

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**SİYANOBAKTERİLERDE BİTKİ BÜYÜME DÜZENLEYİCİLERİN
BİYOKÜTLE ÜRETİMİ VE PESTİSİT GİDERİMİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Haleh AMINFARZANEH

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2010**

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

Siyanobakterilerde Bitki Büyüme Düzenleyicilerin Biyokütle Üretimi ve Pestisit
Giderimi Üzerine Etkisi

Haleh AMINFARZANEH

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ergin DUYGU

Pestisit içeren atıksuların arıtımında *Synechocystis* sp. ve *Phormidium* sp. ile yapılan tez çalışmasında, insektisitlerden “Imidakloprid” (IMI) ve preemerjans herbisit grubundan “Knockdown 48 SL” giderimi değerleri laboratuvar koşullarında ve BG 11 besiyerlerinde geliştirilen kültürlerde incelenmiştir. IMI yeni insektisid sınıflarından olan kloronikotinil neonikotinoid grubunun bir alt grubudur ve oldukça güçlü bir insektisiddir. Knockdown 48 SL (KD 48 SL) ise yabancı otlara karşı kullanılan ve çıkışlarını engelleyici bir herbisit grubundan olup, etken maddesi glifozate izopropilamin olan bir tuzdur. Bu çalışmada IMI ve KD 48 SL giderimi, ön denemelerdeki sonuçlara dayanılarak pH 7.5’da yapılmıştır. Pestisitlerin giderimi önce triakontanol (TRIA) hormonu içeren ve içermeyen kontrol ortamlarda incelenmiştir.

TRIA bitkilerde doğal olarak bulunan ve iz miktarlarında büyümeyi uyarıcı çeşitli hormonal aktiviteleri gösterilmiş olan 30 karbonlu primer bir alkoldür. TRIA yonca yaprağı, balarısı peteği gibi çeşitli canlılarda bulunan ve bitki büyümesini sağlayan doğal bir maddedir.

Yapılan çalışmada *Synechocystis* sp. 150 ppm IMI, 100 ppm KD 48 SL ve 10 ppm TRIA hormonu içeren kültür ortamında en yüksek biyokütle artışı ve % IMI giderimi göstermiştir. *Phormidium* sp. ise farklı olarak 100 ppm IMI içeren ortamda en yüksek popülasyon büyümesi ve giderim etkinliği göstermiştir. Ayrıca, yapılan çalışmalarda belirlenen etkinliklere IMI ve TRIA içeren örnekler ile hormon kontrol örneklerine sukroz ile salisilik asit (SA) eklenerek katkıları test edilmiştir. Ortama gerek sukroz, gerek SA eklediğinde, % giderim ve biyokütle üretim kapasitesi daha da artmıştır. Sukroz bitkiler ve algler, siyanobakteriler tarafından üretilen, ve bitki büyümesini enerji ve karbon kaynağı olarak arttıran doğal bir maddedir. SA ise doğal bir bitki büyüme düzenleyicisi ve çeşitli streslere karşı koruyucu fenolik bir maddedir. Bu çalışmada *Synechocystis* sp. ve *Phormidium* sp. kültür örneklerinin, 100 ppm IMI veya 100 ppm KD 48 SL içeren ortamlarına 25 ve 50 ppm sukroz, ya da 50 ppm SA eklediğinde, biyokütle ve % olarak; IMI ve KD 48 SL gideriminin artış gösterdiği görülmüştür, fakat veya her ikisinin varlığında kültürlerde gelişme olmamıştır.

Eylül 2010, 78 sayfa

Anahtar Kelimeler: Siyanobakteri, Pestisit, Triakontanol, Atıksu, Sukroz, Salisilik asit

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

The Effect of Plant Growth Factors on Biomass Production and Pesticide Removal By
Cyanobacteria

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

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ergin DUYGU

In this thesis, the bioremoval of a pesticide and a herbicide from culture media by *Synechocystis* sp. and *Phormidium* sp. was investigated, by using imidacloprid (IMI) pesticide and Knockdown 48 SL (KD 48 SL) herbicide. To determine the removal efficiencies of these genuses were grown in BG11 media at laboratory conditions. IMI is a highly effective insecticide, which is the member of subgroup of the newly developed chloronicotinyl neonicotinoide insecticides. Knockdown 48 SL (KD 48 SL) is one of the knockdown herbicides group, used to prevent the emergence of herbs; its active substance is the salt of glyphosate isopropylamine. As IMI ve KD 48 SL removal rates were found to be higher at pH 7.5 in the preliminary trials, this pH was used in all of the further experiments.

The bioremoval rates of these chemicals were studied firstly in the samples containing triacontanol (TRIA) hormone and its controls. TRIA is a natural plant substance, a 30 carbon primary alcohol, which has been shown to have various growth stimulating hormonal activities at its trace levels. It also occurs in several groups of living organisms such as leaves of alfalfa and wax of honeybees.

Synechocystis sp. showed highest biomass growth rate and % IMI removal in the media containing 10 ppm TRIA at 150 ppm IMI, 100 ppm KD 48 SL levels, and. *Phormidium* sp. on the other hand, could show highest removal rate at 100 ppm IMI, 100 ppm KD 48 SL in the presence of 10 ppm TRIA in the culture media. Saccharose and salicylic asit (SA) were also added to the IMI ve TRIA containing samples in the further experiments, which evidenced that % removal rates of the pollutants studied and growth rates of the biomass increased further by the addition of the saccharose, or SA both in the hormone samples and their controls as well. Saccharose is known as a natural product of plants and green or blue-green algae stimulating plant growth as an energy and carbon source, SA is a natural phenolic plant growth regulating substance protecting plants from the effects of several stresses. The samples of both genuses studied failed to develop in cultures containing both of sucrose and salicylic acid.

September 2010, 78 pages

Keywords: Cyanobacteria, Pesticide , Triacontanol, Waste water, Sucrose, Salicylic acid

TEŞEKKÜR

Tez alıőmamın her aşamasında yakın ilgi ve desteğini gördüğüm; alıőmalarımın yönlendirilmesi ve sonuçlandırılmasında büyük emeği geen tez danıőmanım sayın Do. Dr. Ergin DUYGU (Ankara Üniversitesi Biyoloji Bölümü) ve değerli hocam sayın Prof. Dr.Gönül DÖNMEZ'e (Ankara Üniversitesi Biyoloji Bölümü), tezimin deney ve yazım aőamalarında yardım ve desteklerini esirgemeyen Arő. Gör. Dr. Nur KOÇBERBER KILIÇ'a, Arő. Gör. Sevgi ERTUĞRUL ve Arő. Gör. Tuba ARTAN ONAT'a, tüm laboratuvar arkadaőlarıma, her koőulda yanımda olduğunu hissettiren aileme ve eőime, tezimin hazırlandığı sürede gösterdikleri sabır, ilgi ve hoőgörülerinden dolayı sonsuz őükran ve teőekkürlerimi sunarım.

Haleh AMINFARZANEH

Ankara, Eylül 2010

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	3
2.1 Atık Sular ve Özellikleri.....	3
2.2 Atık Su Arıtım Yöntemleri.....	4
2.2.1 Fiziksel, fizikokimyasal ve kimyasal yöntemler.....	4
2.2.2 Biyolojik arıtma.....	4
2.2.2.1 Biyolojik Arıtmada Mikroorganizmaların Rolü.....	5
2.2.2.2 Aerobik arıtma sistemleri.....	6
2.2.2.3 Anaerobik Arıtma Sistemleri.....	7
2.3 Pestisitler ve Genel Özellikleri.....	7
2.3.1 İnsektisitler ve Imidakloprid (IMI).....	9
2.3.2 Herbisitler ve Knockdown 48 SL (KD 48 SL).....	10
2.3.3 Sistemik pestisitlerin etki mekanizması.....	11
2.3.4 Pestisitlerin hayvanlar ve insanlar üzerine olumsuz etkileri.....	11
2.4 Siyanobakteriler.....	13
2.4.1 Siyanobakteri hücre yapısı.....	13
2.5 Triakontanol (TRIA).....	17
2.6 Sukroz.....	19
2.7 Salisilik Asit(SA).....	20
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	23
3.1 Materyal.....	23
3.1.1 Mikroorganizma.....	23
3.1.2. İnsektisit ve herbisit ve çözeltilerinin hazırlanışı.....	23
3.1.3 TRIA solüsyonunun hazırlanışı.....	23
3.1.4 Sukroz ve SA hazırlanışı.....	23
3.2 Yöntem.....	24
3.2.1 Giderim çalışmaları.....	24
3.2.2 TRIA hormonunun mikroorganizma gelişimine etkisi.....	25
3.2.3 Pestisit konsantrasyonunun pestisit giderimine etkisi.....	25
3.2.4 Sukroz konsantrasyonunun pestisit giderimine etkisi.....	25
3.2.5 SA konsantrasyonunun pestisit giderimine etkisi.....	25
3.3 Analitik Yöntemler.....	26
3.3.1 Klorofil tayini.....	26
3.3.2 Pestisit konsantrasyonunun belirlenmesi.....	26
3.3.3 Optik yoğunluğun belirlenmesi (OD).....	26
3.3.4 Kuru ağırlığın belirlenmesi.....	27
3.3.5 Yaş ağırlığın belirlenmesi.....	27
3.3.6 Pestisit miktarının belirlenmesi.....	27
3.3.7 Sonuçların değerlendirilmesinde kullanılan kısaltmalar.....	28

4.ARAŞTIRMA BULGULARI.....	29
4.1 TRIA Hormonunun Mikroorganizma Gelişimine Etkisi.....	29
4.1.1 TRIA hormonunun optik yoğunluk üzerine etkisi.....	29
4.1.2 TRIA hormonunun kuru ağırlık üzerine etkisi.....	30
4.1.3 TRIA hormonunun klorofil miktarı üzerine etkisi.....	31
4.1.4 TRIA hormonunun yaş ağırlık üzerine etkisi.....	32
4.2 pH'ın Pestisit Birikimine Etkisi.....	32
4.3 Pestisit Konsantrasyonunun Pestisit Birikimine Etkisi.....	35
4.3.1 <i>Synechocystis</i> sp. için giderim çalışmaları.....	36
4.3.1.1 Imidacloprid giderimi.....	36
4.3.1.2 KD 48 SL giderimi.....	37
4.3.2 <i>Phormidium</i> sp. için pestisit giderim çalışmaları.....	38
4.3.2.1 Imidacloprid giderimi.....	39
4.3.2.2 Knockdown 48 SL giderimi.....	40
4.4 Pestisit Miktarının belirlenmesi.....	41
4.5 Sukroz Konsantrasyonunun Pestisit Giderimine Etkisi.....	41
4.5.1 Sukroz konsantrasyonunun IMI giderimine etkisi.....	41
4.5.2 Sukroz konsantrasyonunun kD 48 SL giderimine etkisi.....	43
4.6 SA Konsantrasyonunun Pestisit Giderimine Etkisi.....	44
4.6.1 SA konsantrasyonunun IMI giderimine etkisi.....	44
4.6.2 50 ppm SA konsantrasyonunun kD 48 SL giderimine etkisi.....	46
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	48
5.1 Mikroalg hücrelerinin pestisit giderme kapasitelerinin araştırılması.....	48
5.2 Mikroalg hücrelerinde TRIA'nın biyomas üzerine etkisinin araştırılması.....	50
5.3 Mikroalg hücrelerinde TRIA'nın pestisit giderme kapasiteüzerine etkisinin araştırılması.....	51
5.4 Mikroalg hücrelerinde Sukroz ve TRIA'nın verim ve pestisitgiderme kapasite üzerine etkisinin araştırılması.....	57
5.5 Mikroalg hücrelerinde SA ve TRIA'nın verim ve pestisit giderme kapasite üzerine etkisinin araştırılması.....	59
KAYNAK.....	63
EKLER.....	73
Ek 1 Optik yoğunluk ve kuru ağırlık Standard eğrisi.....	74
Ek 2 Yaş ağırlık ve kuru ağırlık standardı.....	76
Ek 3 Imidacloprid ve Knockdown standart eğrileri.....	77
ÖZGEÇMİŞ.....	78

SİMGELER DİZİNİ

C_0	Başlangıç İmidaklopirid ve Knockdown konsantrasyonu (ppm)
C_{byb}	Mikroorganizmaların ortamdan uzaklaştırdığı İmidaclopirid ve Knockdown konsantrasyonu (ppm)
IMI	İmidaclopirid
KD 48 SL	Knockdown 48 SL
q_m	Mikrobiyel kütlelerin gramı başına biriktirilen İmidaklopirid ve Knockdown 48 SL
SA	Salisilik asit
TRIA	Triakontanol
$CaCl_2 \cdot 2 H_2O$	2 molekül kristal sulu kalsiyum klorür
$Co(NO_3)_2 \cdot 6 H_2O$	6 molekül kristal sulu kobalt nitrat
$CuSO_4 \cdot 5 H_2O$	5 molekül kristal sulu bakır sülfat
H_3BO_4	Borik asit
K_2HPO_4	Dipotasyum hidrojen fosfat
$MgSO_4 \cdot 7 H_2O$	7 molekül kristal sulu magnezyum sülfat
$MnCl_2 \cdot 4 H_2O$	4 molekül kristal sulu mangan klorür
$NaNO_3$	Sodyum nitrat
Na_2CO_3	Sodyum karbonat
Na_2EDTA	Disodyum etilendiamin tetraasetat
$NaMoO_4 \cdot 2H_2O$	2 molekül kristal sulu sodyum molibdat
$ZnSO_4 \cdot 7 H_2O$	7 molekül kristal sulu çinko sülfat

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Siyanobakterilerin hücre yapısı.....	14
Şekil 2.2 <i>Synechosystis</i> sp. mikroskopik görüntüsü.....	15
Şekil 2.3 <i>Phormidium</i> sp mikroskopik görüntüsü.....	16
Şekil 2.4 Triakontanol maddesinin açık kimyasal formülü.....	18
Şekil 2.5 Sukroz maddesinin açık kimyasal formülü.....	20
Şekil 2.6 Salisilik Asit maddesinin açık kimyasal formülü.....	21
Şekil 4.1 Triakontanol hormonunun siyanobakterilerin optik yoğunlukları üzerine etkisi.....	30
Şekil 4.2 Triakontanol hormonunun klorofil miktarı üzerine etkisi.....	32
Şekil 4.3 pH'ın <i>Synechocystis</i> sp.'nin IMI giderimine etkisi.....	33
Şekil 4.4 pH'ın <i>Synechocystis</i> sp.'nin KD 48 SL giderimine etkisi.....	34
Şekil 4.5 pH'ın <i>Phormidiumun</i> sp.'nin IMI giderimine etkisi.....	34
Şekil 4.6 pH'ın <i>Phormidiumun</i> sp.'nin KD 48 SL giderimine etkisi.....	35
Şekil 4.7 İnkübasyonun 20. gününde <i>Synechocystis</i> sp.in IMI giderimi.....	36
Şekil 4.8 İnkübasyonun 35. gününde <i>Synechocystis</i> sp.in IMI giderimi.....	37
Şekil 4.9 İnkübasyonun 20. gününde <i>Synechocystis</i> sp.in KD 48 SL giderimi.....	38
Şekil 4.10 İnkübasyonun 20. gününde <i>Phormidium</i> sp. in IMI giderimi.....	39
Şekil 4.11 İnkübasyonun 35. gününde <i>Phormidium</i> sp. in IMI giderim.....	39
Şekil 4.12 İnkübasyonun 20. gününde <i>Phormidium</i> sp.ın KD 48 SL giderimi.....	40
Şekil 4.13 Sukrozun 25 ve 50 ppm konsantrasyonlarının IMI giderimi üzerine etkisi.....	42
Şekil 4.14 Sukrozun 25 ve 50 ppm konsantrasyonlarının KD 48 SL giderimine etkisi.....	43
Şekil 4.15 SA 50 ppm konsantrasyonunda IMI Giderimine etkisi.....	45
Şekil 4.16 SA 50 ppm konsantrasyonunda KD 48 SL Giderimine etkisi.....	46

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1 TRIA hormonunun siyanobakterilerin optik yoğunlukları üzerine etkisi.....	29
Çizelge 4.2 TRIA hormonunun kuru ağırlık (mg) üzerine etkisi.....	30
Çizelge 4.3 TRIA hormonunun klorofil miktarı üzerine etkisi.....	31
Çizelge 4.4 TRIA hormonunun yaş ağırlık üzerine etkisi.....	32
Çizelge 5.1 10 ppm TRIA hormonlu ve hormonsuz ortamda <i>Synechocystis</i> sp. tarafından yapılan toplam giderim ile maksimum spesifik IMI giderimi.....	53
Çizelge 5.2 10 ppm TRIA Hormonlu ve hormonsuz ortamda <i>Phormidium</i> sp. tarafından yapılan toplam giderim ile maksimum spesifik IMI giderim.....	54
Çizelge 5.3 150 ppm IMI ve 10 ppm TRIA içeren ortamda <i>Synechocystis</i> sp. hücrelerinde kalan IMI miktarı.....	56
Çizelge 5.4 150 ppm IMI ve 10 ppm TRIA içeren ortamda <i>Phormidium</i> sp. hücrelerinde kalan IMI miktarı.....	56
Çizelge 5.5 Sukrozun 100 ppm IMI konsantrasyonunda, hormonlu ve hormonsuz ortamda <i>Synechocystis</i> sp. tarafından yapılan giderim üzerine etkisi.....	58
Çizelge 5.6 Sukrozun 100 ppm pestisit konsantrasyonunda, hormonlu ve hormonsuz ortamda <i>Phormidium</i> sp. tarafından yapılan giderim üzerine etkisi.....	58
Çizelge 5.7 SA'nın 100 ppm pestisit konsantrasyonunda, hormonlu ve hormonsuz ortamda <i>Synechocystis</i> sp. tarafından yapılan giderim üzerine etkisi.....	61
Çizelge 5.8 SA'nın 100 ppm pestisit konsantrasyonunda, TRIA hormonlu ve hormonsuz ortamda <i>Phormidium</i> sp. tarafından yapılan giderim üzerine etkisi.....	61

1. GİRİŞ

Bilindiği gibi artan nüfus ve gelişen teknoloji ile birlikte endüstriyel üretim kapasitesi ve besin gereksinimi her geçen gün artmaktadır. Bu durum doğal kaynakların ve suyun kullanımını arttırmaktadır. Endüstriyel alanlarda kullanılan sular doğaya tekrar kirli su olarak verilebilmektedir. Bu nedenle, atıksuların toprağın ve doğal su kaynaklarının kirlenmesini engelleyecek şekilde arıtılması gerekmektedir. Atıksular fiziksel, kimyasal ve biyolojik kirlilik gösterebilirler. Tekstil, kağıt, deri, kauçuk işleme, yalıtım ve yüksek sürtünmeye dayanıklı malzeme üretiminde, ilaç endüstrisinde, temizlik ürünlerinin imalatında boya ve metal eşya endüstrisi gibi çeşitli endüstri atıksuları fazla miktarda pestisit, ağır metal, sentetik boyalar ve fenol gibi kirleticileri içermektedir. Bu tip toksik kirleticileri içeren endüstriyel atıksuların arıtımlarının yapılmadan akarsu ve denizlere boşaltılması bu ortamdaki canlılar üzerinde toksik etki yapmaktadır (Mingjian vd. 2003).

Bu tür atıksuların arıtımında kullanılan kimyasal çöktürme, iyon değişimi, ozonlama, koagülasyon-flokülasyon, adsorpsiyon vb. klasik yöntemler yatırım ve işletme maliyetlerinin pahalılığı, arıtma sonrasında yeni kirleticilerin oluşması gibi nedenlerden dolayı pratik ve ekonomik olmaktan uzaktır (Williamson 2007). Atıksu arıtımında büyük potansiyeli olan aerobik ve anaerobik biyolojik arıtımın da, bu kirleticilerin aşırı miktarlarının arıtımda etken mikroorganizmaların üremesini engellemesi gibi kısıtlar bulunmaktadır (Clarke ve Anliker 1981). Buna karşılık ekonomiklik ve pratikliği nedeniyle bu yönteme dayalı çözüm arayışları sürmektedir (Singh vd. 2002). Literatürde atıksulardaki çeşitli kirleticilerin mikroalglerle arıtımı ile ilgili pek çok çalışma bulunmakta (Grönlund vd. 2004, Malik 2004) ve konu üzerindeki araştırmalar günümüzde de sürmektedir (Khataee vd. 2010).

Endüstriyel atıksular, tarımsal uygulamalardan kaynaklanan yaygın kirlilik, kanalizasyon suları, su yüzeyine doğrudan pestisit uygulamaları, artık kimyasalların kazayla yüzey sularına karışması veya bilerek boşaltılması gibi etkiler alıcı sulardaki pestisit erişimlerinin önemli ölçüde artmasına neden olmaktadır. Sudaki pestisit kalıntıları, bozunma veya dönüşüm ürünlerinin canlılara olumsuz etkilerinin bilinmesi

ise çevresel etkilerine olan ilginin gün geçtikçe artmasına neden olmakta, alıcı sulara deşarj edilen atıksulardan giderilmelerini, bu amaçla değişik teknolojilerin uygulanmasını ve geliştirilmesini zorunlu hale getirmektedir (Balkaya 1998, Balkaya ve Bayraklı 2000). Çünkü günümüzde su kirliliğinin boyutları okyanusları dahi etkileyecek düzeye ulaşmıştır (Daoji vd. 2003).

Klasik pestisitleri kimyasal yapılarına göre paration, malation, dimetoat gibi organik fosforular, Aldrin, Dieldrin gibi organik klorlular, ditio-karbamatlar, karbamatlar, asit bileşikleri, organik civa bileşikleri, fenoksi asetik asit ve tuzları, dipiridilyum bileşikleri, piretroidler olarak gruplandırmak mümkündür (Şenvar 1988). Bu sınıflara giren maddelerin birçoğu da “persistent”, kararlı, kolay bozunmayan maddeler olduğundan birikimleriyle noktasal ve yaygın kirliliğe neden olabilmektedirler. Bu nedenle de 2001 yılında başlayan uluslararası etkinlik sonucunda hazırlanarak 2004 yılında yürürlüğe giren Stockholm Kararlı Organik Kimyasallar Konvansiyonu’na konu olmuşlardır (Katsoyiannis ve Samara 2004).

Tez çalışmasında, daha önce laboratuvarımızda izole edilmiş olan *Synechocystis* sp. *Phormidium* sp. ile insektisit ve herbisit giderim çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalarda TRIA hormonu kullanılarak hormonun siyanobakterilerin gelişimine etkisi belirlenirken bu siyanobakterilerin pestisitlerin gideriminde kullanım kapasiteleri de araştırılmıştır.

Ayrıca, sukroz ve SA gibi ucuz doğal maddelerin biyokütle ve giderim üzerine etkisi de araştırılmıştır. Bu tez çalışmasında, daha önce laboratuvarımızda izole edilmiş olan bazı mikroalgal türlerinin endüstriyel atıksulardaki pestisitlerin gideriminde kullanım kapasitesinin belirlenmesi ve bir bitkisel hormon olan triakantonolün gerek hücre gelişimine gerekse bu pestisitlerin giderim kapasitesine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu çalışma, atıkların değerlendirilmesi ve çevre kirliliğinin kontrolü gibi konularda, ülke ekonomisine yapacağı katkılar yönünden büyük önem taşımaktadır.

2.KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Atık Sular ve Özellikleri

Çağımızda doğal dengeyi, insan ve hayvan sağlığını tehdit eden en önemli tehlikelerin başında çevre sorunları gelmekte, hızla artan dünya nüfusunun beslenmesi, gelişen endüstrilerin ve daha uygar yaşama düzeyi sağlama amacı ile sürdürülen çabaların istenilmeyen bir sonucu olarak ortaya çıkan bu sorunlar günümüzde de giderek artan boyutlarıyla önemini korumaktadır (<http://europa.eu.int>).

Ülkemizde sulama problemi olan bölgelerde atık sularla sebze yetiştiriciliği yoğun bir şekilde yapılagelmiştir (Laurie vd. 1991). Ancak atık sularla kirlenmiş akarsuların tarımda kullanılmaları sonucu ortaya çıkan problemler istenilen boyutta incelenmemiştir. Evsel ve endüstriyel atıklar sadece su ortamlarına değil yakın ve uzak çevreyle birlikte, ekosisteme zarar veren kirleticilerdir. Tarımsal alanların ağır metal kontaminasyonunda görülen artış, bu metallerin bitkiler üzerindeki zararlı etkileri ile ilgili çalışmalara ilgiyi bir süredir arttırmaktadır (Vural 1993). Bilindiği gibi atık sular evsel ve endüstriyel atık sular olmak üzere iki gruba ayrılmaktadırlar (Anonymous 1991).

Evsel atıksular evlerden, ticari işletmelerden, kurumlardan ve benzer binalardan boşaltılan atık sulardır. Bu sular özellikle insan ve hayvan dışkı ve idrarı ile gri su denilen banyo, lavabo ve yıkamadan gelen ve çözünemeyen, çözünemeyen maddeler içeren sulardır. Bakteri, protozoa, virus, helmint gibi patojenik olabilecek canlıları da barındırabilirler. Bu atık suların doğal su kaynaklarının kirlenmesini engelleyecek ve insan sağlığını tehlikeye atmayacak şekilde arıtılması gerekmektedir Evsel atık suların arıtılmasında uzun süredir fiziksel, biyolojik ve bazen de kimyasal arıtma sistemleri kullanılmaktadır (Alkan vd. 1998).

Endüstri tesislerindeki atıkların pek çok kaynağı vardır. Bunlar esas olarak, proses ve işlemlerden kaynaklanan atık akışkanlar, soğutma suları, alet, teçhizat, bina, temizlik, yıkama suları, yardımcı işletmelerden kaynaklanan başlıca buhar santralleri blöf suları, kazan kondensat suları, su yumuşatma tesisleri yıkama ve rejenerasyon suları vb (Alkan

vd. 1998; Persistent Organic Pollutants: A Global Issue, A Global Response (www.epa.gov/international/toxics/pop.htm). *Örneğin* tekstil endüstrisi atık suları çok sayıda kimyasal madde, pestisit ve boyar maddeler içerdiği için arıtılmaları zordur. Farklı organik maddeler, çözünmüş tuzlar ve ağır metal içerdiklerinden dolayı yüksek derecede boyanmış ve renkli görünümde olup, bulanıklık ve değişen pH'larda dış ortama bırakıldıklarından birinci derecede arıtımlarına ihtiyaç duyulur (Eren ve Anış 2006, www.bioresourcesjournal.com, 2010).

2.2 Atık Su Arıtım Yöntemleri

2.2.1 Fiziksel, fizikokimyasal ve kimyasal yöntemler

Fiziksel arıtma yöntemi olarak en bilinen yöntem sedimantasyondur. Havalandırma da diğer bir fiziksel arıtma yöntemi olup, oksijen sağlamak amacıyla kullanılır. Filtrasyon sudan kirletici katıların ayrılmasını sağlar. Gres ve yağ gibi yarı katı kirleticiler ise su yüzeyinde toplanınca daha sonra fiziksel olarak kaldırılır (Robinson vd. 2001, Crini 2005).

Klasik olarak kimyasallarla arıtmada en yaygın kullanılan yöntem suyun klorlanması ile güçlü bir oksitleyici olan klorla dezenfeksiyondur. Ozon da bir oksitleyici dezenfektandır. Bir kimyasal süreç olarak nötralizasyon da yaygın kullanılan endüstriyel atıksu arıtma yöntemidir. Kireç, demir, alüminyum sülfat, demir sülfat gibi bileşikler gibi kuagülanlar, pıhtılaştırıcılar da kullanılmaktadır (Calabro 1991, Stephenson ve Sheldon 1996).

Sorunun büyüklüğü ve öneminin artışı nedeniyle de sürekli olarak yeni teknikler geliştirilmeye çalışılmaktadır (Karn ve Kuiken 2009).

2.2.2 Biyolojik Arıtma

Biyolojik arıtma sistemleri değişik şekillerde sınıflandırılabilirler. Ortamda oksijen varlığına göre havalı (aerobik) ve havasız (anaerobik) olarak sınıflandırılan bu sistemler

kullanılan mikroorganizmaların sistemdeki durumuna göre askıda ve sabit film (biyofilm) işlemleri olarak da sınıflandırılabilirler (Kocaer ve Alkan 2002).

Biyolojik arıtmanın amacı, atıksudaki çökelmeyen koloidal katıları pıhtılaştırarak gidermek ve organik maddeleri kararlı hale getirmektir. Evsel atıksu arıtımında organik madde içeriğinin yanı sıra azot ve fosfor gibi besi maddeleri de biyolojik arıtımda giderilir. Çoğu durumda toksik olabilecek eser (iz) miktardaki organik maddeleri gidermek, tarım alanlarından geri dönen sularda önemli olan azot ve fosforun arıtılması, endüstriyel atıksular için, organik ve inorganik bileşiklerin arıtımı biyolojik arıtma amaçları içerisinde yer almaktadır (Pandey ve Jain 2002).

2.2.2.1 Biyolojik Arıtmada Mikroorganizmaların Rolü

Çökmeyen koloidal katıların pıhtılaştırılması ve organik maddelerin kararlı hale gelmesi, başta bakteriler olmak üzere çeşitli mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilir. Mikroorganizmalar, koloidal ve çözünmüş karbonlu organik maddeleri çeşitli gazlara ve yeni hücrelere dönüştürerek kullanırlar. Bakteriler tek hücreli prokaryotik organizmalardır. Atıksu arıtma ünitelerinde oldukça yaygın olarak bulunurlar ve karbon, azot, fosfor ve kükürt bileşiklerinin giderilmesinde kullanılırlar. Bakterilerin arıtma işlemini gerçekleştirebilmeleri için pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen, toksik maddeler gibi parametrelerin kontrol altında tutulması gerekmektedir (Walker vd. 1975).

Bakteriler aşağıdaki bileşikleri parçalayabilme kabiliyetine sahiptir,

- Petrol veya hidrokarbon ürünleri, dizel, benzin fueloil
- İşlenmemiş zararlı yağ bileşikleri, benzen, toluen, ksilen, naftalin
- Bazı poli nükleer aromatikler
- Bazı pestisitler, malatyon
- Kömür bileşikleri, fenol ve kömür katranındaki siyanit
- Bazı endüstriyel çözücüler, aseton

2.2.2.2 Aerobik arıtma sistemleri

Aktif çamur: Aktif çamur sistemi dengeleme, havalandırma, çöktürme ve dezenfeksiyon ünitelerinden oluşmaktadır. Aktif çamur tekniğine göre çalışan sistemler uygulamada en çok kullanılan sistemlerdir. Aktif çamur kolloidal çözülmüş maddelerin mikroorganizmalar ile çökebilir biyolojik kütleyle dönüştürüldüğü işlemdir ve bu işlemde havalandırma havuzu içindeki mikroorganizmaların askıda tutulması esastır. Biyolojik arıtma ünitesi havalandırma sonucu, organik maddelerin askıda büyüyen mikroorganizmalar tarafından parçalanması prensibiyle çalışır. Askıda büyüyen mikroorganizmalar suyun içerisinde bulunan organik maddeleri parçalayarak H₂O ve CO₂'e çevirirler. Mikroorganizmaların organik maddeleri oksitlemesi sonucu organik maddeler ya okside olur, yada biyokütleyle dönüşür. Havalandırma havuzunda gereken arıtma veriminin sağlanması amacıyla havuz içerisinde faaliyet gösteren mikroorganizma sayısını sabit bir değerde tutmak gerekmektedir. Bu nedenle biyokütlenin bir kısmı çöktürme kademesinde fazla çamur olarak sistemden atılırken diğer kısmı havalandırma bölümüne geri devrettirilir. Aktif çamur sistemlerinde bakteriler en önemli mikroorganizmalardır. Çünkü organik maddelerin parçalanmasından sorumludurlar (Robinson vd. 2001, Palma vd. 1999).

Biyofilm: Damlatmalı filtre sistemlerinde üst kısımdan verilen atık sular damlatmalı filtre içine yerleştirilen dolgu malzemelerinin arasından aşağı doğru akar. Dolgu malzemeleri üzerinde mikroorganizmalar oluşur. Damlatmalı filtre tabanından verilen hava mikroorganizmaların yaşamı için gereklidir. Mikroorganizmalar da atık sudaki organik maddeleri tüketirler. Filtre malzemesi taş dolgu yada plastik dolgu malzemesidir. Biodisk sistemleri seri olarak yerleştirilmiş dairesel disklerden oluşur. Disklerin malzemesi polistren veya polivinil kloriddir. Diskler atık suya batmıştır ve yavaş olarak dönerler. Mikroorganizmalar disklerin yüzeyine tutunup tabaka oluştururlar. Disklerin dönmesi biyokütleyi atık sudaki organik maddelerle temas ettirilir. Diskler sonra da atmosferdeki oksijenle temas eder. Disklerin dönmesi ile aerobik şartlar sağlanır.

2.2.2.3 Anaerobik Arıtma Sistemleri

Anaerobik arıtma sistemleri havasız ortamda gerçekleştirilen arıtma işlemleridir. Uygulamaları; sürekli karışımli reaktörler, anaerobik filtreler ve akışkan yataklı sistemlerdir (Hill 2002).

Sürekli Karışımli Tank Reaktörü: Sürekli karıştırılan tank tipinde olan bu reaktör atık suların anaerobik arıtılmasında kullanılan ve katı resirkülasyonu olmayan ilk kuşak reaktörlerden birisidir.

Anaerobik Filtre (Yukarı akışlı dolgu sütunu): Hareketsiz hücre reaktörlerinin bir uyarlaması olarak geliştirilen anaerobik filtre tipinde kullanılan dolgu malzemesi biyofilm gelişmesi için gerekli olan temas yüzeyini sağlar.

Akışkan Yataklı Sistemler: Bu sistemde yukarı akışlı reaktör, kısmen bir taşıyıcı malzeme (genellikle kum) ile doldurulur. Söz konusu reaktörde kum tanecikleri üzerinde biyofilm oluşturularak arıtmanın gerçekleştirilmesi amaçlanır.

2.3 Pestisitler ve Genel Özellikleri

Pestisit terimi kısaca pest adı verilen zararlı canlılara öldürmek için kullanılan madde anlamına gelir. Çeşitli hastalıkları taşıyan parazitlerin, tarım ve bitki zararlısı böceklerin, insanların ve hayvanların çevrelerindeki ve barınaklarındaki sinek, bit, pire, kene, uyuz, hamam böcekleri gibi uçan ve yürüyen pestlerin kontrolünde bugün içinde vazgeçilmez kimyasal mücadele aracı olan pestisitlerin çoğunluğu, esas hedefleri olan haşerelere karşı seçkin etkinlik göstermediklerinden, yararlı böcekler, insan ve hayvanlarda da zehirleyici olabilirler (Tankut 1997).

Pestisitlerin ve etken maddelerinin akut toksik etkileri, değişik deneylerle araştırılmaktadır. Karbamatlar, organofosfatlar ve klorlanmış hidrokarbonları içeren,

birçok kimyasal bileşiğin genotoksik etkiler de gösterdikleri bildirilmektedir (Bolognesi vd. 1993).

Pestisitler, zararlı organizmaları engellemek, kontrol altına almak, ya da zararlarını azaltmak için kullanılan madde veya madde karışımlarıdır. Pestisit, kimyasal bir madde, virüs ya da bakteri gibi biyolojik bir ajan, antimikrobiyal ya da dezenfektan gibi herhangi bir araç olabilir. Zararlı organizmalar, insanların besin kaynaklarına, mal varlıklarına zarar veren, hastalık yayan böcekler, bitki patojenleri, yabancı otlar, yumuşakçalar, kuşlar, memeliler, balıklar, solucanlar, ve mikroplar olabilir. Her ne kadar pestisitlerin kullanılmasının bazı yararları olsa da insanlar ve diğer hayvanlar için potansiyel toksisiteleri nedeniyle bazı sorunlarda yaratabilir (Köprücü ve Rahmi 2004).

Pestisitler, insanlar tarafında kullanılan çok önemli kimyasal maddelerdir. Pestisitler, pek çok tarımsal üretim sisteminin içerisinde bulunan genel bileşiklerdir ve bunların geliştirilmesi ürün yetiştirilmesinde yeni ufuklar ortaya çıkarmıştır. Pestisitlerin kullanımı 1940'lardan itibaren modern sentetik zehirlerin üretilmesinden bu yana devamlı bir artış göstererek 1980'li yıllarda en tepe noktasına ulaşmıştır . Bu dönemden itibaren yeni aktif madde üretiminin azalması ve entegre mücadele tekniklerinin daha yaygın oranda kullanılmaya başlaması sonucu azalışa geçmiş ve gelecekte daha da azalacağı yönünde belirtiler ortaya çıkmaya başladığı da düşünülmüştür (Georghiou 1994). Fakat bu tahminlerin yanlışlığının da kısa sürede ortaya çıkartılması nedeniyle çevresel etkilerinin giderilmesi sorunu güncelliğini sürdürmektedir (Tilman vd. 2001, Serra vd. 2005).

Ürünlerdeki, toprakda kalan ve havaya karışan, suya geçen pestisit kalıntıları, bozunma veya dönüşüm ürünlerinin canlılara olumsuz etkilerinin bilinmesi ise, pestisitlere olan ilginin gün geçtikçe artmasına neden olmakta, alıcı sulara deşarj edilen atıksulardan giderilmelerini, bu amaçla değişik teknolojilerin uygulanmasını ve geliştirilmesini zorunlu hale getirmektedir (Balkaya 1998, Balkaya ve Bayraklı 2000, COM 2006).

Pestisit deyimi, İnektisit (Böcek öldürücü), Herbisit (Yabani ot öldürücü), Fungusit (Küf) öldürücü, Rodentisit (Kemirgen öldürücü) vb. şekilde sınıflandırılan kimyasal maddelerin tümünü kapsamaktadır. Etki Maddelerine göre de sınıflandırmak mümkündür (Parkin vd. 1962):

- İnorganik Maddeler
- Doğal Organik Maddeler (Bitkisel, Petrol yağları)
- Sentetik Maddeler (Klorlu Hidrokarbonlar, Organik Fosforular, Azotlu bileşikler vb.)

2.3.1 İnektisitler ve İmidakloprid (IMI)

Böcek, haşerelere karşı kullanılan ilaçlardır. İnektisitler;

- Etkilerinin hızlı olması,
- Mevcut problemi birkaç gün içerisinde çözmesi,
- Her ihtiyaç duyulduğunda inektisit kullanımını ve lokal çözümleri de beraberinde getirir (Colin vd. 2004).

Kısa sürede etki göstermesi de kimyasal mücadeleyi diğer zararlı mücadele tekniklerine göre daha ekonomik yapar. Fiyat/fayda çerçevesinde harcanan her bir birime karşılık, daha fazla oranda fayda sağlayarak bunu daha da arttırabilir. Kullanımının kolay oluşu ve spesifik bir eğitim süreci içermemesi, pek çok tarımsal aktivite yanında diğer zararlılara karşı da inektisit kullanılmasını yaygınlaştırır (Hammouda vd. 1995).

İmidakloprid (IMI), kimyasal olarak 1-[(6-kloro-3 piridinil) metil]-4,5 dihidro-N-nitro-1H-imidazol-2-amin yeni sınıf inektisidlerdendir ve yeni kloronikotinil neonikotinoidlerin alt grubundandır (Kong vd. 2008).

Son 10 yıldır kullanıma girmiş olup, dünyada kullanımı gittikçe yaygınlaşmaktadır. Oldukça güçlü bir inektisittir ve Environmental Protection Agency – E.P.A. (A.B.D.)

tarafından organofosfat alternatifi olarak tanımlanmıştır (Buffin 2003). Neonikotinoidler, sinir sisteminde postsinaptik nikotinik asetilkolin reseptörleri üzerinden etki gösterirler (Adanır vd. 2007). IMI insektisit aktivitesi insektisidlerin sinir sistemindeki postsinaptik nikotinik asetilkolin reseptörleri üzerine olan etkisinden kaynaklanır. Reseptörlerin aşırı uyarılmasının ardından nöronal impulsların iletisi engellenir (Zhang vd. 2000, Matsuda vd. 2000). IMI, böceklerdeki reseptörlerin daha duyarlı olması nedeni ile onlarda daha yüksek toksik etki gösterir. Memeliler ve diğer vertebralılarda ise, kan beyin bariyerini geçmeleri zayıf olduğundan zayıf bir toksisite görülür.

2.3.2 Herbisitler ve Knockdown 48 SL (KD 48 SL)

Yabancı otlara karşı kullanılan ilaçlardır. Genel anlamda, yabancı otları öldürmede veya normal gelişimini önlemede kullanılan kimyasal maddelerin tümüne birden herbisit denir. Bordo Bulamacı'nın asma mildiyösü hastalığına karşı kullanılışı sırasında, 1896 yılında bu bulamacın bağlardaki yabancı otları da öldürdüğü dikkati çekmiş ve bu tarihten itibaren kültür bitkisi içerisindeki yabancı otlara karşı kimyasal mücadele üzerinde çalışmalar başlamıştır. 1900 yılından itibaren de sülfürik asit, demirsülfat, bakırnitrat, amonyak ve bazı potasyum tuzları herbisit olarak kullanılmıştır (Kellogg vd. 2000).

Knockdown 48 SL (KD 48 SL) yabancı otlara karşı kullanılan ve çıkışlarını engelleyici olan preemerjens etkili olan nakdaun herbisit grubundan olup, etken maddesi glifozate izopropilamin olan bir tuzdur. Etkili maddesi litrede 480 gram glifozattır. Yabancı otların hızla büyüdüğü ilk büyüme döneminde kullanıldığında en iyi sonuç alınır, bu nedenle de kültür bitkilerinin yeşil kısımlarına ve iki yıldan küçük fidanların gövdelerine ilaç değdirilmemelidir. İlaç uygulaması üzerinden bir hafta geçmeden toprak işleme ve gübreleme yapılmamalıdır. Diğer ilaçlarla karıştırılarak kullanılmamalıdır. Baş ağrısı, baş dönmesi, bulanıklık, halsizliğe neden olur. Özel bir antidotu yoktur. Belirti ve şiddetine göre doktor tedavisi uygulanır (Caceres vd. 2008).

2.3.3 Sistemik Pestisitlerin Etki Mekanizması

Pestisit bitki tarafından emildikten sonra bitki içinde dağılır, yayılır ve bunun sonucu olarak etkinliği artar. Buradan itibaren pestisit artık sistemik insektisit olarak adlandırılabilir ve polen ve nektar ile de etkisini gösterir. Pestisitlerin büyük çoğunluğu böceklerin merkezi sinir sistemine etki ederek onları öldürürler. Ölümün asıl nedeni sinir sisteminin özel duyarlılığıdır. Birinci hedefleri çoğunlukla başka yerler olan pestisitler bile en son etkilerini sinir sisteminde yaparlar. Pestisit ile etkileştiğinde vücut, pestisitini etkisini azaltan metabolik parçalama ve boşaltım mekanizmaları ile birlikte güçlü bir karşı koyma mekanizmasına da sahiptir (O'Brien 1974).

Böceklerde sinir sistemi *Musca domestica* L.'da olduğu gibi kısmen birleşmiş bir fitil haline gelmiş ya da *Periplaneta americana* L.'da olduğu gibi ayrı segmentlerden olabilen ventral ganglion zincirlerinden oluşmuştur. Sinir dokusu, sinir hücreleri ve yardımcı hücrelerden meydana gelmiştir. Nöronlar çok fazla farklılaşmış ve bölünme yeteneklerini kaybetmişlerdir. Çeşitli nedenlerle zarar gören bir nöronun yerini bir başka hücre alamaz. Sinir hücrelerinin en büyük özelliği bir canlının iç ve dış ortamından gelecek uyartıları alması, bunlara cevap vermesi ve uyartıları çok uzak mesafelere iletmesidir. Nöronlar bu işi ince sitoplazmik uzantıları ile yaparlar. Sinir sistemi, merkezi sinir sistemi ve periferal sinir sistemi olmak üzere iki gruba ayrılır. Beyin ve omurilik, merkezi sinir sistemini meydana getirir. Sinirler ve geri kalan bütün sinir dokusu periferal sinir sistemine girer (Geldiay 1978). 10 nM-100 µM dozundaki IMI'in de böceklerin nikotinic asetilkolin reseptörleri üzerine etki ederek larvaların kolinerjik nöronlarının hücre içi kalsiyum iyon miktarlarını arttırdığı gösterilmiştir (Jepson vd. 2006).

2.3.4 Pestisitlerin hayvanlar ve insanlar üzerine olumsuz etkileri

Bir pestisit kimyasal bir madde ya da virüs veya bakteri gibi biyolojik bir ajan olabilir. Kimyasal pestisitlerin çoğu hedef organizmaya seçkin etkinlik gösteremedikleri için hedef organizma dışındaki organizmalarda da çeşitli hastalıklara yol açar hatta öldürücü olabilirler. Bir çok pestisit insanlar için de zararlıdır. Kullanıldıkları canlıların yiyecek

şeklinde insanlar tarafından kullanılmaları sonucunda insanlarda yaygın hastalıklara ve istenmeyen sıkıntılı durumlara sebep olurlar. Kimyasal pestisitlerin ve etken maddelerinin akut toksik etkileri vardır. Karbamatlar, organofosfatlar ve klorlanmış hidrokarbonları içeren bir çok pestisit genetik etkiye sahiptir. Tarım ile uğraşan ve pestisite maruz kalan insanlarda yapılan çalışmalarda bu bireylerde yapısal ve sayısal kromozom anomalileri ile kardeş kromatid değişiminde artmalar gözlenmiştir (Murihead 1971).

Pestisitlerin kronik etkisine maruz kalan tarım işçilerinde bir çok genetik hasarın yanısıra karaciğer, böbrek ve kaslarda bozukluklar görülmüştür. Pestisitlerin canlılar üzerindeki etkisi fetal yaşamdan itibaren başlamaktadır. Bu ilaçlar plasentadan fetüse geçmekte ve bunu sonucu olarak düşükler, hiperpigmente ve hiperkeratitik çocuk doğumları görülmektedir. Yapılan hayvan deneylerinde ise radyoaktif olarak işaretlenip anneye verilen pestisitlerin 5 saat sonra plasentadan fetüse geçtiği ve fetüsün göz, sinir sistemi ve karaciğerine yerleştiği gözlenmiştir (Zang vd. 2008, Gentile vd. 1985). Organofosfatlı ve karbamatlı insektisitler ise etkilerini doğrudan doğruya periferik ve merkezi sinir sistemi üzerinde göstererek canlı yaşamını tehdit etmektedir.

Bir çok pestisit insana, hayvanlara ve çevreye verdiği zarar vermektedir. Bununla ilgili ilk çalışmalar 70' li yılların başında, UNEP Stokholm İnsan Çevresi Konvansiyonu'nu hazırlayan süreçte göstermişlerdir. 30 yıl sonra ABD, Avustralya, Kanada, Japonya ve Yeni Zelanda, uluslar arası baskılara boyun eğerek küresel anlaşma taslağının oluşturulmasına karar vermişlerdir (<http://tr.wikipedia.org/wiki/Pestisit,2010>).

Bu çalışmalar kapsamında KOK (Kalıcı Organik Kirleticileri) olarak adlandırılan içlerinde tarımda da kullanımı yaygın olan birçok kimyasal ürün bazı özel durumlar hariç yasaklanmış ve KOK özelliği taşıyan yeni kimyasallarında üretilmesi yasaklanmıştır. Bu anlaşma kapsamında; aldrin, endrin, toksafen, klordan, dieldrin, heptakol, mireks, DDT ve endüstriyel kimyasallar olan heksaklorobenzen ve PCB'ler yasaklanmış ve stokları takip altına alınmıştır(<http://tr.wikipedia.org/wiki/Pestisit,2010>).

Tarım ilaçlarının kan hücreleri üzerine de olumsuz etkileri vardır. Organofosforlu insektisitler eritrositlerin (kırmızı kan hücreleri) membran özelliklerini değiştirerek eritrosit fonksiyonun engellemektedir. Diğer bazı pestisitler de eritrositlerin boyutlarının ve yüzey şekillerinin bozulmasına ve eritrosit antioksidan sistem enzimlerinin aktivitelerinin değişmesine sebep olmaktadır. Pestisitlerin en önemli etkilerinden biri de asetilkolinesteraz enzimini inhibe etmeleridir. Bu durumda alt beyin kökünde solunum kontrol merkezlerinin baskılanması ile canlı ölüme gider. Yine pestisitlerde yapılan bir araştırmada pestisitlerin TCA enzimlerinin (malat dehidrojenaz, süksinat dehidrojenaz) inhibe olmasına sebep olduğu bulunmuştur (<http://tr.wikipedia.org/wiki/Pestisit>,2010).

2.4 Siyanobakteriler

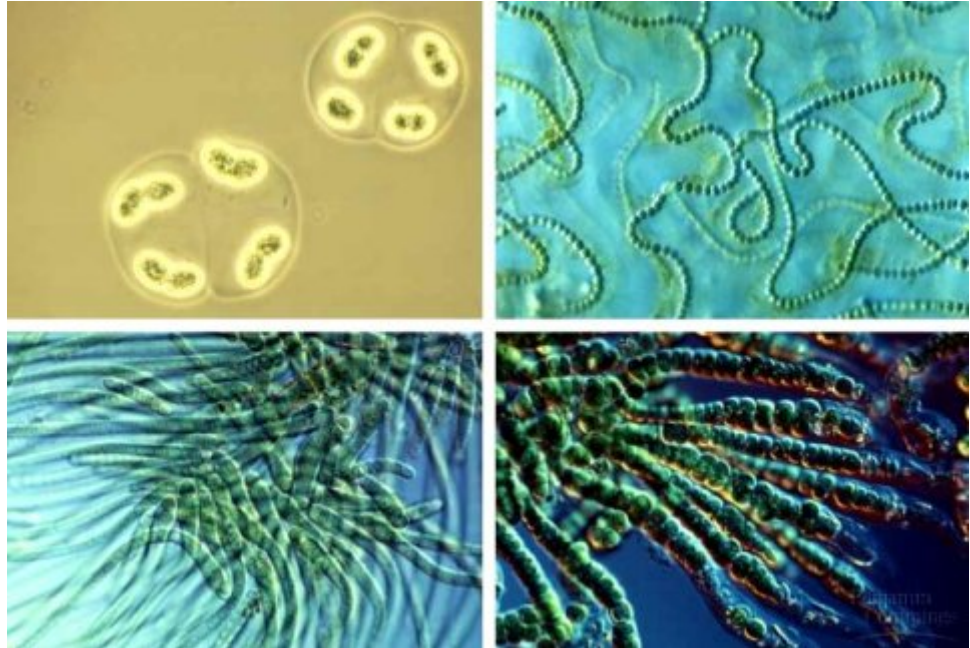
Bilindiği gibi siyanobakteriler (Cyanobacteria veya Cyanophyta) aynı zamanda mavi-yeşil algler, mavi-yeşil bakteriler olarak da bilinen ve enerjilerini fotosentez yolu ile elde eden bir bakteri taksonudur. Denizdeki nitrojen çevriminin önemli bir bileşeni ve okyanusun pek çok yerinde özbeslenendir, ayrıca karada da bulunmaktadır. 2.8 milyar yıl öncesine ait fosilleşmiş oksijen üreten siyanobakterilerin stromatolitleri bulunmuştur (Olson 2006). Siyanobakterlerin fotosentez yeteneğinin oksijen üretimiyle Dünya üzerindeki yaşam formlarını çarpıcı bir şekilde değişmesine ve adeta yaşam çeşitliliğinin patlamasına neden olacak şekilde paleolojik dönemlerde dünya atmosferinin oksijenle dolmasına yol açtığı düşünülmektedir. Bitkilerdeki kloroplastlar ve ökaryotik alglerin siyanobakteriler kaynaklı olduğu da düşünülmektedir (Sinha ve Hader 1997).

2.4.1 Siyanobakteri hücre yapısı

Prokaryot organizmalar içinde yer alan ve gram negatif olan siyanobakteriler, öbakterilerin en büyük gruplarından, fotosistem 2 içerdikleri, redüktif pentoz fosfat yolu ile fotosentez yaptıklarından dolayı ökaryotlara benzerlik göstermektedirler. Siyanobakterilerin kırmızı alglerde bulunan fikobilin proteinleri içerdikleri de bilinmektedir (Adams 1997). Siyanobakteri hücrelerinin sitoplazma ve dış membranları arasında peptidoglikan, dış kısımlarında musilaj veya kabuk adını alan polisakkarit

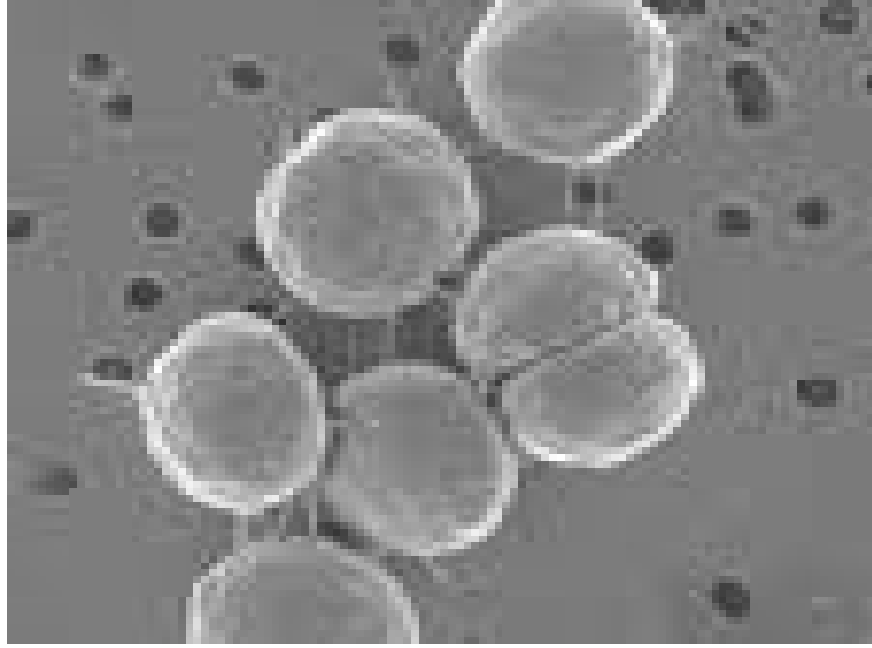
bulunur (Shapiro ve Dworkin 1997, Vermaas vd. 2008). Ayrıca karanlıkta özümledikleri glikojen gibi karbohidratları kullanabilirler, hatta bazı türleri dış ortamdaki organik karbondan da yararlanabilirler (Osanaı vd. 2005).

Aynı kaynaktan belirtildiği gibi genomları RNA polimeraz için gen promotörü çeşitli σ faktörleri sentezler ve enzimin transkripsiyon seçiciliğini sağlarlar. Bu σ faktörleri çevre koşullarının değişimi ve/veya gelişme dönemine göre gen ekspresyonu üzerinden adaptasyonu sağlar. Gene Asanaı ve arkadaşlarının özetleyerek aktardığı bilgilere göre *Synechocystis* sp. PCC 6803 hattı aydınlıkta fotoototrofik, karanlıkta glikojen gibi karbohidrat katabolizmi ile yaşayan ve doğal hattan farklı olarak elde edilmiş olan GT glüköz tolerant hattının karanlıkta heterotrofik olarak ortamdaki glüközden yararlanabildiği görülmüştür. Bu büyüme şekline de “light-activated heterotrophic growth (LAHG)”, ışık tarafından indüklenen heterotrofik büyüme adı verildiği de aktarılmıştır. Siyanobakterilerdeki grup 2 σ faktörlerinin diğer öbakterilerden fazla olduğunun belirlendiği ve her hatta en az 2 faktörün bulunduğu, bunların da azot, sülfür veya karbon eksikliği gibi besin stresi koşullarına adaptasyonda farklı roller oynadığı da eklenmiştir (Osanaı vd. 2005).



Şekil 2.1 Siyanobakterilerin hücre yapısı

Hücre içinde bulunan yüksek moleküler ağırlıktaki polifosfat granülleri, nükleik asit ve fosfo lipidlerin sentezi için fosfat kaynağı ATP sentezinde enerji kaynağı olarak kullanılırlar (Van Den vd. 1995). Küresel ve genelde tilakoid yüzeyinde plazma membrana yakın bölgelerde bulunan siyanofisin granülleri 50:50 oranında arjinin ve aspartik asidin ko- polimerlerinden oluşur ve hücrede azot deposu olarak iş görür (Jensen 1993). 1,5 Ribuloz bisfosfat karboksilaz oksijenaz (RuBisCO) enzimi içeren karboksizom granülleri inorganik karbon asimilasyonunda görev alıp, fotosentezin ilk aşaması olan karanlık reaksiyonu katalizleyerek karbonhidrat sentezini sağlamaktadır (Van Den vd. 1995). Hücrelerde gerektiğinde enerji kaynağı olarak kullanılan glikojen granülleri de bulunmaktadır (Jesen 1993).



Şekil 2.2 *Synechosystis* sp. mikroskopik görüntüsü



Şekil 2.3 *Phormidium* sp. mikroskopik görüntüsü

Fotosentetik pigmentler ve elektron transfer edici komponentlerden oluşan fikobilizomlar bulunur ve tilakoid membran içerisine yerleşmiştir. Siyanobakteri türlerinin çoğu fikosiyaninden dolayı mavi- yeşil renkte görünür. Bazı siyanobakteri türleri ise fikoeritrinden dolayı kırmızı renkte görünürler. Siyanobakteriyel hücrelerde en çok bulunan proteinlerden olan fikobiliproteinler fikobilizomlarda bulunmaktadır (Van Den vd. 1995).

Işık mikroskobunda da görülebilen heterosistler vejetatif hücrelerden daha büyük olan ve filamentli siyanobakterilerde görülen kalın hücre duvarlı yapılardır. Flamentin uç ya da orta kısmındaki hücreler arasında bulunmaktadır. Siyanobakterilerde bulunan heterosistin en önemli görevlerinden biri havadaki azotu fikse etmektir. Böylece azotça fakir ortamlarda diğer alglere oranla daha iyi gelişirler (Allen 1984, Bottomley vd. 1979, Van Den vd. 1995).

Ekolojik olarak algler, karlı alanlar, hatta tamamen buzla kaplı alanlarda da bulunabilirler. Fakat % 70'nin dağıldığı asıl yayılım alanı sulardır. Bu ortamlarda organik karbon bileşeklerinin major primer üreticisidirler. Mikroskobik fitoplankton formunda meydana gelebilirler. Makroskobik ve mikroskobik formların her ikisi de kara

ve su hattı boyunca ve bu ortamların her ikisinde meydana gelir. Gövde ya da benzer işlevlere sahip yapıları ile derelerin alt kısımları ve sedimenlere, toprak partiküllerine ya da kayalara tutunurlar. Yukarıda da belirtildiği gibi buzla kaplı alanlarda buldukları gibi 70 °C'ya da daha yüksek sıcaklıktaki kaynak sularında da yaşayabilirler. Bazıları çok tuzlu su ortamlarında bile gelişebilirler. Göllerde ve denizlerde yüzeyden 100 m aşağıda ya da daha düşük ışık yoğunluğu ve yüksek basınç altında yaşayabilirler. Denizlerde yüzeyden 1 km aşağıda da yaşayabildikleri görülmüştür (Elliot vd. 1982).

2.5 Triakontanol (1-triakontanol veya n- triakontanol)

Doğal bir bitki hormonu olan triakontanol (TRIA) molekülü düz zincirli yapıya sahiptir (Şekil 2.4). Formülü $[CH_3(CH_2)_{28}CH_2OH]$ olan triakontanol bitkilerde büyümeyi uyarıcı bir aktivite sağlayan doğal 30 karbonlu primer alkoldür, ikincil mesajcısı L(+)-adenozindir. Sinonim isimleri melisil alkol, mirakulan ve mirisil alkol olan bu bileşik canlılarda bulunan ve bitki büyümesini sağlayan doğal bir maddedir (Gross ve Parthier 1994) ve gene bu yönde etkileri olan üyelere sahip polikozanol alkol grubundandır (Hwang vd. 2005). Triakontanolün bitki büyümesini arttırıcı etkisi ilk kez 1959 da görülmüştür (Krishnan ve Kumari 2008, Ries vd. 1977).

Bu araştırma raporlarında da belirtildiği gibi TRIA primer prodüktivite ve biyoması, serbest aminoasit miktarını, indirgeyici şeker miktarını, fotosentetik aktiviteyi, çözülebilir protein miktarını ve büyümeyi, sonuçta da ürün verimliliğini arttırır ve çeşitli türlerin bitki boyu, yaprak sayısı ve büyüklüğü üzerinde etkilidir (Balyan 1994). Örneğin pirinç doku kültürü üzerindeki etkisi 1999 yılında Tantos ve arkadaşları tarafından gösterilmiştir. Knight ve Mitchell tarafından 1987'de salatalık üzerinde uyarıcı etkisi rapor edilmiştir. Ma 1990 yılında Triakontanol'ün in vitro şartlarda elma büyümesi üzerine etkisini bulmuştur. Bitkiler üzerinde şimdiye kadar kullanılan en etkin büyüme hormonu olduğu da uzunca süre önce belirtilmiştir (Hunter 1994).



Şekil 2.4 Triakontanol maddesinin açık kimyasal formülü

Triakontanol'ün de içinde yer aldığı biyolojik balmumu ekstraktlarının önemi bitkiler yanında böceklerin ve hayvanları kapsayan geniş canlı gruplarının yaşamlarındaki rollerinin yanında tıptaki yerinin anlaşılması ile giderek artmıştır (Ramanarayana ve Bhata 2000). Maddenin tıbbî kullanımı seksenli yıllardan bu yana patent konusu da olmuştur (Mori 1982, Snider 1984, Anonymous. 1985, Yamashita vd. 1986, Noris 1986).

Trifolium repens yapraklarındaki nötral yağların balmumu esterleri, serbest yağ asitleri, alkoller, serbest steroller, trigliseridler ve hidrokarbonlara ayrıldığı araştırmada balmumu esterlerinin temel olarak 18 karbonlu di ve tri doymamış yağ asitleri ve 30 karbonlu alifatik alkollerden oluştuğu saptanmıştır. Linoleik asidin baskın serbest yağ asidi, serbest alifatik alkollerden triakontanolün temelde 29,31 karbonlu hidrokarbon olduğu belirtilmiştir (Body 1974). Yoncanın bitki büyümesini arttıran sulu ekstraktı Hindistan'da çiftçilerce bir asıra yakın süredir kullanılmaktadır, etkili kimyasalın birçok bitkinin üzerini mumsu bir şekilde kaplayan, arıların bal peteğinde de bulunan balmumunun ana bileşeni olan ve doğada çok yaygın olarak bulunabilen TRIA olduğu belirlenmiştir (Hangarter vd.1978, Hoagland 1980, Malabadi 2005). Hormonun doğrudan gen düzenleyici, genel metabolizmayı yönlendirici etkisi de gösterilmiştir (Chen vd. 2002).

Hormonun tezin hipotezleri açısından önemli etkileri konusundaki iki örnek araştırma da bitki büyümesi ve strese uyum, dayanıklılık ile ilgileri iyi bilinen, IAA oksidaz izozimini de içeren, etilen yara ve olgunlaşma, farklılaşma hormonu ile ilişkisi kanıtlanmış olan peroksidaz üzerindeki etkisi ve soyafasulyesinde tuzluluk stresinin etkisini azaltabilmesidir (Krishnan 2008).

Sukroz ve salisilik asit gibi bazı doğal bitki büyüme düzenleyicileri triakontanol ile beraber kullandığında hormonun etkisini arttırmaktadır (Rajasekaran ve Blake 1999).

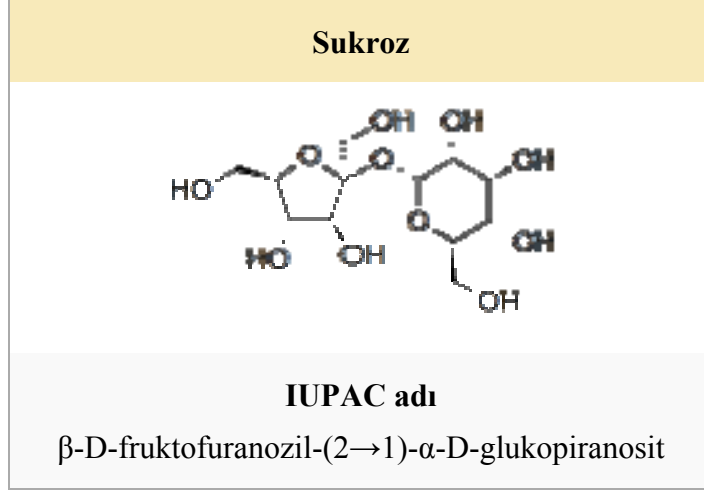
Houtz ve arkadaşları (1985) tarafından *hormonun Chlamydomonas* üzerine etkisi ile ilgili yapılan çalışmada TRIA hücre yoğunluğunu %35 , toplam klorofil miktarını %31, CO₂ asimilasyonunu %100'e kadar artmıştır.

Hormonun siyanobakteriler üzerine etkisi ile ilgili yapılan çalışmalardan birine göre, hormonlu ortamda filamentli *phormidium* sp. ve tek hücreli *synechocystis* sp. mikroorganizmalarının daha fazla gelişme gösterdiği ve atıksulardan bazı reaktif boya kirleticilerinin giderimini arttığı sonucuna varılmıştır (karacakaya vd. 2009).

2.6 Sukroz

Sukroz veya diğer adlarıyla sükroz, sakkaroz veya çay şekeri, C₁₂H₂₂O₁₁ formülüyle gösterilen ve birer glukoz ile fruktoz molekülünün meydana getirdiği disakkarittir, sistematik adı α -D-glukopiranosil- (1 \leftrightarrow 2)- β -D-fruktofranosit şeklindedir (Schiweck ve Clarke 2007). Sukroz ve monosakkaritlerinin düzeyleri, sentez, hidroliz ve gerek kendi aralarında gerekse diğer karbohidratlarla dönüşümleri ve bu tepkimelerele ilgili enzimler bitki hücrelerinde çeşitli streslere uyum ve dayanıklılık ile yakın ilişki göstermektedirler (Sindelarova vd. 1999).

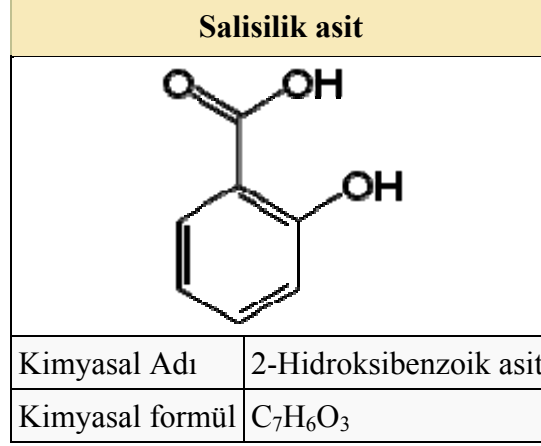
İnsan beslenmesinde çok önemli bir yere sahip olan sukroz, sadece bitkiler tarafından üretilir. Sukroz bitkilerde metabolizmanın temel taşıdır. Sukrozun bitkilerin ışıktan yararlanması için karbon taşıyıcı olarak çok önemli rolü vardır. Ayrıca, bitki organlarının fotosentez gerçekleştirmeleri için karbon ve enerji kaynağıdır (Lemoine 2000).



Şekil 2.5 Sukroz maddesinin açık kimyasal formülü

2.7 Salisilik asit

Formülü $C_7H_6O_3$ olan ortohidroksibenzoik asidin yaygın ismidir. Tabiatta birçok bitkide serbest olarak veya metil esteri şeklinde bulunur. Salisilik asit (SA) ilk olarak *Salix alba* L. ağacının kabuğunun önemli bir bileşeni olarak keşfedilmiştir.ve bir anti-enflamatuar ilaç olarak kullanılan bu asit bir fenoldür. Bitkilerde büyüme ve gelişme, fotosentez, terleme, iyon alımı ve iletım üzerinde ve dolayısı ile kuraklık gibi abiyotik streslere dayanımda önemli etkileri olduğu gibi yaprak anatomisi ve kloroplast yapısında belirli değişiklikleri de indükleyicidir (Jeffreys 2005). SA ve uçucu metil esteri endojen bir uyarı sinyali olarak bitki savunmasındaki indükleyici rolü ile de patojenlere karşı etkisiyle tanınır. Salisilik asitin yüksek bitkilerde çok çeşitli streslere dayanımda etkili olan bir fenolik maddedir ve dışarıdan uygulandığında da etkili olmaktadır (Zhou vd. 1999).



Şekil 2.6 Salisilik Asit maddesinin açık kimyasal formülü

Endüstriyel atıksular, kanalizasyon suları, su yüzeyine doğrudan pestisit uygulamaları, artık kimyasalların kazayla yüzey sularına karışması veya bilerek boşaltılması gibi etkiler alıcı sulardaki pestisit erişimlerinin önemli ölçüde artmasına neden olmaktadır. Sudaki pestisit kalıntıları, bozunma veya dönüşüm ürünlerinin canlılara olumsuz etkilerinin bilinmesi ise, pestisitlere olan ilginin gün geçtikçe artmasına neden olmakta, alıcı sulara deşarj edilen atıksulardan giderilmelerini, bu amaçla değişik teknolojilerin uygulanmasını ve geliştirilmesini zorunlu hale getirmektedir (Balkaya 1998, Balkaya ve Bayraklı 2000).

Bu tez çalışmasında, daha önce laboratuvarımızda izole edilmiş olan bazı mikroalgal türlerinin endüstriyel atıksulardaki insektisid ve herbisit gruplarından ülkemizde yaygın kullanımı olduğu için seçilen birer örnek pestisidin gideriminde kullanım kapasitesinin belirlenmesi ve bir bitkisel hormon olan triakantonol ve büyüme düzenleyici salisilik asidin gerek hücre ve populasyon büyümesine, gerekse bu pestisitlerin giderim kapasitesine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Bu çalışmada triakantonol hormonunun *Synechocystis* sp. de optik yoğunluk, kuru ağırlık , klorofil ve *Phormidium* sp. da ise kuru ve yaş ağırlık üzerine etkisi araştırılmıştır. Deneylerin sonunda hormonun gelişmeyi arttığı sonucuna varılmıştır.

Pesitisit giderim çalışmaları farklı pestisit konsantrasyonlarında hormonlu ve hormonsuz ortamlarda yapılmıştır. IMI ve KD 48 SL maddelerinin gram hücre başına maksimum spesifik giderim miktarları incelenmiş, pestisit gideriminin arttığı sonucuna varılmıştır.

Ayrıca, bitki büyüme destekleyici. sukroz ve düzenleyicilerden SA'in pestisit giderimi ve biyokütle miktarını arttırdığı sonucuna varılmıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Mikroorganizma

Mikroorganizma kaynağı olarak laboratuvarımızda izole edilmiş olan *Synechocystis* sp.ve *Phormidium* sp. siyanobakterileri kullanılmıştır (Sadettin ve Dönmez 2006, Karacakaya vd. 2009).

3.1.2 İnsektisit ve Herbisit ve Çözeltilerinin hazırlanışı

IMI ülkemizde de yaygın olarak kullanıldığı için A.Ü.Z.F. Bitki Koruma ABD öğretim elemanlarınca önerilmiş ve tarım ilaçları piyasasından alınmıştır. KD 48 SL 48 SL preparatı da Bitki Koruma ABD öğretim elemanlarınca önerilmiş ve Safa Tarım firmasından'dan (Ankara, Türkiye) alınmıştır. Bu pestisitlerin stok solüsyonları konsantrasyonlarının önerildiği gibi %35 (w/v) olacak şekilde, distile su içinde çözülmesi ile elde edilmiştir.

3.1.3 Triakontanol solüsyonunun hazırlanışı

Stok TRIA çözeltisi Aldrich %96 w/v triakontanolün kloroformda litrede 0,5 g olacak şekilde çözülmesiyle hazırlanmıştır.

3.1.4 Sukroz ve Salisilik asit hazırlanışı

Spektrofotomertrik ölçümlere uygun Sukroz (BDH, England) 25 ve 50 mg sukrozun 1 litre BG11 besiyerinde, Salisilik asitin de (TC TEB 6. BOLGE SAMSUN ECZACI ODASI) 50 mg salisilik asit 1litre BG11 besiyerinde çözülmesiyle hazırlanmıştır. Bu

stok çözeltilerden gerekli seyreltmeler yapılarak istenen konsantrasyonlar elde edilmiştir.

3.2 Yöntem

3.2.1 Giderim çalışmaları

Giderim çalışmalarında önce izolatların en yüksek pestisit biriktirdikleri ortam pH'ı ve pestisit konsantrasyonu belirlenmiştir. Denemeler 250 ml'lik erlenlerdeki 100 ml'lik BG 11 besiyerlerinde 2400 lüks ışık altında ve 30 °C'deki iklim dolabında gerçekleştirilmiştir. Giderim çalışmalarında test edilecek pH ve pestisit konsantrasyonlarında aktiveleştirilen kültürler (1 ml), 100 ml aynı bileşimdeki besiyerlerine inoküle edilerek 35 gün süre ile inkube edilmiştir. Denemeler ikili ve üçlü tekrarlar şeklinde yapılmıştır.

BG 11 Besiyeri Bileşimi

Bileşen	Miktar(g/L)
Agar.....	12.0
NaNO ₃	1.5
K ₂ HPO ₄	0.04
CaCl ₂ .2H ₂ O.....	0.03
Na ₂ CO ₃	0.02
	Miktar(mg/L)
Sitrik asit.....	6.0
Ferrik amonyum sitrat.....	6.0
Na ₂ EDTA.....	1.0
Eser element A5 karışımı.....	1.0 ml/L
Ezher element A5 karışımı	
	Miktar(g/L)
H ₃ BO ₄	2.86
MnCl ₂ .4H ₂ O.....	1.81

NaMoO ₄ .2H ₂ O.....	0.39
ZnSO ₄ .7H ₂ O.....	0.222
CuSO ₄ .5H ₂ O.....	0.079
Co(NO ₃) ₂ .6H ₂ O.....	0.049

3.2.2 Triakontanol hormonunun mikroorganizma gelişimine etkisi

Denemelerde kullanılan iki siyanobakteri hormon içermeyen, 1, 5, 10 ve 20 ppm hormon içeren BG11 besiyerine ekilmiş ve artan hormon konsantrasyonun mikroorganizmaların gelişimine etkisi 30 gün inkübasyon süresi sonunda belirlenmiştir.

3.2.3 Pestisit konsantrasyonunun pestisit giderimine etkisi

Denemelerde kullanılan siyanobakterler iki pestisit ile 50 ,100 , 150 ve 200 ppm hormon içeren ve kontrol BG11 besiyerine ekilmiş ve bütün konsantrasyonların mikroorganizmaların gelişimine etkisi 35 günlük inkubasyon süresi sonunda belirlenmiştir.

3.2.4 Sukroz konsantrasyonunun pestisit giderimine etkisi

Denemelerde kullanılan siyanobakterler 25 ve 50 ppm sukroz, pestisit ve hormon içeren ve kontrol BG11 besiyerine ekilmiş ve sukrozun mikroorganizmaların gelişimine etkisi 20 günlük inkubasyon süresi sonunda belirlenmiştir.

3.2.5 Salisilik asit konsantrasyonunun pestisit giderimine etkisi

Denemelerde kullanılan siyanobakterler 50ppm SA , pestisit ve hormon içeren ve kontrol BG11 besiyerine ekilmiş ve SA nın mikroorganizmaların gelişimine etkisi 20 günlük inkübasyon süresi sonunda belirlenmiştir.

3.3 Analitik Yöntemler

3.3.1 Klorofil tayini

Porra ve arkadaşları (1989) tarafından kullanılan yöntemle göre klorofil b sıfır alınarak Klorofil a tayini yapılmıştır. 5 ml örneğin 10 dakika santrifüjlenmesiyle (3421xg) elde edilen biyokütle % 80'lik (v/v) aseton ile iyice ezilerek klorofilin maksimum bir şekilde ekstraksiyonu sağlanmış, kalan hücre artıklarını uzaklaştırmak amacıyla tekrar santrifüj edilmiştir. Elde edilen süpernatantın 646.6 nm ve 663.6 nm dalga boyunda okunmasıyla µg/ml örnek cinsinden aşağıdaki formüle göre klorofil a miktarı hesaplanmıştır.

$$\text{Klorofil (a+b)} = (\text{OD}_{646,6} \times 17,76) + (\text{OD}_{663,6} \times 7,37)$$

3.3.2 Pestisit konsantrasyonunun belirlenmesi

İnkübasyon süresi boyunca belirli konsantrasyonda pestisit içeren her bir erlenden beş günde bir 5 ml örnek alınmıştır. Örnekler biyokütleyi çöktürmek için 3421 xg çevirme hızında 5 dakika süre ile santrifüjlenmiştir. Süpernatantın içerdiği pestisit konsantrasyonu IMI için 291 nm ve KD 48 SL için 595 nm dalga boyundaki optik yoğunluk değerleri okunarak ölçülmüştür. Kör örnek olarak pestisit içermeyen BG 11 besiyeri kullanılmıştır.

3.3.3 Optik yoğunluğun belirlenmesi (OD)

İnkübasyon sonunda erlenlerden 5 ml örnek alınmış, 3421 xg sağlayan çevirme hızında 5 dakika santrifüjlenmiş, distile su ile yıkandıktan sonra gerekli seyreltmeler yapılarak optik yoğunluk değerleri 600 nm dalga boyunda spektrofotometrik olarak belirlenmiştir.

3.3.4 Kuru ağırlığın belirlenmesi

Aynı koşullarda geliştirilmiş örneklerin her birinden 5 ml alınarak, boş ağırlığı alınmış alüminyum folyolara aktarılarak etüvde (Nüve FN 400) 100 °C’de 12 saat kurutulmuş ve tartılmıştır.

3.3.5 Yaş ağırlığın belirlenmesi

Beşer ml örnek boş ağırlığı alınmış olan santrifüj tüplerine aktarılmış ve 3421 xg sağlayan çevirme hızında 5 dakika santrifüjlenmiştir. Süpernatant kısım çökeltiden uzaklaştırılarak 5 ml distile su ile yıkanmış ve tekrar santrifüjlenmiştir. Son olarak tüpler tekrar tartılarak yaş ağırlık bulunmuştur.

3.3.6 Pestisit miktarının belirlenmesi

İnkübasyon süresi boyunca her 10 günde bir alınan örnekler (5 ml) 3421 xg çevirme hızında, biyokütlenin uzaklaştırılması için 5 dakika santrifüjlenmiştir. Süpernatant kısım ortamda kalan IMI konsantrasyonunun belirlenmesi amacıyla Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi (HPLC, Shimadzu, Japan) kullanılarak akış hızının 1ml/dk olduğu, C-18 kolonunda (250 mm x 4.6 mm iç çap: 5 µm partikül büyüklüğü) 275 nm ye ayarlanmış UV dedektör ile analiz edilmiştir. Çalışmada kullanılan mobil faz, asetonitril:Su (60:40 v/v) şeklinde hazırlanmıştır (Sanyal vd. 2006).

3.3.7 Sonuçların değerlendirilmesinde kullanılan kısaltmalar

C_0 : Başlangıç IMI ve KD 48 SL konsantrasyonu (ppm).

C_f : Son gün IMI ve KD 48 SL konsantrasyonu (ppm).

C_{gd} : Mikroorganizmaların ortamdan uzaklaştırdığı kirletici miktarı (ppm).

% Giderim: Giderim verimi.

$$\% \text{ Giderim} = C_{gd}/C_0 \times 100$$

q_m : Siyanobakter kütlenin gramı başına biriktirilen kirletici derişimi (mg/g).

X: Mikroorganizmaların kuru ağırlığı (g/L)

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Gerçekleştirilen tez çalışmasında, laboratuvarımızda daha önce izole edilen iki farklı siyanobakteri ile denemeler yapılmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında denemelerde uygulanacak olan triakontanol konsantrasyonu belirlenmiştir. *Synechocystis* sp., *Phormidium* sp. biri tarımsal insektisit, diğeri de herbisit grubundan olup yaygın olarak kullanıldıkları için seçilen iki farklı pestisitın giderim kapasiteleri ve triakontanol doğal bitki hormonu, sukroz metaboliti ve fenolik büyüme düzenleyicisi salisilik asitin biyokütle artışları ile giderim oranları üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

4.1 Triakontanol Hormonunun Mikroorganizma Gelişimine Etkisi

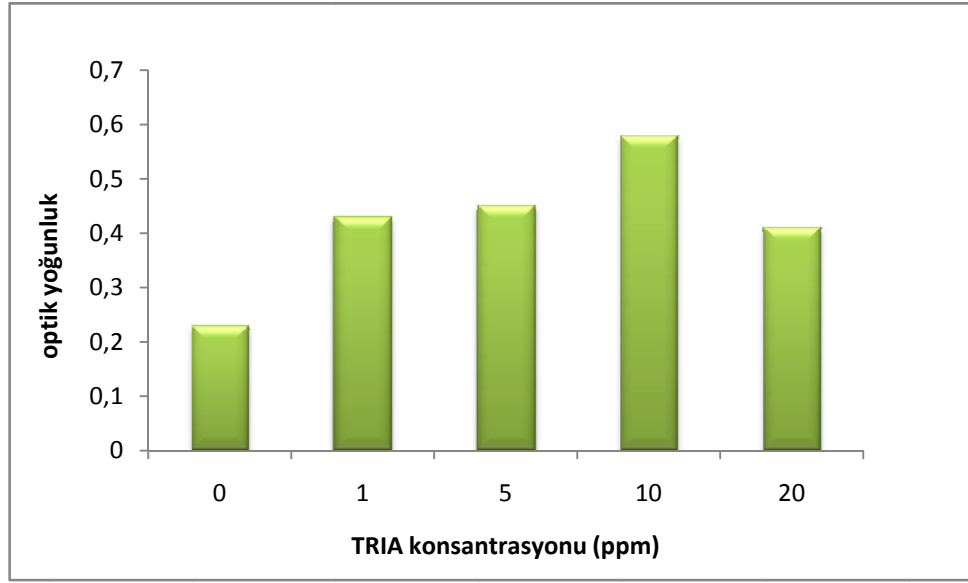
4.1.1 Triakontanol hormonunun optik yoğunluk üzerine etkisi

İki farklı mikroorganizma 0-20 ppm triakontanol içeren BG11 besiyerlerinde 30 gün boyunca inkübe edilmiştir. *Phormidium* sp. filamentli olduğu için gelişme düzeyi, kuru ve yaş ağırlık çalışmaları ile değerlendirilmiştir. Triakontanol hormonunun siyanobakterilerin optik yoğunlukları üzerine etkisi Çizelge 4.1’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.1 Triakontanol hormonunun siyanobakterilerin optik yoğunlukları üzerine etkisi (İnkübasyon süresi: 30 gün; ışık şiddeti: 2400 lüx)

Siyanobakteri	0 ppm TRIA	1 ppm TRIA	5 ppm TRIA	10 ppm TRIA	20 ppm TRIA
<i>Synechocystis</i> sp.	0.23	0.43	0.45	0.58	0.41

Synechocystis sp. siyanobakterisi için en yüksek mikrobiyal gelişme 10 ppm hormon konsantrasyonunda bulunmuştur. Hormonun 10 ppm’den az veya fazla olan konsantrasyonlarında mikroorganizmanın gelişiminin azaldığı görülmüştür (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Triakontanol hormonunun siyanobakterilerin optik yoğunlukları üzerine etkisi (İnkübasyon süresi: 30 gün; ışık şiddeti: 2400 lüks)

4.1.2 Triakontanol hormonunun kuru ağırlık üzerine etkisi

Triakontanol hormonunun kuru ağırlık üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, *Synechocystis* sp. ve *Phormidium* sp. 0, 1, 5, 10 ve 20 ppm triakontanol içeren 5 farklı BG11 besiyerinde 30 gün boyunca inkübe edilmişlerdir. Otuz gün inkübasyon süresi sonunda ölçülen mikroorganizma kuru ağırlıkları Çizelge 4.2’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.2 Triakontanol hormonunun Kuru Ağırlık (mg) Üzerine Etkisi (İnkübasyon süresi: 30 gün; ışık şiddeti: 2400 lüks)

Siyanobakteri	Triakontanol konsantrasyonu (ppm)				
	0 ppm	1 ppm	5 ppm	10 ppm	20 ppm
<i>Synechocystis</i> sp.	14.40	19.8	24.31	29.62	27.11
<i>Phormidium</i> sp.	2232.0	2465.0	2493.2	2898.90	2674.43

Synechocystis sp. ve *Phormidium sp.* ile yapılan çalışmada hormon konsantrasyonu 10 ppm olduğunda en yüksek kuru ağırlık elde edilmiş, hormon konsantrasyonu daha fazla arttırıldığında kuru ağırlık değerinin düştüğü belirlenmiştir. Ortamdaki hormon konsantrasyonu 10 ppm olduğunda *Synechocystis sp.* ile yapılan çalışmada en yüksek kuru ağırlık 29.62 mg düzeyinde kalırken, *Phormidium sp.* ile yapılan çalışmada en yüksek kuru ağırlık 2898.90 mg bulunmuştur. Artış oranları hesaplanıp karşılaştırıldığında ise *Synechocystis sp.*de ölçülen artış oranı %105.7 iken *Phormidium sp.* de %29.9 olarak ölçülen oran 3.53 kat daha düşüktür.

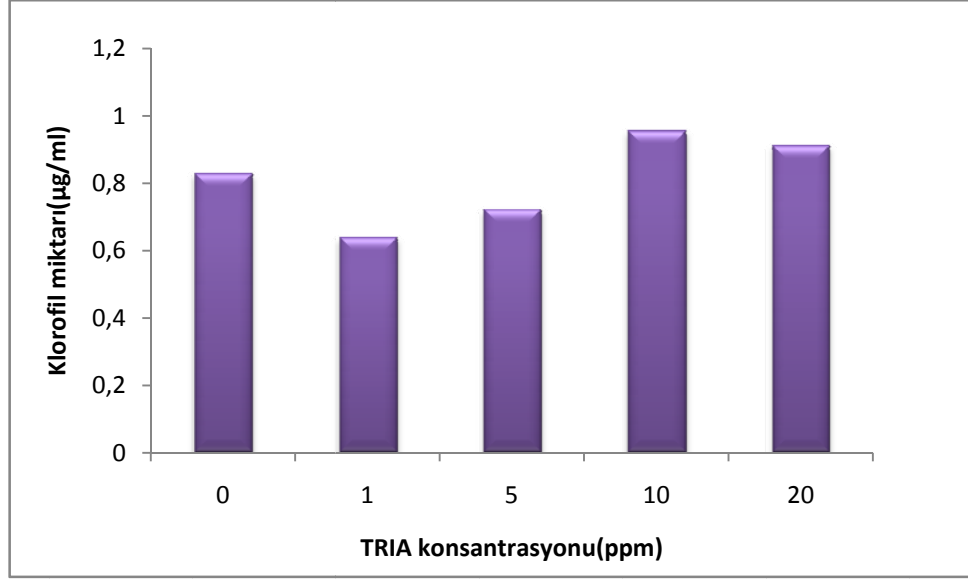
4.1.3 Triakontanol hormonunun klorofil miktarı üzerine etkisi

Yukarıdaki sonuçlarda görüldüğü gibi kontrol örneklerinde %55, 10 ppm TRIA örneğinde 10 kat olmak üzere biyokütle üretimi çok daha yüksek olduğundan bu hormonun klorofil miktarı üzerine etkisinin araştırıldığı çalışma *Synechocystis sp.* ile yapılmıştır. Denemelerde 0-20 ppm aralığında triakontanol kullanılmıştır. Hormonun klorofil miktarına etkisi Çizelge 4.3’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3 Triakontanol hormonunun Klorofil Miktarı Üzerine Etkisi (İnkübasyon süresi: 30 gün; ışık şiddeti: 2400 lüks)

Siyanobakteri	0 ppm TRIA	1 ppm TRIA	5 ppm TRIA	10 ppm TRIA	20 ppm TRIA
<i>Synechocystis sp.</i>	0.828	0.638	0.723	0.956	0.911

Çalışmalarda *Synechocystis sp.* için en yüksek klorofil miktarı da 10 ppm hormon varlığında görülmüştür (Şekil 4.2).



Şekil 4.2 Triakontanol hormonunun Klorofil Miktarı Üzerine Etkisi (İnkübasyon süresi: 30 gün; ışık şiddeti: 2400 lüks)

4.1.4 Triakontanol hormonunun Yaş Ağırlık Üzerine Etkisi

Synechocystis sp. ile yapılan çalışmada hormonun yaş ağırlık üzerine etkisi incelenmiştir. *Synechocystis sp.*de yaş ağırlığın en yüksek olduğu hormon konsantrasyonu gene 10 ppm olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4 Triakontanol hormonunun Yaş Ağırlık Üzerine Etkisi (İnkübasyon süresi: 30 gün; ışık şiddeti: 2400 lüks)

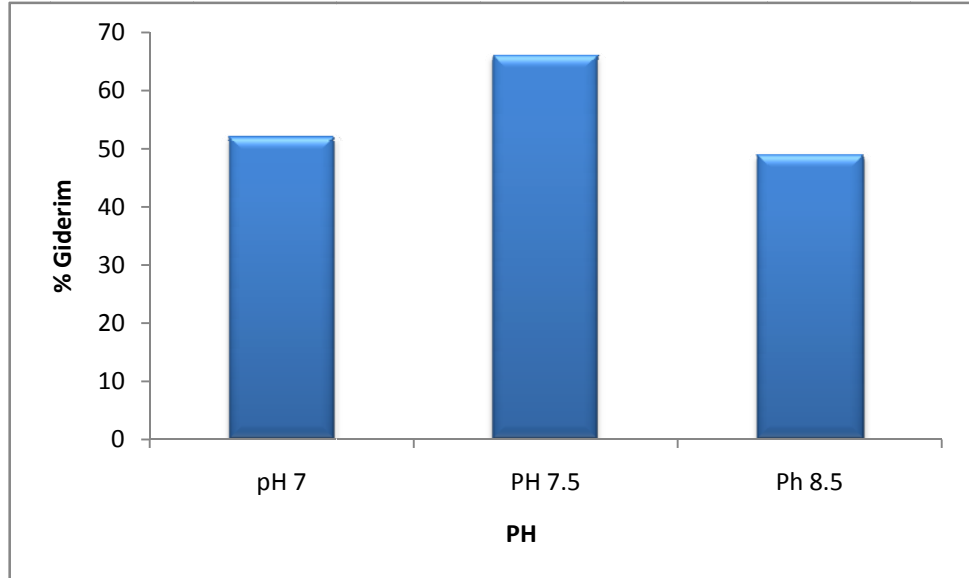
Siyanobakteri	0 ppm TRIA	1 ppm TRIA	5 ppm TRIA	10 ppm TRIA	20 ppm TRIA
<i>Synechocystis sp.</i>	0.534 g	0.498 g	0.484 g	0.588 g	0.554 g

4.2 pH'ın Pestisit Giderimine Etkisi

Synechocystis sp.'nin giderim kapasitesine farklı pH'ların etkisini belirlemek üzere 10ppm hormon içeren BG11 besiyerindeki derişimleri yaklaşık 50'şer ppm olacak kadar

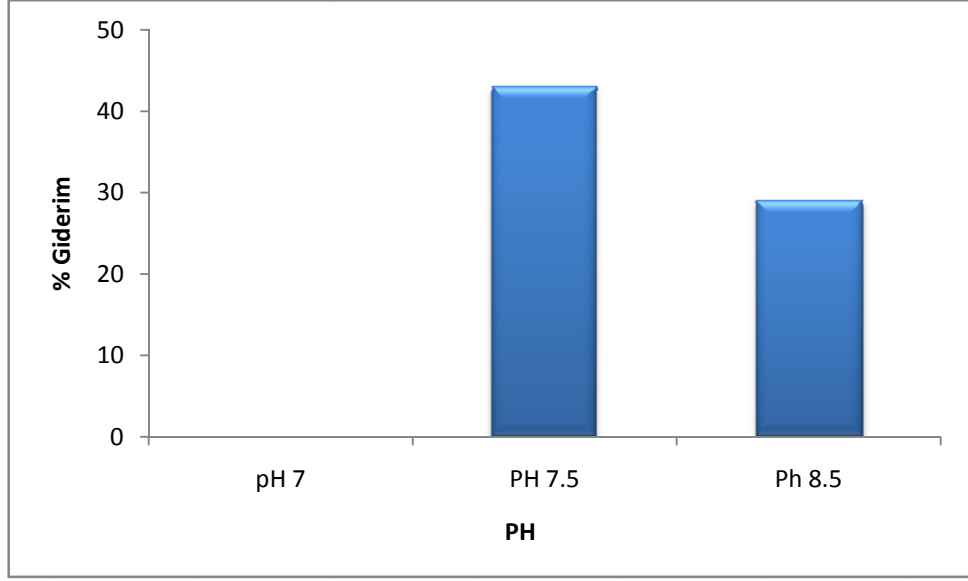
IMI ve KD 48 SL eklenmiştir. *Phormidium sp.* ile yapılan çalışmada 10 ppm hormon içeren BG11 besiyerine yaklaşık 75'şer ppm düzeyine kadar IMI ve KD 48 SL eklenmiştir. BG11 besiyeri pH'ları 7, 7.5 ve 8.5 değerlerine ayarlanmıştır. Denemelerde kullanılan her pestisit için en yüksek giderimin hangi pH' da olduğu Sadettin ve Dönmez (2006) tarafından verilen yöntemle tespit edilmiştir.

50ppm IMI içeren ortamda *Synechocystis sp.* pH'ı 7 ve 8.5 olarak ayarlanmış ortamlarda birbirine benzer oranda insektisit giderimi yaparken en yüksek giderimi % 66 oranında olmak üzere pH 7,5'da yapmıştır (Şekil 4.3).



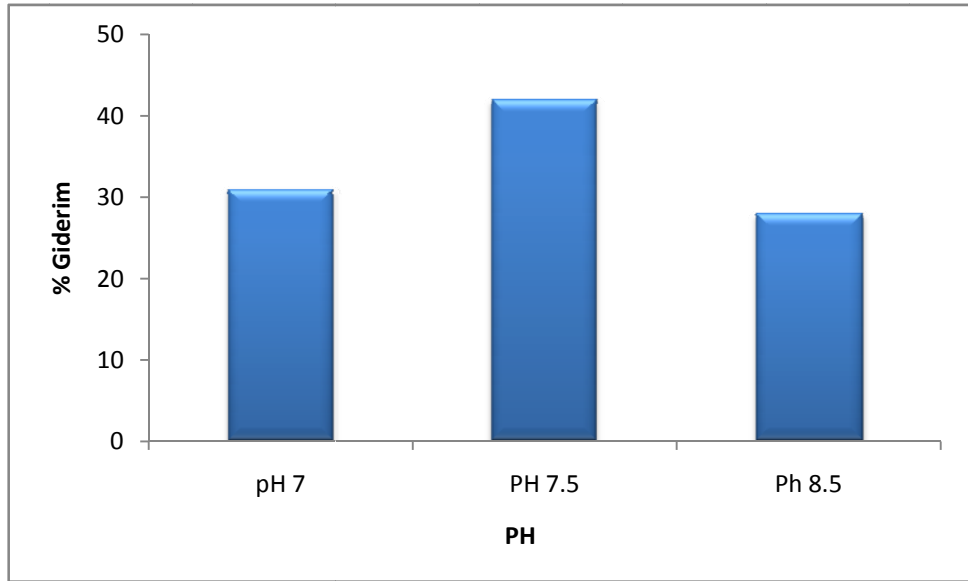
Şekil 4.3 pH'ın *Synechocystis sp.*'nin IMI giderimine etkisi (İnkübasyon süresi: 20 gün; ışık şiddeti: 2400 lüks)

50ppm KD 48 SL içeren BG11 besiyerinde *Synechocystis sp.* ortam pH değeri 7 olduğunda gelişme gösteremediğinden herbisit giderimi de gözlenmemiştir. Mikroorganizma pH 7.5'da % 43 giderim yaparken, pH 8.5 de ise % 29 giderim yapmıştır (Şekil 4.4).



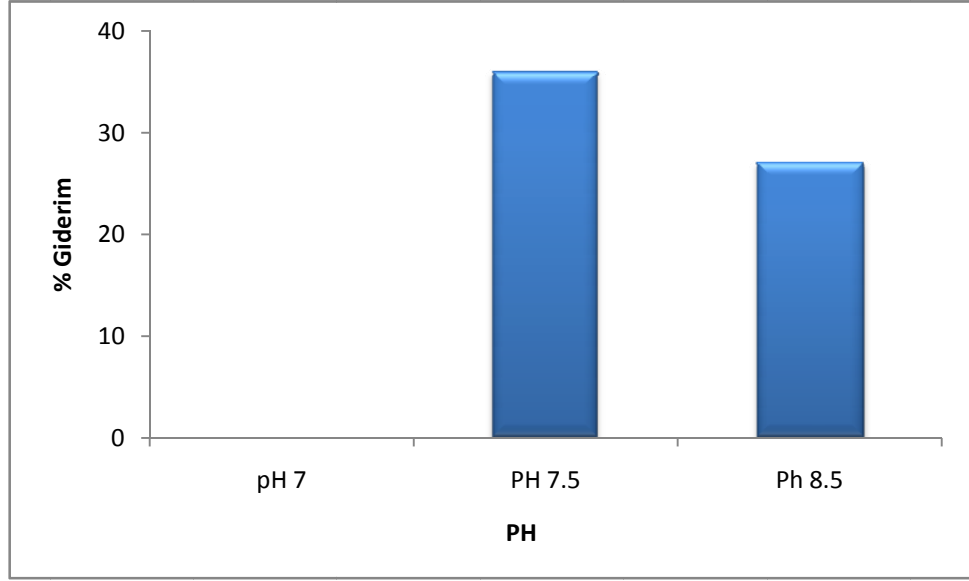
Şekil 4.4 pH'nın *Synechocystis sp.*'nin KD 48 SL giderimine etkisi (İnkübasyon süresi: 20 gün; ışık şiddeti: 2400 lüks)

IMI (75 ppm) içeren BG11 besiyerinde *Phormidium sp.* mikroorganizmasının pH 7, 7.5 ve 8.5 derecelerinde yaptığı, insektisit verimlerinin sırasıyla %31, %42 ve %28 şeklinde olduğu bulunmuş, en yüksek giderimin pH 7,5 da olduğu saptanmıştır (Şekil 4.5).



Şekil 4.5 pH'nın *Phormidiumun sp.*'nin IMI giderimine etkisi (İnkübasyon süresi: 20 gün; ışık şiddeti: 2400 lüks).

75 ppm KD 48 SL içeren BG11 besiyerinde *Phormidium* sp. ortam pH değeri 7 olduğunda gelişme göstermemiştir. Bu nedenle bu ortamda herbisit giderimi gözlenmemiştir. Mikroorganizma pH 7.5 ve 8.5 derecelerinde yaptığı herbisit verimleri sırasıyla % 36 ve % 27 şeklinde bulunmuştur. Bu mikroorganizma en yüksek giderimi pH 7,5’da yapmıştır (Şekil 4.6).



Şekil 4.6 pH’ın *Phormidiumun* sp.’nin KD 48 SL giderimine etkisi (İnkübasyon süresi: 20 gün; ışık şiddeti: 2400 lüks)

pH denemeleri sonucunda *Synechocystis* sp. ve *Phormidium* sp.’nin en yüksek kapasitede pestisit giderimi yaptığı pH değerinin 7,5 olduğu gözlenmiştir. Bu nedenle daha sonraki çalışmalar pH 7,5’da yapılmıştır.

4.3 Pestisit Konsantrasyonunun Pestisit Birikimine Etkisi

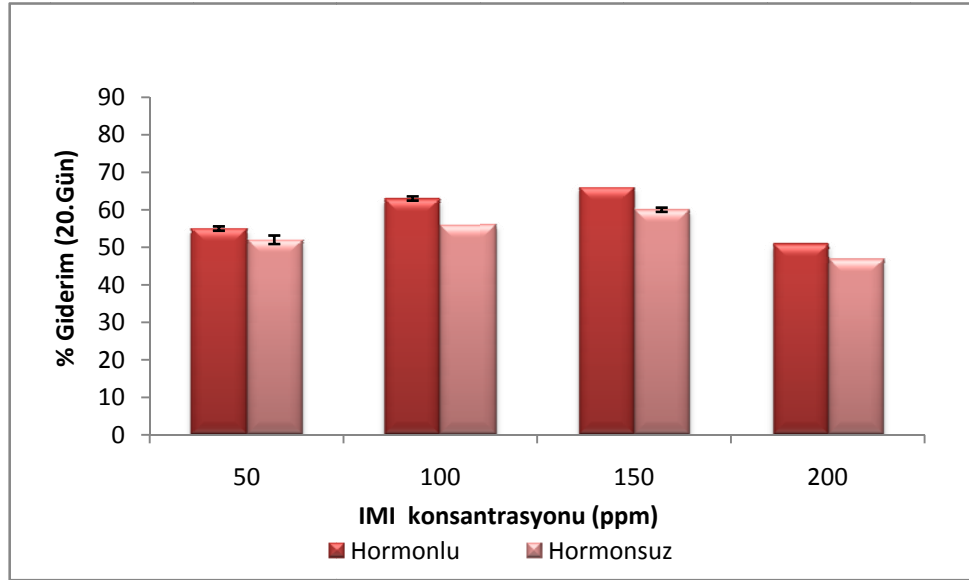
Optimum pH değerinin belirlenmesinden sonra siyanobakteriler, yaklaşık 50, 100, 150 ve 200 ppm şeklinde artan konsantrasyonlarda IMI ve KD 48 SL içeren BG11 besiyerine ekilmiştir. Çalışma 250 ml’lik erlen de 100 ml besiyeri olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Denemelerde siyanobakterilerin hormonlu ve hormonsuz ortamlarda pestisit giderim kapasiteleri araştırılmıştır. Ancak, hormonlu ve hormonsuz ortamlarda

pestisit giderim çalışmaları yapıldıktan sonra bu ortamlara sukroz ve salisilik asit eklenmiş, gelişme ve giderimdeki etkileri araştırılmıştır.

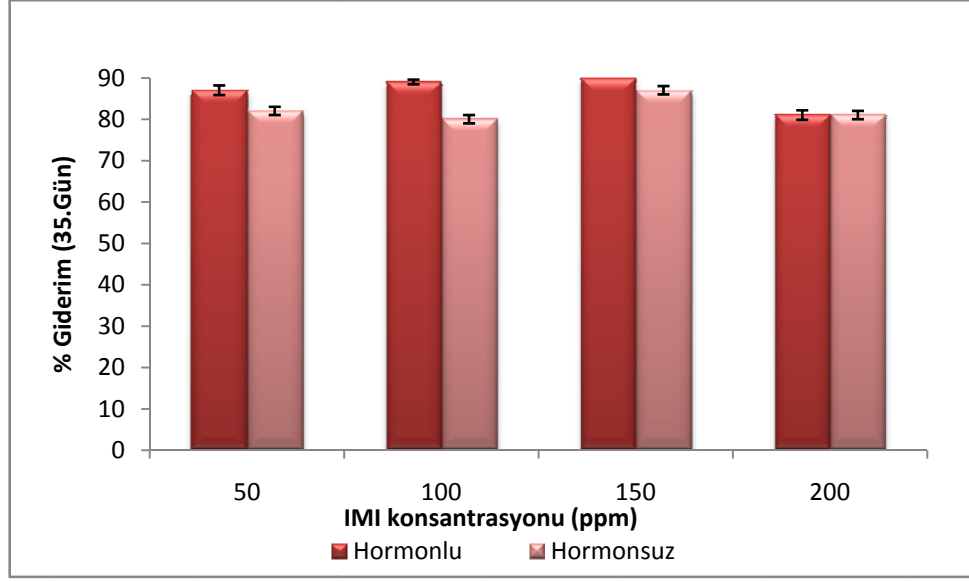
4.3.1 *Synechocystis* sp. için giderim çalışmaları

4.3.1.1 Imidacloprid giderimi

IMI'in 50, 100, 150 ve 200 ppm konsantrasyonlarında *Synechocystis* sp'nin giderim kapasitesi hormonlu ve hormonsuz ortamlarda çalışılmıştır (Şekil 4.7 - 4.8).



Şekil 4.7 İnkübasyonun 20. Gününde *Synechocystis* sp.'nin IMI Giderimi (İnkübasyon süresi: 20 gün; ışık şiddeti: 2400 lüks)

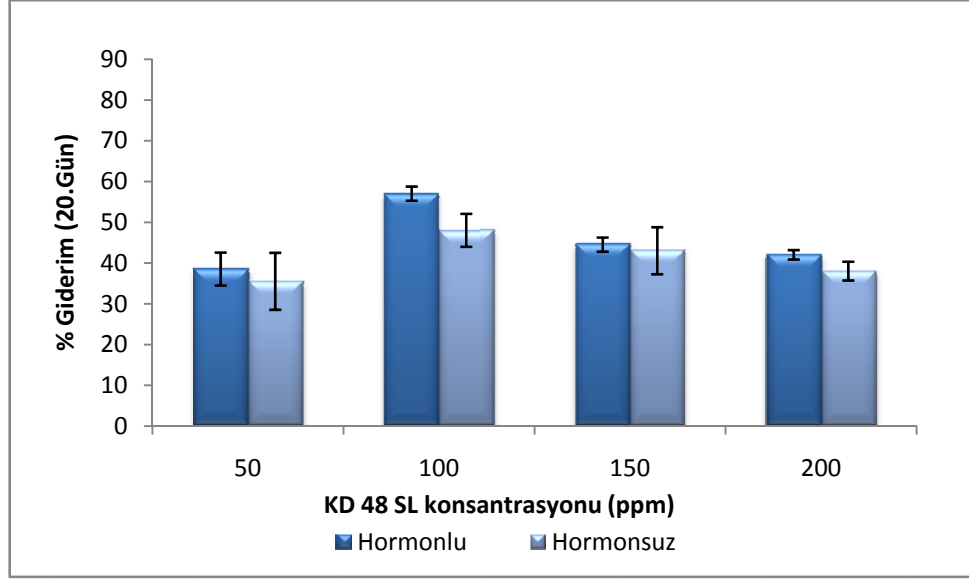


Şekil 4.8 İnkübasyonun 35. Gününde *Synechocystis* sp.'nin IMI Giderimi (İnkübasyon süresi: 35 gün; ışık şiddeti: 2400 lüks)

İnkübasyon sürecinin sonunda *Synechocystis* sp.'nin yaklaşık 50 ppm IMI içeren hormonlu ortamda %87 insektisit giderimi olurken hormonsuz ortamda %82 insektisit giderimi olduğu gözlenmiştir. Yaklaşık 100 ppm IMI varlığında hormonlu ortamda %89, ve hormonsuz ortamda %80 insektisit giderimi olmuştur. IMI konsantrasyonu 150 ve 200 ppm kadar arttırıldığında ise mikroorganizmanın 150 ppm konsantrasyonunda hormonlu ortamda %90; hormonsuz ortamda %87, ve 200 ppm IMI varlığında ise hormonlu ortamda %81; hormonsuz ortamda %81 giderim yaptığı belirlenmiştir.

4.3.1.2 Knockdown 48 SL giderimi

Hormonlu ve hormonsuz ortamlarda KD 48 SL'in 50, 100, 150 ve 200 ppm konsantrasyonlarında *Synechocystis* sp.nin giderim kapasitesi Şekil 4.9'da gösterilmiştir.



Şekil 4.9 İnkübasyonun 20. Gününde *Synechocystis* sp.nin KD 48 SL Giderimi (İnkübasyon süresi: 20 gün; ışık şiddeti: 2400 lüks)

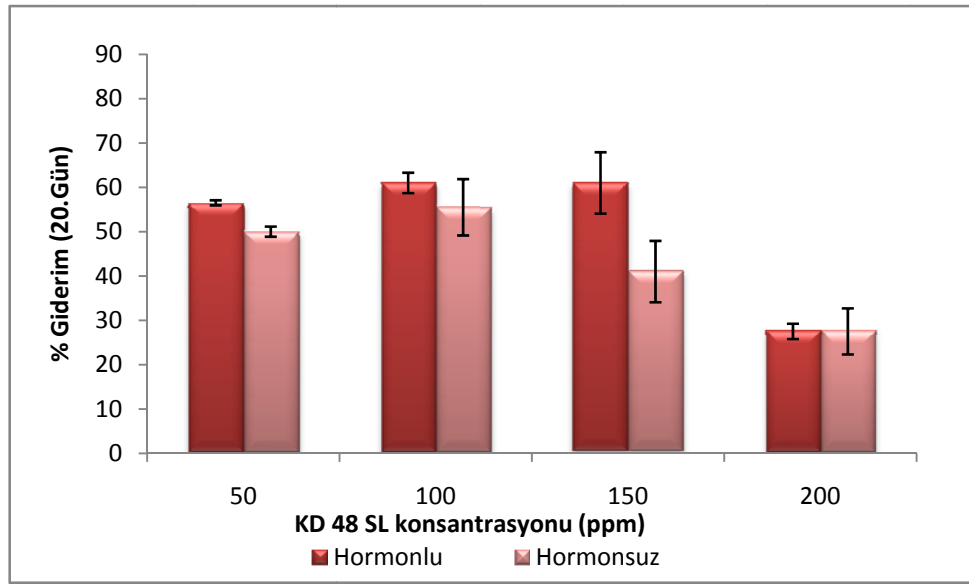
İnkübasyon sürecinin sonunda *Synechocystis* sp.nin yaklaşık 50 ppm KD 48 SL içeren hormonlu ortamda %38.5 herbisit giderimi olurken hormonsuz ortamda %35.5 herbisit giderimi olduğu gözlenmiştir. Ortamda yaklaşık 100 ppm KD 48 SL olduğunda hormonlu ortamda % 57 herbisit giderimi ve hormonsuz ortamda %48 herbisit giderimi olmuştur. KD 48 SL konsantrasyonu 150 ve 200 ppm düzeyine kadar arttırıldığında ise mikroorganizmanın 150 ppm konsantrasyonunda hormonlu ortamda %44.5; hormonsuz ortamda %43 ve 200 ppm konsantrasyonunda ve hormonlu ortamda %42; hormonsuz ortamda %38 giderim yaptığı belirlenmiştir. Yirmi gün inkübasyon sürecinden sonra giderim olmadığı görülmüştür.

4.3.2 *Phormidium* sp. için pestisit giderim çalışmaları

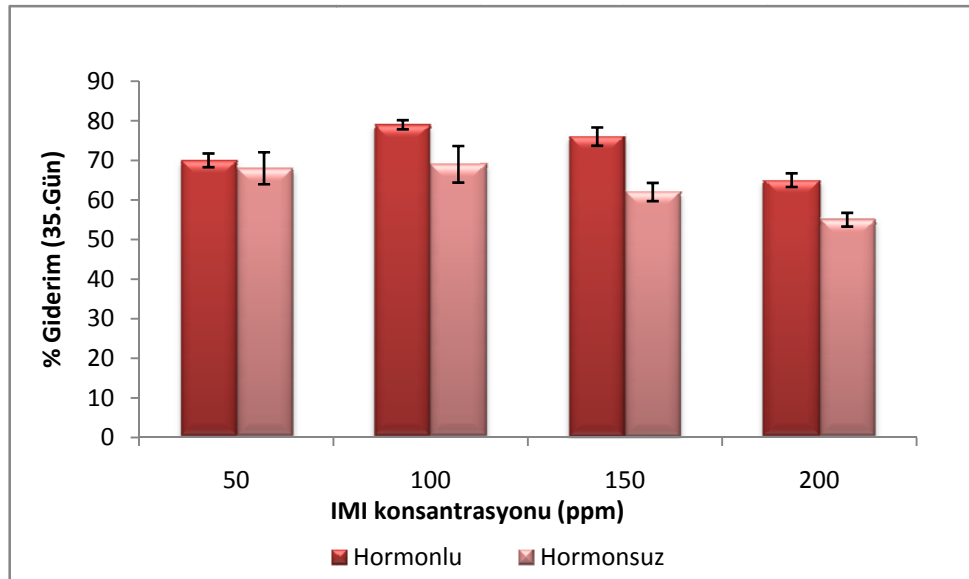
Phormidium sp. için pestisit giderim çalışmaları IMI ve KD 48 SL ile yapılmıştır. Çalışmalarda her pestisit 50, 100, 150 ve 200 ppm konsantrasyonları denenmiştir.

4.3.2.1 Imidacloprid giderimi

Şekil 4.10 ve 4.11'de *Phormidium sp.*'nin IMI'nin 50, 100, 150 ve 200 ppm konsantrasyonlarındaki giderim kapasitesi hormonlu örnekler ile kontrollerinde gösterilmiştir.



Şekil 4.10 İnkübasyonun 20. Gününde *Phormidium sp.*'nin IMI Giderimi (İnkübasyon süresi: 20 gün; ışık şiddeti: 2400 lüks)

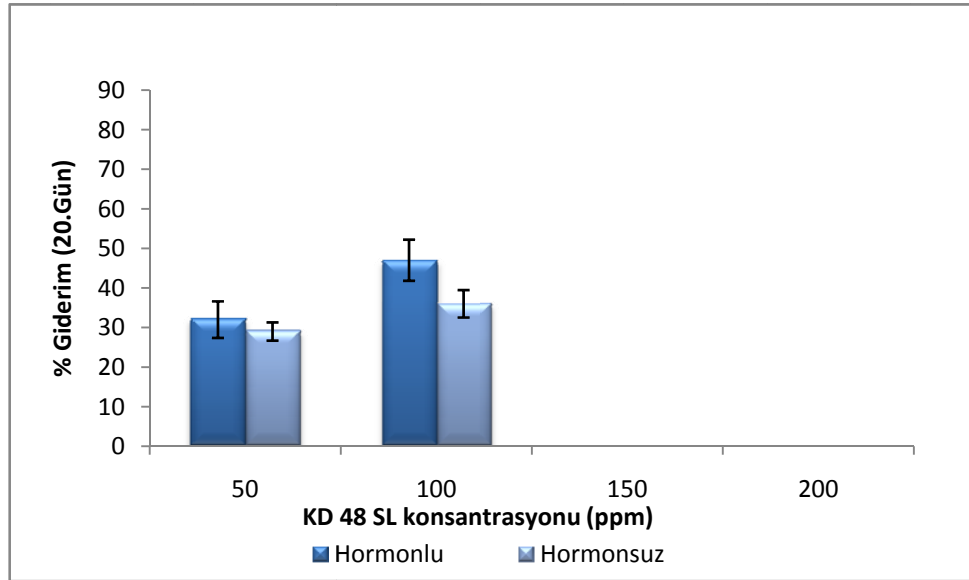


Şekil 4.11 İnkübasyonun 35. Gününde *Phormidium sp.*'nin IMI Giderimi (İnkübasyon süresi: 35 gün; ışık şiddeti: 2400 lüks)

Phormidium sp. ile yapılan çalışmada inkübasyon sürecinin sonunda yaklaşık 50 ppm IMI içeren hormonlu ortamda %70 insektisit giderimi olurken hormonsuz ortamda %68 insektisit giderimi olduğu gözlenmiştir. Ortamda yaklaşık 100 ppm IMI olduğunda hormonlu ortamda %79 insektisit giderimi ve hormonsuz ortamda %69 insektisit giderimi olmuştur. IMI konsantrasyonu 150 ve 200 ppm kadar arttırıldığında ise mikroorganizmanın 150 ppm konsantrasyonunda ve hormonlu ortamda %76; hormonsuz ortamda %62 oranında, 200 ppm konsantrasyonunda ise hormonlu ortamda %65; hormonsuz ortamda %55 giderim yaptığı belirlenmiştir. Sonuç olarak IMI derişimi %33 arttırıldığında hormonun giderime katkısı %20 oranına inmiştir.

4.3.2.2 Knockdown 48 SLgiderimi

KD 48 SL'in 50, 100, 150 ve 200 ppm konsantrasyonlarında *Phormidium* sp.'nin giderim kapasitesine hormonlu ve hormonsuz ortamlarda bakılmıştır (Şekil 4.12).



Şekil 4.12 İnkübasyonun 20. Gününde *Phormidium* sp. 'nin KD 48 SL Giderimi (İnkübasyon süresi: 20 gün; ışık şiddeti: 2400 lüks)

Phormidium sp. ile yapılan çalışmada inkübasyon sürecinin sonunda yaklaşık 50 ppm KD 48 SL içeren, ve hormonlu ortamda %32 pestisit giderimi olurken hormonsuz

ortamda %29 KD 48 SL giderimi olduğu gözlenmiştir. Ortamda yaklaşık 100 ppm KD 48 SL olduğu hormonlu ortamda % 47 giderimine karşılık hormonsuz ortamda %36 KD 48 SL giderimi olmuştur. Artış oranı %30.5'dur. KD 48 SL konsantrasyonu 150 ve 200ppm düzeyine kadar arttırıldığında ise 20 gün inkübasyon süreci sonunda mikroorganizmanın giderim yapmamış olduğu görülmüştür..

4.4 Giderilen İnektisit Miktarının Belirlenmesi

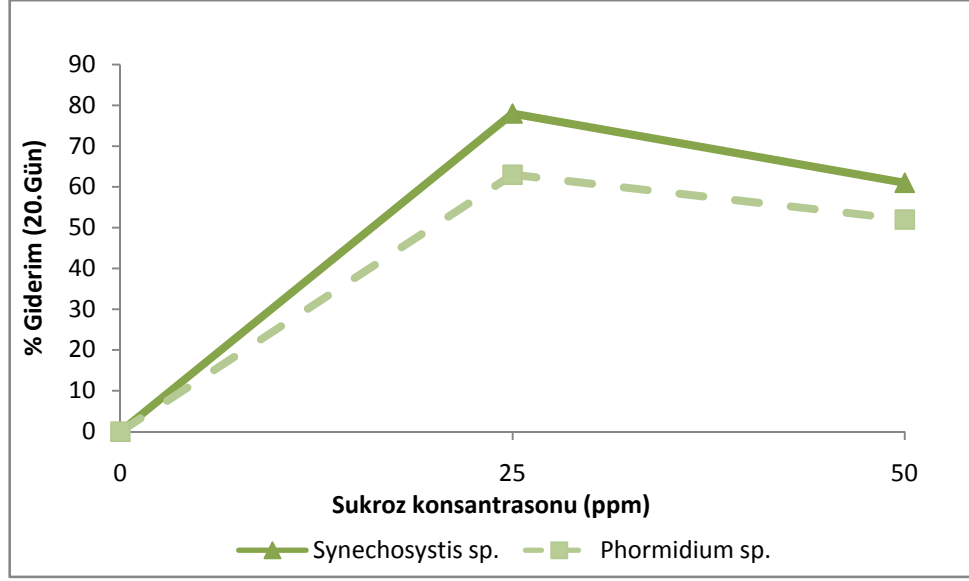
Synechocystis sp.in 150 ppm IMI konsantrasyonunda 10. gün %23.6 , 20. gün %37.4 ve 30. günde ise %38 oranında, *Phormidium* sp.in ise 10. Gün %21.9 , 20. ve 30. günlerde ise %34.9 giderim yaptığını göstermiştir. Sonuç olarak giderim kapasitesi 20. gün, veya belki de 20 güne yakın bir sürede doyunluğa ulaşmaktadır denebilir.

4.5 Sukrozun Pestisit ve Herbisit Giderimlerine Etkisi

Sukrozun pestisit giderimine etkisi *Synechocystis* sp. ve *Phormidium* sp. ile, ve pH değerleri 6.5 ve 7 olan BG11 besiyerleri ile çalışılmış, hormonlu ve hormonsuz olarak hazırlanan ortamlarda aktiveştirilmiş *Synechocystis* sp. ve *Phormidium* sp. 20 gün boyunca inkübe edilmiştir. Sukroz içermeyen ortamlar kontrol olarak hazırlanmıştır. Çalışma 250 ml lik erlende 100 ml besiyerinde iki paralel halinde gerçekleştirilmiştir.

4.5.1 Sukroz konsantrasyonunun IMI giderimine etkisi

Bu çalışmada *Synechocystis* sp. ve *Phormidium* sp. ile 100 ppm IMI ve 10 ppm TRIA içeren ortamda 25 ve 50 ppm sukroz konsantrasyonları denenmiştir. 25 ve 50 ppm sukroz konsantrasyonu için belirlenen giderim değerleri Şekil 4.13'de görülmektedir.



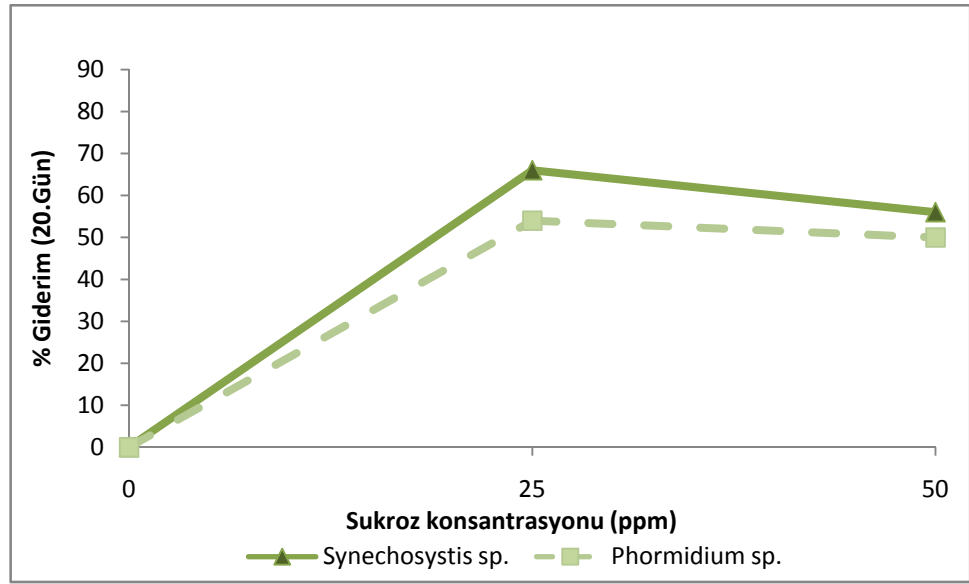
Şekil 4.13 Sukrozun 25 ve 50ppm konsantrasyonunda IMI giderimine etkisi (İnkübasyon süresi: 20 gün; ışık şiddeti: 2400 lüks)

Sukroz 100 ppm insektisit konsantrasyonunda *Synechosystis* sp. ve *Phormidium* sp. siyanobakterilerinin giderim kapasitelerini artmıştır. Buna göre 100 ppm IMI konsantrasyonunda, sukroz olmadığında *Synechosystis* sp. TRIA içermeyen ortamda %56, 10 ppm TRIA içeren ortamda %63 giderim yapmıştır. 25 ppm sukroz konsantrasyonunda, TRIA içermeyen ortamda %51 ve 10 ppm TRIA içeren ortamda %78 giderim yapmıştır. 50 ppm sukroz konsantrasyonunda ise TRIA içermeyen ortamda %48 ve 10 ppm TRIA içeren ortamda %61 giderim yapmıştır. *Phormidium* sp. siyanobakterilerinde ise sukroz olmadığında, TRIA içermeyen ortamda %50, 10 ppm TRIA içeren ortamda %59 giderim görülmüştür. 25 ppm sukroz konsantrasyonunda, TRIA içermeyen ortamda %51 ve 10 ppm TRIA içeren ortamda %63 giderim yapmıştır. 50 ppm sukroz konsantrasyonunda ise TRIA içermeyen ortamda %45 ve 10 ppm TRIA içeren ortamda %52 giderim yapmıştır.

Sukroz ile yapılan çalışmada 100 ppm IMI ve 10 ppm TRIA yanında yaklaşık 25 mg sukroz içeren ortamda *Synechocystis* sp. ve *Phormidium* sp. örneklerinde en yüksek giderim olduğunu göstermiştir.

4.5.2 Sukroz konsantrasyonunun KD 48 SL giderimine etkisi

Bu çalışmada *Synechocystis* sp. ve *Phormidium* sp. siyanobakterilerle 100 ppm KD 48 SL ve 10 ppm TRIA içeren ortamda 25 ve 50 ppm sukroz konsantrasyonları denenmiştir. 25 ve 50ppm sukroz konsantrasyonu için giderim değerleri Şekil 4.14’de görülmektedir.



Şekil 4.14 Sukrozun 25 ve 50 ppm konsantrasyonunda KD 48 SL giderimine etkisi (İnkübasyon süresi: 20 gün; ışık şiddeti: 2400 lüks)

Sukroz 100 ppm herbisit konsantrasyonunda *Synechosystis* sp. ve *Phormidium* sp. siyanobakterilerinin giderim kapasitelerini artmıştır. Buna göre 100 ppm KD 48 SL konsantrasyonunda, sukroz olmadığında *Synechosystis* sp. TRIA içermeyen ortamda %48, 10 ppm TRIA içeren ortamda %57 giderim yapmıştır. 25 ppm sukroz konsantrasyonunda, TRIA içermeyen ortamda %43 ve 10 ppm TRIA içeren ortamda %66 giderim yapmıştır. 50 ppm sukroz konsantrasyonunda ise TRIA içermeyen ortamda %39 ve 10 ppm TRIA içeren ortamda %56 giderim yapmıştır. *Phormidium* sp. siyanobakterilerinde ise sukroz olmadığında, TRIA içermeyen ortamda %36, 10 ppm TRIA içeren ortamda %47 giderim görülmüştür. 25 ppm sukroz konsantrasyonunda,

TRIA içermeyen ortamda %49 ve 10 ppm TRIA içeren ortamda %54 giderim yapmıştır. 50 ppm sukroz konsantrasyonunda ise TRIA içermeyen ortamda %42 ve 10 ppm TRIA içeren ortamda %50 giderim yapmıştır.

Sukroz ile yapılan çalışmada 100 ppm KD 48 SL ve 10 ppm TRIA yanında yaklaşık 25 mg sukroz içeren ortamda *Synechocystis* sp. ve *Phormidium* sp. örneklerinde en yüksek giderim olduğunu göstermiştir.

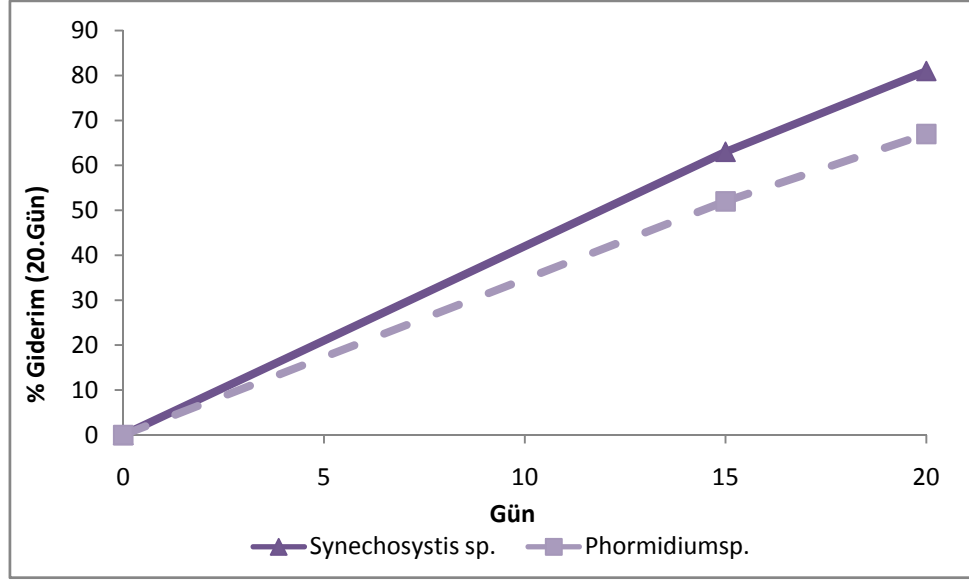
4.6 SA Konsantrasyonunun Pestisit ve Herbisit Giderimine Etkisi

SA konsantrasyonunun pestisit giderimine etkisi üzerine yapılan çalışma *Synechocystis* sp. ve *Phormidium* sp. ile, ve 250 ml lik erlende 100 ml BG11 besiyerinde pH 6.5 ve 7'de çalışılmıştır. Hormonlu ve hormonsuz olarak hazırlanan ortamlarda aktifleştirilmiş *Synechocystis* sp. ve *Phormidium* sp. 20 gün boyunca inkübe edilmiştir. SA içermeyen ortamlar kontrol olarak hazırlanmıştır.

4.6.1 50 ppm SA varlığının IMI giderimine etkisi

Bu çalışmada 100 ppm IMI, 10 ppm TRIA ve 50 ppm SA konsantrasyonlarında 20 gün inkübasyon süresi sonunda *Synechocystis* sp. %81 ve *Phormidium* sp. %67 giderim yapmıştır.

50 ppm SA konsantrasyonunun mikroorganizmanın IMI giderimine etkisi Şekil 4.15'de görülmektedir.



Şekil 4.15 Salisilik asit 50ppm konsantrasyonunda IMI Giderimine etkisi (İnkübasyon süresi: 20 gün; ışık şiddeti: 2400 lüks)

SA 100 ppm insektisit konsantrasyonunda *Synechosystis sp.* ve *Phormidium sp.* siyanobakterilerinin giderim kapasitelerini artmıştır. Buna göre 100 ppm IMI konsantrasyonunda, SA olmadığına *Synechosystis sp.* TRIA içermeyen ortamda %56, 10 ppm TRIA içeren ortamda %63 giderim yapmıştır. 50 ppm SA konsantrasyonunda ise TRIA içermeyen ortamda %66 ve 10 ppm TRIA içeren ortamda %81 giderim yapmıştır. *Phormidium sp.* siyanobakterilerinde ise SA olmadığına, TRIA içermeyen ortamda %50, 10 ppm TRIA içeren ortamda %59 giderim görülmüştür. 50 ppm SA konsantrasyonunda ise TRIA içermeyen ortamda %55 ve 10 ppm TRIA içeren ortamda %69 giderim yapmıştır.

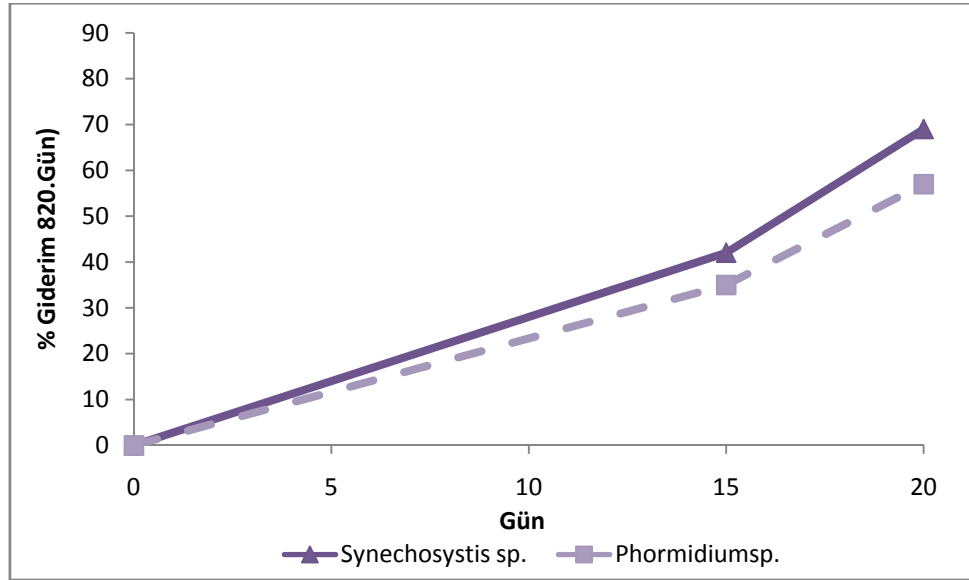
SA ile yapılan çalışmada 100 ppm IMI ve 10 ppm TRIA yanında yaklaşık 50 mg SA içeren ortamda *Synechocystis sp.* ve *Phormidium sp.* örneklerinde en yüksek giderim olduğunu göstermiştir.

100 ppm IMI konsantrasyonunda *Synechocystis sp.* ve *Phormidium sp.* örneklerinde SA, sukroza göre giderimi daha yüksek miktarda artmıştır.

4.6.2 50 ppm SA varlığının KD 48 SL giderimine etkisi

Bu çalışmanın sonuçları 100 ppm KD 48 SL, 10 ppm TRIA yanında 50 ppm SA konsantrasyonu varlığında ve 20 gün inkübasyon sonunda *Synechocystis* sp. %69 ve *Phormidium* sp. %57 giderim yaptığını göstermiştir..

50 ppm SA konsantrasyonunun mikroorganizmanın KD 48 SL giderimine etkisi Şekil 4.16'da görülmektedir.



Şekil 4.16 SA 50ppm konsantrasyonunda KD 48 SL Giderime etkisi (İnkübasyon süresi: 20 gün; ışık şiddeti: 2400 lüks)

SA 100 ppm herbisit konsantrasyonunda *Synechocystis* sp. ve *Phormidium* sp. siyanobakterilerinin giderim kapasitelerini artmıştır. Buna göre 100 ppm KD 48 SL konsantrasyonunda, SA olmadığında *Synechocystis* sp. TRIA içermeyen ortamda %48, 10 ppm TRIA içeren ortamda %57 giderim yapmıştır. 50 ppm SA konsantrasyonunda ise TRIA içermeyen ortamda %57 ve 10 ppm TRIA içeren ortamda %67 giderim yapmıştır. *Phormidium* sp. siyanobakterilerinde ise SA olmadığında, TRIA içermeyen

ortamda %36, 10 ppm TRIA içeren ortamda %47 giderim görülmüştür. 50 ppm SA konsantrasyonunda ise TRIA içermeyen ortamda %46 ve 10 ppm TRIA içeren ortamda %57 giderim yapmıştır.

SA ile yapılan çalışmada 100 ppm KD 48 SL ve 10 ppm TRIA yanında yaklaşık 50 mg SA içeren ortamda *Synechocystis* sp. ve *Phormidium* sp. örneklerinde en yüksek giderim olduğunu göstermiştir.

100 ppm KD 48 SL konsantrasyonunda *Synechocystis* sp. ve *Phormidium* sp. örneklerinde SA, sukroza göre giderimi daha yüksek miktarda artmıştır.

Sonuç olarak *Synechocystis* sp. ve *Phormidium* sp. örneklerinde 100 ppm IMI ve KD 48 SL konsantrasyonunda, ortamda sukroz ve SA olduğunda giderim artmıştır. Sukroz ve SA, 100 ppm pestisit konsantrasyonunda *Synechocystis* sp. örneklerinde, *Phormidium* sp. göre giderimi daha yüksek miktarda artmıştır. Ayrıca *Synechocystis* sp. ve *Phormidium* sp. örneklerinde SA, sukroza göre daha fazla etki göstermiştir.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Son yıllarda çevre ve atıksu kirliliğinde en önemli faktörlerden biri olan pestisitlerin canlı sistemlerde nasıl bir mekanizma sonucu metabolize edildiği merak konusu olmuştur. Bu tür atıksuların arıtımında kullanılan kimyasal çöktürme, iyon değişimi, ozonlama, koagülasyon-flokülasyon, adsorpsiyon gibi klasik yöntemlerin yatırım ve işletme maliyetlerinin yüksekliği, arıtma sonrasında yeni kirleticilerin oluşması gibi nedenlerden dolayı pratik ve ekonomik olmaktan uzak kalışı nedeniyle biyolojik arıtma ile kombine teknikler üzerinde durulmaktadır (Chen vd. 2007). Buna karşılık biyolojik arıtımda en yaygın olarak kullanılan aerobik ve anaerobik yöntemlerde kirleticilerin aşırı miktarlarının etken mikroorganizmaların üremesini engellemesi gibi nedenlerle başarı kısıtlanmaktadır (Clarke ve Anliker 1981). Bu kısıtlayıcı sorunların çözümüne yönelik araştırmalar sürmektedir (Hussain vd. 2009).

Farklı mikroalglerin pestisit ve herbisit gideriminde kullanım kapasitelerinin araştırıldığı bu tez çalışmasında *Synechosystis* sp. ve *Phormidium* sp. mikroalglerinin bazı düşük maliyetli ve doğal karakterli stimulanlar içeren besiyerlerinde ve uygun koşullarda yüksek seviyede pestisit giderebilme kapasiteleri ve verimleri laboratuvar koşullarında incelenmiştir.

5.1 Seçilen Mikroalg Populasyonlarının IMI Pestisiti Giderme Kapasitelerinin Araştırılması

Pestisitlerin çoğu organik sentez ürünü maddelerdir. Pestisitler kimyasal özelliklerine, etki şekillerine ve etkiledikleri parazitlere göre sınıflandırılabilirler (Akman vd. 1996, 2000). Atıksulardaki birçok kirleticinin çeşitli mikroalglerle arıtımı ile ilgili literatürde pek çok çalışma bulunmakta olduğu gibi, örneğin ABD Enerji Bakanlığı uygulamalarına da girmiştir (www.science.energy.gov/sbir/awards_abstracts/sbirsttr/cycle24/phase1/068-2006, www.science.energy.gov/sbir/awards_abstracts/sbirsttr/cycle20/phase2/108.htm - 6k - 2003).

Buna karşılık pestisitlerin mikroalglerle arıtımı konusundaki literatür çok daha kısıtlıdır (Cáceres vd. 2008).

Sadettin ve Dönmez (2006) tarafından *Synechococcus* sp. ve *Phormidium* sp. siyanobakterilerinin boyar madde giderim kapasiteleri araştırılmıştır. Bu araştırmada farklı pH'ların ve sıcaklığın boya giderimi üzerine etkisi incelenmiştir. Buna göre *Synechococcus* sp. en yüksek giderimi Remazol Blue içeren ortamda yapmıştır.

Karacakaya ve arkadaşları tarafından 2009 yılında *Synechosystis* sp. ve *Phormidium* sp. siyanobakterilerinin boyar madde giderim kapasiteleri TRIA hormonlu ve hormonsuz ortamda araştırılmıştır. Her ne kadar giderim konusu maddeler farklı ise hormonlu ortamda, yaklaşık 25 ppm Reactive Red varlığında bu mikroorganizma % 35.4 verimle boya giderimi yapmıştır. Siyanobakterinin gram hücre başına uzaklaştırdığı maksimum spesifik boya miktarı ise 10.2 mg/g olarak bulunmuştur. Hormonsuz ortamdaki boya giderimi %30 iken, q_m 19.6 mg/g bulunmuştur. Burada sunulan çalışmada ise *Synechosystis* sp. 100 ppm ve *Phormidium* sp. ise 10 ppm hormon konsantrasyonunda en yüksek IMI giderimini göstermiş olduğu görülmüştür. Bu durumda boya giderim çalışmalarında da pestisit giderim çalışmaları gibi TRIA hormonlu ortamda giderim değerleri daha yüksektir.

Farklı pestisit konsantrasyonlarındaki IMI ile yapılan çalışmada en yüksek giderim miktarı *Synechocystis* sp. mikroorganizmasında %87, *Phormidium* sp. da ise % 69, ve KD 48 SL ile yapılan çalışmada en yüksek giderim *Synechocystis* sp.'de %57, *Phormidium* sp. da ise %47 görülmüştür. IMI gram hücre başına maksimum spesifik giderim miktarları *Synechocystis* sp. için çizelge 5.1 ve *Phormidium* sp. için ise çizelge 5.2'de gösterilmiştir. Bu çalışmada en yüksek giderim *Synechocystis* sp. mikroalglerinde görülmüştür. Ayrıca pestisitleri karşılaştırdığımızda IMI 'de KD 48 SL 'ye göre giderim daha yüksektir. Literatürde paralel yönde bir araştırma bulunamadığından karşılaştırma yapılamamıştır.

5.2 Mikroalg hücrelerinde TRIA'ün biyomas üzerine etkisinin araştırılması

TRIA bitkisel ve hayvansal kaynaklı balmumunda bulunan doğal bir bitki büyüme düzenleyicisidir ve yüksek bitkilerde, bitki taze ağırlığının bir yılda ikiye katlanabilmesi, bir büyüme sezonunda 3 yıllık büyümenin sağlanabilmesi, yaprak sayısı, alan ve kalınlığının artışı gibi çok çeşitli faydaları saptanmıştır (Hunter 1994). Yeşil alglerden olan *Chlorella vulgaris* 'de TRIA'nın klorofil ve biyokütle artışını teşvik ettiği ve benzeri temel fizyolojik mekanizmalara dayanan etkileri görülmüştür. Hormonsuz ortamda 0.17 mg olan klorofil değeri hormonlu ortamda 2.26 mg olarak artış göstermiştir (Houtz vd. 1985). Houtz ve arkadaşları (1985) tarafından yılında yeşil bir alg olan *Chlamydomonas* üzerinde yapılan çalışmada TRIA sayısal hücre yoğunluğunu %35, toplam klorofil miktarını %31, CO₂ asimilasyonunu %100 'e kadar artmıştır. Burada sunulan çalışmada TRIA hücre yoğunluğunu %27, toplam klorofil miktarını %30 'e kadar arttırmıştır. Alg taksa farkına karşın sonuçlar uyumlu sayılabilir.

Karacakaya ve arkadaşları (2009) tarafından *Synechocystis* sp. ve *Phormidium* sp. üzerinde yapılan çalışmada biyokütlerdeki en yüksek artış *Synechocystis* sp. için 100 ppm TRIA konsantrasyonunda 28.6 mg ve *Phormidium* sp. için 10 ppm TRIA konsantrasyonunda 3060 mg görülmüştür.

Bu tez çalışmasında *Synechocystis* sp. ve *Phormidium* sp. mikroorganizmalar farklı TRIA konsantrasyonu içeren ortamda geliştirilmiş, ve denenen bütün TRIA konsantrasyonlarında hormonun mikroorganizma gelişimini pozitif yönde etkilediği, genelde denenen bütün konsantrasyonlarında 5. günden sonra hormonun mikroorganizma gelişimini arttırdığı görülmüştür. Optik yoğunluk, kuru ağırlık ve klorofil değerleindeki en yüksek artış 10 ppm hormon varlığında olmuş, ayrıca biyokütlerdeki artışın da *Synechocystis* sp.'de daha yüksek olduğu saptanmıştır.

5.3 Mikroalg Hücrelerinde TRIA'ün IMI Ve KD 48L Giderme Kapasite Üzerine Etkisinin Araştırılması

TRIA biyokütlede artış gösterdiği gibi biyolojik atık su arıtma süreçlerinde kirlilik etmeni olan yapay organik herbisit ve indektisitlerden burada denenilenlerin giderimini de arttırmıştır. Literatür bilgileri ve burada elde edilen sonuçlara göre TRIA bu ortamda bulunan algler ve fotosentetik bakterileri, popülasyonlarını büyümeye teşvik ederek atık su arıtımının hızlandırılmasına neden olmaktadır. Bu etki IMI, KD 48 SL ve diğer bazı pestisit ve herbisitler için geçerli olabilirse de TRIA'nın mikroalglerle bu maddelerin arıtımında değerlendirilmesi ile ilgili literatür bulunmamaktadır. Ancak Lansheng ve arkadaşları (2008) tarafından TRIA'ün atık su arıtımında etkisi, uygulamada gösterdiği destek potansiyeli ve fotosentetik bakterilerin büyümesini teşvik edip etmediği araştırılmıştır. 1.0 mg optimum konsantrasyonda fotosentetik bakteri büyümesini arttırmıştır. 1.0 mg / L TRIA konsantrasyonunda, hem büyüme miktarı, hem de hızı maksimuma ulaştığı rapor edilmiştir. Yapılan bu tez çalışmasında da 10 ppm triakontanol konsantrasyonunda büyüme ve büyüme hızı en yüksek artışı göstermiştir.

Sunulan tez çalışmasında mikroorganizmalar farklı insektisit ve herbisit ile en etkili konsantrasyonu olan 10 ppm TRIA içeren ortamda geliştirilerek değişik günlerde TRIA'nın pestisit giderimi üzerine etkileri incelenmiştir. IMI ile yapılan çalışmada en yüksek *Synechocystis* sp. popülasyonunda ve hormon içeren ortamda %90, hormon içermeyen ortamda % 87, *Phormidium* sp. da ise hormon içeren ortamda %76, hormon içermeyen ortamda % 62 giderim görülmüştür. KD 48 SL herbisitiyle yapılan çalışmada ise hormon içeren ortamdaki *Synechocystis* sp. mikroorganizmasında %57, hormon içermeyen ortamda % 48 düzeyinde ve en yüksek, *Phormidium* sp. de ise gene hormon içeren ortamda %47, kontrolunda ise % 36 giderim görülmüştür. IMI'in gram hücre başına maksimum spesifik giderim miktarları hormonlu ve hormonsuz ortamda *Synechocystis* sp. için çizelge 5.1 ve *Phormidium* sp. için ise çizelge 5.2'de gösterilmiştir. Görüldüğü üzere en yüksek giderim *Synechocystis* sp. mikroalglerinde görülmüştür, ancak TRIA'ün giderim artışına etkisi *Phormidium* sp. de daha yüksektir.

Bu tez çalışmasında *Synechosystis* sp. ve *Phormidium* sp. mikroalglerde TRIA biyokütleyi ve atık sularda en azından kullanılan bu insektisit ve herbisit giderimini arttırdığı sonucuna varılmıştır.

Çizelge 5.1 10 ppm TRIA Hormonlu ve hormonsuz ortamda *Synechocystis* sp. tarafından yapılan toplam ve maksimum spesifik IMI giderimi

IMI					IMI +TRIA			
IMI (ppm)	% Giderim	Co – Cf	Kuru ağırlık g/l	qm	% Giderim	Co - Cf	Kuru ağırlık g/l	qm
50	82	2,55	1,26	2,02	87	2,69	1,84	1,46
100	80	5,3	1,6	3,31	89	5,48	1,87	2,93
150	87	7,22	1,56	4,62	90	8,19	2,03	4,03
200	81	10,7	1,58	6,77	81	10,31	1,76	5,85

Çizelge 5.2 10 ppm TRIA Hormonlu ve hormonsuz ortamda *Phormidium* sp. tarafından yapılan pestisit giderimi ile maksimum spesifik IMI giderimi

IMI					IMI +TRIA			
IMI (ppm)	% Giderim	Co - Cf	Kuru ağırlık g/l	qm	% Giderim	Co - Cf	Kuru ağırlık g/l	qm
50	68	1,47	1,24	1,18	70	1,52	1,33	1,15
100	69	1,86	1,43	1,3	79	2,23	1,57	1,42
150	62	3,41	1,17	2,91	76	2,63	1,22	2,15
200	55	5,82	1,16	5,01	65	4,57	1,2	3,8

Miktar olarak en yüksek giderimi gösteren 150 ppm IMI ve 10 ppm TRIA içeren örneklerde *Synechosystis* sp. ve *Phormidium* sp. mikroalgleri geliştirilerek mikroorganizma hücrelerinde kalan IMI miktarı HPLC yöntem ile ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar *Synechosystis* sp. hücrelerinde kalan IMI miktarının *Phormidium* sp'e göre daha az, ve giderimin de daha yüksek olduğunu göstermiştir. IMI'in hücrede kalan miktarı hormonlu ortamda *Synechosystis* sp. için çizelge 5.3 ve *Phormidium* sp. için ise çizelge 5.4'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.3 150 ppm IMI ve 10 ppm TRIA içeren ortamda *Synechocystis* sp. hücrelerinde kalan IMI miktarı

Gün	Giderilen IMI miktarı (mg L ⁻¹)	% Giderim
C ₀	145.8	-
10	111.3	23.6
20	91.2	37.4
30	90.3	38

Çizelge 5.4 150 ppm IMI ve 10 ppm TRIA içeren ortamda *Phormidium* sp. hücrelerinde kalan IMI miktarı

Gün	Giderilen IMI miktarı (mg L ⁻¹)	% Giderim
C ₀	146.7	-
10	115.2	21.9
20	96	34.9
30	96	34.9

5.4 Mikroalg Hücrelerinde Sukroz Ve TRIA'ün Biyokütle Verimi Ve IMI İle KD 48 SL Giderme Kapasitesi Üzerine Etkisinin Araştırılması

Sukrozun bitkilerin ışıktan yararlanması işleminde karbon taşıyıcı olarak çok önemli rolü vardır, ayrıca bitki organlarının çok önemli bir fotosentez ürünü, karbon ve enerji kaynağıdır (Lemoine 2000). Ramel ve arkadaşları (2007) *Arabidopsis thaliana* üzerine yaptığı çalışmada elde edilen sonuçlardan solunumun sukroz kullanımı ile yakından bağlantılı olduğunu doğrulamıştır. Lemoine (2002) sukrozun enerji kaynağı ve karbon taşıyıcı olarak bitkilerin büyümesine katkı sağladığını göstermiştir.

Sukrozun mikroalglerde verim ve çeşitli kirleticilerin giderim kapasitesi üzerine etkisi ile ilgili literatürde az sayıda çalışma bulunmaktadır. Buna karşılık Sukrozun mikroalglerde pestisitlerin giderimi üzerine etkisi ile ilgili literatür bulunmamaktadır.

Aksu ve Dönmez (2005) tarafından melaslı besiyerinde sukroz ve reaktif remazol blue ve remazol black boyar maddelerini kullanarak *Candida tropicalis* maya cinsinde sukrozun büyüme ve boya biyoakümüülasyon üzerine etkisi araştırılmıştır. Başlangıçta verilmiş olan sukroz konsantrasyonu yaklaşık 1000 mg l^{-1} gibi düşük düzeyde olmasına rağmen her iki boyanın da biyoakümüülasyon kapasitesini arttırmıştır. Bu çalışmada sukrozun mikroorganizmaya kirleticilere karşı yüksek direnç kazandırdığı sonucuna varılmıştır.

Bu tez çalışmasında *Synechocystis* sp. ve *Phormidium* sp. siyanobakterileri ile yapılan sukroz çalışmasında 100 ppm pestisit ve 10 ppm hormon içeren ve içermeyen ortamda, ortama 25 ve 50 ppm konsantrasyonunda uygulanan sukrozun verim ve pestisit giderimini arttırdığı görülmüştür. Ayrıca, sukroz TRIA ile beraber kullandığında verim ve giderim daha yüksek miktarda olmuştur. Sukrozun, TRIA içeren ve içermeyen ortamda IMI ve KD 48 SL maddelerinin giderim miktarları üzerine etkisi *Synechocystis* sp. için çizelge 5.5 ve *Phormidium* sp. için ise çizelge 5.6'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.5 Sukrozun 100 ppm pestisit konsantrasyonunda, hormonlu ve hormonsuz ortamda *Synechocystis* sp. tarafından yapılan pestisit giderim üzerine etkisi

IMI (% Giderim)			KD 48 SL (% Giderim)	
Sukroz (ppm)	10 ppm TRIA	TRIA Kontrol	10 ppm TRIA	TRIA Kontrol
0	%63	%56	%57	%48
25	%78	%51	%66	%43
50	%61	%48	%56	%39

Çizelge 5.6 Sukrozun 100 ppm pestisit konsantrasyonunda, hormonlu ve hormonsuz ortamda *Phormidium* sp. tarafından yapılan pestisit giderimi üzerine etkisi

IMI (% Giderim)			KD 48 SL (% Giderim)	
Sukroz (ppm)	10 ppm TRIA	TRIA Kontrol	10 ppm TRIA	TRIA Kontrol
0	%59	%50	%47	%36
25	%63	%51	%54	%49
50	%52	%45	%50	%42

5.5 Mikroalg Hücrelerinde SA ve TRIA'nın Verim ve IMI ile KD 48 SL Giderme Kapasitesi Üzerine Etkisinin Araştırılması

Salisilik asit (SA) doğal bir fenoldür ve bitkilerde büyüme ve gelişme, fotosentez, terleme, iyon alımı ve taşınımı üzerinde önemli bir etki yapar, aynı zamanda yaprak anatomisi ile kloroplast yapısında belirli değişiklikleri indükler (Jeffreys 2005). SA yüksek bitkilerde çok çeşitli streslere dayanımda etkili olan bir fenolik maddedir ve dışarıdan uygulandığında da bu yönde etkili olduğu uzun süredir bilinmektedir (Zhou vd. 1999).

SA'nın bir bitki büyüme ve gelişme düzenleyicisi olarak etkileri konusu ile ilgili birçok araştırma yapılmıştır. Rajasekaran ve Blake (1982) o zaman için yeni olan bu bitki büyüme düzenleyicinin fotosentezi koruyarak çam fidelerinin kuraklık altında büyümesini artırdığını göstermişlerdir. Senaratna ve arkadaşları (2000) asetil salisilik asit (aspirin) ve SA'nın fasulye ve domates bitkilerinin soğuk, sıcak ve kurak gibi çeşitli streslere toleransını artırdığını göstermiştir. Janda ve arkadaşları (2000) tarafından yapılan çalışmada SA'nın genç mısır fidelerinin düşük sıcaklık stresine karşı koruma sağlayabildiği sonucuna varmıştır.

Bu tez çalışmasında SA'nın etkisi *Synechocystis* sp. ve *Phormidium* sp. siyanobakterilerinde populasyon verimliliği ve stres yaratan toksik madde varlığında giderim kapasitesini koruyucu, arttırıcı etkisi olup olmadığı incelenmiştir. Her ne kadar literatürde SA'nın bazı su bitkileri üzerinde etkisi konusunda az sayıda araştırma bulunmakta ise de mikroalgler ve atıksulardaki çeşitli kirleticilerin çeşitli mikroalglerle arıtımına etkileri ile ilgili çalışma bulunmamaktadır. Örneğin Barkosky ve Einhellig (1993) SA'nın bazı su bitkilerinde stres toleransını ve gelişmeyi arttığını göstermiştir.

Bu tez çalışmasında *Synechocystis* sp. ve *Phormidium* sp. siyanobakterileri ile yapılan SA çalışmasında 100 ppm IMI ve 10 ppm TRIA içeren ve içermeyen örneklere 50 ppm konsantrasyonunda uygulanan SA'nın biyokütle ve pestisit giderimini arttırdığı görülmüştür. Sonuçlar SA'nın biyokütle üretimi ve giderim kapasitesi artışına katkısının sukroza göre daha yüksek olduğunu göstermiştir. Ayrıca, SA TRIA ile beraber

kullandığında verim ve giderim daha çok artmıştır. SA'in, TRIA içeren ve içermeyen ortamda IMI ve KD 48 SL maddelerinin giderim miktarları üzerine etkisi *Synechocystis* sp. için çizelge 5.7 ve *Phormidium* sp. için ise çizelge 5.8'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.7 SA'nın 100 ppm pestisit konsantrasyonunda, hormonlu ve hormonsuz ortamda *Synechocystis* sp. tarafından yapılan pestisit giderimi üzerine etkisi

IMI (% Giderim)			KD 48 SL (% Giderim)	
SA (ppm)	10 ppm TRIA	TRIA Kontrol	10 ppm TRIA	TRIA Kontrol
0	%63	%56	%57	%48
50	%81	%66	%67	%57

Çizelge 5.8 SA'nın 100 ppm pestisit konsantrasyonunda, TRIA hormonlu ve hormonsuz ortamda *Phormidium* sp. tarafından yapılan pestisit giderimi üzerine etkisi

IMI (% Giderim)			KD 48 SL (% Giderim)	
SA (ppm)	10 ppm TRIA	TRIA Kontrol	10 ppm TRIA	TRIA Kontrol
0	%59	%50	%47	%36
50	%69	%55	%57	%46

Bu tez çalışmasında atıksulardaki pestisit ve herbisitlerin en azından bazılarının tek hücreli *Synechocystis* sp ve filamentli *Phormidium* sp. mikroorganizmalarının canlı hücreleri kullanılarak giderilebileceği sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte, TRIA, sukroz ve SA gibi ucuz ve doğal maddeler kullanarak yüksek derecede verimle pestisit giderimi yaptığı da gösterilmiştir.

Bu çalışma, atıkların değerlendirilmesi ve çevre kirliliğinin kontrolü gibi konularda, ülke ekonomisine yapacağı katkılar yönünden büyük önem taşımaktadır. Yapılan bu çalışma sayesinde elde edilecek sonuçlar orijinalliği nedeniyle bilimsel literatüre katkılarda bulunacağı gibi uygulama altyapısının geliştirilmesine de katkı sağlayabilmektedir.

KAYNAKLAR

- Adams, D.G. 1997. Cyanobacteria As Multicellular Organisms. Oxford Universty Prees, 618 624.
- Adanır, T., Şencan, A., Aksun, A., Atay, A. ve Karahan, A. 2007. İmidaklopid İntoksikasyonu. Türk Anest Rean Der Dergisi, 35, 443-446.
- Akman, Y., Düzenli, A. ve Geven, F. 1996. Çevre Kirliliği ve Ekolojik Etkileri, Ankara, 286s.
- Aksu, Z. ve Dönmez, G. 2005. Combined effects of molasses sucrose and reactive dye on the growth and dye bioaccumulation properties of *Candida tropicalis*. Process Biochemistry, 40, 2443-2454.
- Alkan, U., Taşdemir, Y., Karaer, F. ve Teksoy, A. 1998. Evsel atıksuların mikrobiyolojik kompozisyonu ve halk sağlığına etkileri. I. Atıksu Sempozyumu, 22-24 Haziran, 22-28, Kayseri.
- Allen, M. 1984. Cyanobacterial Cell Inclusions, Annual Review of Microbiology, 38, 1-25.
- Anonymous. 2010. Websitesi. <http://tr.wikipedia.org/wiki/Pestisit>. Erişim Tarihi: 20/07/2010
- Anonymous. 2006. Websitesi. http://www.science.energy.gov/sbir/awards_abstracts/sbirsttr/cycle24/phase1/068.htm- Erişim Tarihi: 25/10/2006
- Anonymous.2003. Websitesi. http://www.science.energy.gov/sbir/awards_abstracts/sbirsttr/cycle20/phase2/108.htm - 6k - Erişim Tarihi: 05/12/2003
- Anonymous. 2002. Websitesi. http://www.ec.europa.eu/environment/air/pdf/6eapbooklet_en.pdf. Erişim Tarihi:05/12/2003
- Anonymous. 2000. <http://www.bioresourcesjournal.com/index.php/JTATM>. Erişim Tarihi: 04/06/2000

- Anonymous. 1985. Encapsulated Health Food Supplements, Japanese Patent: Jp85149367 A2, Date: 850806. Mori, M. 1982. "N-Hexacosanol and N-Octacosanol: Feeding Stimulants On The Larvae Of The Silkworm, Bombyx Mori," J. Of Insect Physiology, 28; 969-73.
- Anonymous. 1991. Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse, 3rd edn, revised by G. Tchobanoglous and F.L. Burton, McGraw-Hill Inc, Singapore.
- Balkaya, N. ve Bayraklı, F. 2000. Atıksularda Pestisit Arıtım Yöntemleri. In: Tarımsal Çevre Ve Su Kirliliği Semineri Tebliğler Kitabı, 26-28 Eylül 2000, Samsun, 33-40.
- Balkaya, N. 1998. Pesticide Removal Method. In: Proceedings of 1st International Workshop On Environmental Quality and Environmental Engineering In The Middle East Region. Bahadır M, Burdurlu Y (Eds), October 5-7, 1998, Konya, 196-203.
- Balyan S.S. 1994. Triacontanol İncresed The Plant Height, Number of Leaves and Leaf Length. Annual Review of Plant Physiology, 14, 1-18.
- Barkosky, R. and Einhellig, F.A.1993. Effects of Salicylic-Acid on Plant Water Relationships. Journal of the Chemical Society,19, 237-247.
- Baş, A.L. ve Demet, Ö.1992. Çevresel Toksikoloji Yönünden Bazı Ağır Metaller. Ekoloji. 5, 42-46.
- Body, D.R. 1974. Neutral Lipids İn *Trifolium Repens* Petiols. Phytochemistry, 13, 1527-1530.
- Bolognesi, C., Parrini. M., Bonassi. S., Ianello, G. and Salanitto, A.1993. Cytogenetic analysis of a human population occupationally exposed to pesticides. Mutation Research, 285, 239-249.
- Bottomley, P.J., Grillo, J.F., Baalen, C.V. and Tabita F. R. 1979. Synthesis Of Nitroginase And Heterocysts By *Anabaena* Sp. Ca İn The Presence Of High Levels Of Ammonia. Journal of Bacteriology, 140, 938-943.
- Buffin, D. 2003. Imidacloprid. Pesticides News, 62, 22-23 (<http://www.pan-uk.org/pestnews/Actives/imidaclo.htm>).

- Cáceres, T., Megharaj, M. and Naidu, R. 2008. Biodegradation of The Pesticide Fenamiphos By Ten Different Species Of Green Algae and Cyanobacteria. *Current Microbiology*, 57, 643-6.
- Calabro, V., Drioli, E. and Matera, F. 1991. Membrane Distillation in the Textile Wastewater Treatment", *Desalination*, 83, 209-224.
- Chen, X., Yuan, H., Chen, R., Zhu, L., Du, B., Weng, Q. and He, G. 2002. Isolation and Characterization Of Triacantanol-Regulated Genes In Rice (*Oryza Sativa* L.): Possible Role Of Triacantanol As A Plant Growth Stimulator. *Plant Cell Physiology*, 43, 869-876.
- Chen, S., Dezhi, S. and Chung, J.S. 2007. Treatment of Pesticide Astewater By Moving-Bed Biofilm Reactor Combined With Fenton-Coagulation Pretreatment. *Journal Of Hazardous Materials*, 144, 577-584
- Clarke A, Anliker, R. and Poser, M. 1981. Use Of The Partition Coefficient As An Indicator Of Biaccumulation Tendency Of Dyestuffs In Fish. *Chemosphere*, 3, 263- 274.
- Colin, M. E., Bonmatin, J. M. and Moineau, I. 2004. A method to quantify and analyze the foraging activity of honey bees: Relevance to the sublethal effects induced by systemic insecticides. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology Volume*, 47, 387–395.
- COM. 2006. 372 final. Commission Of The European Communities. A Thematic Strategy on the Sustainable Use of Pesticides. {COM(2006) 373 final}.
- Crini, G. 2005. Non-Conventional Low Cost Adsorbents For Dye Removal. A Review. *Bioresource Technology*, 97, 1061-1075.
- Daoji, L. and Daler, D. 2003. Ocean Pollution From Land Based Sources: East China Sea, China. International Conference Geo Future Project: Prot Ocean. 161-169 (En) 31-38.
- Egbert, W. H. and Gordon, C.J. 1980. The Effect Of Triacantanol On Peroxidase, Iaa, and plant Growth In *Pisum Sativum* Var. Alaska and 'Little Marvel' . *Journal of Experimental Botany*, 3, 1297-1303.
- Elliot. W., Stoching, C. R., Barbour, M. G. and Rost, T. L.1982. *Botany, An Introduction to Plant Biology*, 6 nd. Ed., John Wiley and Sons, Singapore.

- Eren, H.A. ve Anış, P.2006.Tekstil Boyama Atıksularının Ozonlama İle Renk Giderimi. Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi,11, 83–91.
- Geldiay, R. ve Geldiay, S. 1978. Genel Zooloii, Ege Üniversitesi. Fen Fakültesi Yayınları, Seri No: 67, 453s.
- Gentile, J.M., Gentile, G.J., Bultman, J. and Sechriest, R. 1985. In vitro activation of chemicals by plants: a comparison of techniques, Mutation Research / Environmental Mutagenesis and Related Subjects, 164, 53-58.
- Georghiou, G.P. 1994. Principles of insecticide resistance management. Phytprotection, 75, 51-59.
- Gross. D. and Parthier, B. 1994. Novel Natural Substances Acting in Plant Growth Regulation. Journal of Plant Growth Regulation, 13, 93 -114.
- Grönlund, E., Klang, A., Falk, S. and Hanaus, J., 2004. Sustainability of Wastewater Treatment With Microalgae İn Cold Climate, Evaluated With Emergy and Socio Ecological Principles. Ecological Engineering, 22, 155-174.
- Hammouda, O., Gaber, A. and Abdel-Raouf, N.1995. Microalgae and Wastewater Treatment of pesticides, metals, and their effect on algal species. Exotoxicological Environmental. Safety, 31, 205-10.
- Hangarter, R., Ries, S.K. and Carlson, P. 1978. Effect Of Triacantanol On Plant Cell Cultures İn Vitro. Plant Physiology, 61, 855-857.
- Hill, M. 2002. Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, ISBN-10: 007124140X.
- Hoagland, R.1980. Effects Of Triacantanol On Seed Germination And Early Growth. Bor Gaz. 141, 53-55.
- Hunter, B.T. 1994. Small But Significant.Consumers' Research Magazine, 77; 8-10.
- Hussain, S., Siddique, T., Arshad, M. and Saleem, M. 2009. Bioremediation and Phytoremediation Of Pesticides, Recent Advances Critical Reviews İn Environmental Science and Technology, 39, 843 – 907.
- Hwang, K.T., Kim, J.E. and Weller, C.L. 2005. Policosanol Contents and Compositions in Wax-Like Materials Extracted from Selected Cereals of Korean Origin Cereal Chern, 82, 242-245.

- Janda, T., Szalai, G., Antunovics, Z., Horvath and E., Paldi, E. 2000. Effect of benzoic acid and aspirin on chilling tolerance and photosynthesis in young maize plants. *MAYDICA*, 45, 29-33.
- Jeffreys, D. 2005. *Aspirin : the remarkable story of a wonder drug*. New York, NY: Bloomsbury. pp. 38–40. ISBN 9781582346007. [<http://books.google.com/?id=x-sL4iNQOgcC&pg=PA38>].
- Jensen, T.1993. *Cyanobacteria Ultrastructure. Ultrastructure Of Microalgae*. 7- 51. London.
- Jepson, J.E., Brown, L.A. and Sattelle D.B. 2006. The actions of the neonicotinoid imidacloprid on cholinergic neurons of *Drosophila melanogaster*, *Invert Neuroscience*, 6, 33-40.
- Karacakaya, P., Kılıç, N.K., Duygu, E. ve Dönmez, G. 2009. Stimulation of Reactive Dye Removal By Cyanobacteria in Media Containing Triacantanol Hormone. *Journal of Hazardous Materials*. 172, 635 -1639.
- Karn, B.T. and Kuiken, M. 2009. *Otto Nanotechnology and in Situ Remediation: A Review of the Benefits and Potential Risks*. *Environment Health Perspection*, 117, 1813 –1831.
- Katsoyiannis, A. and Samara, C.2004. Persistent Organic Pollutants (Pops) İn The Sewage Treatment Plant Of Thessaloniki, Northern Greece: Occurrence and Removal, *Water Reserach*, 38, 2685-98.
- Kellogg, R.L., Nehring, R., Grube, A., Goss, D.W. and Plotkin, S. 2000. Environmental indicators of pesticide leaching and run off from farm fields. United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service. Retrieved on 2007- 10-03.
- Khataee, A.R., Zarei, M. and Pourhassan, M. 2010. Bioremediation Of Malachite Green From Contaminated Water By Three Microalgae: Neural Network Modeling. *Clean - Soil, Air, Water*, 38, 96-103.
- Knight, S.L. and Mitchell, C.A. 1987. Stimulation Productivity Of Hydroponic Lettuce in Controlled Environments With Triacantanol. *Hort Science*, 18, 462-463.
- Kocaer, O.F. ve Alkan, U. 2002. Boyarmadde İçeren Tekstil Atıksularının Arıtım Alternatifleri. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 7, 47-55.

- Kong, M.Z., Shi, X.H., Cao, Y.C. and Zhou, C.R. 2008. Solubility of Imidacloprid in Different Solvents. *Journal of Chemical & Engineering Data*, 53, 615-618.
- Köprücü, K. ve Rahmi, A. 2004. The toxic effects of pyrethroid deltamethrin on the common carp (*Cyprinus carpio* L.) embryos and larvae. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 80, 47-53.
- Krishnan, R.R. and Kumari, B.D.R. 2008. Effect Of N-Triacontanol On The Growth Of Salt Stressed Soybean Plants. *Journal Of Bioscience*, 19, 53–62.
- Lansheng, L., Xiuhai, W., Ying, L., Juan, A., Fengmin, L. and Xianlong, H. 2008. Allelopathic Effects of Triacontanol on the Growth of Marine Photosynthetic Bacteria, *Allelopathy Journal*, 21, 373-380.
- Laurie, S. H., Tancock, N.P., Micgrath, S.P. and Sanders, S.R. 1991. Influence of complexation on the uptake by plants of iron, manganese, copper and zinc. 1. Effect of EDTA in multi metal and computer simulation study. *Journal of Experimental Botany*, 42, 509-513.
- Lemoine, R. 2000. Sucrose transporters in plants: update on function and structure. *Biochim Biophys Acta*, 1465, 246-62.
- Ma, J. 1990. In: Triacontanol-supported micropropagation of woody plants [Á. Santos et al, 2001]. *Plant cell Reports*, 20, 16-2.
- Malabadi, R.B., Mulgund, G.S. and Nataraja, K. 2005. Effect of Triacontanol on The Micropropagation Of *Costus Speciosus* (Koen.) Sm. Using Rhizome Thin Section, *In Vitro Cell, Developmental Biology of Plants*, 41, 129–132.
- Malik, A. 2004. Metal Bioremediation Through Growing Cells. *Environment International*, 30, 261-278.
- Matsuda, K., Shimomura, M., Kondo, Y., Ihara, M., Hashigami, K., Yoshida, N. and Raymond, V. 2000. Role of loop D of the alpha 7 nicotinic acetylcholine receptor in its interaction with the insecticide imidacloprid and related neonicotinoids. *British Journal of Pharmacology*, 130,981-986.
- Mingjian, C. 2003. Compiler and Editor Group of the Work Report on Protecting Marine Environment from Land-based Activities in China. UNEP/GPA/2003, Workshop on Protecting Marine Environment from Land-based Activities in China. Summary of the National Report.

- Mori, M. 1982. "N-Hexacosanol And N-Octacosanol: Feeding Stimulants On The Larvae Of The Silkworm, Bombyx Mori. Journal of Insect Physiology, 28, 969-73.
- Muirhead-Thomson R.C. 1971. Pesticides ve Freshwater Fauna, Academic Press London ve NewYork 245s.
- Noris, F.H. 1986. "Trial of Octacosanol 80. In Amyotrophic Lateral Sclerosis. Neurology (USA), 36, 1263-64.
- O'Brien, R.D., 1974. Insecticides -Action and Metabolism-. Academic Press, Inc., London, 332s.
- Olson, J.M. 2006. "Photosynthesis In The Archean Era". journal of the International Society of Photosynthesis Research, 88 , 109–17.
- Osanai, T., Kanesaki, Y., Nakano, T., Takahashi, H., Asayama, M., Shirai, M., Kanehisa, M., Suzuki, I., Murata, N. and Tanaka, K. 2005. Positive Regulation of Sugar Catabolic Pathways in the Cyanobacterium *Synechocystis* sp. PCC 6803 by the Group 2 σ Factor SigE. Journal of Biological Chemistry, 280, 30653-30659.
- Palma, C., Moreira, M.T., Mielgo, I., Feijoo, G. and Lema, J.M. 1999. Use of Fungal Bioreactor As a Pretreatment or Post Treatment Step For Continuous Decolorisation of Dyes, Water Science and Technology, 40, 131-136.
- Pandey, G. and Jain, R.K. 2002. Bacterial Chemotaxis toward Environmental Pollutants: Role in Bioremediation. Applied Environmental Microbiology, 68, 5789 - 5795.
- Parkin, E.A., Scott, E.I.C. and Forester, R. 1962. Increase resistance of stored-product insects to insecticides. The resistance of field strains of beetles. (c) *Tribolium castaneum*. Pest Infestation, 21, 34–35.
- Porra, R. J., Thompson, W.A. and Kriedemann, P.E. 1989. Determination Of Accurate Extinction Coefficients and Simultaneous Equations For Assaying Chlorophylls A and B Extracted With Four Diffrent Solvents: Verification Of The Concentration Of Chlorophylel Standards By Atomic Absorption Spectroscopy. Biochemica Et Biophysica Acta, 975, 384-394.
- Rajasekaran, L. R. and Blake, T.J. 1999. New Plant Growth Regulators Protect Photosynthesis and Enhance Growth Under Drought of Jack Pine Seedlings. Journal of Plant Growth Regulation, 18,175-181.
- Ramanarayana, K. and Bhata, A. 2000. Triacontanol inhibits both enzymatic and nonenzymatic lipid peroxidation Phytochemistry, 55, 59-66.

- Ramel, F., Sulmon, C., Cabello-Hurtado, F., Tacconat, L., Martin-Magniette, M., Renou, J., Amrani, A. and Gouesbet., I. 2007. Genome-wide interacting effects of sucrose and herbicide-mediated stress in *Arabidopsis thaliana*: novel insights into atrazine toxicity and sucrose-induced tolerance. *BMC Genomics* 2007, 8:450doi:10.1186/1471-2164-8-450.
- Ries, S., Wert, V. and Sweeley, C.C. 1977. Triacanol: A New Natural Plant Growth Regulator. *Science*, 195,1339-1341.
- Robinson, T., Mcmulley, G., Roger, M. and Nigam, P. 2001. Remediation of Dyes in Textile Effluent: A Critical Review on Current Treatment. Technologies With A Proposed Alternative. *Bioresourche Technology*, 77, 247- 255.
- Sanyal, N., Hazra, D., Pal, R., Somchaudhury, A.K. and Chowdhury, A. 2006. Imidacloprid in processed tea and tea liquor. *Journal of Zhejiang University*, 7 , 619–622.
- Sadettin, S. ve Dönmez, G. 2006. Bioaccumulation of reactive dyes by thermophilic cyanobacteria. *Process Biochemistry*, 41, 836-84.
- Schiweck, H. and Clarke, M. 2007. "Günter Pollach Sugar" in *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry* 2007, Wiley-VCH, Weinheim.
- Senaratna, T., Touchell, D., Bunn, E. and Dixon, K. 2000. Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. *Journal of Plant Growth Regulation*, 30, 157-161.
- Serra, T., Zilberman, D., Goodwin B.K. and Hyvonen, K. 2005. Replacement of Agricultural Price Supports by Area Payments in the European Union and the Effects on Pesticide Use. *American Journal of Agricultural Economics*, 87, 870-884.
- Shapiro, A. and Dworkin, M. 1997. *Bacteria As Multicellular Organisms*. Oxford University, 111-125, New York.
- Singh, S.N. and Tripathi, R.D. 2002. Current Strategies For Metal Remediation. In:[*Environmental Bioremediation Technologies*].Chap 8. P215.
- Sinha, R.P., Singh, N., Kumar, A., Kumar, H.D. and Häder, D.P. 1997. Impacts of ultraviolet-B irradiation on nitrogen fixing cyanobacteria of rice paddy field. *Journal of Plant Physiology*, 150, 188-193.

- Snider, S.R. 1984. Octacosanol In Parkinsonism, *Annals of Neurology*. 16,723.
- Stephenson, R. J. and Sheldon, J.B.D. 1996. Coagulation and Precipitation of a Mechanical Pulping E_ unet by: I Removal of Carbon Color and Turbidity. *Water Research*, 30 , 781-792.
- Šindelářová, M., Šindelář, L. and Burketová, L. 1999. Changes in Glucose, Fructose and Saccharose Metabolism in Tobacco Plants Infected with Potato Virus Y. *Biologia Plantarum*, 42, 431-439.
- Şenvar,C. 1988. Pestisit Kalıntıları, Çevre 88, Dördüncü Bilimsel Ve Teknik Çevre Kongresi, 5- 9/06/1988.
- Tankut, I. 1997. Pestisitlerin mikrobiyal parçalanması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü bitirme ödevi.
- Tantos, Á., Mészáros, A., Kissimon, J., Horváth G. and Farkas, T. 1999. The effect of triacontanol on micropropagation of balm, *Melissa officinalis* L. *Plant cell Reports*, 19, 88-91.
- Tilman, D. Fargione, J., Wolff, B., Antonio, C. D., Dobson, A., Howarth, R. , Schindler, D., Schlesinger, W.H., Simberloff, D. and Swackhamer, D. 2001. Forecasting Agriculturally Driven Global Environmental Change. *Science*, 292, 281-4.
- Van D.C., Mann, D. and Jahns, H.M. 1995. *Algae Anintroduction To Phycology*. Cambridge University, 16-41.
- Vermaas,V.F.J., Timlin J.A, Jones H.D.T., Sinclair M.B., Nieman L.T., Hamad S.W., Melgaard D.K. and Haaland D.M. 2008. In Vivo Hyperspectral Confocal Fluorescence Imaging To Determine Pigment Localization And Distribution In Cyanobacterial Cells. *PNAS*, 105, 4050-4055.
- Vural, H. 1993. Ağır Metal İyonlarının Gıdalarda Oluşturduğu Kirlilikler. *Ekoloji*, 8, 3-8.
- Walker, D., Colwell, R.R. and Petrakis, L. 1975. Evaluation of petroleum-degrading potential of bacteria from water and sediment. *Applied Environmental Microbiology*, 30, 1036-1039.
- Williamson, D. 2007. Improving The Economics Of Wastewater Treatment. In *In-Pipe Technology Company, LLC*.

- Yamashita, M. 1986. Aqueous Compositions Containing Octacosanol Japanese Patent: Jp 86263937, Date: 861121.
- Zang, Y., Zhong, Y., Luo, Y. and Kong, Z.M. 2000. Several studies were conducted to evaluate the genotoxicity of two pesticides, Imidacloprid and RH-5849. *Environmental Pollution*, 108, 271-8.
- Zhang, A., Kayser, H., Maienfisch, P. and Casida, J.E. 2000. Insect nicotinic acetylcholine receptor: conserved neonicotinoid specificity of [(3)H] imidacloprid binding site. *Journal of Neurochemistry*, 75, 1294-1303.
- Zhou, X.M., Mackenzie, A.F., Madramootoo, C.A. and Smith, D.L. 1999. Effects of stem-injected plant growth regulators, with or without sucrose, on grain production, biomass and photosynthetic activity of field-grown corn plants. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 183, 103-110.

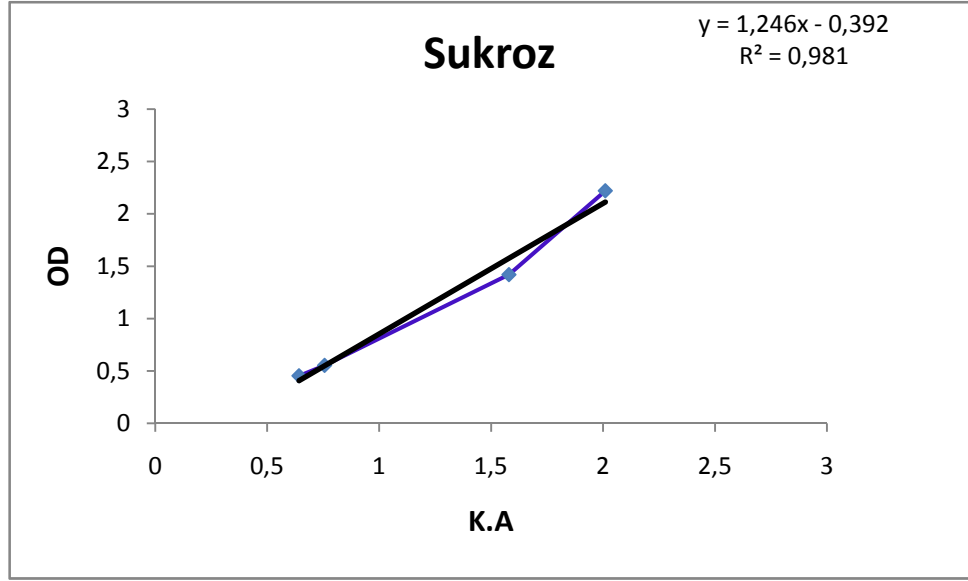
EKLER

EK1 Optik yoğunluk ve kuru ağırlık Standard eğrisi

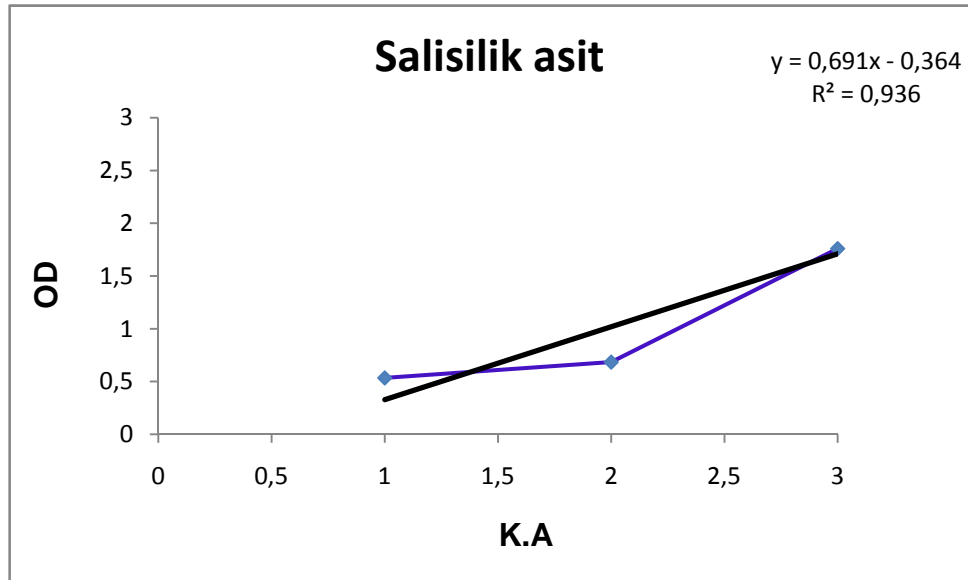
EK 2 Yaş ağırlık ve kuru ağırlık standardı

EK 3 IMI ve KD 48 SL standart eğrileri

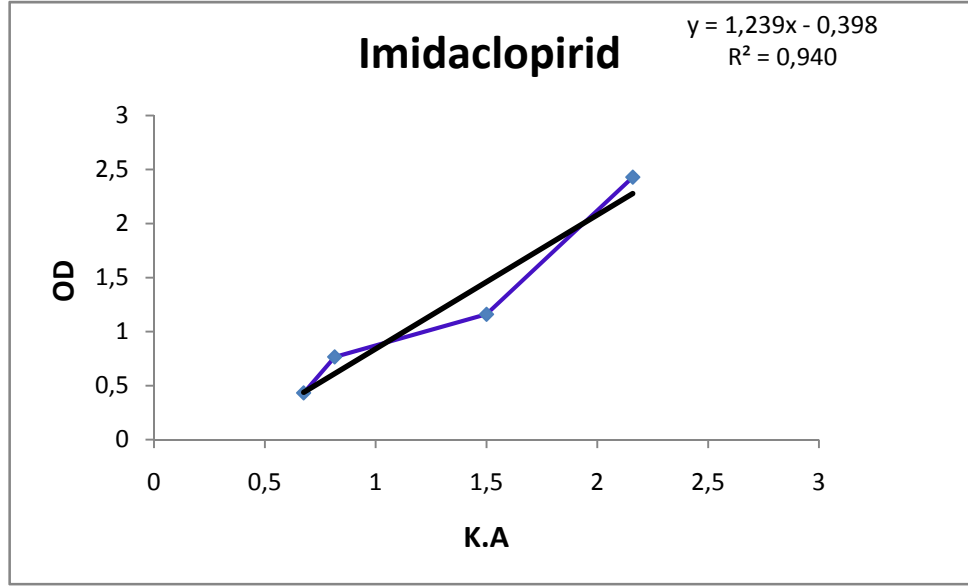
EK 1 Optik yoğunluk ve kuru ağırlık Standard eğrisi



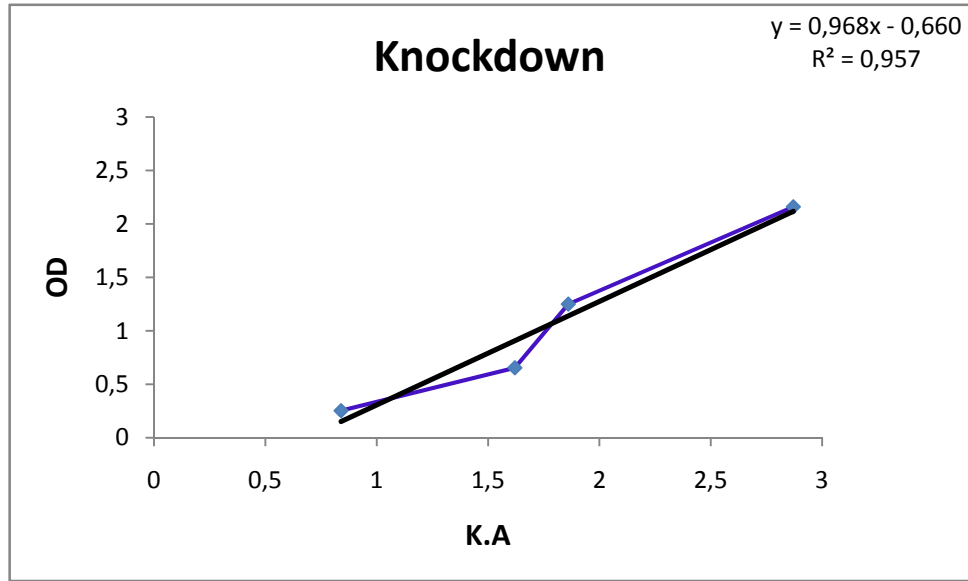
Şekil 1 *Synechocystis* sp.' nin sukroz için optik yoğunluk ve kuru ağırlık standart eğrisi



Şekil 2 *Synechocystis* sp.' nin salisilik asit için optik yoğunluk ve kuru ağırlık standart eğrisi

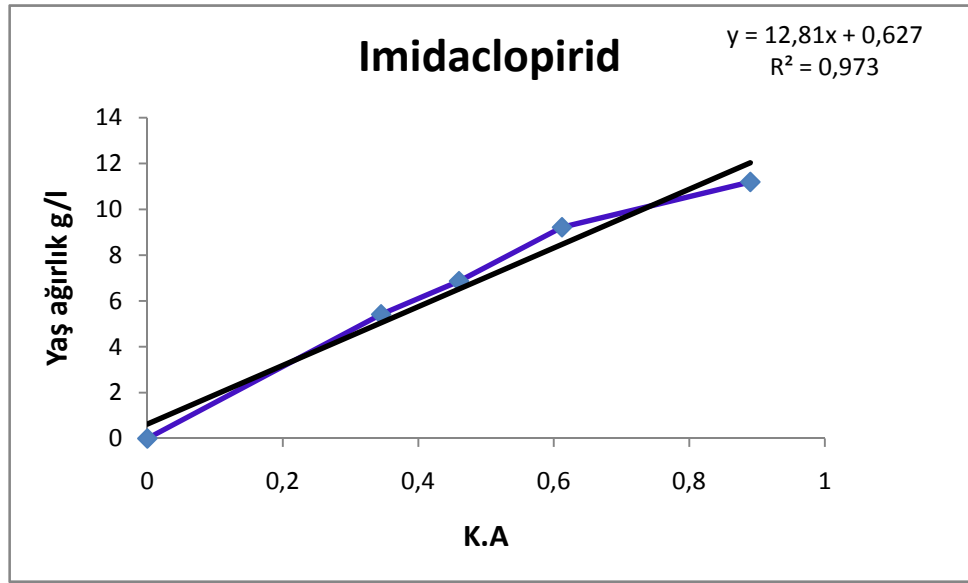


Şekil 3 *Synechocystis* sp.'nin Imidacloprid için optik yoğunluk ve kuru ağırlık standart eğrisi

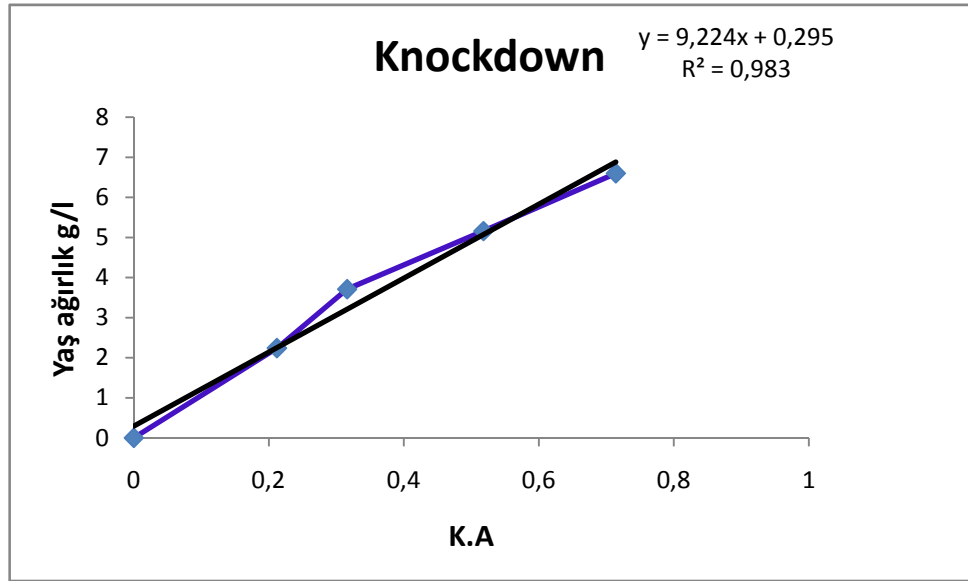


Şekil 4 *Synechocystis* sp.'nin Knockdown için optik yoğunluk ve kuru ağırlık standart eğrisi

EK 2 Yaş ağırlık ve kuru ağırlık standardı

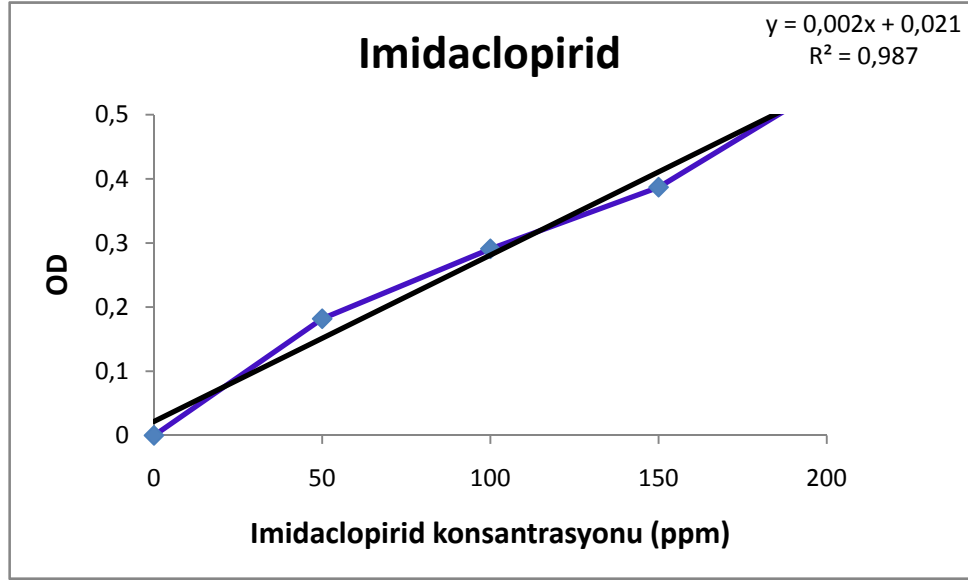


Şekil 1 *Phormidium* sp. 'nin Imidaclopirid yaş ağırlık ve kuru ağırlık standart eğrisi

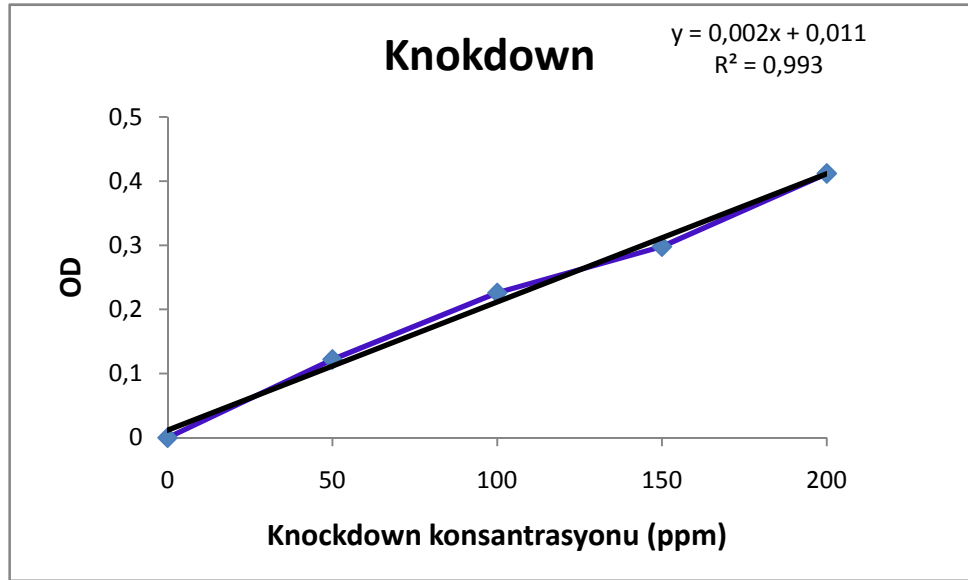


Şekil 2 *Phormidium* sp. 'nin Knockdown yaş ağırlık ve kuru ağırlık standart eğrisi

EK 3 Imidaclopirid ve Knockdown standart eğrileri.



Şekil 1 Imidaclopirid insektisiti 291 nm dalga boyunda farklı konsantrasyonlarda absorban okunmasıyla Imidaclopirid için eğim bulunmuştur.



Şekil 2 Knockdown 595 nm dalga boyunda farklı konsantrasyona karşı abzorbanında farklı konsantrasyonlarda absorban okunmasıyla Knockdown için eğim bulunmuştur.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Haleh AMINFARZANEH

Doğum Yeri : Iran- Orumiyeh

Doğum Tarihi : 21.07.1978

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : İran – Metin Lisesi - 1996

Lisans : Orumiyeh Üniversitesi – Ziraat Fakültesi- 2000

Yüksek Lisans : Gazi Üniversitesi – Fen Bilimleri – 2006

Doktora : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı (Şubat 2007-Eylül 2010)

Yayınlar

Haleh AMINFARZANEH, Ergin DUYGU. The Effect of Salicylic Acid and Triacntanol on Biomass Production and Imidacloprid Removal Capacity by Cyanobacteria. Communications. Faculty Of Sciences University Of Ankara

Haleh AMINFARZANEH, Ergin DUYGU, Gönül DÖNMEZ. Stimulation of Biomass Production and Herbicide Removal Capacity of Some Cyanobacteria spp. by Triacntanol, a Natural Hormone. African Journal of Biotechnology.

Haleh AMINFARZANEH, Ergin DUYGU, Gönül DÖNMEZ. The Effect of Triacntanol on Biomass Production and Bioremoval Capacity of Imidacloprid by *Phormidium* sp. as Verified by Analysis of Residues. The International Journal on the Science and Technology of Desalting and Water Purification(Desalination).

Haleh AMINFARZANEH, Ergin DUYGU, Gönül DÖNMEZ. Stimulation of Biomass Production and Analysis of Residues and Removal of Imidacloprid by Cyanobacterium *Synechocystis* sp. in Medium Containing Triacntanol Hormone. Journal of Biologica Plantarum.