrisinde yüksek miktarlarda kullanılan sentetik asid, direkt, dispers ve reaktif boyarmaddelerin mutajenik etkileri, yeni bir kısa zamanlı mutajenite testi olan *Umu*-test (*Salmonella thyphimurium* TA1535/pSK1002) ile araştırılmıştır.

*Umu*-test, literatürde çeşitli kimyasalların, metal tuzlarının ve atık suların mutajenik etkilerinin belirlenmesinde kullanılmış bir test sistemidir (Yamamoto v.d., 2001; Wittekindt v.d., 2000; Nakamura v.d., 1990 ).

*Umu*-test, *Salmonella thyphimurium* mutant bakterisi kullanılarak yapılan kısa zamanlı bir test sistemidir. Genel olarak bu tip testler *Salmonella* sistemleri içinde yer alır. Bu test sistemleri, çeşitli kimyasalların mutajenik potansiyellerini belirlemek için geliştirilmiştir. Bu test sistemlerinden biri olan AMES test sistemi bir çok ülkenin laboratuvarlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Fakat *Umu*-test daha yeni tanınan bir mutajenite testidir. AMES test ile *Umu*-test arasındaki korelasyonun araştırıldığı çalışmalar literatürde vardır. Bu araştırmalar, *Umu*-test ile AMES arasında yüksek oranda korelasyon olduğunu ortaya koymaktadır (Wittekindt v.d., 2000).

*Umu*-test, Ekoloji ve Biyoloji Enstitüsü' nde (Berlin Üniversitesi, Almanya) yapılan bir çalışma ile Almanya standartları tarafından kabul görmüştür. Kabul numarası ISO/DIS 13829, 2000' dir (Wittekindt v.d., 2000).

*Salmonella* kısa zamanlı test sistemlerinde, bir maddeye mutajen denilebilmesi için testte kullanılan mutant bakteri üzerindeki bozuklukların mutajen ajanlarla tamir edilmesi gerekmektedir. Bu tamir sonucu bakteride meydana gelecek üreme oranının, negatif kontrol grubundaki üreme oranının en az iki katı olması gerekmektedir. Üreme oranı iki kat fazla değilse fakat üreme oranı madde konsantrasyonundaki artışla paralellik gösteriyorsa bu durumda da bu maddeye mutajen denilebilir (Ames v.d., 1973).

*Salmonella* kısa zamanlı test sistemlerinde mutasyon histidin prototroflarının sayısı ile belirlenir. Bundan farklı olarak *Umu*-testte bakterinin ürettiği  $\beta$ -galaktosidase proteinin aktivitesinin ölçülmesiyle belirlenir. Bu ölçümler kimyasalların mutajenik potansiyellerinin gösterilmesinde en önemli kriterler olmasına karşın çeşitli parametrelerce etkilenebilmektedirler. Farklı laboratuvarlar arasında ya da aynı laboratuvarlarda farklı zamanlarda yapılan çalışmalarda bu ölçümleri aynı bulmak oldukça zordur. Bu parametreler; minimal ortamın tipi, glikoz-6-fosfatın derişimi, fosfat tamponunun derişimi (Boath v.d., 1980), petrilere ekilen hücre sayısı, etüvdeki nem oranı (Belser v.d., 1981), sıvı üreme ortamının hazırlanması (Herbold v.d., 1983) gibi parametrelerdir.

Bu çalışmada, yukarıda sözü edilen parametrelerden kaynaklanabilecek hataları en aza indirmek için *Umu*-test kit (JIMRO, Japonya) kullanılmıştır. Deneylerde kullanılacak besiyerleri, tamponlar, kontrol maddeleri önceden hazırlanmış ve stok hale getirilmiştir. Bununla birlikte testte kullanılacak bakteri sayısını sabit tutmak için her çalışmadan sonra bir sonraki gün için bakteri ekimi yapılmış, genetik özellikleri kontrol edilmiştir. Bu kontroller sonrasında testte kullanılmadan önce absorbansı 600 nm' de 0,06' ya ayarlanmıştır (Yamamoto v.d., 2001).

Bir maddenin veya kompleks bir karışımın mutajenitesi, o maddenin direkt kendi yapısal özelliğinden kaynaklanabileceği gibi canlı bünyesine girerek buradaki enzim sistemleriyle muamelesi sonucu da mutajen etki kazanabilir. Diğer taraftan, bir madde mutajen etkiye sahipken, canlı enzim sistemleriyle muamelesi sonucu yapısal değişikliklerden dolayı mutajen etkisini kaybedebilir.

Vücuda alınan kimyasal maddeler esas olarak karaciğerde yerleşmiş olan bazı enzim sistemlerince metabolize edilirler. *Salmonella* test sistemlerinde, memelilerde gerçekleşen biyotransformasyon olayına model olabilecek S-9 fraksiyonu eklenmiştir (Ames v.d., 1973). S-9 fraksiyonu için rat karaciğer enzimleri kullanılmaktadır.

*Umu*-test moleküler seviyede SOS kromotest sistemine dayanmaktadır. Bu sistem genotoksik ajanların taranabilmesi amacıyla geliştirilmiştir ve *umuC'* isimli bir genin indikasyonu esasına dayanmaktadır (Quillardet ve Hofnung, 1985). Bu gen *E. Coli* CSH26/pSK10002 suşunda pSK10002 plazmidi hazırlanıp önce *S. thyphimurium* TA1535/SJ1002 suşuna modifiye edilmiştir. Sonra bu plazmid *S. thyphimurium* TA 1535 (*hisG46*, *rfa*, *uvrB*) suşuna transforme edilmiştir. Sonuçta *S. thyphimurium* TA1535/pSK1002 suşu elde edilmiştir. Bu suş ürettiği bir bileşik gen ile  $\beta$ -galaktosidaz aktivitesini, *umu* operon ekspresyonunun seviyesini ölçebilmektedir. *umuC'*== *lacZ* bileşik geninde; *umu* operon, DNA hasar ajanları tarafından etkilenir, *recA* ve *lexA* genleri tarafından düzeltilir (Ono v.d., 2000).

*Umu*-test,  $\beta$ -galaktosidaz aktivitesinin kolorometrik olarak spektrofotometre ile ölçülmesi sonucu mutajen ajanların kolayca belirlenebileceği bir test sistemidir. Test bakterinin hazırlanmasından sonra 3-4 saat içerisinde sonuç vermektedir.

Bu çalışmada test maddeleri olarak tekstil endüstrisinde kullanılan sentetik boyalar seçildi. Türkiye, tekstil endüstrisinde dünyanın önde gelen ülkelerinin ilk sıralarında yer almaktadır. Fakat bu endüstride kullanılan kimyasallar ve bu kimyasalların deşarj yöntemleri ve deşarj yerleri insan sağlığını tehdit edecek şekilde kontrolsüzdür. Bu sebeple bu konuya dikkat çekilmek ve gerekli önlemlerin alınması için bir girişim olması da amaçlandı.

Mutajenik etkileri araştırılan maddeler sentetik olarak hazırlanan asit, direkt, dispers ve reaktif boyarmaddelerden seçildi. Boyarmaddelerin 400  $\mu\text{g/ml}$ , 120  $\mu\text{g/ml}$ , 40  $\mu\text{g/ml}$  ve 4  $\mu\text{g/ml}$  lik konsantrasyonları test edildi.

Çalışmada kullanılan 20 boyarmaddeden 17 tanesinin belirtilen konsantrasyonlarda mutajenik bir etkiye sahip olmadığı fakat 3 tanesinin mutajenik etkiye sahip olduğu belirlendi.

Bu boyarmaddelerden Reaktif yellow 84, 400  $\mu\text{g/ml}$  konsantrasyonda S-9 enzimleri varlığındaki absorbansının  $0,270 \pm 0,025$  olması mutajen olduğunu gösterir. Bu boyarmadde canlı vücuduna girdikten sonra karaciğer enzim sistemleriyle muamelesi sonucu mutajen etki

kazanmıştır. Bu tespit, S-9 fraksiyonu yokluğunda mutajen etkisinin olmaması fakat S-9 fraksiyonu ile muamele olmasıyla mutajen etki kazanmasının sonucudur. Reaktive yellow 84 boyarmaddesinin 120 µg/ml, 40 µg/ml ve 4 µg/ml konsantrasyonlarda mutajen etkisi yoktur.

Reaktive Black 5 boyarmaddesi 400 µg/ml konsantrasyonda S-9 fraksiyonu varlığında ve yokluğunda mutajen etkiye sahiptir. Bu boyarmaddenin S-9 fraksiyonu yokluğunda β-galaktosidaz aktivitesini gösteren absorbans değeri  $0,652 \pm 0,032(\text{SD})$ , S-9 fraksiyonu varlığında β-galaktosidaz aktivitesini gösteren absorbans değeri olan  $0,286 \pm 0,011(\text{SD})$ ' den çok yüksektir. Bu da reaktive Black 5 boyarmaddesinin karaciğer enzimleriyle muamelesi sonucu mutajenik etkisindeki azalmanın göstergesi olabilir. Bu bilginin kesinlik kazanması için kimyasal analize ihtiyaç vardır. Reaktive Black 5 boyarmaddesinin 120 µg/ml, 40 µg/ml ve 4 µg/ml konsantrasyonlarda mutajen etkisi yoktur.

Direct Blue 200 boyarmaddesi 400 µg/ml konsantrasyonda S-9 fraksiyonu varlığında ve yokluğunda mutajen etkiye sahiptir. Bu boyarmaddenin de S-9 fraksiyonu yokluğunda β-galaktosidaz aktivitesini gösteren absorbans değeri  $0,926 \pm 0,065(\text{SD})$ , S-9 fraksiyonu varlığında β-galaktosidaz aktivitesini gösteren absorbans değeri olan  $0,665 \pm 0,017 (\text{SD})$ ' den yüksek olması bu boyarmaddenin karaciğer enzimleriyle muamelesi sonucu mutajenik etkisinin azaldığı anlamına gelebilir. Ancak 120 µg/ml konsantrasyonda S-9 fraksiyonu yokluğunda β-galaktosidaz aktivitesini gösteren absorbans değerinin mutajenite değerinin altında olması, aynı konsantrasyonda S-9 fraksiyonu varlığında β-galaktosidaz aktivitesini gösteren absorbans değerinin bu madde için mutajen olduğunu göstermesi bu hipotezi ortadan kaldırmaktadır. Bu ifadenin de kesinlik kazanması ancak kimyasal analizler sonucunda belli olabilir.

Direct Blue 200 boyarmaddesi 120 µg/ml konsantrasyonda S-9 fraksiyonu varlığında mutajen etkiye sahiptir. Direct Blue 200 boyarmaddesinin 40 µg/ml ve 4 µg/ml konsantrasyonlarda mutajen etkisi yoktur.



*Umu-test*, sonuçları ve uygulaması açısından bir çok avantajlara sahiptir. Bunlar; saf maddeler ve çevresel örnekler için genotoksik incelemelerde ve kompleks karışımların analizinde yüksek seviyede hassasiyete sahip olması, bakteriyel genotoksisite test sistemlerinde elde edilen sonuçlarla yüksek oranda korelasyon göstermesi (Wittekindt v.d., 2000), bir çok çalışmada kısa zamanlı bakteriyel test sistemi olarak referans verilmesidir.

Türkiye, tekstil ürünleri ihracatı yapan ülkeler arasında ilk sıralarda yer almaktadır. Bu ihracatın büyük bir kısmı Avrupa ülkeleri, Amerika, Rusya ve Uzakdoğu ülkelerine yapılmaktadır. Avrupa ülkeleri ve özellikle Almanya, Türkiye' de üretilen tekstil ürünlerinin kendi ülkelerine girebilmesi için belirledikleri standartlara uygun mutajenite testlerinin yapılmasını istemektedirler. Daha önceleri Devlet Üniversitelerinin yapmış oldukları mutajenite testlerinin kabul görmesine karşın şimdilerde kabul edilmemektedir (Ekoteks Arş. Lab.). Avrupa standartlarının kabul ettiği testler özel laboratuvarlarca yapılmaktadır. İhracat yapacak şirketler yüksek fiyatlar ödeyerek bu testleri yaptırmaktadırlar. Umu-test, maliyetinin düşük olması, kısa sürede sonuç vermesi ve Almanya standartlarıncab kabul edilmesi gibi avantajlarla ticari alanda da kullanılması mümkün bir mutajenite test sistemidir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar göstermiştir ki: Türkiye' de ticari amaçla kullanılan boyarmaddeler içerisinde, direkt veya dolaylı olarak maruz kalındığında, sahip oldukları yapısal özelliğın sonucu olarak veya biyodegradasyonla genotoksik etki meydana getiren boyarmaddeler vardır. Ticari amaçla satışa sunulan 3000 civarındaki boyarmaddeden 20 tanesine ait genotoksik özelliğe ışık tutulmuştur. Bu boyarmaddeler ve halen hakkında gerekli genotoksik bilgi bulunmayan bir çok boyarmadde kullanılmaya devam etmektedir (Al-Sabti, 1999).

Tekstil endüstrisinde kullanılan bu boyarmaddelerin, öncelikle nehirlere oradan göl, içme suyu havzaları ve denizlere ulaşmasını engellemek için fabrika deşarj atık sularının arıtılması gerekmektedir. Fakat deşarj edilen atık sulardan, çok fazla çeşide sahip boyarmaddelerin arındırılması mümkün değildir (Takanashi v.d., 2000).

Fabrikalardan deşarj edilen atık sular, geçtikleri yollarda bulunan bütün su ekosistemlerini etkilemektedir. Nehirler, göller, içme suyu havzaları ve denizler bu kirlenmeden etkilenen temel ekosistemlerdir (Ono v.d., 2000).

Tekstil boyarmaddelerinin üretim ve kullanımı, onların su ekosistemlerindeki kaderi tamamen özel bir ilgi alanıdır. Bu boyarmaddelerin çok çeşitli kimyasal yapıları ve evre üzerindeki farklı etkilerinden dolayı, toksik dönüşümünün engellenmesi gerekmektedir. Boyarmaddelerin yapılarındaki büyük benzerliklere rağmen biyolojik aktiviteleri farklıdır. Böylece onların toksikolojik özellikleri sadece bir grubunu referans gösterilerek genellenemez (Majcen-Le Marechal v.d., 1997). Bununla beraber su ortamına bırakılan ve bu ortamda biyodegradasyon sonucu, kanserin potansiyel kaynağı olan aromatik aminler bu boyarmaddelerden evrimleşebilmektedir ( Ganesh v.d., 1994).

Boyarmaddelerin su ortamında biyodegradasyonu, mantarlar, kabuklu deniz hayvanları ve balıklar tarafından yapılabilmektedir (Sugimori v.d., 1998; Al-Sabti, 1999). Ayrıca balıklar ve kabuklu deniz canlıları bu toksik maddeleri vücutlarında depo etmektedirler. Balıkların bu toksik maddelere maruz kalan en önemli kısımları derileridir. Bunun yanında, karaciğer, iskelet ve solungaçlarda bu maddelere yüksek oranlarda maruz kalmaktadır. Kabuklu deniz canlıları ise özellikle sindirim, boşaltım ve solunum epitel hücreleri, üreme kanalları ve kardiyovasküler sistemlerde toksik madde biriktirmekte ve bu maddeler bu kısımlardaki hücre ve dokularda değişmelere sebebiyet vermektedir (Peters v.d., 2002; Adamo v.d., 1997; Akacha v.d., 2000).

İnsanların ise genetik toksik kimyasallara maruz kalmasının temel yolu besinlerdir. Bu noktada balıklar ve kabuklu deniz hayvanları, bu toksik kimyasalların insana ulaşmasında en önemli vektörlerdir (Al-Sabti, 1999). Besin zincirinin en üst basamağında bulunan insan, enerji akışı yönü itibariyle bu genetik toksik maddelerden en fazla etkilenecek canlıdır.

Tekstil fabrikalarında içine alan endüstriyel atıksu deşarjlarındaki toksik bileşikleri kontrol altına almak için yapılan biyolojik testlerin geçerliliği bilimsel bir yaklaşımdır (Al-Sabti, 1994). Bu toksik bileşiklerin kullanımının sınırlandırılması veya yasaklanması

sağlanmalıdır. Aksi halde, fabrikalardan deşarj edilen atık sularda bulunan bu genetoksik maddeler uğradıkları bütün su ekosistemlerinde bulunan canlıları ve bu canlıların gelecek nesillerini tehdit ettiği gibi besin zinciri yoluyla ulaştığı en üst noktadaki insanları ve onların da gelecek nesillerini çok ciddi şekilde tehdit etmektedir.

## KAYNAKLAR

ADAMO, R.D., PELOSI, S., TROTTA, P. ve SANSONE, G. (1997): Bioaccumulation and Biomagnification of PAHs in Aquatic Organisms. *Marine Chemistry*, 56, 45-49.

AKCHA, F., IZUEL, C., VENIER, P., BUDZINSKI, H., BURGEOT, T. ve NARBONNE, J. (2000): Enzymatic Biomarker Measurement and Study of DNA Adduct Formation in Benzo[a]pyrene-Contaminated Mussels, *Mytilus galloprovincialis*. *Aquatic Toxicology*, 49, 269-287.

AL-SABTİ, K. (1994): Micronuclei induced by selenium, mercury, metylmercury and their mixture in binucleated blocked fish erythrocyte cells. *Mutation Reserch*, 320, 157-163.

AL-SABTİ, K. (2000): Chlorotriazin Reactive Azo Red 120 Textile dye induces Micronuclei in fish. *Ecotoxicology and Environment Safety*; 47, 149-155.

AMES, B.N., LEE, F.D. ve DURSTON, W.E. (1973): An improved bacterial test system for the detection and classification of mutagens and carcinogens, *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 70, 782-786.

AMES, B.N., Mc. JANN, J. ve YAMASAKI, E. (1975): Metods for detecting carcinogens and mutagens with the *Salmonella* / mammalian microsome mutagenicity test. *Mutation Research*, 31, 347-364.

BALANOSKY, E. (2000): Ozidative degredation of textile waste water. Modeling reactor performance. *Water Research*, 34(2), 582-596.

BASIBUYUK, M. ve FORSTER, C.F. (2002): An examination of the adsorption characteristics of a basic dye (Maxilon Red BL-N) on to live activated sludge system. *Process Biochemistry*, 38 (2003), 1311-1316.

BAŞER, İ. ve İNANICI, Y. (1991): Boyarmadde Kimyası, Marmara Üni. Tek. Eğt. Fak. Tekstil Eğitimi Böl.

BELSER, JR. W.B., SHAFFER, S.D., BLISS, E.D., HYND, P.M., YAMAMOTO, L., PITTS, JR. Ve WINER, J.A. (1981): A standardized procedure for quantification of the ames *Salmonella*/mamlian- microsome mutagenicity test, *Environmental Mutagenesis*, 3, 123-139.

BOATH, S.C., WELCH, A.M. ve GARNER, R.C. (1980): Some factors affecting mutant members in the *Salmonella*/microsome assay, *Carcinogenesis*, 1(11), 911-923.

CALIFORNIA ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY REPORT (1997a): Evidence on the Carcinogenicity of 5-chloro-o-toluidine and its strong acid salts. Reproductive an Cancer Hazard Assesment Section Office of Environmental Health Hazard Assesment.

CALIFORNIA ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY REPORT (1997b): Genetic toxicology of 4-chloro-o-toluidine and related toluidines. Reproductive and Cancer Hazard Assessment Section Office of Environmental Health Hazard Assessment.

CERON-RIVERA, M., DAVILA-JIMENEZ, M.M. ve ELIZALDE-GONZALES, M.P. (2004): Degredation of the dyes Basic yellow 28 and Reactive black 5 using diamond and metal alloys electrodes. *Chemosphere*, 55, 1-10.

CHATTERJEE, D., RUJ, B., ve MAHATA, A. (2001): Adsorption and photocatalysis of colour removal from waste water using flyash and sunlight. *Catalysis Communications*, 2, 113-117.

COLOR INDEX (1971): The Society of dyers and Colourists. American Association of Textile Chememicals and Colorists. London,.

ÇINARLI, A. (2001): Tekstil elyafın boyanmasında Yardımcı maddelerin etkisi. Thesis (PhD). S96, İstanbul Üniversitesi.

DAJKA, D., TAKACS, E., SOLPAN, D., WAJNAROWITS, L. ve GÜVEN, O. (2003): High-energy irradiation treatment of aqueous solutions of C.I Reactive Black 5 azo dye: pulse radiolysis experiments. *Inst. Of Isotope and Surface Chem., Hungarian Acedemy of Science Budapest, Hungary,.*

DEVLET İSTATİSTİK ENSTİTÜSÜ (2002); 2002 yılı ithal edilen sentetik boyarmadde miktarları. Beşiktaş Şubesi, İstanbul.

DURAN, S., ŞOLPAN, D. ve GÜVEN, O. (1999): Synthesis and characterization of acrylamid-acrylic acid hydrogels and adsorption of some textile dyes. *Nuclear Instrument and Methods in Physics Research*, 151, 196-199.

FERRI, A., BANCHERO, M., MANA, L. ve SICARDI, S. (2003): An experimental technique for measuring high solubilities of dyes in supercritical carbon dioxide. *Dep. Di Scienza dei materiali Chimica. Politecnica di Torino, Italy.*

FISICHELLA S., ALBERGHINA G., AMATO M.E., LAFIANDRA D., MANTARRO D., PALERMO A., SAVARINO A. ve SCARLATA G. (2003): Purification of wheat flour high- $M_r$  glutenin subunits by Reactive Red 120-Agarose and Reactive Yellow 86-Agarose resins. *Journals of Cereal Science*, 38, 77-85.

FREEMAN, H., REIFE, A., SOKOLOWSKA-GADJA, J. ve HINKS, D. (1994): Synthetic dyes based on toxicological consideration. . National Textile Center Annual Report 1994.

GOLOB, V. ve TUSEK, L. (1999): VIS absorption of disperse dyes. *Dyes and Pigments*, 40, 211-217.

GOTTLIEB, A., SHAW, C., SMITH, A., WHEATLEY, A. ve FORSYTHE, S. (2003): The toxicity of textile reactive azo dyes after hydrolysis and decolourisation. *Journal of Biotechnology*, 101, 49-56.

HERBOLD, B.A., ARNI, A., ENGELHARDT, G., JAGER, J., JOESTEN, H.F.P., KING, M.T., KLEMP, H., WEALKENS, D.H., WALLAT, S. ve WILLEMS, S. (1983): Criteria for the standardization of Salmonella mutagenicity test, Teratogenesis, Carcinogenesis and Mutagenesis, 3, 187-193.

IŞIK, M. ve SPONZA, D.T. (2004): A batch kinetic study on decolorization and inhibition of Reactive black 5 and Direct Blue 2 in an anaerobic mixed culture. *Chemosphere*, 55, 119-128.

JAIN, A.K., GUPTA, V.K. ve SUHAS, A.B. (2003): Utilization of industrial waste products as adsorbents for the removal of dyes. *Journal of Hazardous Materials*, B101(2003), 31-42.

KATO, T. (1977): Isolation and characterization of mutants of *E. coli* deficient in induction of mutations by ultraviolet light. *Molecular Gen Genetics*, 156, 121-131.

KHEHRA, M.S., SAINI, H.S., SHARMA, D.K., CHADHA, B.S. ve CHIMNI, S.S. (2005): Decolorization of various azo dyes by bacterial consortium. *Dyes and Pigment*, 67(2005), 55-61.

KIM, T-K., KIM, M-K., LIM, Y-J. ve SON, Y. (2005): Degradation of the disazo acid dye by the sulfur-containing amino acids of wool fibers. *Dyes and Pigments*, 67(2005), 127-132.

KOCH, M., YEDİLER, A., LIENERT, D., INSEL, G. ve KETTRUP, A. (2002): Ozonation of hydrolyzed azo dye reactive yellow 84 (CI). *Chemosphere*, 46, 109-113.

KOYUNCU, İ. (2002): Reactive dye removal in dye/salt mixtures by nanofiltration membranes containing vinylsulphone dyes: Effects of feed concentration and cross flow velocity. *Desalination*, 143, 243-253.

KURBUS, T., SLOKAR, Y. M., LE MARECHAL, A. M. ve VONCINA, D. B. (2003): The use of experimental design for the evaluation of the influence of variables on the H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/UV treatment of model textile waste water. *Dyes and Pigments*, 58, 171-178.

LACHHEB, H., PUZENAT, E., HOUAS, A., KSIBI, M., ELALOUI, E., GUILLARD, C. ve HERMANN, J-M. (2002): Photocatalytic degradation of various types of dyes (Alizarin S,

Crocein Orange G, Methyl Red, Congo Red, Methylene Blue) in water by UV-irradiated titania. *Applied Catalysis. B: Environmental*, 39, 75-90.

LIN, H., LIU, C., CHENG, C., CHEN, Y. ve LEE, M. (2001): Solubilities of disperse dyes of Blue 79, red 153 and yellow 119 in supercritical carbon dioxide. Department of Chemical Engineering, National Taiwan University, Taiwan.

LIZAMA, C., FREER, J., BAEZA, J. ve MANSILLA, H.D. (2002): Optimized photodegradation of reactive Blue 19 on TiO<sub>2</sub> and ZnO suspensions. *Catalysis Today*, 76, 235-246.

MAJCEN-LE MARECHAL, A., SLOKAR, Y.M. ve TAUFER, T. (1997): Decoloration of Chlorotriazine Reactive Azo Dyes with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/UV. *Dyes and Pigments*, 33, 281-298.

MARON, D. ve AMES, B.N. (1983): Revises methods for the *Salmonella* mutagenicity test. *Mutation Research*, 113, 5135-5139.

MAXIMO, C. ve COSTA-FERREIRA, M. (2003): Decolorisation of reactive textile dyes by *Irpex lacteus* and lignin modifying enzymes. Bioengineering and Bioprocesses Unit, department of Biotechnology, National Institute For Industrial Engineering and Tecnology, Lisbon, Portugal.

MC CANN, J., SPINGAIN, N.E., KOBAR, J. ve AMES, B.N. (1975): Detection of carcinogens as mutagens: Bacterial tester strains with r factor plasmids, *Proc. National Academic Science, USA.*, 72, 979-983.

MILLER, J.H. (1972): Experiments in molecular genetics. Cold Spring Harbor Lab. Cold Spring Harbor, New York.

MOHEY EL-DEIN, A., LIBRA, J.A. ve WIESMANN, U. (2003): Mechanism and kinetic model for the decolorization of the azo dye Reactive Black 5 by hydrogen peroxide and UV radiation. *Chemosphere*, 52, 1069-1077.

NAKAMURA, S., KOSAKA, H., KAWAKAMI, M., MATSUOKA, Y., MATSUOKA, H. ve MORIMOTO, K. (1990): Genotoxicity of synthetic dyes in the umu test using *Salmonella thyphimurium* TA1535/pSK1002 (II). Results of examination of basic dyes. *Sangyo Igaku*, 32(5), 319-35.

NANSHENG, D., FENG, W., FAN, L. ve ZAN, L. (1997): Photodegradation of dyes in aqueous solutions containing Fe(III)-oxalato complexes. *Chemosphere*, 35(11), 2697-2706.

NEAMTU, M., YEDİLER, A., SIMINICEAU, I. ve KETTRUP, A. (2002): Kinetix of decolorization and mineralization of reactive azo dyes in aqueous solution by the UV/ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> oxidation. *Dyes and Pigments*, 53, 93-99.

NEAMTU, M., YEDİLER, A., SIMINICEAU, I. ve KETTRUP, A. (2003): Oxidation of commercial reactive azo dye aqueous solutions by the photo-Fenton and Fenton-like processes. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 161, 87-93.

NETPRADIT, S., THIRAVETYAN, P. ve TOWPRAYOON, S. (2004): Adsorbition of three reactive yes by metal hydroxide sludge;effect of temperaturure, pH and electrolytes. *Journal of Colloid and Interface Science*, 270, 255-261.

NETPRADIT, S., THIRAVETYAN, P. ve TOWPRAYOON, S. (2004): Evaluation of metal hydroxide sludge for reactive dye adsorbition in a fixed-bed column system. *Water Research*, 38, 71-78.

ODA, Y., NAKAMURA, S., OKI, I., KATO, T. ve SHINAGAWA, H. (1985): Evaluation of new system(umu-test) for the detection of environmental mutagens and carsinogens. *Mutation Research*, 147, 219-229.

ONO, Y., SOMIYA, I. ve KAWAGUCHI, T. (1992): Genotoxic evaluation on aromatic organochlorine compaunds by using umu test. *Water Science Technology*, 26, 61-69.

ONO, Y., SOMIYA, I. ve ODA, Y. (1999): Identification of carcinogenic TRP-P-2 and -1 in the effluent a sewage treatment plant. *Journal of Environment. System Engineering*, 615/VII-10, 69-74.

ONO, Y., SOMIYA, I. ve ODA, Y. (2000): Identification of a carcinogenic heterocyclic amine in river water. *Water Research*, 34(3), 890-894.

ÖKSÜZOĞLU, E. (1997): Bazı bitki büyüme hormonlarının mutojenitesinin *Salmonella*/mikrozom ve SOS kromotest sistemleri ile araştırılması. Thesis (PhD), Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

ÖZACAR, M. ve ŞENGİL, İ.A. (2004); Application of kinetic models to the sorption of disperse dyes onto alunite. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical Engineering Aspescts*, 242(2004), 105-113.

ÖZCAN, A.S. ve ÖZCAN, A. (2004): Adsorption of a disperse dye on polyester in supercritical carbon dioxide. *Journal of Supercritical Fluids*, (2005), in press.



PARK, K., YOON, I., LEE, S.S., CHOI, G. ve LEE, J.S. (2002): X-ray crystal of C.I Disperse Blue 79. Department of Chemical Reserch Enstitute of Natural Science, Gyeonsang National University, South Korea.

PETERS, L.D., TELLÌ-KARAKOC, F, HEWER, A ve PHILLIPS, DH. (2002): *In vitro* Mechanistic Differences in Benzo[a]pyrene-DNA Adduct Formation Using Fish Liver and Mussel Digestive Gland Microsomal Activating Systems. *Marine Environment Research*, 54(3-5),499-503.

PRZYBOJEWSKA, B., BARANSKI, B., SPIECHOWICZ, E., WASSILIEVA, L. ve PYLEV, LN. (1990): Examination of the potential mutagenicity and genotoxicity of some synthetic dyes. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 3(1), 95-102.

RANNUG, U.,BRAMSTEDT, H. ve NILSSON, U. (1992): The presence of genotoxic and bioactive components in indigo dyed fabrics--a possible health risk. *Mutation Research*, 282(3), 219-25.

QUILLARDET, P. ve HOFNUNG, M. (1985): The SOS kromotes, a colorymetric bacterial assay for genotoxins, procedures, *Mutation Research*, 147, 65-78.

SHEN, Y. ve WNAG, D. (2001): Development of photoreactor design equation for the treatment of dye wastewater by UV/ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> process. *Journal of Hazardous Materyals*. Department of Environment. Da-Yeh University, Taiwan.

SHINAGAWA, H., KATO, T., ISE, T., MAKINO, K. ve NAKATA, A. (1983): Cloning and characterization of the umu operon responsible for inducible mutagenesis in *Escherichia coli*. *Gene*, 23, 167-174.

SPYROS, G.P. ve WAYNE, C.T. (1999): Biological renovation and reuse of spent reactive dyebaths. National Textile Center Annual Report, C96-G02 Georgia Institute of Tecnology.

SUGIMORI, D., BANZAWA, R., KUROZUMI, M. ve OKURA, I. (1998): Removel of disperse dyes by the Fungus *Cunninghamella polymorpha*, *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 87(2), 252-254.

TAMAI, H., YOSHIDA, T., SASAKI, M. ve YASUDA, H. (1998): Dye adsorption on mesoporous activated carbon fiber obtained from pitch containing yttrium complex. *Carbon*, 37(1999), 983-989.

TOMATIS, L. (1979): The predictive value of rodent carcinogenicity tests in the evaluation of human risks. *Annual Review of Pharmacology and Toxicology*, 19, 511-530.

TSAI, W.T., CHANG, C.Y., ING, C.H. ve CHANG, C.F. (2004): Adsorption of acid dyes from aqueous solution on activated bleaching earth. Journal of Colloid and Interface Science, 275(2004), 72-78.

WITTEKINDT, E., FISHER, B. ve HANSEN, P.D. (2000): Genotoxicity assay: umu-test(ISO/DIS 13829,2000). Institute for Ecology and Biology, Department of Exotoxicology, Berlin University of Tecnology, Germany.

YAMOMOTO, A., KOHYAMA, Y. ve HANAWS, T. (2001): Mutagenicity evalu. of forty-one metal salts by the umu test. National Inst. For Material Science, DOI 10.1002/jbm.1231.

ZHANG, F., YEDİLER, A., LIANG, X. ve KETTRUP, A. (2004): Effect of dye additives on the ozonation process and oxidation by-products: a comparative study using hydrolyzed C.I. Reactive Red 120. Dyes and Pigments, 60, 1-7.

**İnternet Adresleri:**

[http\\www.turmepa.org](http://www.turmepa.org). Turkish Marine Environment Protection Association.

## ÖZGEÇMİŞ

- Doğum tarihi : 20.09.1971
- Doğum yeri : GÜMÜŞHANE
- Lise : (1984 – 1987), Zeytinburnu İhsan Mermerci Lisesi
- Lisans : (1990 – 1996), Marmara Üniversitesi, Atatürk Eğitim Fakültesi,  
Biyoloji Öğretmenliği ( İngilizce)
- Yüksek Lisans : (1996 – 1999), Gebze Yüksek Teknoloji Enst. Biyoloji Bölümü
- Çalıştığı kurum (lar) : (1996 – 1997) Kasımoğlu Lisesi  
(1997 – 2003) Fatih Lisesi  
(2003 – Devam ediyor) Fatih İlköğretim Okulu