

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

***Deinococcus radiodurans* ile AZO TEKSTİL
BOYALARININ BİYOGİDERİMİ**

Mine APAYDIN

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**ERZİNCAN
2017**

Her Hakkı Saklıdır.

Doç. Dr. Murat Çankaya danışmanlığında, Mine APAYDIN tarafından hazırlanan bu çalışma 06/09/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Biyoloji Anabilim Dalı, Moleküler Biyoloji Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Murat ÇANKAYA

İmza:



Üye : Yrd. Doç. Dr. Fevzi TOPAL

İmza:



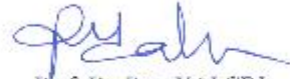
Üye : Yrd. Doç. Dr. Mehmet KUZUCU

İmza:



Yukarıdaki sonucu onaylım.

06/09/2017



Prof. Dr. Paşa YALÇIN

Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETKİNLİĞE UYGUNLUK SAYFASI

“*Deinococcus radiodurans* ile Azo Tekstil Boyalarının Biyogiderimi ” isimli “Yüksek Lisans” tezim tarafımda intihal tespit programı ile incelenmiştir. Buna göre tezimde bilimsel etik ihlali ve intihal olarak nitelendirilebilecek herhangi bir durum olmadığını taahhüt ederim.

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir biçimde elde edildiğini; aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi beyan ederim.

06/09/2017

Mine APAYDIN

ÖZET

Yüksek Lisans

Deinococcus radiodurans ile AZO TEKSTİL BOYALARININ BİYOGİDERİMİ

Mine APAYDIN

Erzincan Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Murat ÇANKAYA

Atık arıtımı işlemlerinde biyoremediasyon prosesinde rol oynayan mikroorganizmalar funguslar, mayalar ve bakterilerdir. Bunların arasında daha kısa sürede ve radyasyona dayanıklılığı ile ön plana çıkan Deinococcaceae familyasına ait olan *Deinococcus radiodurans* R₁ bakterisi ile biyogiderim çalışmaları yapılmaktadır.

Deinococcus radiodurans UV ışığı, kuraklık, hidrojen peroksit ve çeşitli kimyasal ajanlar gibi DNA da zarar yaratan durumlara direnç göstermektedir. Gram pozitif olmasına karşın hücre duvar yapısı bakımından Gram negatiflere benzetilmektedir. Bu kalın hücre duvar yapısının, bilim insanları tarafından bakterinin radyasyona karşı gösterdiği direnç de önemli rolü olduğu düşünülmektedir. Ekstremofil mikroorganizmalar diğer canlı gruplarına göre daha kısa sürede ve zor şartlarda biyogiderim işlemlerinde sonuç verebileceği düşüncesi ile seçilmiştir.

Sanayide kullanılan ve üretilen sentetik boya ların oldukça büyük bir grubu kanser ve toksik etkiye sahip olan azo boya sınıfını oluşturmaktadır. Fabrikalarda yapılan apreleme ve yıkama işlemleri sonucunda kullanılan boya ların bir kısmı deşarj sularına verilmekte ancak buralarda yapılan fiziksel ve kimyasal arıtma sistemleri düşük düzeyde verimli olmaktadır.

Bu çalışma kapsamında denemelerimizde; C.I. Direct Red 23, Acid Red 249 ve C.I. Red 337 azo boya larının *Deinococcus radiodurans* ile biyogiderimi incelenmiştir. Çalışmamızda bu üç azo boya için absorban verdikleri pikler tespit edilmiştir. *D. radiodurans*'ın her 2 saatte bir numune alınarak biyogiderimleri takip edilmiştir.

2017, 43 sayfa

Anahtar Kelimeler: *Deinococcus radiodurans*, azo boya lar, biyogiderim

ABSTRACT

Master Thesis

BIOGRAPHY OF AZO TEXTILE BOOTS IN *DEINOCOCCUS RADIODURANS*

Mine APAYDIN

Erzincan University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Murat ÇANKAYA

Microorganisms that play a role in the process of bioremediation in waste treatment are fungi, yeast and bacteria. Among these, *Deinococcus radiodurans* R1 belongs to Deinococcaceae family which is in the foreground due to its short duration and resistance to radiation. Biodegradation studies are carried out with this bacteria.

Deinococcus radiodurans is resistant to DNA damaging conditions such as UV light, drought, hydrogen peroxide and various chemical agents. Although it is gram positive, it is similar to Gram negatives in cell wall structure. It is thought that this thick cell wall structure also plays an important role by scientists in the resistance of bacteria to radiation. Extremophil microorganisms were selected with the thought that they could yield results in shorter time and under difficult conditions than other living groups.

A very large group of synthetic paints used and produced in the industry form the azo dye class, which has a cancer and toxic effect. Some of the dyestuffs used in the finishing and washing processes of the plants are given to the discharge water but the physical and chemical treatment systems made there are low in efficiency.

Within the scope of this study; C.I. Direct Red 23, Acid Red 249 and C.I. Red 337 azo stains were examined biochemically with *Deinococcus radiodurans*. In our work, we have detected peaks in which they give absorbance for these three azo dyes. A sample of *D. radiodurans* was taken every 2 hours. Biodegradation was followed.

2017, 43 pages

Keywords : *Deinococcus radiodurans*, textile dyes, bioremediation

TEŞEKKÜR

Bu çalışmamda benden her türlü yardım, öneri ve desteğini esirgmeden beni yönlendiren, çalışmamın her aşamasında pratik ve teorik bilgilerinden faydalandığım, üzerimde büyük emeği geçen, değerli tez danışmanım Erzincan Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Murat ÇANKAYA'ya derin minnet ve şükranlarımı sunarım.

Bu araştırmamın yürütülmesinde bütün bölüm imkânlarından faydalanmamı sağlayan bilim insanı olma çabamda beni yüreklendiren Erzincan Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Salih DOĞAN'a teşekkürü bir borç bilirim.

Her zaman olduğu gibi tez çalışmam boyunca da sürekli yanımda olan, laboratuvarında deneysel ve teorik çalışmalarımdayardımlarını esirgemeyen Erzincan Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Öğretim görevlilerinden Sayın Yrd. Doç. Dr. Mehmet KUZUCU'ya teşekkür ederim.

Denemelerimi yaptığım tekstil boyalarını tedarik eden AlfaKimya'ya teşekkür ederim.

Tez kapsamında yapmış olduğum deneysel çalışmalar için gerekli olan sarf malzeme giderleri Erzincan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Fonu (BAP) tarafından desteklenen FYL-2017-444 numaralı proje ile karşılanmıştır. Erzincan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Fonuna desteklerinden ötürü teşekkür ederim.

Ayrıca tüm hayatım boyunca olduğu gibi Yüksek Lisans eğitimim süresince de benden desteklerini esirgemeyen AİLEME sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Mine APAYDIN

Eylül, 2017

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	iix
TABLolar LİSTESİ.....	x
GRAFİK LİSTESİ	xi
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ.....	xiii
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER	3
2.1. Biyolojik İyileştirme.....	3
2.1.1. Biyoremediasyon	3
2.1.2. Biyosorpsiyon	4
2.1.3. Biyosorpsiyon kinetiği.....	5
2.1.4. Biyodegradasyon	5
2.2. Atık Arıtımında Bakterilerin Önemi	5
2.2.1. Atık minimizasyonu.....	6
2.2.2. Ekstremofiller	7
2.2.3. Ekstremofillerin sınıflandırılması.....	8
2.2.4. Poliestremofiller	9
2.3. <i>Deinococcus radiodurans</i> 'ın Genel Özellikleri	9
2.3.1. <i>Deinococcus radiodurans</i> 'ın filogenisi	11
2.3.1. <i>Deinococcus radiodurans</i> 'ın habitatu	12
2.4. Tekstil Boyaları	14
2.4.1. Azo boyalar	14
3. MATERYAL ve YÖNTEM	19
3.1. Materyal.....	19
3.1.1. Kimyasallar.....	19
3.1.2. Mikroorganizma	19

3.1.3. Cihazlar.....	19
3.2. Yöntem	20
3.2.1. Bakteri stoklarının hazırlanması.....	20
3.2.2. Petri stok kültürünün hazırlanması	20
3.2.3. Büyüme ortamı.....	21
3.2.4. Bakteri ekimi	22
3.2.5. Boyaların spektrum taraması	22
3.2.6. Azo Boyalarının Kalibrasyonu.....	22
3.2.7. Boya giderimlerinin takibi.....	23
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	24
4.1. Hücre Büyüme Eğrisinin Oluşturulması.....	24
4.2. Boyaların Spekturum Taraması.....	27
4.3. Boyaların Standart Grafiklerinin Oluşturulması	30
4.4. Boyaların Giderim Grafikleri	32
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	35
KAYNAKLAR	38
ÖZGEÇMİŞ.....	44

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1. Endüstri atıkları	2
Şekil 2.1. Mikroorganizmaların atık boyalarda etkinliği. A. Bakteriler B. Mantarlar C. Endüstriyel kirlilik D. Atık boya.....	4
Şekil 2.2. <i>Deinococcus radiodurans</i> mikroskopik görüntüsü	11
Şekil 2.3. <i>Deinococcus radiodurans</i> 'ın TGYA'da 3 günlük üremesi	13
Şekil 2.4. <i>Deinococcus radiodurans</i> R1'in ışık mikroskopunun görüntüsü.....	13
Şekil 2.5. <i>Deinococcus radiodurans</i> R1'in SEM'de görüntüsü.....	14
Şekil 2.6- Azo boya yapısı.....	15
Şekil 2.7. Azo boyalar	16
Şekil 2.8. Azo boyalar.....	18
Şekil 3.1. Tripton Glukoz Yeast Broth.....	21
Şekil 4.1. <i>Deinococcus radiodurans</i> R1'e ait büyüme eğrisi grafiği.....	25
Şekil 4.2- 15. saat seyreltme plaka ile hücre sayımında petri kültürü.....	25
Şekil 4.3- C.I. Direct Red 23 Azo Boyasının Açık Formülü.....	29
Şekil 4.4. Asid Red 249 Azo Boyasının Açık Formülü.....	29
Şekil 4.5. C.I. Red 337 Azo Boyasının Açık Formülü.....	30
Şekil 5.1. C.I. Direct Red 23 azo boyamızın 0.dk'da (solda) ve 10.saat (sağda)'te çekilen görüntüsü.....	36
Şekil 5.2. Asid Red 249 azo boyamızın 0.dk'da (solda) ve 10.saat (sağda)'te çekilen görüntüsü.....	36
Şekil 5.3. C.I. Red 337 azo boyamızın 0.dk'da (solda) ve 10.saat (sağda)'te çekilen görüntüsü.....	37
Şekil 5.4. C.I. Direct Red 23 (1.erlen)- Acid Red 249 (2.erlen)- C.I. Red 337 (3.erlen) 10.saatte çekilmiş görüntüleri.....	37

TABLULAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 2.1. Atık azaltımına etki eden faktörler (Kabataş,2010)	7
Tablo 2.2. Ekstremofillerin çevresel parametrik sınıflandırılması (López-García, 2005).....	8
Tablo 2.3. Ekstremofiller ve çevreleri (Hough ve Danson, 1999)... ..	9
Tablo 2.4. Boyar maddelerin sınıfları, kimyasal tipleri ve oluşturduğu kirleticiler (Husain, 2006; EPA, 1997)	17
Tablo 2.5. Kullanılan azo boyaların özellikleri	18
Tablo 3.1. Kullanılan cihazlar	19
Tablo 4.1. <i>D. radiodurans</i> 'a ait absorpsiyon değerleri ve hücre sayıları.....	26
Tablo 4.2. Kullanılan azo boyaların özellikleri.....	29

GRAFİK LİSTESİ

Sayfa

Grafik 4.1. C.I.Direct Red 23 Spekturum Taraması	27
Grafik 4.2. Acid Red 249 Spekturum Taraması.....	28
Grafik 4.3. C.I.Red 337 Spekturum Taraması	28
Grafik 4.4. C.I.Direct Red 23 Standart Grafiği.....	31
Grafik 4.5. Acid Red 249 Standart Grafiği	31
Grafik 4.6. C.I.Red 337 Standart Grafiği.....	32
Grafik 4.7. C.I.Direct Red 23 Boya Giderim Grafiği.....	33
Grafik 4.8. Acid Red 249 Boya Giderim Grafiği.....	33
Grafik 4.9. C.I.Red 337 Boya Giderim Grafiği.....	34

SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

Simgeler

g	Gram
L	Litre
mg	Miligram
mL	Mililitre
µg	Mikrogram
µL	Mikrolitre
µM	Mikromolar
rpm	Devir/Dakika
°C	Celsius derece
UV-C	Ultraviyole-C
pH	Hidrojen İyon Konsantrasyonunun Eksi Logaritması

Kisaltmalar

OD	Optik Dansite
TGYA	Tripton Glukoz Yeast Agar
TGYB	Tripton Glukoz Yeast Broth
Na-Sitrat Tamponu	Sodyum-Sitrat tamponu

1. GİRİŞ

Günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte çevre kirliliği her geçen gün artmaktadır. Sucul ekosistem sürekli olarak evsel, tarımsal ve endüstriyel atıklara maruz kalmaktadır. Bu da su kaynaklarımızın kalitesini bozmaktadır. Su kirliliği, suyun yaşamsal faaliyetlerini engellemeyecek ölçülerde organik, inorganik, kimyasal ve radyoaktif maddelerin suya karışmasıdır. Atölyelerde, imalathanelerde, tamirhanelerde, küçük sanayi sitelerinde ve organize sanayi bölgelerinde su ile muamele edilen her türlü yıkama artığı endüstriyel nitelikli atık su olarak ifade edilmektedir. Gelişmekte olan çoğu ülkenin sorunlarından biri sanayi etkinliklerinin neden olduğu kirliliktir. Sanayi dallarından en fazla su tüketimi tekstil endüstrisinde olmuştur. Tekstil endüstrisinin istihdamı, üretimi ve pazarı geniş olduğundan daha çok tercih edilen bir sektördür. Bu sektörde işletme prosesleri teknoloji ile sürekli yenilenmektedir. Tekstil endüstrisinde yıkama, boyama, basma ve ağartma gibi işlemlerde çok miktarda su kullanımı gerektirdiğinden renkli, tuzlu, biyokimyasal oksijen ihtiyacı, kimyasal oksijen ihtiyacı, pH ve organik madde içeren atık sular oluşmaktadır.

Sanayi proseslerinin çeşitliliği nedeni ile artırılması gerekli olan kontaminantların profilleri, buna görede uygulama teknolojileri çeşitlilik arz etmektedir. Endüstriyel atıklardan toksik kimyasalların uzaklaştırılması için biyolojik moleküllerin kullanımı oldukça etkilidir. Bunun için dünyadaki birçok kent mikroorganizmaların kullanımı esasına dayanan biyoremediasyonu kullanmaktadır. Biyo=Canlı, Remedium=İyileştirme anlamına gelmektedir.



Şekil 1.1. Endüstri atıkları

2. KURAMSAL TEMELLER

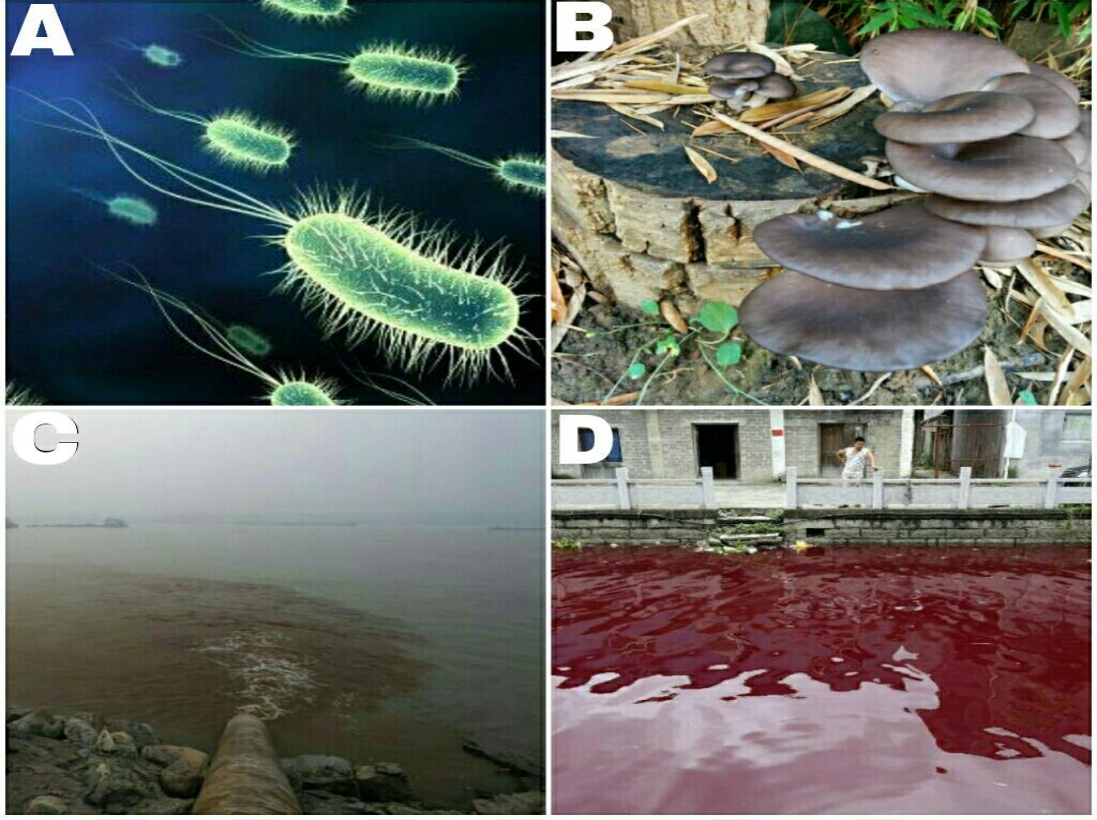
2.1. Biyolojik İyileştirme

2.1.1. Biyoremediasyon

Biyoremediasyon, su ve toprak kirliliğine neden olan zehirli maddelerin mikroorganizmalar, funguslar ve bitki gibi canlılar ile zararsız bileşiklere dönüşmesini sağlayan bir çeşit ıslah yöntemidir. Çevrede kirlenmeye neden olan maddelerin temizliğinde canlıların kullanılmasıyla yenilikçi (innovative), ekonomik ve çevre biyoteknolojisidir. Biyoremediasyonun en önemli amaçları mikrobiyal büyüme, aktivite için en uygun ortam şartlarının sağlanması ve yerinde arıttırma. Biyolojik onarımı yapılacak alandaki canlıların sayısını artırmayı hedef alan veya laboratuvarında yetiştirilmiş canlılar kirlilik yükü olan bölgeye aktarılarak o alanda üremeleri sağlanır. Seçilecek olan canlılar da dikkat edilmesi gereken hususlar; patojen olmayacak, besin zinciri yoluyla diğer canlıların sağlığını tehlikeye sokmayacak ve bulunduğu bölgenin faunasına zarar vermeyecek olmasıdır.

Biyoremediasyon tekniği iki şekilde uygulanır. Arıtım için atıkların başka bir yere taşınması, alan dışında (ex-situ) biyoremediasyon yada bulunduğu yerde bertaraf edilmesi (in-situ) biyoremediasyondur.

1. Ortaya çıkan atıkların transfer edildiği alana ortamın mikroorganizma muhtevasına göre besin aktarımı yapılarak, alanda bulunan mikroorganizmalar aktive edilir. Bu teknik kirletici konsantrasyonlarının düşük olması halinde tercih edilir.
2. Çevresel koşullar analiz edilir, toprağa kirleticiyi parçalayabilen yeni bir mikroorganizma aktarılır yada mikroorganizmaların metabolik aktivitelerini ve büyümelerini optimize etmek için pH, sıcaklık gibi koşullar değiştirilir.



Şekil 2.1. Mikroorganizmaların atık boyalarda etkinliği. A. Bakteriler B. Mantarlar C. Endüstriyel kirlilik D. Atık boya

2.1.2. Biyosorpsiyon

Biyosorpsiyon, sulu ortamlardan metal iyonlarının biyokütle tarafından alınmasıdır. Biyosorbent yüzeyinde tutulacak çözülmüş maddelerin biyokütle etrafını saran çözücü sıvı film içerisinden geçmesi gerekmektedir. Biyosorpsiyon şartlarının gerçekleşebilmesi için bazı optimal koşulların oluşması gerekmektedir. Biyosorpsiyon yöntemi sıcaklık, metal iyon tipleri, konsantrasyon, biyokütle türü ve miktarı, çözeltinin asitliği veya bazlığı gibi fizikokimyasal faktörlerden etkilenmektedir (Hamutoğlu vd., 2012).

Bu yöntemin tercih nedeni olmasının en önemli nedeni işlemin yapıldığı alan üzerinde uygulanabilmesi, çok özel sistemlere gereksinim duymaması ve farklı sistemlerle kolay bir şekilde fazla gider olmadan birleştirilebilmesidir (Tewari *et. al.*; 2005).

2.1.3. Biyosorpsiyon kinetiği

İki basamaktan oluşup birincisi, çok hızlı olarak gerçekleşen organizma yüzeyinde fiziksel adsorpsiyon veya iyon değişimini içerir. Yüzey adsorpsiyon basamağı hızlı bir giderim olması sonucunu ortaya çıkarır ve buna pasif giderim denir. İkinci basamakta metal iyonu içeri alınarak aktif giderim olmasıdır. Bu basamak; hücre zarından içeri metal iyonlarının taşınımını içeren, hücrenin reaksiyon hızlarına bağlı olarak yavaş ilerleyen giderim basamağıdır (Chong *et. al.*; 2000).

2.1.4. Biyodegradasyon

Biyo=Canlı, Degradasyon=Bozunma, yıkılma, parçalama anlamına gelmektedir. Biyodegradasyon alg, bitki, bakteri ve mantar gibi organizmaların çeşitli bileşikleri enzimler kullanarak parçalama işlemidir.

Mikrobiyal organizmalar alınan atık maddeleri hücresel ortamada kendi biyolojik gereksinimleri ile ortaya çıkan reaksiyonlarla farklı maddeleri dönüştürürler. Buna doğal mikroorganizma popülasyonları tarafından gerçekleştirilen biyolojik parçalanma olarak tanımlanır.

Bu parçalanma üzerinde ortamdaki besin miktarı ve türleri, ortamın ısısı, pH, su ve giderimi olacak kimyasalların çözünürlüğü, büyüklüğü, toksitesi, kimyasala bağlı yan grupları gibi fizikokimyasal parametreler biyodegradasyonu etkileyen en önemli parametrelerdir.

2.2. Atık Arıtımında Bakterilerin Önemi

Bakteriler, çözünmüş karbonlu organik maddeleri çeşitli gazlara ve yeni hücrelere dönüştürerek kullanırlar. Atık su arıtım merkezlerinde yaygın olup buradaki azotu, karbonu, fosforun ve kükürtün giderilmesinde etkin rol oynarlar.

Anaerobik arıtma teknolojisinde atıkları işlemede kullanılan mikroorganizmaların giderim sonucunda oluşan ürünler faydalı yeni ürünlere dönüştüklerinden geri kazanım sağlayabilmektedir. Atıklarında organik madde yoğunluğu bulunan fabrikalarda uygulanan anaerobik arıtma teknolojisinde, uygun biyokimyasal parametrelerin sağlandığı reaktörler kullanılır (Alexander, 1999).

ABD’de ki bazı şirketler terminal temizliğinde; en başta zehirli atıkların bulunduğu sahanın toprağını ters yüz ederler. Daha sonra içerisine bakteri, su ve gıda maddesi aşılır. Yaklaşık yedi hafta civarında bakteriler toprağın 40-45 cm derinliğine kadar ki kısmını yiyip bitirirler. Bu toprak, ortadan kaldırılıp büyük mayalanma tanklarına yani fermenterlere taşındıktan sonra aynı işlemler altta kalan diğer tabakalara da uygulanır ve bölge tabaka tabaka temizlenmiş olur (Esmeray ve Ceyhan, 2012).

2.2.1. Atık minimizasyonu

Atık minimizasyonu suyun, enerjinin ve hammaddelerin etkin kullanılmasıyla atığın çıkış noktasının azaltılması ve önlenilmesidir. Atığın oluşumunu engellemek yada azaltmak için prosesin gerektiğinde değiştirilmesi mümkün olup üretim prosesinde çevreye daha az zarar verecek malzemelerin kullanılmasını kapsamaktadır (EA, 2001).

Atık minimizasyonun da en baştan en sona kadar gerçekleşen üretim ve tüketim sürecinde her türlü atığın azaltılması dahildir. Atık minimizasyonunda oluşturulabilecek her türlü proses, dikkatli, aşamalı, iyi bir plan ve program doğrultusunda gerçekleşip hem teorikte hem de uygulamada değişikliklere açık olmaktadır (EA, 2001).

Atıkların ortamlardan giderilmesi ve tekrardan geri kazanılması hem enerji hem de doğal kaynakların israfının önlenilmesinde önemli bir yol olup, doğal ortamların bozulmamasına ve bunların sürdürülebilir kullanımında temel bir faktördür. Bu yüzden atık minimizasyonu, başta Çevre Kanunu olmak üzere atık yönetimine ilişkin tüm düzenlemelerde birincil öncelik olarak belirlenmiştir (Kabataş, 2010).

Atık minimizasyonunun temel aldığı görüş ve hedef bugün ve yarın için ilk başta insan olmak üzere bütün canlıların bulunduğu çevreye zarar vererek bozulmasına neden olabilecek tehditlerin en aza indirgenmesidir (EPA, 1988).

Atıkların azaltılması için yeni ve ekonomik standartlar geliştirilmeli; sanayi tarafından yapılan üretimlerde doğaya zarar vermeyecek sistemlere yönlendirilmeli, bu basamakta hem üretim yapanların hem de bu ürünleri kullananların bilinçlendirilerek hassasiyetlerinin artırılmasına yönelik faaliyetlere önem vermek. Eski ve sıkıntılı teknolojileri kullananlara ek giderler, yeni teknolojileride kullananlara da avantajlar sağlanarak üretim hataları çevre dostu teknolojilerine bırakılmasını sağlayacak kapsamlı bir strateji oluşturulmalıdır (Kabataş, 2010).

Tablo 2.1. Atık azaltımına etki eden faktörler (Kabataş, 2010).

İnsan	Düzenli, temiz ve sağlıklı bir alanda çalışılması için ortaya çıkan atıkların azaltılması ile olur. Bunun içinde bu alanlarda bulunan çalışanların farkındalıklarının artırılması ve bunların giderimi yönünde eğitimlerin alınması sağlanmalıdır.
Sistem	Ölçme ve kontrole sistematik bir yaklaşımla problemlere önem verilir. Etkin bir seviyeye gelmek için hedeflerin oluşmasına imkan verir.
Teknoloji	Sermayenin yeni teknolojide kullanılması üretilebilirliği geliştirip, atık oluşumunu minimize edip geri ödemeler oluşturabilir.

2.2.2. Ekstremofiller

Ekstrem çevre koşulları, çoğu mikroorganizmanın hayatta kalmasını ve gelişimini zorlaştıran doğal veya taklit edilmiş kuvvetler olarak düşünülebilir. Bu koşullar fiziksel aşırılıkları (sıcaklık, radyasyon ve basınç gibi) ve jeokimyasal aşırılıkları (kuraklık, tuzluluk, pH ve redoks potansiyelleri gibi) öğeleri içerebilir (Rampelotto, 2010).

Dünyada normal bir canlının yaşayamayacağı ortam koşullarına uyum sağlamış canlılar bulunmaktadır ve bu ekstrem koşullara adapte olmuş çoğu canlı mikroorganizmalardır. Ekstremofil olarak adlandırdığımız bu canlılar karasal mezofilik organizmaların büyümeleri ve üremeleri için gerekli optimal koşullardan çok farklı, zor koşullarda gelişebilmektedirler. Archaea domaini ekstremofillerin geniş dağılımlı olduğu bir domain olarak bilinmesine karşın, ekstremofiller hem öbakterilerin hem de archaeaların içinde sayısız ve farklı genetik hatlarda yer almaktadır. Archaea ve ekstremofil terimleri ara sıra kendi içerisinde yer değiştirmesine karşın, birçok mezofilik archaeaların ve birçok ekstremofili öbakterilerin olduğu bilinmektedir (Özbey, 2009).

Ekstrem termofiller veya ekstremofiller, spesifik olarak volkanik kayalarda, kutup bölgelerindeki düşük sıcaklıklarda, derin denizlerdeki yüksek basınçta, çok düşük ve yüksek pH değerlerinde (pH 0-12) yada çok yüksek tuz konsantrasyonlarında (%5-30) yaşayan mikroorganizmalardır (Niehaus *et. al.*, 1999; Vargias and Antranikian, 2000).

2.2.3. Ekstremofillerin sınıflandırılması

Ekstremofil canlılar, yaşayabildikleri çevresel parametreye bağlı olarak farklı şekilde sınıflandırılır. Bu canlıların yaşadığı ekstrem çevresel parametreleri ve buna bağlı olarak yaşadığı habitatlar, fiziksel ekstremler, jeokimyasal ekstremler ve biyolojik ekstremler olarak sınıflandırılmaktadır (López-García, 2005).

Tablo 2.2. Ekstremofillerin çevresel parametrik sınıflandırılması (López-García, 2005).

Fiziksel Ekstremler	Jeokimyasal Ekstremler	Biyolojik Ekstremler
Sıcaklık	pH	Besin
Basınç	Tuzluluk	Popülasyon Yoğunluğu
Radyasyon	Kuraklık	Parazitler
Patojenler		
Toksik Bileşenler		

Tablo 2.3. Ekstremofiller ve çevreleri (Hough and Danson, 1999).

Fenotip	Çevre	Mikroorganizma
Termofiller	55-80 °C	Methanobacterium,
Hipertermofiller	80-113 °C	Pyrococcus, Pyrolobus
Psikrofiller	(-2) - 20 °C	Alteromonas
Halofiller	2- 5 M NaCl	Haloarcula
Asidofiller	pH< 4	Sulfolobus
Alkalifiller	pH> 9	Natronococcus

2.2.4. Poliekstremofiller

Dünyada ki ekstremofil canlılar, farklı metabolizma tiplerine sahipler ve farklı karbon kaynakları kullanıyorlar. Birden fazla ekstrem koşula dayanıklılık gösteren organizmalara poliekstremofil canlılar denir. Bu organizmalara örnek olarak su ayıcıklarını, hamam böceklerini ve *Deinococcus radiodurans*' ı verebiliriz. *Deinococcus radiodurans*, dehidrasyona, oksidatif zararlara, ultraviyole radyasyona, genotoksik kimyasallara ve yüksek seviyede iyonikleşmeye karşı ekstrem dayanıklılık göstermekte ve bu özelliklerinden dolayı da poliekstremofil olarak adlandırılmaktadır (López-García, 2005; Buzea, 2008).

2.3. *Deinococcus radiodurans*'ın Genel Özellikleri

Deinococcus radiodurans daha önceleri *Micrococcus radiodurans* adı verilen, radyasyon biyolojisinde iyonlaşma ve ultraviyole radyasyona olağanüstü direnci ile ünlü bir bakteridir. *Deinococcus radiodurans* 1956 yılında Corvallis'de ki Oregon Tarım Deney İstasyonunda Arthur W. Anderson tarafından keşfedilmiştir (Gierak, 2005). Oregon Corvallis'de A.W. Anderson ve arkadaşları ile yüksek gama radyasyon

uygulanmış olup bozulmuş konserve etler üzerinde yaptıkları incelemeler sonucunda izole etmiştir (Anderson *et. al.*, 1956).

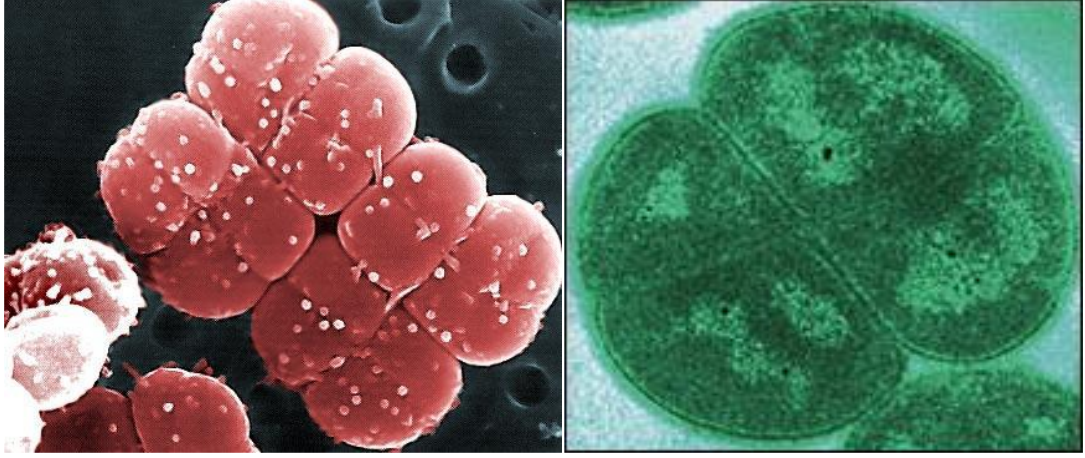
D. radiodurans, genellikle tetrad formunda yetişen, Gram pozitif hücreleri desteklemeyen bir bakteridir. Bu organizma ilginçtir çünkü iyonize radyasyonla indüklenen DNA hasarına aşırı dirençlidir (Battista, 1997).

D. radiodurans'ın radyasyon direnci, genomu onarabilme yeteneği, yüzden fazla çift sarmal DNA kopması, mutasyona uğramaması ve genom bütünlüğünü koruması olağanüstü bir canlı olduğunu gösterir (Battista, 1997; Minton and Daly, 1997). Olağanüstü verimliliği için bir açıklama henüz bulunmamaktadır (Eltsov ve Mikhail, 2005).

Deinococcaceae familyasına ait olan bu bakteri, patojen değildir, hareketsiz olup spor oluşturmaz, küre şeklinde ve zorunlu aerob bir bakteridir. 1-2 µm boyutunda, kırmızı pigmentli olan bu bakteri dörtlü hücre kümesi şeklinde (tetrakok) gelişmektedir. *D. radiodurans*, UV ışığı, kuraklık, hidrojen peroksit ve birçok kimyasal ajana, DNA da zarara neden olan durumlara da direnç göstermektedir (Murray, 1992; Thornley *et. al.*, 1965).

D. radiodurans'ın sabit faz kültürlerinde bulunan az sayıdaki hücre, üssel olarak büyüyen hücrelerin tipik morfolojisine sahiptir. Bu morfolojik polimorfizmi, genişletilmiş durağan faz boyunca büyüme avantajı kazanan mutantların mevcudiyetine bağlıyoruz (Finkel and Kolter, 1999).

D. radiodurans dünya üzerinde radyasyona en dayanıklı organizma olarak Guinness rekorlar kitabına girmiş bir bakteridir. İnsanın canlılık faaliyetlerini yerine getirememesi için 10 Gy'lık radyasyon yeterli olabilmesine karşın *E. Coli*'de hücrelerinin 60 Gy'lık dozda bütün canlılık faaliyetlerini kaybetmektedir. *D. radiodurans* ise 5000 Gy'lık dozda hiç bir canlılık kaybı yaşamadan 15000 Gy'lık dozdaysa kültürün % 37'si canlı kalacak biçimde dayanıklılık gösterebilir (Makaraov *et. al.*, 2001).



Şekil 2.2. *Deinococcus radiodurans* mikroskobik görüntüsü (Yılmaz, 2012).

2.3.1. *Deinococcus radiodurans*'ın filogenisi

Eubacteria alemi içerisinde sınıflandırılan bu bakteri Deinococcaceae familyasının üyelerinden *Micrococcus* genusu içinde yer almaktadır (Andersson, 1999).

Deinococcus-Thermus filum son zamanlarda başka bir aile olan Trueperaceae'yi de içerecek şekilde genişletildi (Albuquerque, *et. al.*,2005). *Truepera radiovictrix*, Azores'te ki kaplıca akıntılarında bulunan radyasyona dayanıklı küre biçiminde bir termofildir (Albuquerque, *et. al.*,2005). Bu bakteri *D. radiodurans*'lar ile fenotipik özellikler paylaştı. Radyasyona dirençli, Gram pozitif kokal mezofil olan *D. radiodurans* 'lar ve radyasyona duyarlı bir Gram negatif çubuk şekilli termofil olan *T. thermophilus*, Deinococcus-Thermus filumu, fenotipik özelliklerin klasik bir vakası olup bakterilerde her zaman filogenez ile bağıntılı değildir (Woese,1987). Deinococcus-Thermus filumunun ortak atası, orta derecede termofil ya da mezofildir (Makarova, *et. al.*, 2001; Omelchenko, *et. al.*, 2005). Ortak atalarından ayrıldıktan sonra Thermus, arke ve termofilik bakterilerden yatay gen transferi yoluyla yüksek sıcaklıklara adapte olurken, *Deinococcus* çeşitli bakterilerden çok sayıda stres tepki geni elde etti (Omelchenko, *et. al.*, 2005). Altmış beş protein Deinococcus-Thermus filumuna özgü, 206 protein sadece Deinococcaceae üyelerinde (örn., PprA ve DdrB) bulunurken 399 protein *D. radiodurans* 'lara özgüdür (Griffiths and Gupta, 2007).

2.3.2. *Deinococcus radiodurans*'ın habitatı

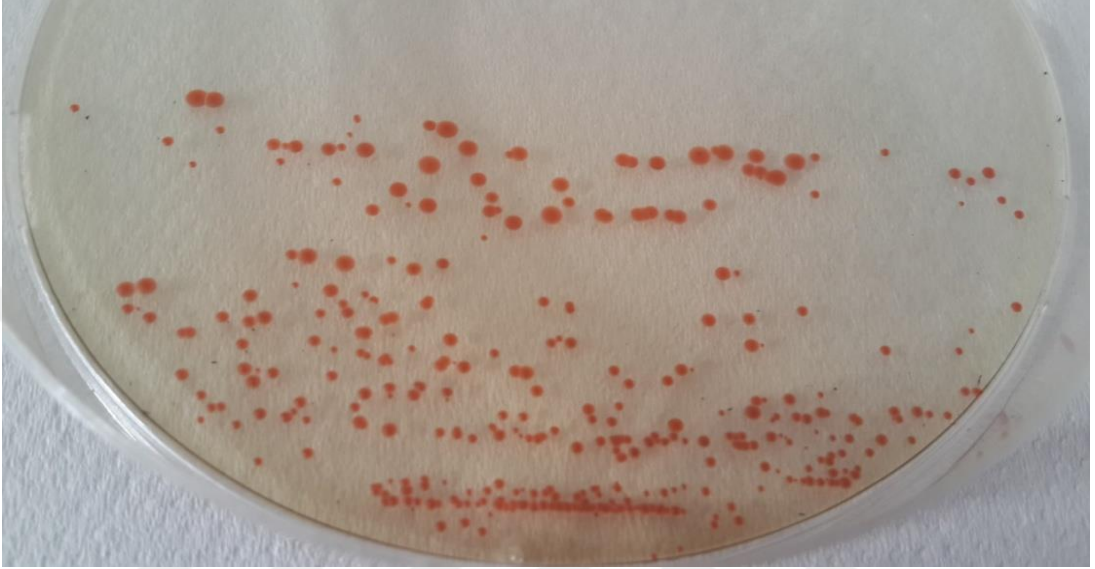
Deinococcal suşlardaha zor ortamlardan izole edilmiştir. Kurutulmuş gıdalardan (Lewis, 1971; Rowley *et. al.*, 1978), oda tozundan (Christensen *et. al.*, 1981), tıbbi aletlerden (Christensen *et. al.*, 1981) ve tekstilden (Kristensen *et. al.*, 1981) elde edilen deinococcal suşların başarılı bir şekilde izole edilmesi, bu ailenin kuru, besleyici hayvanlarda hayatta kalma kapasitesine sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu organizmanın yararlanabileceği nişlerin sayısı önemli ölçüde arttığını düşündürmektedir. Bu izolasyonlar önemlidir, çünkü deinokokların, spor oluşturan organizmalar kadar, evrimleşerek uzun süre çevresel stres yaşadıklarını da öne sürerler. Dikkat çeken bir nokta da *D. radiodurans*'ın son derece dirençli olmasıdır (Battista, 1997).

1956'da *D. radiodurans* R1 suşunun izolasyondan kısa bir süre sonra, *D. radiodurans*'ın (SARK) ikinci bir türü, Ontario'da ki bir hastanede hava kirleticisi olarak keşfedilmiştir (Murray, 1958). O zamandan beri birbirine çok yakın radyasyona dirençli 6 tür tespit edildi: Mezgit dokusundan alınan *Deinococcus radiopugnans* (Davis *et. al.*, 1963), Bombay ördekinden *Deinococcus radiophilus* (Lewis, 1971), Lama glama dışkılarından *Deinococcus proteolyticus* (Kobatake *et. al.*, 1973), fil dışkılarından çubuk şeklindeki *Deinococcus grandis* (Oyaizu, 1987) ve iki termofilik tür olan *Deinococcus geothermalisand*, *Deinococcus murrayi* sırasıyla Portekiz ve İtalya'da ki kaplıcalarda görüldü (Ferreira *et. al.*, 1997). Bu türler birlikte, *Thermus* cinsi ile en yakın ilişkili olduğuna inanılan farklı bir öbakteriyel filogenetik soy oluşturmaktadır. 16S rDNA sekansı analizine dayanarak, *Deinococcus* ve *Thermus*'un bir öbakteriyel filum oluşturduğu önerilmiştir (Rainey, 1997). Bugüne kadar, sistematik olarak deinokokların doğal dağılımı araştırılmamıştır. İzolasyonlar dünya çapında gerçekleşti ancak dağılımı çok çeşitli ve serpmedir (Makarova *et. al.*, 2001).

Alem: Eubacteria

Şube: Deinococcus- Thermus

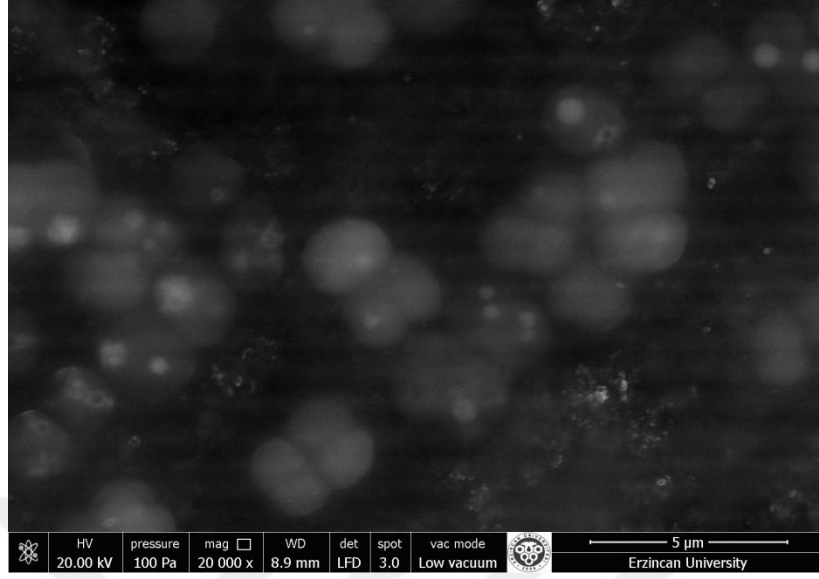
Takım: Deinococcales
Cins: *Deinococcus*
Tür: *Deinococcus radiodurans* (Özbey, 2009)



Şekil 2.3. *Deinococcus radiodurans* 'ınTGYA'da 3 günlük üremesi



Şekil 2.4. *Deinococcus radiodurans* R1'in ışık mikroskopunda görüntüsü



Şekil 2.5. *Deinococcus radiodurans* R1'in SEM'de görüntüsü

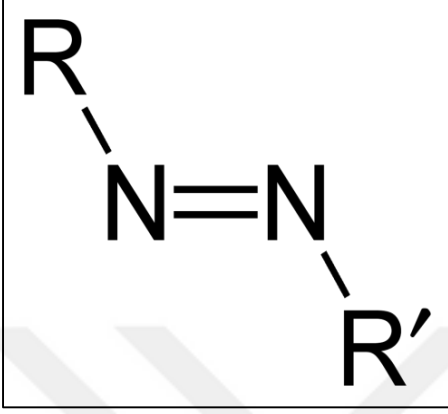
2.4. Tekstil Boyaları

2.4.1. Azo boyalar

Azo boyaları, en çok renk çeşidine sahip, boyaların en büyük sınıfıdır. Tekstil, kağıt, gıda, kozmetik ve ilaç endüstrilerinde en az 3000 farklı azo çeşidi yaygın şekilde kullanılmaktadır (Spadaro *et. al.*, 1992; Spadary *et. al.*, 1994). Bazı azo boyaları, tekstil atıklarında en problemlili bileşikler olarak tanımlanmıştır. Suda yüksek çözünürlüğü ile çıkarılması güç ve düşük tükenme nedeniyle çıkarılması zordur (Spadaro *et. al.*, 1992). Dahası bu azo boyaları ve ara-aromatik aminler toksik, mutajenik ve kanserojendir. İnsanlar için potansiyel bir sağlık sorunu oluştururlar (Carliell *et. al.*, 1994; Nilsson *et. al.*, 1993). Azo boya atıklarının arıtılması büyük bir endişe haline geliyor, birçok mikroorganizma, bakteriler de dahil olmak üzere azo boyalarını parçalayabilir (Chung and Stevens, 1993; Wong and Yuen, 1998; Sharma and Sobti, 2000).

Azo boyaları, doğal boyalara kıyasla sentezindeki kolaylığı ve maliyet etkinliği nedeniyle endüstride giderek daha fazla kullanılmaya başlandı. Bununla birlikte çoğu

azo boyası toksik, kanserojen ve mutajeniktir (Pinheiro *et. al.*, 2004; Talarposhti *et. al.*, 2001).



Şekil 2.6. Azo boya yapısı

Boyalardaki azo bağlarının (R-N-N-R) parçalanmaya karşı dirençli olduğunu ve çevre içinde yüksek seviyeli boya kalıcılığı ve birikim potansiyeli bulunduğu bilinmektedir. Asit ve alkalın koşullarda çok kararlı olup sıcaklık ve ısıya karşı dayanıklıdır. Bununla birlikte, bunlar anaerobik ve aerobik koşullar altında bakteriler tarafından bozunabilir (Wong and

Yuen, 1996).

Azo boyaları renklendirme azo fonksiyonunu (-N = N-) içeren organik bileşiklerdir. Azo fonksiyonu genellikle aromatik bir halkaya bağlanır ve boya daha sonra aromatik bir amine, arilamine indirgenebilir. Bu kimyasal olarak, indirgeyici bölünmeyle veya vücudun kendi enzim sistemi aracılığıyla gerçekleşebilir. Bazı azo boyaları, hafif ve yüksek sıcaklık nedeniyle depolama esnasında arilaminlere ayrılabilir. Bazı arilaminlerin kanserojen olduğu kanaatine varılmıştır. Bunlardan da en iyi bilinen anilindir. Azo boyaları tekstil elyaflarının, özellikle de pamukların boyanmasında, ayrıca ipek, yün, viskon ve sentetik elyafların boyanmasında kullanılır. Kullanımı, nispeten ucuz ve net, güçlü renkler sunmak için tercih edilirler. Piyasada yaklaşık 2000 azo boyası vardır. Azo boyalarının çoğunluğu suda çözünebilir ve vücudun emilmesi için kolaydır. Bu solunum yoluyla ve cilt ile temas yoluyla gerçekleşir. Azo boyaları ayrıca suda yaşayan organizmalar için zehirli olabilir ve uzun süreli su ortamında olumsuz etkilere neden olabilir (Kemi swedish chemicals agency, 2015).

Azo boyasından çıkan arilaminlerin cilt tarafından absorbe edilmesi ve vücutta birikmesi muhtemeldir. Azo boyaları bulunan giysiler giyerken veya bu yatak örtülerinde uyurken maruz kalma riski vardır. Bazı arilaminler de cilt ile temasında alerji üretebilir, gözleri tahriş edebilir, solunduğunda, yutulduğunda toksiktir. Bazı

arilaminler, sudaki organizmalar için çok zehirli olduğu ve su ortamında uzun süreli olumsuz etkilere neden olabileceği sonucuna varılmıştır (Kemi swedish chemicals agency, 2015).



şekil 2.7. Azo boyalar

Boyalar aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir (Mishra and Tripathy, 1993).

1. Anyonik boyar maddeler: Direkt, asit ve reaktif boyalar
2. Katyonik boyar maddeler: Bazik boyalar
3. İyonik olmayan (non-iyonik) boyar maddeler: Dispers boyalar

Tablo 2.4. Boyar maddelerin sınıfları, kimyasal tipleri ve oluşturduğu kirleticiler (Husain, 2006; EPA, 1997)

Boyar madde sınıfı	Tanımı	Kimyasal tipi	Bağlanma	Oluşturduğu kirleticiler
Asid	Çözünebilen anyonik bileşikler	Azo, nitro ve nitrozo, trifenilmetan, azin ve ksanten	%80-93	Renk, organik asitler, fikse edilemeyen boya atıkları
Bazik	Çözünebilir, çok parlak boyalar	Siyanin, azo, azin, triarilmetan, ksanten, akridin, oksazin ve antrakinon	%97-98	N/A
Direkt	Çözünebilir anyonik bileşikler; selülozik elyafa direkt uygulanabilir	Azo, fitalosiyenin, stilben ve oksozin	%70-95	Renk, tuz, fikse edilmeyen boya artıkları, katyonik fiksasyon kimyasalları, yüzey aktif maddeler, kopuk kırıcılar, düzgünleştirici, retarder ve apreleme kimyasalları, seyrelticiler
Dispers	Suda çözünemez	Azo, antraquinone, stiril ve nitro	%80-92	Renk, organik asitler, tıfşiyıcılar, fosfatlar, düzgünleştiriciler, köpük kırıcılar, ağartıcılar, parlaklaştırıcılar, dispersantlar, seyrelticiler

Reaktif	Suda çözünebilir, anyonik bileşiklerdir. Engeniş, sınıftır.	Azo, antrakinon, ftalosiyenin, formazon, oksazin ve bazik	%60-90	Renk, tuz, alkalinite, fikseedilmeyen boya artıkları, yüzey aktif maddeler, köpük kırıcılar, seyrelticiler, apreleme kimyasalları
---------	---	---	--------	---

Tablo 2.5. Kullanılan azo boyaların özellikleri

Boyanın Adı	Absorbans Değeri (nm)	Molekül Ağırlığı (g/mol)	Molekül Formülü
C.I.DIRECT RED 23	502,94	813,73	$C_{35}H_{25}N_7Na_2O_{10}S_2$
ACID RED 249	523,78	748,11	$C_{29}H_{20}ClN_3Na_2O_{10}S_3$
C.I. RED 337	491,80	433,34	$C_{17}H_{11}F_3N_3NaO_4S$



C.I. Direct Red 23

Acid Red 249

C.I. Red 337

Şekil 2.8. Azo boyalar

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Kimyasallar

Pepton (Sigma), Agar (Sigma), Yeast Ekstrakt (Merck), Glukoz (Sigma), C.I. Direct Red 23 (alfaKimya), Asid Red 249 (alfaKimya) ve C.I. Red 337 (alfaKimya) kullanılan kimyasallar ve temin edildikleri firmalardır.

3.1.2. Mikroorganizma

Deinococcus radiodurans, yüksek yapılı organizmaları tolare edebildiğinden daha fazla ekstrem çevresel duruma direnç göstererek, böyle formların yaşamının temeli olan DNA'nın korunabilmesinde önemli rol oynamaktadır. Bakteri ilkel dünya koşullarında ki yeryüzünün ve buralarda ki yaşamın evrimine ışık tutmaktadır.

3.1.3. Cihazlar

Tablo 3.1. Kullanılan cihazlar

Cihaz	Marka
Otoklav	: Nüce OT 012
Steril kabin	: Safe FAST Classic 212
Dik Otoklav	: Sümer
Vortex	: Heidolph Reaxtop 26
Çalkalamalı İnkübatör	: Heidolph
Saf su cihazı	: Nüve
Hassas Terazı	: AGN220C AXIS
Otomatik pipet	: Eppendorf Research Plus
pH Metre	: Radiometer Meterlab PHM210
Spektrometre	: Perkin Elmer Lambda 35 UV/VIS
Kar makinesi	: Scotsman AF-20
Soğutmalı Santrifüj	: Hanil Smard R17

Ultrasonikatör VCX505	: Sonics Vibra Hücresi
Buzdolapları	: Arçelik
Derin Dondurucu (-30 °C)	: Haier
Etüv	: Wise Cube WIG-105
Çalkalamalı Soğutmalı İnkübatör	: Shel LabSSI5R-HS
Manyetik Karıştırıcı	: Heidolph MR Hei-Standart

3.2. Yöntem

3.2.1. Bakteri Stoklarının Hazırlanması

Çalışmamda *D. radiodurans*'ın uzun süreli stokları %20 gliserol (v/v) içeren TGY broth'ta hazırlayarak -20 °C'de saklanılmıştır. Ayrıca rutin günlük çalışmalarında TGY agar içeren besiyeri petrielerde üretip +4°C'de buzdolabında muhafaza edilmiştir.

3.2.2. Petri Stok Kültürünün Hazırlanması

Çalışmamda *D. radiodurans*'ın büyüme ortamı olarak bu bakterinin kendine has özel besi ortamı olan TGY agar (Trypton Glukoz Yeast Agar) ve TGY broth (Trypton Glukoz Yeast Broth) (pH: 7,5) kullanıldı. Besiyerleri 250 ml'lik erlenlerde 99 ml besiyeri olacak şekilde 121°C'de 15 dk 1 atm basınç altında otoklavlandı. 250'lik erlenlere gazlı beze pamuk konularak tıkaç yapıldı, üzerlerini alüminyum folyo ile kapatılarak otoklavlandı. Sterilize olan erlenler kullanılacağı zamana kadar +4°C muhafaza edildi.

TGY Broth Besiyerinin İçeriği (g L⁻¹)

Trypton	10 gr
Maya özütü	5 gr
Glikoz	5 gr

Bu sıvı besi yerlerinin içine 15 g L⁻¹ agar ilave edilerek katı besiyerleri elde edilmiştir. Otoklavlamadan sonra 9 cm'lik petrilere yaklaşık 12,5 ml olacak şekilde dağıtılarak hazır hale getirilmiştir.



Şekil 3.1. Tripton Glukoz Yeast Broth

3.2.3. Büyüme Ortamı

Büyüme ortamı olarak 2x Tripton Glukoz Yeast Broth (TGYB) kullanıldı (pH: 7,5).

50 ml 2x TGYB içeriği için;

Pepton	1 gr
Yeast extract	0,5 gr
Glucose	0,5 gr

Bu hazırlanan TGYB 5'er ml ağzı vidalı tüplere konulup 121°C'de 15 dk 1 atm basınç altında otoklavlandı. Böylelikle overnight kültürü hazırlandı.

3.2.4. Bakteri Ekimi

Çalışmamda +4°C’de buzdolabında TGYA’ya ekimi yapıp muhafaza edilen bakteri petrilerinden, steril kabin içinde aseptik koşullar altında 1 cm³’lük alanda bunzen beki alevinde bir koloni öze ile alınarak overnigth (O/N, starter) 2x TGYB içeren ağzı vidalı cam tüplere ekimi yapılmıştır. Tüpler saat 17.00’dan sabah 08.00’e kadar 15 saat olacak şekilde 32 °C’de ve 200 rpm’de çalkalamalı inkübasyona bırakılarak üretildi. Üretilen bu kültürler bir gece (over night=O/N, starter) inkübasyonun sonunda 08.00’de alınarak TGY broth besiyeri içeren 250 ml’lik erlendeki 99 ml’lik besiyeri içerisine steril kabinde aseptik koşullar altında 1’er ml ekimi yapılmıştır. Bunlarda 32°C’de ve 175 rpm’de çalkalayıcı inkübatörde inkübasyona bırakılıp bu kültürlerden de saat 17.00’da steril kabinde 1 ml’lik küvete alınıp kör olarak besiyeri kullanılmıştır. 600 nm’de absorbansı okunmuştur. Stasyonel fazın başlangıç kısmında yani 0.800 nm de absorbans verirse erlenin içinden 1ml alınıp steril ependorfdaki boyaya, konsantrasyonu 10 mg/ml boya çözdürerek ekimi yapıldı.

3.2.5. Boyaların Spektrum Taraması

Azo boyaların saf hallerinin maksimum absorbans değerlerini bulmak için spektrum taraması yapıldı. Spektrum taraması yapılırken boyaların saf hallerinden 10 mg/ml çözeltiden 1 ml alınıp küvete konuldu. 900 nm-400 nm arasında spektrum taraması yapıldı. Böylece boya moleküllerinin maksimum absorbans verdiği dalga boyları bulundu. Spektrum taraması yapılırken kör olarak saf su kullanıldı. Bu grafikler sonucu oluşturulan $y = ax + b$ grafik denklemlerinden faydalanarak numunelerin sıvı kültürlerde ki geri kalan saatlerde kalan boya miktarları bulundu.

3.2.6. Azo Boyalarının Kalibrasyonu

Azo boyalarının konsantrasyonları 10 mg/ml olacak şekilde hazırlandı.

1000 ml	100mg
10 ml	x mg

$x = 1 \text{ mg}'\text{dir}$. O halde C.I Direct Red 23 azo boyasından temiz bir cam tüpe 0,01 gr hassas terazide tartıldı. Üzerine 990 saf su eklenildi ve vortekslendi. 10 kat seyreltmiş olundu. Daha sonra bunun içerisinden 10 ml alıp üzerine 990 saf su eklenildi, vortekslendi ve bu seferde 5 kat seyreltmiş olundu. Bu tüpten de 10 ml alıp üzerine 990 saf su ekleyip vortekslediğimde 2.5 kat seyreltmiş oldum. Bu şekilde 10 – 5 - 2,5 - 1,25 - 0,625 - 0,3125 - 0,1563 - 0,0781 - 0,0391 - 0,0195 - 0,0098 - 0,0049 - 0,0024 - 0,0012 - 0,0006 - 0,0003 mg/ml konsantrasyonlarda çözelti hazırlandı. 16 tüpte seyreltme işlemleri bittikten sonra kalibrasyon grafikleri oluşturuldu. Aynı işlemleri Asid Red 249 ve C.I Red 337 azo boylarına da uygulandı.

3.2.7. Boyaların Gideriminin Takibi

Enzim üretim ortamında bulunan boya miktarının takibi için ilk boyayı aktardığım 0. saatten itibaren her 2 saatte sıvı kültürlerden 1'er ml aseptik koşullarda numune alındı. Alınan bu numuneler 15000 xg, 10 dk ve +4 °C'de santrifüj yapıldı. Santrifüj yapılan numunelerin süpernetant kısmı alınarak her biri için özgül dalga boylarında absorbanları alındı. Kör olarak sterilize edilmiş TGYB kullanıldı.

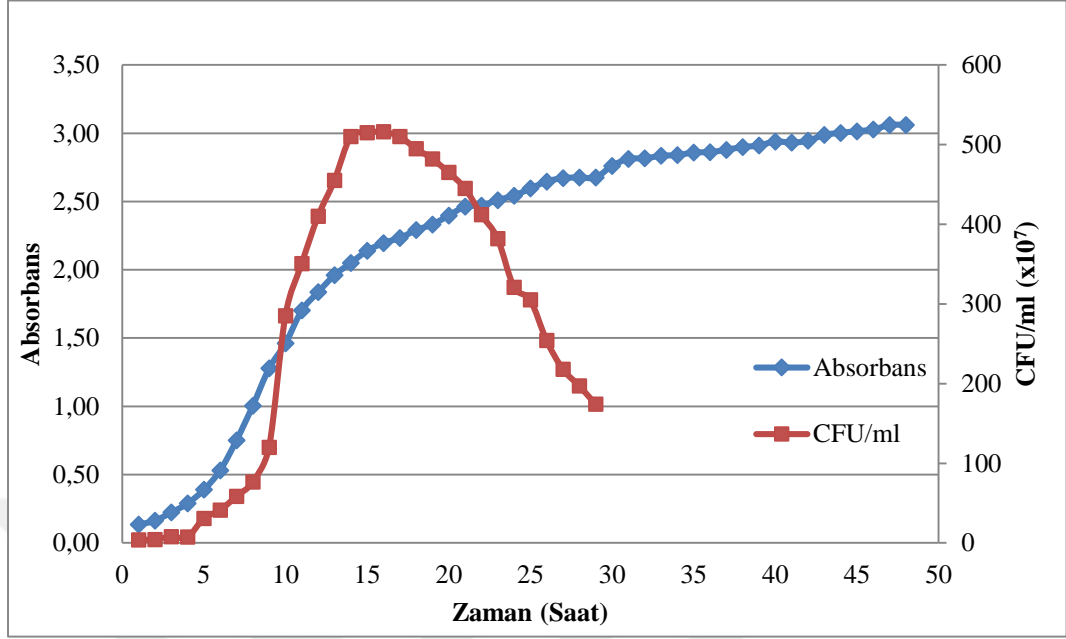
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Hücrelerin Büyüme Eğrisinin Oluşturulması

Büyüme kinetiğinin belirlenebilmesi için *D. radiodurans* R1 72 saat boyunca takip edildi ve her yarım saatte örnek alındı. Alınan örneklerden OD₆₀₀'de absorbans ölçümü ve seyreltme plaka tekniğiyle koloni sayımı yapılmıştır. Ölüm fazına geçiş 29 saat sonrasında tespit edildiğinden seyreltme plaka ile koloni sayımı sonlandırılmıştır. Daha sonra 30. saatten sonra sadece 600 nm'de optik dansite yapıldı.

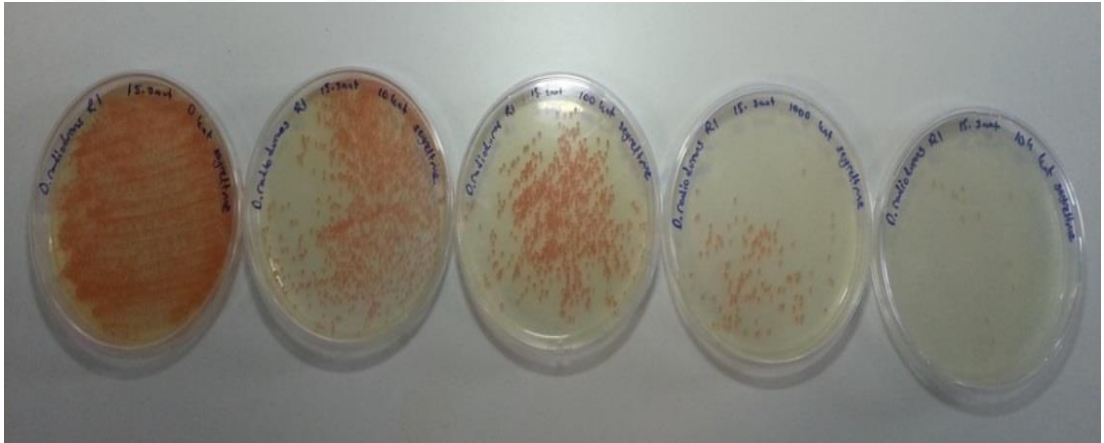
Şekil 3.1'de görüldüğü gibi lag, log ve stasyonel üreme fazları belirgin bir şekilde gözlemlenmektedir. *D. radiodurans* R1'in 4. saate kadar lag fazında 10. saatte kadar log fazında ve akabinde ise durağan faza geçtiği tesbit edilmiştir. Ölüm fazına giren hücrelerde parçalanma ve hücrede bulunan karatenoidlerin hücre dışına çıkması ve açığa çıkan bu karatenoidlerin de 600 nm'de sürekli bir absorbans artışına neden olduğu düşünülmektedir.

Çalışmam esnasında logaritmik fazda bulunan hücreler kullanılmış olup büyüme eğrisinde de görüldüğü gibi hücreler 6-7. saat aralığında istenilen hücre fazına ulaşıldıkları belirlenmiştir.



Şekil 4.1. *D. radiodurans* R1'e ait büyüme eğrisi grafiği (Kuzucu, 2016)

Koloni sayımında en fazla hücre, 14-17. saatler arasında görülmüştür. 26. saatten sonrasında ise canlı hücre sayısında önemli bir düşüş saptanmıştır.



Şekil 4.2. 15. saat seyreltme plaka ile hücre sayımında petri kültürü (Kuzucu, 2016)

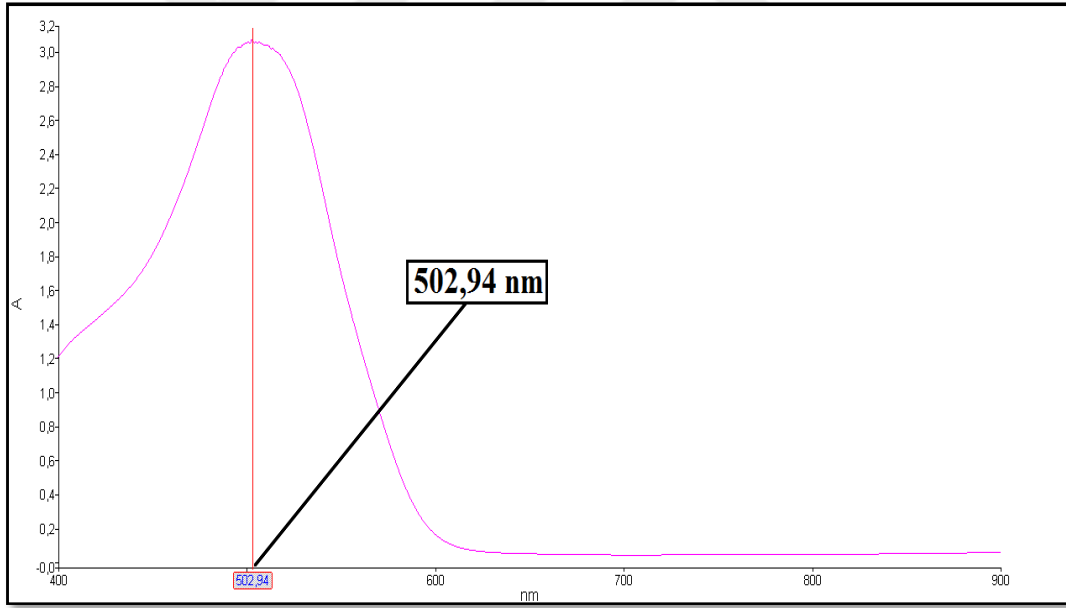
Tablo 4.1. *D. radiodurans*'a ait absorbans değerleri ve hücre sayıları

Saat	Absorbans	CFU/ml (x10 ⁷)	Saat	Absorbans	CFU/ml (x10 ⁷)
1	0,134	3,85	25	2,595	305
2	0,163	4,3	26	2,646	254
3	0,223	7,705	27	2,671	218
4	0,289	7,21	28	2,675	197
5	0,389	30,6	29	2,676	174
6	0,531	41	30	2,760	
7	0,751	58,3	31	2,811	
8	1,004	76,4	32	2,815	
9	1,278	120	33	2,834	
10	1,461	285	34	2,839	
11	1,702	350,5	35	2,858	
12	1,836	410	36	2,861	
13	1,960	455	37	2,878	
14	2,050	510	38	2,898	
15	2,138	515	39	2,909	
16	2,196	516	40	2,939	
17	2,232	510	41	2,930	
18	2,290	495	42	2,944	
19	2,332	482	43	2,987	
20	2,397	465	44	3,002	
21	2,462	445	45	3,014	

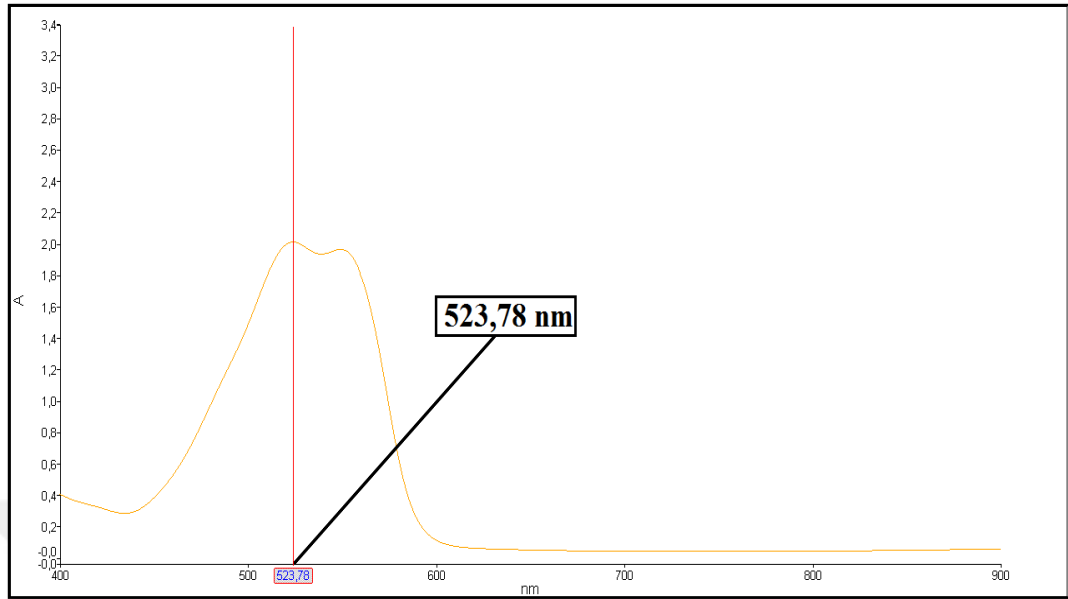
22	2,470	412	46	3,027
23	2,510	382	47	3,059
24	2,543	321	48	3,061

4.2. Boyaların Spekturum Taraması

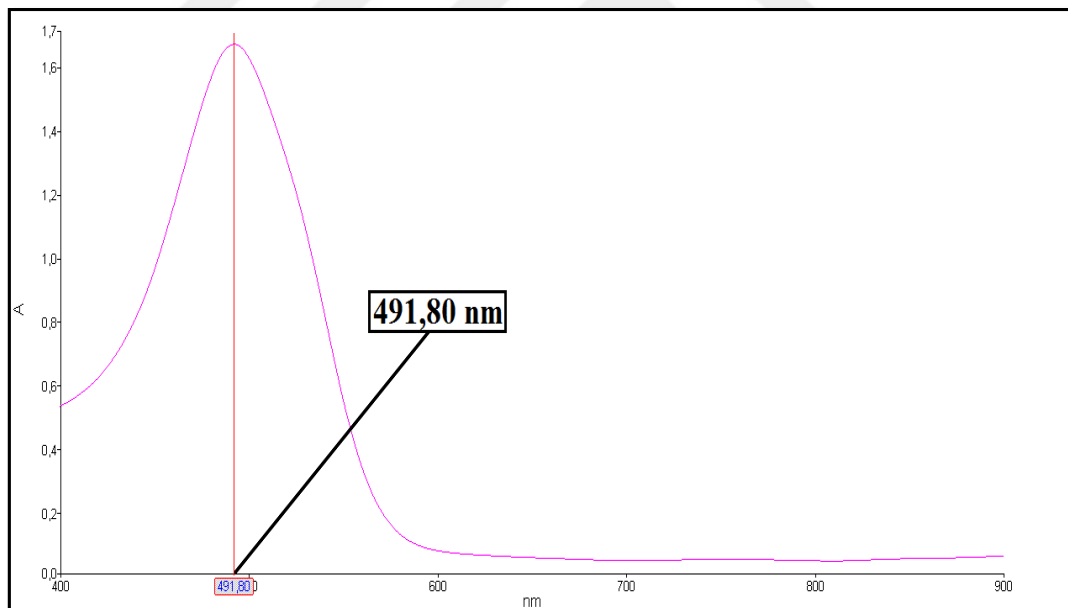
Boyaların saf halde 10 mg/ml konsantrasyonlar da çözeltilerin 400 nm-900 nm aralığında spekturum taramaları yapıldı. Yapılan bu taramalar sonucu her boya için maksimum absorbans veren dalga boyu tespit edildi.



Grafik 4.1. C.I.Direct Red 23 spekturum taramas



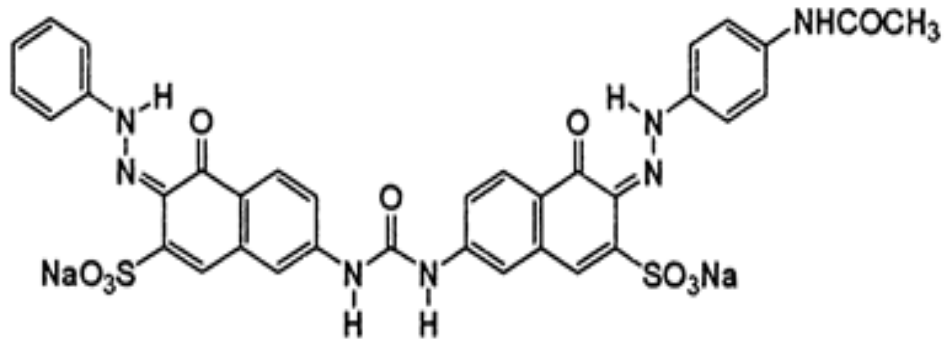
Grafik 4.2. Acid Red 249 spekturum taraması



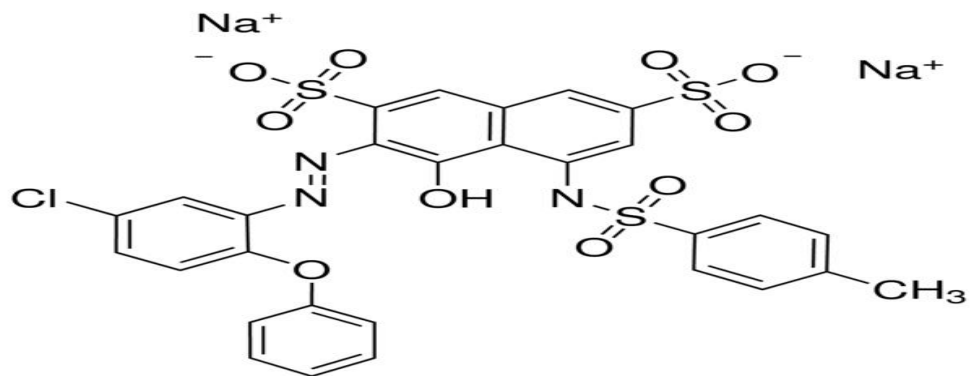
Grafik 4.3. C.I.Red 337 spekturum taraması

Tablo 4.2. Kullanılan azo boyaların özellikleri

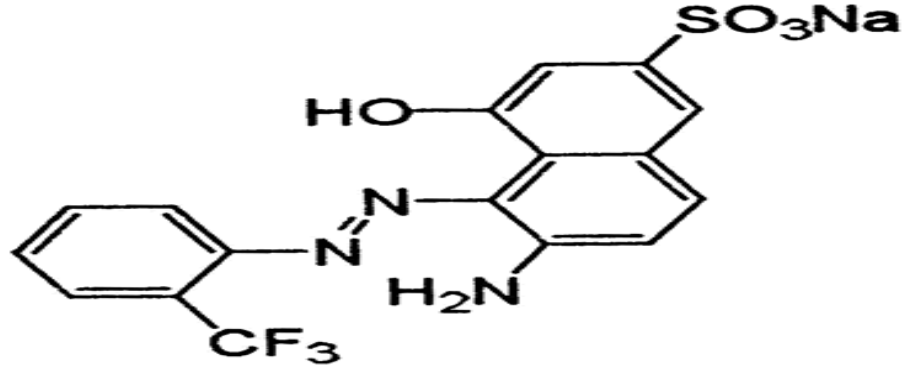
Boyanın Adı	Absorbans Değeri (nm)	Moleküler Ağırlığı (g/mol)
C.I.Direct Red 23	502,94	813,73
Acid Red 249	523,78	748,11
C.I.Red 337	491,80	433,34



Şekil 4.3. C.I.DIRECT RED 23 Açık Formülü



Şekil 4.4. ACID RED 249 Açık Formülü

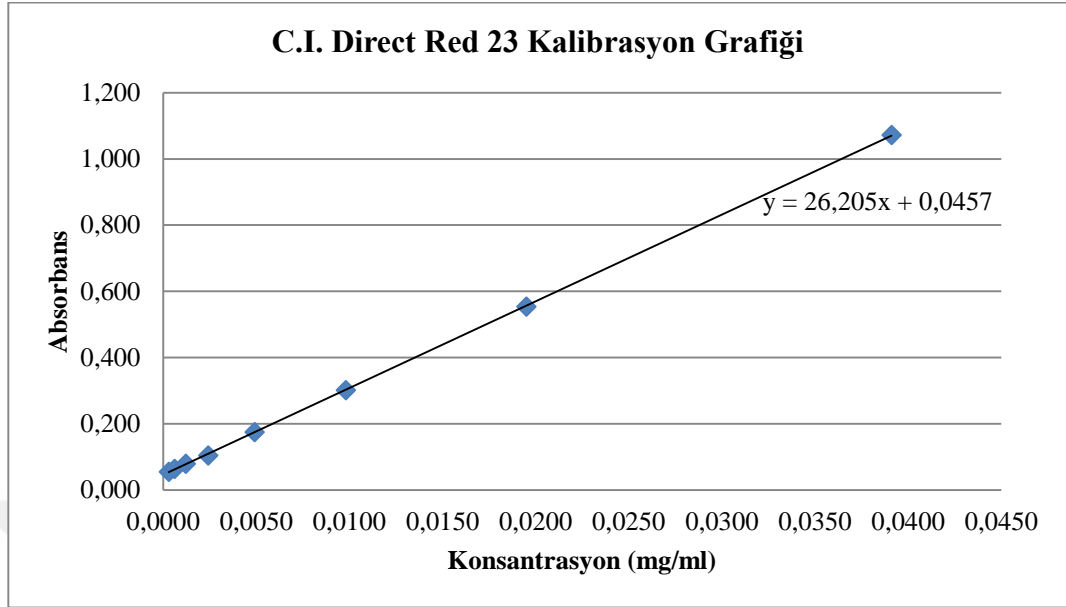


Şekil 4.5. C.I. RED 337 Açık Formülü

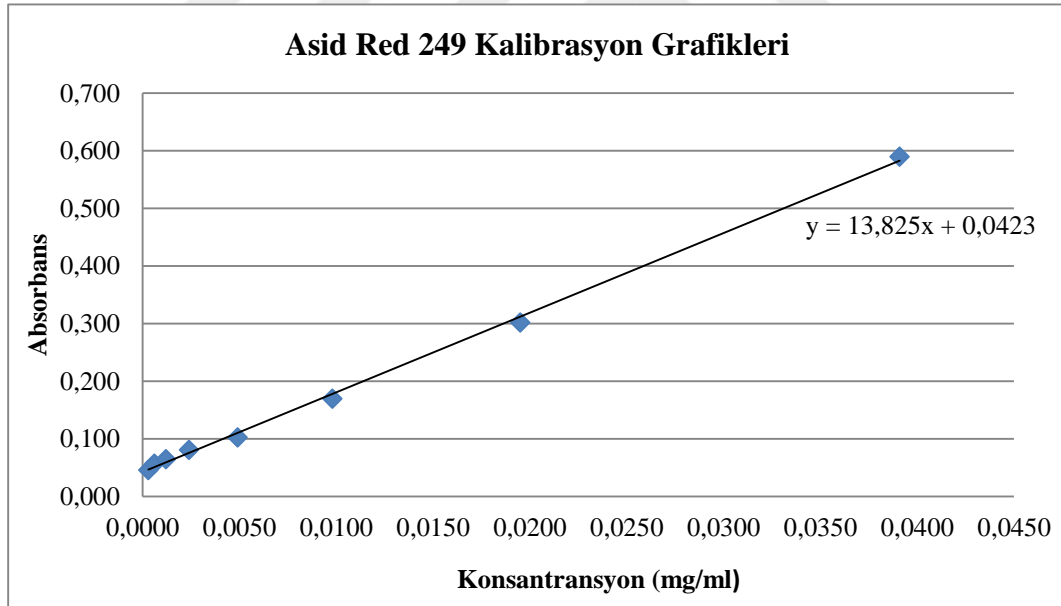
4.3. Boyaların Standart Grafiklerinin Oluşturulması

Yöntemler bölümünde belirtildiği şekilde 0,4 - 0,2 - 0,1 - 0,05 - 0,025 - 0,0125 - 0,00625 mg/ml olacak şekilde hazırlanan boyaların çözeltilerinin, maksimum absorptans verdikleri dalga boylarında teker teker absorptansları okundu.

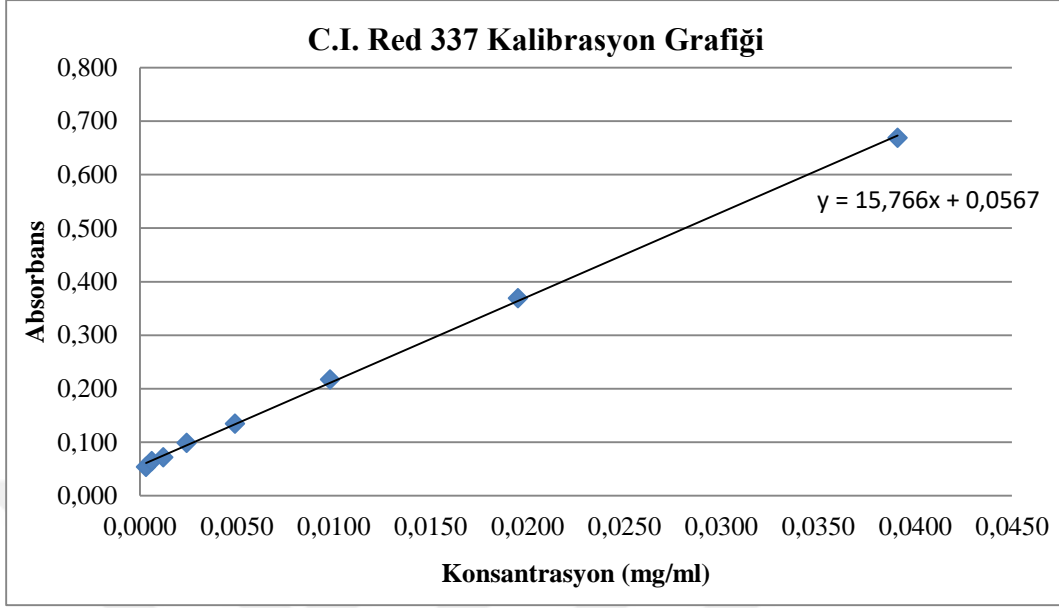
Böylelikle elde edilen değerlerle absorptansla konsantrasyon grafikleri çizildi. Bu grafiklerin denklemleri de standart grafik denklemi olarak kullanıldı.



Grafik 4.4. C.I. Direct Red 23 Standart (Kalibrasyon) Grafiği



Grafik 4.5. Asid Red 249 Standart (Kalibrasyon) Grafiği

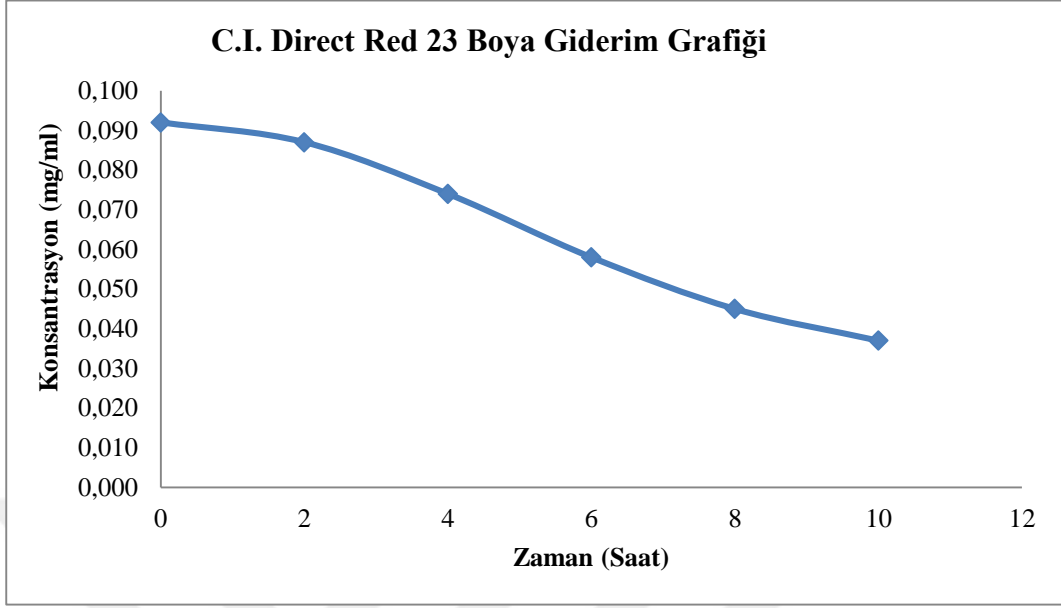


Grafik 4.6. C.I. Red 337 Standart (Kalibrasyon) Grafiği

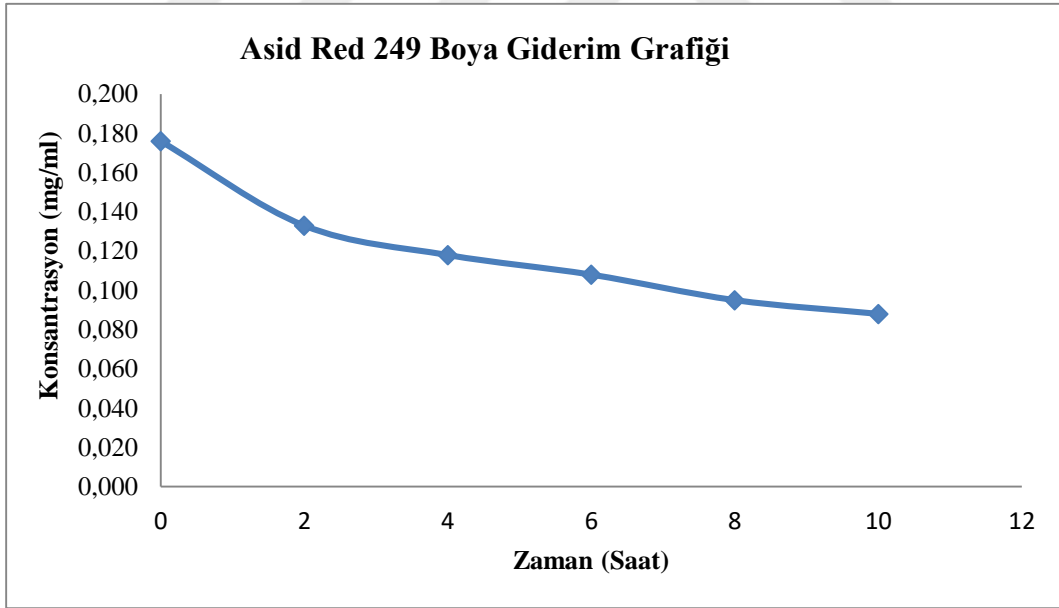
4.4. Boyaların Gideriminin Takibi

Enzim üretim ortamında bulunan boya miktarının takibi için steril kabinde aseptik koşullar altında her 2 saatte bir sıvı kültürlerden 1'er ml numune alındı. Alınan bu numuneler 15000 xg'de santrifüj yapıldı.

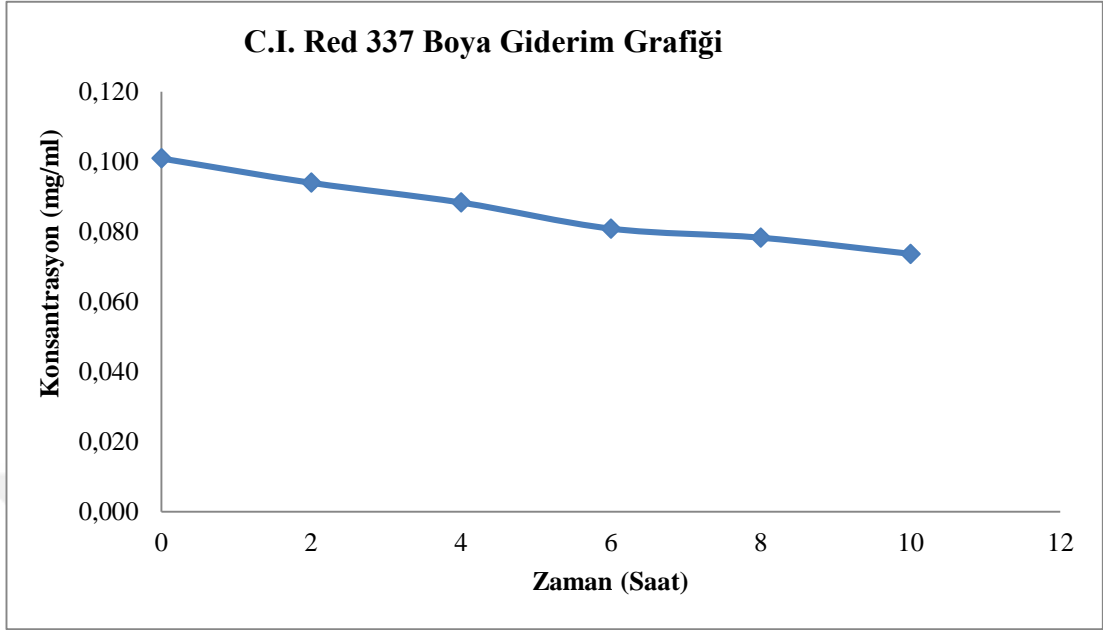
Santrifüj yapılan numunelerin süpernetant ve pellet kısımları ayrı ependorflara alınarak her biri için özđü dalga boylarında spektrofotometrede absorbanslarına bakıldı.



Grafik 4.7. C.I. Direct Red 23 Boya Giderim Grafiği



Grafik 4.8. Asid Red 249 Boya Giderim Grafiği



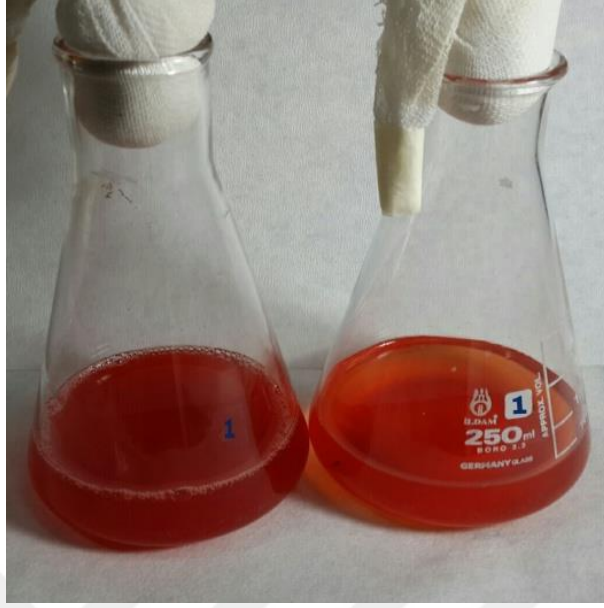
Grafik 4.9. C.I.Red 337 Boya Giderim Grafiği

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tez çalışmamda C.I. Red 23, Asid Red 249 ve C.I. Red 337 azo grubu boyaların, spektrum aralıklarını ve hangi dalga boyunda pik verdiklerini tesbit ettik. Daha sonra üç boyamızın kalibrasyon grafiklerini oluşturduk. Belirlenen dalga boylarında *Deinococcus radiodurans*'ın parçaladığı boya miktarını hesapladık. Boyaların tekstil fabrikalarındaki deşarj sularında boya konsantrasyonuna göre enzim üretim ortamına boya ilave edilme miktarını belirledik.

Literatür taramaları neticesinde *Deinococcus radiodurans*'ın laboratuvar ortamında gelişimi için TGYA ve TGYB +4°C'de, stok olarak da %20 gliserol (v/v) içeren TGYB hazırlayarak -20 °C'de muhafaza edilmiştir. Ayrıca logaritmik faz hücrelerinin biyodegradasyon ve biyosorpsiyon için uygun olacağı düşünüldü. Sebebi ise logaritmik fazda ki hücrelerin mitotik evreye eğilimli olmasıdır. Bu durumda logaritmik faz başlangıcında yaklaşık 800 nm'de olduğu düşünülüp azo boya o an ilave edilmiştir. *D. radiodurans* R1 fazını belirlemek için seyreltme plaka yöntemi ile koloni sayımını 600 nm'de optik dansitelerine bakıldı.

Büyüme kinetiğinin yani bakterimizin gelişim eğrisi grafiğinin oluşturulması için stok kültürden bir hücre alınarak inokülasyonu yapıldı. 32°C, 30°'lik açı ile 175 rpm'de, 15 saat inkübe edilen kültür, 2 L'lik erlenlerde bulunan 795 ml TGYB steril besiyerine aktarıldı. Her saat başı 600 nm'de hücre yoğunluğu sayımı yapıp absorbansları okunmuştur. TGY agara, örnekten 100 µl alıp, 900 µl steril fizyolojik su ilave edip 10 kat seyreltme yapıldı, tüpten tekrar 100 µl alınıp üzerine 900 µl steril fizyolojik su eklenerek 100 kat seyreltme yapıldı. Bu işlem 10³, 10⁴, 10⁵ ve 10⁶ şeklinde dilüsyonlar hazırlandı. Drigalski özesi ile yayma işlemi yapıldı. Daha sonra 32°C 24 saat inkübe edildi. Ardından hücreler gözle sayılarak büyüme eğrisi için değerler oluştu. Bu değerleride seyreltme faktörü ile çarparak grafiğimiz oluşturuldu.



Şekil 5.1. C.I. Direct Red 23 azo boyamızın 0.dk'da (solda) ve 10.saat (sağda)'te çekilen görüntüsü



Şekil 5.2. Asid Red 249 azo boyamızın 0.dk'da (solda) ve 10.saat (sağda)'te çekilen görüntüsü



Şekil 5.3. C.I. Red 337 azo boyamızın 0.dk'da (solda) ve 10.saat (sağda)'te çekilen görüntüsü



Şekil 5.4. C.I. Direct Red 23 (1.erlen)- Acid Red 249 (2.erlen)- C.I. Red 337 (3.erlen) 10.saatte çekilmiş görüntüleri

D. radiodurans R1'in hücre duvar yapısından dolayı pozitif bakteri özelliği göstermektedir. Büyüme eğrisi grafiğinde de görüldüğü gibi 17.saatten sonra ölüm fazına giren hücreler parçalanır. Seyreltme plak yönteminde gözle görülür bir şekilde

azalma söz konusu iken absorbanstaki yükselme bize hücrede bulunan karotenoidlerin hücre dışına çıkması serbest karotenoidlerin de absorbanstaki yükselmeye sebebiyet verdiği şeklinde düşündürmektedir.



KAYNAKLAR

- Albuquerque, L., Simões, C., Nobre, MF., Pino, NM., Battista, JR., Silva, MT., Rainey, FA., da Costa, MS. (2005) “*Truepera radiovictrix* gen. nov., sp. nov., a new radiation resistant species and the proposal of Trueperaceae fam. nov.” *Fems Microbiol Lett.*, Jun 15; 247 (2):161-9.
- Alexander, M. (1999) “Biodegradation and bioremediation second edition”, *Academic Press*, New York.
- Anderson, A.W., Nordan, H.C., Cain, R.F., Parrish, G., Duggan, D. (1956) “Studies on a radio-resistant micrococcus”, I. Isolation, morphology, cultural characteristics and resistance to gamma radiation, *Food. Technol.*, 10; 575-578.
- Andersson, A.M., Weiss, N., Rainey, F., Salkinoja-Salonen, M.S. (1999) “Dust-borne bacteria in animal sheds, schools and children's day care centres”, *J. Appl. Microbiol.*, 86:622-634.
- Battista, J. R. (1997) “Against all odds: the survival strategies of *Deinococcus radiodurans*.” *Annu. Rev. Microbiol.*, 51:203-224.
- Buzea, C. (2008) “Planets and Life, in Lecture 18”, *Life at the extremes*, Part I.
- Carliell, C.M., Barclay, S.J., Naidoo, N., Buckley, C.A., Muholland, A., Senior, E. (1994) “Anaerobic decolorization of reactive azo dyes in conventional sewage treatment process”, *Water SA*, 20, 341–344.
- Ceyhan, N., Esmeray, E. (2012) “Petrol Kirliliği ve Biyoremediasyon”, *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, Muğla Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü*, 5 (1): 95-101, ISSN: 1308-0040, E-ISSN: 2146-0132.
- Christensen, EA., Kristensen, H. (1981) “Radiation-resistance of micro-organisms from air in clean premises”, *Acta Pathol. Microbiol. Scand. Sect., B.* 89:293–301.
- Chong A. M. Y., Wong Y.S., Tam N.F.Y. (2000) “Performans of Different Microalgal Species in Removing Nickel and Zinc from Industrial Wastewater”, *Chemosphere*, 41, 251-257.
- Chung, K.T., Stevens Jr., S.E. (1993) “Degradation of azo dye by environmental microorganisms and helminthes”, *Environ. Toxicol. Chem.*, 12, 2121–2132.
- Davis N. S., Silverman G. J., Mausurosky E. B. (1963) “Radiation-resistant, pigmented coccus isolated from haddock tissue”, *J. Bacteriol.*, 86:294–298.

- EA, (2001) "Environment Agency, Waste Minimisation", **An Environmental Good Practise Guide for Industry**, 21 p.
- Eltsov, M. and Dubochet, J. (2005) "Fine Structure of the *Deinococcus radiodurans* Nucleoid Revealed by Cryoelectron Microscopy of Vitreous Sections", *Journal of Bacteriology*, 187 (23): 8047–8054.
- EPA, (1988) "Waste Minimization Oppotunity Assesment Manual", **EPA/625/7-88/003**.
- Ferreira A. C., Nobre M. F., Rainey F. A., Silva M. T., Wait R., Burghardt J., Chung A. P., da Costa M. S. (1997) "*Deinococcus geothermalis* sp. nov. And *Deinococcus murrayi* sp. nov., two extremely radiation-resistant and slightly thermophilic species from hot springs", *Int. J. Syst. Bacteriol.*, 47:939–947.
- Finkel, S. E., and Kolter, R. (1999) "Evolution of microbial diversity during prolonged starvation", *Proc. Natl. Acad. Sci.*, USA 96:4023-4027.
- Gierak, J. (2005) "Exploration of the ultimate patterning potential achievable with focused ion beams", *Microelectronic Engineering*, 78–79, 266–278.
- Griffiths, E., and Gupta, R. S. (2007) "Identification of signature proteins that are distinctive of the *Deinococcus-Thermus* phylum", *Int. Microbiol.*, 10:201-208.
- Hamutoğlu R., Dinçsoy A. B., Cansaran Duman D., Aras S. (2012) "Biyosorpsiyon, Adsorpsiyon, Fitoremediasyon Yöntemleri ve Uygulamaları", *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 69(4): 235-253.
- Hough, D. W. and Danson, M. J. (1999) "Extremozymes", *Current Opinion in Chemical Biology*, 3; 39- 46.
- Husain Q. (2006) "Potential Applications of the Oxidoreductive Enzymes in the Decolorization and Detoxification of Textile and Other Synthetic Dyes from Polluted" *Critical Reviews in Biotechnology*, 26:4, 201-221.
- İnternet: Kemi swedish chemicals agency, (2015).
- Kabataş, İ. S. (2010) "Formülasyon ilaç sanayisinde atık minimizasyonu", *Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Çevre Bilimleri ve Mühendisliği*.
- Kristensen, H., Christensen, EA. (1981) "Radiation-resistant microorganisms isolated from textiles". *Acta Pathol. Microbiol.Scand. Sect., B* 89:303–9.
- Kobatake M., Tanabe S., Hasegawa S. (1973) "New *Micrococcus* radioresistant red pigment, isolated from *Lama glama* feces, and its use as microbiological indicator of radiosterilization", *C R Seances Soc Biol Fil.*, 167(10):1506-10.

- Kuzucu, M. (2016) “*Deinococcus radiodurans*’ın hücre içi pH homeostasisinde görevli bazı genlerinin ifade düzeylerine gama ışını ve pH etkisinin rt-qpcr yöntemi ile incelenmesi” **Doktora Tezi, Erzincan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı**, Erzincan.
- Lewis, NF. (1971) “Studies on a radioresistant coccus isolated from Bombay Duck (*Harpodon nehereus*)”, **J. Gen. Microbiol**, 66:29–35.
- López-García, P. (2005) “Extremophiles”, **Advances in Astrobiology and Biogeophysics**, M. Gargaud et al. (Ed.), Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1 657–679.
- Makarova, K.S., Aravind, L., Wolf, Y.I., Tatusov, R. L., Minton, K.W., Koonin, E.V., Daly, M.J. (2001) “Genome of Extremely Radiation- Resistant Bacterium *Deinococcus radiodurans* Viewed from the Perspective of Comparative Genomics”, **Microbiol Mol Biol R**, 65:1 44-79.
- Minton, K. W., and Daly, M. J. (1995) “A model for repair of radiation-induced DNA double-strand breaks in the extreme radiophile *Deinococcus radiodurans*”, **Bioessays**, 17:457-464.
- Mishra, G., Tripathy, M., (1993) “A critical review of the treatment for decolourization of textile effluent”, **Colourage** 40, pp. 35–38.
- Murray R.G.E. (1992) “The family *Deinococcaceae*”, In: A. Ballows, H.G. Truper, M. Dworkin, W. Harder, **Springer-Verlag, New York**, 3732–3744.
- Murray, R. G. E., and Robinow, C. F. (1958) “**Seventh International Congress for Microbiology**” New York.
- Niehaus, F., Bertoldo, C., Köhler, M. and Antranikian, G. (1999) “Extremophiles as a source of novel enzymes for industrial application”, **Microbiol, Biotechnol.**, 51; 711-729, Appl.
- Nilsson, R., Nordlinder, R., Wass, U. (1993) “Asthma, Rhinitis, and Dermatitis in workers exposed to reactive dyes”, **Br. J. Ind. Medi.**, 50, 65–70.
- Omelchenko, MV., Wolf, YI., Gaidamakova, EK., Matrosova, VY., Vasilenko, A., Zhai, M., Daly, MJ., Koonin, EV., Makarova, KS. (2005) “Comparative genomics of *Thermus thermophilus* and *Deinococcus radiodurans*: divergent routes of adaptation to thermophily and radiation resistance”. **BMC Evol Biol.**, Oct 20; 5:57.
- Oyaizu H. (1987) “A radiation-resistant rod-shaped bacterium, *Deinobacter grandis* gen. nov., sp. nov., with peptidoglycan containing ornithine”, **Int. J. Syst. Bacteriol.**, 37:62–67.
- Özbeý, E. (2009) “Radyasyona Dirençli *Deinococcus radiodurans* ile *Escherichia coli* ‘de Radyasyonun Antioksidan Sistem Üzerine Etkisinin Araştırılması” **İnönü**

Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Malatya.

- Pinheiro, H.M., Touraud, E., Tomas, O. (2004) "Aromatic amines from azo dye reduction: status review with emphasis on direct UV spectrophotometric detection in textile industry wastewaters", *Dyes Pigments*, 61 (2), 121–139.
- Rainey F. A., Nobre M. F., Shumann P., Stackebrandt E., da Costa M. S. (1997) "Phylogenetic diversity of the deinococci as determined by 16S ribosomal DNA sequence comparison", *Int. J. Syst. Bacteriol.*, 47:510–514.
- Rampelotto, P.H. (2010) "Resistance of Microorganisms to Extreme Environmental Conditions and Its Contribution to Astrobiology", *Sustainability*, 2p., 1602-1623.
- Rowley, DB., Maxcy, RB. (1978) "Radiation resistant vegetative bacteria in a proposed system of radappertization of meats", *In Food Preservation by Irradiation*, 1:347–59. Vienna: International Atomic Energy Agency.
- Sharma, M.K., Sobti, R.C. (2000) "Rec effect of certain textile dyes in *Bacillus subtilis*", *Mutat. Res.*, 65, 27–38.
- Spadaro, J.T., Gold, M.H., Renganathan, V. (1992) "Degradation of azo dyes by the lignin-degrading fungus *Phanerochaete chrysosporium*". *Appl. Environ. Microbiol.*, 58, 2397–2401.
- Spadary, J.T., Isebell, L., Renganathan, V. (1994) "Hydroxyl radical mediated degradation of azo dyes: evidence for benzene generation", *Environ. Sci. Technol.*, 28, 1389–1393.
- Talarposhti, A.M., Donnelly, T., Anderson, G.K. (2001) "Colour removal from a simulated dye wastewater using a two-phase anaerobic packed bed reactor", *Water Res.*, 35 (2), 425–432.
- Tewari N., Vasudevan P., Guha B.K. (2005) "Study on biosorption of Cr(VI) by *Mucor hiemalis*", *Biochemical Engineering Journal* 23, 185–192.
- Thornley, M.J., Horne, R.W., Glauert, A.M. (1965) "The fine structure of *Micrococcus radiodurans*", *Arch. Microbiol.*, 51 267-289.
- Vorgias, C. E. and Antranikian, G. (2000) "Glycosyl hydrolases from extremophiles", *Glycomicrobiology, Kluwer Academic/ Plenum Publishers, New York*, pp 313-340.
- Woese, C. R. (1987) "Bacterial evolution", *Microbiol. Rev.*, 51(2):221-271.
- Wong, P., Yuen, P. (1996) "Decolorization and biodegradation of methyl red by *Klebsiella pneumoniae* RS-13.", *Water Res.*, 30 (7), 1736–1744.

Wong, P.K., Yuen, P.Y. (1998) “Decolorization and biodegradation of N,N'-dimethyl-p-phenylenediamine by klebsiella pneumoniae RS-13 and acetobacter liquefaciens S-1.”, *J. Appl. Microbiol.*, 85, 79–87.

Yılmaz, Ö. (2012) “Vitreoscilla Hemoglobinin Radyasyona Dirençliliği *Deinococcus radiodurans*'ın Büyüme ve Çoğalma Karakteristikleri Üzerine Etkisi”, *İnönü Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı*, Malatya.



ÖZGEÇMİŞ

Mine APAYDIN,1990 yılında Erzincan’da doğdu. Erzincan’da ikamet etmektedir. İlk, orta ve lise öğrenimini Erzincan’da tamamladıktan sonra 2009 yılında Erzincan Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü’nde başladığı lisans öğrenimini 2013 yılında tamamladı. Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında tezli yüksek lisansöğrenimine 2013 yılında başladı.

