



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MAVİ-YEŞİL ALGLERDE PESTİSİD BİRİKİMİNİN
BÜYÜME ÜZERİNE ETKİSİ**

Başak OĞUZ

**Su Ürünleri Temel Bilimler Anabilim Dalı
İç Sular Biyolojisi Programı**

Danışman

Prof.Dr. Meriç ALBAY

Haziran, 2009

İSTANBUL



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MAVİ-YEŞİL ALGLERDE PESTİSİD BİRİKİMİNİN
BÜYÜME ÜZERİNE ETKİSİ**

Başak OĞUZ

**Su Ürünleri Temel Bilimler Anabilim Dalı
İç Sular Biyolojisi Programı**

Danışman

Prof.Dr. Meriç ALBAY

Haziran, 2009

İSTANBUL

Bu çalışma 27 /07/ 2009 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Su Ürünleri Temel Bilimler Anabilim Dalı İç Sular Biyolojisi programında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Prof.Dr.Meriç ALBAY (Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Su Ürünleri Fakültesi

Prof.Dr.Mustafa TEMEL
İstanbul Üniversitesi
Su Ürünleri Fakültesi

Prof.Dr. Enis MORKOÇ
Marmara Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

Doç.Dr.Ayten KİMİRAN
ERDEM
İstanbul Üniversitesi
Fen Fakültesi

Doç.Dr. Yelda AKTAN
İstanbul Üniversitesi
Su Ürünleri Fakültesi

Bu alışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin 2199 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Tez çalışma konusunun seçiminde ve çalışmalarım sırasında desteğini benden hiç bir zaman esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Meriç ALBAY'a; çalışmalarım sırasında bana her zaman destek olan Doç. Dr. Reyhan AKÇAALAN'a içten dileklerle teşekkür ederim.

Pestisit analizlerimi yapmama olanak sağlayan TÜBİTAK-MAM Çevre Enstitüsü'nden Sayın Sömez DAĞLI başta olmak üzere, Recep KARADEMİR'e ve Baki KALAY'a ve Hohenheim Üniversitesi'nden Gülizar TOKDEMİR'e teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma boyunca arazi çalışmalarım sırasında desteğini esirgemeyen Sayın Necdet Güleç'e teşekkürlerimi sunarım.

Balık örneklerimin tür ve yaşlarının tayininde yardımlarını esirgemeyen Araş.Gör. Özcan GAYGUSUZ ve balık örneklerini çalışmamda yardımcı olan arkadaşım Su Ürünleri Müh. Gülşah SAÇ'a teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans çalışmam boyunca her zaman desteklerini yanımda hissettiğim Annem Tülay OĞUZ, babam Mehmet OĞUZ ve ablam Ürün OĞUZ' a en içten ve sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Haziran, 2009

Başak OĞUZ

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	İ
İÇİNDEKİLER	İİ
ŞEKİL LİSTESİ	İİİ
TABLO LİSTESİ	İV
SEMBOL LİSTESİ	V
ÖZET	VI
SUMMARY	VII
1. GİRİŞ	1
2. GENEL KISIMLAR	3
2.1. ALGLERİN GENEL ÖZELLİKLERİ	3
2.2. CYANOPHYTA (MAVİ-YEŞİL ALGLER)'NİN GENEL ÖZELLİKLERİ	3
2.3. PESTİSİTLER	4
2.3.1. Pestisitlerin Tarihçesi.....	5
2.3.2. Pestisitlerin Sınıflandırılması.....	7
2.3.3. Pestisitlerin Kimyası	8
2.3.3.1. Klorlanmış Hidrokarbonlar	8
2.3.3.2. Poliklorobifenil (PCB)	8
2.3.3.3. Organofosfatlar.....	9
2.3.3.4. Karbamatlar.....	12
2.3.3.5. Bakır Sülfat	13
2.3.4. Pestisitler ve Çevre.....	14
2.4. ÇALIŞMA YERİNİN TANIMI	16
2.5. ÖRNEKLEME NOKTALARININ SEÇİMİ.....	17
2.6. ÇALIŞMADA KULLANILAN ALG TÜRLERİ	19
2.6.1 <i>Nodularia spumigena</i>	19
2.6.2 <i>Aphanizomenon aphanizomenodes</i>	19
3. MALZEME YÖNTEM	21

3.1. GÖLDEN ÖRNEK ALIMI VE SUYUN FİZİKSEL VE KİMYASAL PARAMETRELERİNİN ÖLÇÜMÜ.....	21
3.2. PESTİSİT ÖLÇÜMÜ.....	21
3.3. ÇALIŞMADA KULLANILAN PESTİSİTLER.....	23
3.4. İZNIK GÖLÜNDEN İZOLE EDİLEN FİTOPLANKTERLERİN KÜLTÜRE ALINMASI.....	24
3.5. FİTOPLANKTON KÜLTÜRLERİNE PESTİSİT EKLENMESİ VE ALG SAYIMI.....	26
4. BULGULAR	27
4.1. SU KALİTESİ PARAMETRELERİ.....	27
4.1.1. 1. İstasyon Su Kalitesi Parametreleri.....	27
4.1.2. 2. İstasyon Su Kalitesi Parametreleri.....	28
4.1.3. 3. İstasyon Su Kalitesi Parametreleri.....	30
4.1.4. 4. İstasyon Su Kalitesi Parametreleri.....	30
4.1.5. 5. İstasyon Su Kalitesi Parametreleri.....	31
4.1.6. 6. İstasyon Su Kalitesi Parametreleri.....	32
4.1.7. 8. İstasyon Su Kalitesi Parametreleri.....	33
4.2. PESTİSİT ÖLÇÜMLER.....	34
4.2.1. 1. İstasyon Su Örneklerinde Fosforlu Pestisit Ölçümü.....	34
4.2.2. 2. İstasyon Su Örneklerinde Fosforlu Pestisit Ölçümü.....	36
4.2.3. 2. İstasyon <i>Carassius gibelio</i> Örneklerinde Klorlu Pestisit Ölçümü.....	37
4.2.4. 3. İstasyon Su Örneklerinde Fosforlu Pestisit Ölçümü.....	37
4.2.5. 4. İstasyon Su Örneklerinde Fosforlu Pestisit Ölçümü.....	39
4.2.6. 4. İstasyon <i>Carassius gibelio</i> ve <i>Rutilus frisii</i> Örneklerinde Klorlu Pestisit Ölçümü.....	40
4.2.7. 5. İstasyon Su Örneklerinde Fosforlu Pestisit Ölçümü.....	41
4.2.8. 6. İstasyon Su Örneklerinde Fosforlu Pestisit Ölçümü.....	42
4.2.9. 7. İstasyon Su Örneklerinde Fosforlu Pestisit Ölçümü.....	43
4.2.10. 7. İstasyon <i>Cyprinus carpio</i> Örneklerinde Klorlu Pestisit Ölçümü.....	44
4.2.11. 8. İstasyon Su Örneklerinde Fosforlu Pestisit Ölçümü.....	45
4.3. PESTİSİTLERİN KÜLTÜRLERİN BÜYÜME VE KLOROFİL-A ÜZERİNE ETKİSİ.....	46
4.2.1. <i>Nodularia spumigena</i> Üzerine Diazinon ve Azinfos-etil'in Etkisi.....	46

4.2.2. <i>Aphanizomenon aphanizomenodes</i> Üzerine Diazinon ve Azinfos-etil'in Etkisi.....	50
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	55
KAYNAKLAR	63
ÖZGEÇMİŞ	66

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1	: 1990 yılından itibaren pestisitlerin dünya piyasasındaki durumu.....	6
Şekil 2.2	: 2001–2002 yılında ait dünyada bölgesel olarak pestisit satış grafiği.....	7
Şekil 2.3	: 2001 yılına ait pestisit tiplerine göre yüzde (%) dağılım.....	8
Şekil 2.4	: Pestisitlerin doğadaki hareketleri.....	14
Şekil 2.5	: Pestisitlerin yiyecek döngüsüne girişi.....	15
Şekil 2.6	: İznik Gölü ve belirlenen istasyonlar.....	16
Şekil 2.7	: <i>Nodularia spumigena</i>	19
Şekil 2.8	: <i>Aphanizomenon aphanizomenoides</i>	19
Şekil 3.1	: Soxhlet ekstraktörüyle katı-sıvı ekstraksiyon işleminin yapılışı (orjinal).....	22
Şekil 3.2	: Numunenin asidik silika ve florosil kolonundan geçirilişi (orjinal).....	23
Şekil 3.3	: Fitoplankton kültür odasının genel görünümü.....	26
Şekil 4.1	: <i>N. spumigena</i> kültüründe kontrol grubunda OD680nm ve OD750nm de ölçülen değerlerin zamana bağlı değişimi.....	47
Şekil 4.2	: Diazinon eklenmiş <i>N. spumigena</i> kültüründe OD680nm ve OD750nm de ölçülen değerlerinin zamana bağlı değişimi.....	47
Şekil 4.3	: Azinfos-etil eklenmiş <i>N. spumigena</i> kültüründe OD680nm ve OD750nm de ölçülen değerlerinin zamana bağlı değişimi.....	47
Şekil 4.4	: <i>N. spumigena</i> kültüründe kontrol grubunda kl-a değerlerin zamana bağlı değişimi ($\mu\text{g l}^{-1}$).....	48
Şekil 4.5	: Diazinon eklenmiş <i>N. spumigena</i> kültüründe kl-a değerlerinin zamana bağlı değişimi ($\mu\text{g l}^{-1}$).....	48
Şekil 4.6	: Azinfos-etil eklenmiş <i>N. spumigena</i> kültürlerinin kl-a değerlerinin zamana bağlı değişimi ($\mu\text{g l}^{-1}$).....	49
Şekil 4.7	: <i>Nodularia spumigena</i> kültürü kontrol grubunda canlı hücre sayısının zamana bağlı değişimi.....	49
Şekil 4.8	: Diazinon eklenmiş <i>N.spumigena</i> kültüründe canlı hücre sayısının zamana bağlı değişimi.....	50
Şekil 4.9	: Azinfos-etil eklenmiş <i>N.spumigena</i> kültüründe canlı hücre sayısının zamana bağlı değişimi.....	50
Şekil 4.10	: <i>A. aphanizomenoides</i> kültüründe kontrol grubunda ait OD680nm ve OD750nm ölçülen değerlerin zamana bağlı değişimi.....	51
Şekil 4.11	: Diazinon eklenmiş <i>A. aphanizomenoides</i> kültüründe OD680nm ve OD750nm ölçülen değerlerin zamana bağlı değişimi.....	51
Şekil 4.12	: Azinfos-etil eklenmiş <i>A. aphanizomenoides</i> kültüründe OD680nm ve OD750nm ölçülen değerlerin zamana bağlı değişimi.....	51
Şekil 4.13	: <i>A. aphanizomenoides</i> kültüründe kontrol grubunda kl-a değerlerinin zamana bağlı değişimi ($\mu\text{g l}^{-1}$).....	52
Şekil 4.14	: Diazinon eklenmiş <i>A. aphanizomenoides</i> kültüründe kl-a değerlerinin zamana bağlı değişimi ($\mu\text{g l}^{-1}$).....	52
Şekil 4.15	: Azinfos-etil eklenmiş <i>A. aphanizomenoides</i> kültüründe kl-a değerlerinin zamana bağlı değişimi ($\mu\text{g l}^{-1}$).....	53

Şekil 4.16	: <i>A. aphanizomenoides</i> kültürü kontrol grubuna ait canlı hücre değerlerinin zamana bağlı değişimi (no/ml).....	53
Şekil 4.17	: Diazinon eklenmiş <i>A. aphanizomenoides</i> kültüründe canlı hücre değerlerinin zamana bağlı değişimi (no/ml).....	54
Şekil 4.18	: Azinfos-etil eklenmiş <i>A. aphanizomenoides</i> kültüründe canlı hücre değerlerinin zamana bağlı değişimi (no/ml).....	54

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1	: BG11- besi ortamının içeriği.....	25
Tablo 4.1	: Araştırma süresince 1. İstasyon göl suyunda ölçülen en yüksek, en düşük ve ortalama su kalitesi değerleri.....	28
Tablo 4.2	: Araştırma süresince 2. İstasyon göl suyunda ölçülen en yüksek, en düşük ve ortalama su kalitesi değerleri.....	29
Tablo 4.3	: Araştırma süresince 3. İstasyon göl suyunda ölçülen en yüksek, en düşük ve ortalama su kalitesi değerleri.....	30
Tablo 4.4	: Araştırma süresince 4. İstasyon göl suyunda ölçülen en yüksek, en düşük ve ortalama su kalitesi değerleri.....	31
Tablo 4.5	: Araştırma süresince 5. İstasyon göl suyunda ölçülen en yüksek, en düşük ve ortalama su kalitesi değerleri.....	32
Tablo 4.6	: Araştırma süresince 6. İstasyon göl suyunda ölçülen en yüksek, en düşük ve ortalama su kalitesi değerleri.....	33
Tablo 4.7	: Araştırma süresince 8. İstasyon göl suyunda ölçülen en yüksek, en düşük ve ortalama su kalitesi değerleri.....	34
Tablo 4.8	: Araştırma süresince 1. İstasyon göl suyunda ölçülen fosforlu pestisit değerleri ($\mu\text{g l}^{-1}$).....	35
Tablo 4.9	: Aralık 2008 ve Şubat 2009 tarihlerinde 2. İstasyon göl suyunda ölçülen fosforlu pestisit değerleri ($\mu\text{g l}^{-1}$).....	36
Tablo 4.10	: 2. istasyon da yakalan <i>Carassius gibelio</i> 'nun kas ve karaciğerinde tespit edilen klorlu pestisit değerleri (ng/kg).....	37
Tablo 4.11	: Araştırma süresince 3. İstasyon göl suyunda ölçülen fosforlu pestisit değerleri ($\mu\text{g l}^{-1}$).....	38
Tablo 4.12	: Araştırma süresince 4. İstasyon göl suyunda ölçülen fosforlu pestisit değerleri ($\mu\text{g l}^{-1}$).....	40
Tablo 4.13	: Araştırma süresince 4. istasyonda örneklenen <i>Carassius gibelio</i> 'nun kas ve karaciğerinde; <i>Rutilus frisii</i> 'nin kasında tespit edilen klorlu pestisit değerleri (ng/kg).....	41
Tablo 4.14	: Araştırma süresince 5. İstasyon göl suyunda ölçülen fosforlu pestisit değerleri ($\mu\text{g l}^{-1}$).....	42
Tablo 4.15	: Araştırma süresince 6. İstasyon göl suyunda ölçülen fosforlu pestisit değerleri ($\mu\text{g l}^{-1}$).....	43
Tablo 4.16	: Araştırma süresince 7. İstasyon göl suyunda ölçülen fosforlu pestisit değerleri ($\mu\text{g l}^{-1}$).....	44
Tablo 4.17	: 7. istasyonda yakalan <i>Cyprinus carpio</i> 'nun kasında tespit edilen klorlu pestisit değerleri (ng/kg).....	45
Tablo 4.18	: Araştırma süresince 8. İstasyon göl suyunda ölçülen fosforlu pestisit değerleri ($\mu\text{g l}^{-1}$).....	46

SEMBOL LİSTESİ

Bakır Sülfat	:CuSO ₄
Çözünmüş Reaktif Fosfor	:o-PO ₄
Demir	:Fe
Nitrit	:NO ₂ -N
Nitrat	:NO ₃ -N
Toplam Azot	:TN
Toplam Fosfor	:TP
Silika	:SiO ₂
Sodyum Sülfat	:Na ₂ SO ₄
Sülfat	:SO ₄
OD	:Optik Yoğunluk
µg l⁻¹	:mikrogram/litre

ÖZET

MAVİ-YEŞİL ALGLERDE PESTİSİD BİRİKİMİNİN BÜYÜME ÜZERİNE ETKİSİ

Bu çalışmada İznik Gölü'nde seçilen 8 istasyonda su kalitesi parametreleri ile su örneklerinde fosforlu pestisit ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca gölün değişik bölgelerinden örneklenen balıkların kas ve karaciğerlerinde de pestisit analizleri gerçekleştirilmiştir. Mavi-yeşil alglerde pestisit birikiminin büyüme üzerine etkisini görmek içinde İznik Gölü'nden izole edilen *Nodularia spumigena* ve *Aphanizomenon aphanizomenoides* üzerine pestisit (Diazinon ve Azinfos-etil) eklemesi yapılarak zamana bağlı değişimi araştırılmıştır. Bu amaçla 10 ppm olarak hazırlanan pestisit çözeltisinden (0.5 ml) eklemeler yapılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre İznik Gölü su kalitesi zaman zaman mezotrof, zaman zaman da öyotrof karakterde bulunmuştur. Ölçülen ana besin tuzlarından azot, fosfor ve silika değerleri yıl boyunca yüksek değerlerde ölçülmüştür. Göl suyunda ölçülen pestisit değerleri istasyonlar arasında farklılık göstermiş, en yüksek değer Şubat 2009 ayında $852 \mu\text{g l}^{-1}$ ile 6. istasyonda ölçülmüştür. Guthion araştırma süresince sürekli en yüksek konsantrasyonda bulunan pestisit olmuştur.

Gölden örneklenen balıkların kas ve karaciğerinde yapılan analizlerde de pestisit kalıntılara rastlanmış, özellikle Alfa-BHC, Gama-BHC ve Aldrin gibi bilinen pestisitlerin yanında ülkemizde kullanımı yasak olan DDT kalıntısı da tespit edilmiştir.

Diazinon ve Azinfos-etil eklenen *Nodularia spumigena* ve *Aphanizomenon aphanizomenoides* kültürlerinde her iki türün büyüme oranlarında kayda değer miktarlarda bir azalma görülmemiştir. Fakat *N. spumigena* türünde 48. saatte her iki pestisit için klorofil-*a* değerlerinde azalma tespit edilmiştir. Diazinon eklenmiş kültürlerde klorofil- *a* 48. saatte $91.74 \mu\text{g l}^{-1}$ den $59.2 \mu\text{g l}^{-1}$ 'e; azinfos-etil eklenmiş kültürlerde bu miktar $91.74 \mu\text{g l}^{-1}$ 'den $47.36 \mu\text{g l}^{-1}$ 'e gerilemiştir.

Araştırma sonucunda elde edilen bulgulara göre, yıllık ortalama pestisit miktarları göz önüne alındığında İznik Gölü su kalitesi pestisitler bakımından 3. sınıf su kalitesinde bulunmuştur. Ayrıca gölden izole edilen iki mavi-yeşil alg türünün pestisitleri yüksek oranlarda bünyelerine alabildikleri tespit edilmiştir.

SUMMARY

THE EFFECT OF THE PESTICIDE ACCUMULATION ON GROWTH OF BLUE-GREEN ALGAE

In this study, water quality parameters and organophosphorus pesticides estimated in 8 selected stations from Iznik Lake. Organochlorine pesticides also estimated in fish samples that obtained from different parts of the lake. To perceive the effect of the pesticide accumulation on blue-green algae, *Nodularia spumigena* and *Aphanizomenon aphanizomenoides* isolated from the lake to see changes on cultures due to the time, two pesticides (diazinon and azinphos-ethyl) at 0.5 ml concentration were given to cultures from the 10 ppm stock solution.

Results showed that Iznik Lake is mesotrophic and eutrophic from time to time. The main nutrients nitrogen, phosphorus and silica solutions were very high during the year. The results of organophosphorus pesticides in water samples were changed through the stations and the highest estimated value was $852 \mu\text{g l}^{-1}$ in 6th station on February 2009. Guthion was the highest pesticides in all stations during the study.

Organochlorine pesticides especially Alfa-BHC, Gama-BHC and Aldrine residues were detected in the muscle and liver samples of the fishes obtained from the lake and DDT residues, which was forbidden in our country, also detected.

Added diazinon and azinphos-ethyl cultures *Nodularia spumigena* and *Aphanizomenon aphanizomenoides*, not showed any significant decreases on growth curve. But in *Nodularia spumigena* cultures, chlorophyll-*a* value reduction detected for both pesticides at 48th hour. In cultures added diazinon the chlorophyll-*a* value were decreased from $91.74 \mu\text{g l}^{-1}$ to $59.2 \mu\text{g l}^{-1}$; $91.74 \mu\text{g l}^{-1}$ to $47.36 \mu\text{g l}^{-1}$, for the azinphos-ethyl pesticide.

Due to the results of this study, consideration of the mean pesticide per annum, Iznik Lake determined 3th class for pesticide quality. Two blue-green alga species isolated from the lake, took the pesticides in their structure in a very high value is the main result of this study.

1. GİRİŞ

Tarım endüstrisinde kontrolsüz şekilde kullanılması ile ortaya çıkan pestisit kirlenmesinin etkisi, ülkemizde tarım sanayinin çok geliştiği birçok ilimizde yoğun şekilde hissedilmektedir. Uzun yıllardan beri çeşitli şekillerde tarım endüstrisinde kullanılan bu kimyasallar hiç bir arıtma işlemi uygulanmadan göl, rezervuarlar, lagüner alanlar ve haliçlere verilmektedir. Pestisitler, su ortamında bulunan canlılara (alg, omurgasız, balık, memeliler ve kuş gibi) çeşitli şekillerde zarar verebilmekte, bu canlılarda birikim yapabilmekte hatta bu canlı grubunun herhangi birisi ile beslenen insanlar ve diğer canlılar üzerinde de toksik etki gösterebilmektedir. Ayrıca pestisitler doğum kusurları, bağışıklık sistemi bozuklukları, üreme bozuklukları (kısırlık), endokrin sistemin bozulması, sinir sistemi anormallikleri, kanser gibi hayvanlarda ve insanlarda birçok kronik sağlık problemlerine neden olabilmektedirler (WHO, 1990; ATSDR, 1999).

Pestisitlerin yukarıda da anlatılan etkilerini ve ön görülemeyen diğer etkilerini daha iyi anlayabilmek için sahada doğal ortama yakın ortam oluşturularak bu kimyasalların canlılar üzerindeki etkileri araştırılmakta ya da bu çalışmalar laboratuvar ortamında denenmektedir. Şimdiye kadar yapılan çalışmaların önemli bir bölümü en kısa sürede ve doğal ortama yakın sonuçlar verdiği için algler (fitoplanktonlar) kullanılarak yapılmaktadır. Bu çalışmalarda seçilen algler üzerine belli konsantrasyonlarda eklenen pestisitlerin alglerde birikimi, alglerde oluşturduğu stres ve bu kimyasalların alglerin büyümelerine etkisi gibi çeşitli konularda araştırmalar yapılmıştır (Shehata ve diğ., 1997). Bir yandan pestisitlerin en basit organizmalar olan alglerde birikimlerinin hesaplanması ve böylece pestisit alımının besin zinciri halkasını nasıl etkileyeceğinin en kısa ve en güvenilir şekilde ortaya koyması nedeni ile bu konudaki araştırmalar bilim ve teknolojiye önemli katkılar sağlamaktadır. Bu yüzden son yıllarda bu tür araştırmalar yaygın şekilde birçok ülke tarafından kabul görmektedir. Test organizması olarak alglerin seçilmesinin bir nedeni de birincil üreticiler olan alglerin pestisitlere karşı

gösterecekleri direnç ya da yıkım o gölün direkt üretimini, balıkçılığını etkileyeceği gerçektir.

Bu çalışma da İznik Gölü'nde yedi kıyı ve bir açıksu bölgesinden olmak üzere toplam sekiz istasyondan alınan örneklerde (su ve balık) organofosforlu pestisit ölçümleri ve su kalitesi ölçümleri yapılmış, ayrıca gölden izole edilen iki mavi-yeşil alg (*Nodularia spumigena* ve *Aphanizomenon aphanizomenoides*) türü üzerinde 10 ppm konsantrasyonda hazırlanan pestisit (diazinon ve azinphos-etil) çözeltilerinden başlangıçtan itibaren 24 saat ve 48 saatte bir olmak üzere 0.5 ml konsantrasyonda eklemeler yapılarak alglerin büyümeleri üzerindeki etkilerinin ortaya konması amaçlanmıştır.

2. GENEL KISIMLAR

2.1. ALGLERİN GENEL ÖZELLİKLERİ

Algler, fotosentetik, vücutları ya tek ya da çok hücreli yapıya sahip; çok hücreli olduğu halde kök, gövde, yaprak gibi şekillere farklılaşmamış organizmalardır. Ototrof olan bu canlılar, ışıktaki fotosentez yolu ile karbondioksit ve inorganik maddelerden yüksek enerji potansiyeline sahip organik bileşikler yaparlar. Protein üretebildiklerinden dolayı, fitoplanktonlar iç sulardaki (göl, akarsu, lagün ve barajlarda) ve denizlerdeki besin zincirinin ve ağının oluşmasında en önemli halkayı oluştururlar. Fotosentetik canlı olmaları nedeni ile su tabakasının daha çok ışık alan üst kesimlerinde dağılım gösterirler. Morfolojik olarak da çok çeşitlilik göstermektedirler. Bu organizmalar tek hücreliden, kolonsal forma, iplikli biçimden şeritsi yapraksı ve ağaçsı biçimlere kadar farklı dış görünüşlerde olabilirler. Her alg grubu kendine özgü karakteristik renge sahiptirler (Cirik ve Gökpınar, 1993).

Algler deniz, göl, gölcük, baraj gölü, akarsu, haliçlerin yanı sıra, nemli toprakların üzerinde ve bir mm. kadar toprak altındaki derinlikte, nemli ağaç gövdeleri, su sızdıran kayalar gibi bölgelerde de yaşayabilirler.

2.2. CYANOPHYTA (MAVİ-YEŞİL ALGLER)'NİN GENEL ÖZELLİKLERİ

Canlılar dünyasında hücre özelliklerine göre yapılan sınıflandırmada Cyanophyta üyeleri ve bakteriler prokaryotik organizmalardır. Gerçek çekirdek ve plastidleri olmayan cyanophyta üyeleri, içerdiği klorofil-*a*, fikosiyanın ve fikoeritrin gibi pigment maddeleriyle bakterilerden ayrılırlar.

Cyanophyta diğer alg grupları arasında prokaryotik yapıda olan tek gruptur. Çekirdek zarları olmadığından DNA sitoplazma içinde dağınık halde bulunur. Klorofil ve

pigment maddeleri de sitoplazma içinde dağılmıştır. Renklerinin mavi-yeşil ya da siyah-yeşil oluşu içerdikleri fikoeritrin ve fikosiyanınin renginden ileri gelir. Üremeleri vejetatif ya da sporla üreme şeklindedir. Eşeysel üremeye rastlanmaz. Hücre çeperi selüloz, pektin'dir. Yedek besin maddeleri nişasta yerine glikojen, proteinlerden siyanofisin ve volutindir.

Planktonik mavi-yeşil algler tek hücreli veya çok hücreli kolonsal formlar şeklinde ve iplikli yapıda da olabilirler. İplikli formlarında ipliği (trikom) teşkil eden hücreler arasında spor hücrelerine (akinet) ve normal hücrelerden daha büyük ve saydam görünümlü havanın serbest azotunu fikse edebilen heterosist denen özel hücreler mevcuttur.

2.3. PESTİSİTLER

Pestisitler, sorun yaratan böcekler, hayvanlar, mikroorganizmalar, yabancı otlar ve diğer zararlıların yok edilmesinde ya da davranışlarını değiştirmede kullanılan aktif kimyasal maddelerdir (Ünal, M, 2004)

Yirminci yüzyılın sonlarında sosyal, ekonomik, kültürel ve teknolojik konularda büyük aşamalar kaydedildiği ve bunların yaşamımıza yeni boyutlar kazandırdığı yadsınamaz bir gerçektir. İlerleyen teknoloji yaşamamızı kolaylaştırıcı birçok yenilik getirirken aynı zamanda çevre sorunları adı altında çözümlenmesi zor birçok sorunun da ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu sorunların en önemlilerinden birisi de pestisit kirliliğidir.

Özellikle yirminci yüzyılda Dünya nüfusu ve bununla birlikte yiyecek ihtiyacı da hızlı bir şekilde artmış, bunun sonucunda bütün dünyada yoğun bir tarımsal faaliyet başlamış, belirli düzeyde bulunan tarım arazilerinden en yüksek düzeyde verim alınmaya çalışılmıştır. Toprak verimini artırmak için suni gübreler kullanılırken yetiştirilen ürünü zararlılardan korumak içinde yoğun ve kontrolsüz bir şekilde pestisitler kullanılmıştır. Günümüzde tarım sektöründe ekonomik olarak uygun oluşları ve kullanımlarının kolaylığı nedeniyle vazgeçilmez durumda olan pestisitler ve metabolitleri tatlı sulara, yeraltı sularında, toprakta, gıdalarda ve okyanusun derinliklerinde bile bulunmaktadır. Yarattıkları en önemli problem, hedef olan

zararlıların dışında hedef olmayan canlılara da aynı şiddette zarar vermeleridir. Nispeten yavaş bozunmaları çevrede birikimlerine neden olmakta, bu durum ise pestisitlerin kullanıldığı bölgelerde önemli ekolojik değişikliklere yol açmaktadır. Yaşadığımız çevreyi oluşturan üç ortamdan biri olan su ortamı da pestisit kirliliği tehdidinden payına düşeni fazlası ile almış, besin zinciri içerisindeki en küçük canlı olan bakteri ve sonrasında tek ve çok hücreli planktondan en üst seviyedeki balık ve su kuşlarına kadar her basamakta birikime ve sonrasında ölümlere neden olmuştur.

2.3.1 Pestisitlerin Tarihçesi

Tarihte pestisit olarak kullanılan ilk maddeler arsenik ve kükürttür. 16.yy da botanik kökenli nikotin gibi maddeler kullanılmıştır. Fakat Çinliler tarafından kurutulmuş krizantem çiçeklerinden yapılan pyrethrum tarihte bilinen ilk doğal pestisittir. II. Dünya Savaşı'na kadar kimyasal kontrolde sınırlı birkaç madde kullanılmaktaydı. Bunlar büyük oranda bakır ve cıva tuzları, kükürdün fungusit olarak kullanılması, böceklere karşı arsenik ve siyanür gibi zehirlerden yararlanılması şeklindeydi (Güler ve Çobanoğlu, 2001).

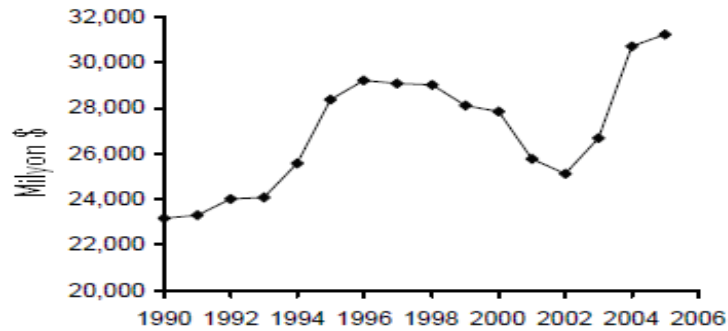
Diklorodifeniltrikloroetan (DDT)'nin ilk defa 1874 yılında bir Alman kimyacı olan Othmar Zeidler tarafından bulunması ve böceklere karşı öldürücü etkisinin 1939 yılında İsviçreli kimyacı Paul Mueller tarafından keşfedilmesiyle DDT pestisit olarak kullanılmaya başlanmıştır. 1942 yılında piyasaya çıkan DDT dünya çapında hızla kullanıma girmiştir. Amerikan ordusu tarafından bit ve pireye karşı denenilen ve büyük bir başarı ile kullanılan DDT, savaş yıllarında da İtalya da baş gösteren tifüs salgınında da büyük bir başarı göstermiş ve salgını kısa sürede ortadan kaldırmıştır. Savaş yıllarından sonrada dünyanın birçok yerinde salgınları önleyen DDT, 1965 tarihinden itibaren Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından başlatılan sıtma programı ile 15 milyon insanın yaşamını kurtarmıştır. Diğer yandan bu sıtma programının uygulandığı bölgelerde DDT'nin giderek etkisini azaldığı ve DDT'ye dirençli organizmaların geliştiği gözlenmiştir. Ölü ya da ölmekte olan sivrisineklerle beslenen kertenkeleler DDT ile zehirlenmekte, kedilerin bu kertenkeleleri yakalamaları sonucu zehirlenmeleri ve buna bağlı olarak sıçan sayısında artış meydana gelmiştir. Böylece de rodentisitlerin kullanımını artmıştır. DDT'nin 1960'lı yıllarda yapılan çalışmalarla karsonejik olduğu

saptanmış ve hedef organizma dışındaki canlılar (kuşlar, balıklar, arılar gibi.) için de çok etkili olduğu ve onlara da büyük zararlar verdiği belirtilmiştir. Yapılan uzun çalışmalar maddenin zararlı olmasının daha çok sularla dağılmasından ileri geldiğini ortaya koymuştur. Zira kullanılan bütün DDT'nin yaklaşık % 25'i denizlerde ve okyanuslarda toplanmıştır. Bundan başka göl, nehir, baraj sularında da DDT'nin biriktiği tespit edilmiş ve DDT, ABD'de 1971 yılında yasaklanmıştır (Güler ve Çobanoğlu, 2001).

II. Dünya Savaşı sırasında yeni bir sinir gazı üzerinde çalışan bilim adamları organofosforlu bir insektisit olan parathion'u bulmuşlar ve 1943'te bu pestisiti piyasaya sunmuşlardır. Benzen heksaklorür, 1940 yılında İngiltere ve Fransa tarafından insektisit olarak kabul edilmiştir. II. Dünya Savaşı'nda botanik kökenli pestisitlerin ülkeye girmesinin güçleşmesi nedeniyle ABD ve diğer ülkelerde organik kimyasallara yönelme olmuştur.

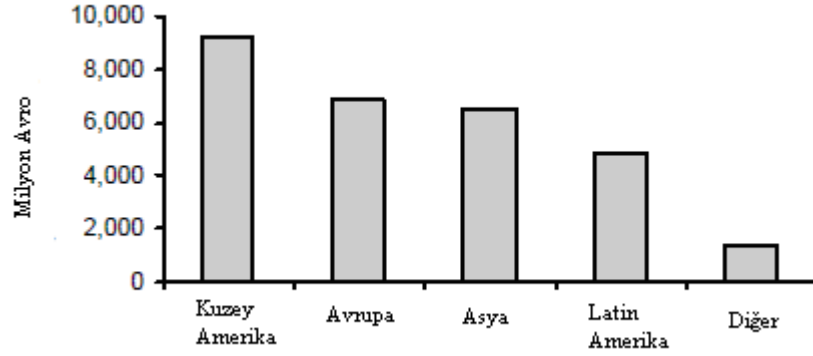
1962 yılında biyolog Rachel Carson tarafından yazılan 'Sessiz Bahar' (Silent Spring) adlı kitap ise pestisitlere karşı yapılan ilk ciddi eleştiri özelliğini taşımaktadır. DDT ve klorlu hidrokarbonların çevredeki dayanıklılığını, insan ve hayvanların yağ dokularında birikimini, hedef dışı canlılar üzerindeki toksik etkisiyle pestisitlerin ekolojik ve insan sağlığıyla ilgili yıkıcı etkilerini Carson tarafından dile getirilmiştir (Güler ve Çobanoğlu, 2001).

Bununla birlikte pestisit kullanımı 1950'den beri 50 kat artmış ve günümüzde ticari pestisit kullanımı yaklaşık 2,5 milyon ton/yıl olarak hesaplanmıştır (Tadeo, J.T, 2008).



Şekil 2.1.1990 yılından itibaren pestisitlerin dünya piyasasındaki durumu (Tadeo, J.T, 2008).

ECPA(European Crop Protection Association - Avrupa Ürün Koruma Birliği)'nin 2001–2002 yıllık raporuna göre pestisit kullanılan tarım alanları yüzdesi Kuzey Amerika'da % 31,9; Avrupa'da % 23,8 ve Asya'da % 22,6'dır (Tadeo, J.T, 2008).



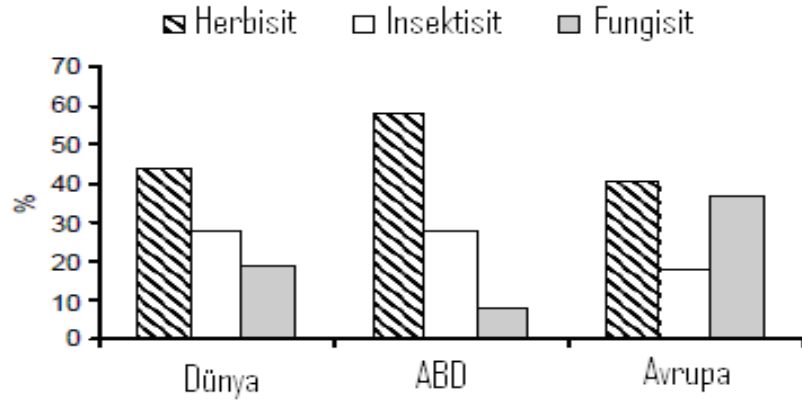
Şekil 2.2 2001–2002 yılında ait dünyada bölgesel olarak pestisit satış grafiği (Tadeo, J.T, 2008)

2.3.2 Pestisitlerin Sınıflandırılması

Pestisitler kullanım amaçlarına (hedef canlıya) göre isimler alırlar.(Ünal, M, 2004).

- Herbisitler (Bitki öldürücüler)
- İsektisitler (Böcek öldürücüler)
- Fungusitler (Mantar öldürücüler)
- Rodentisitler (Kemirgen öldürücüler)
- Akarisitler (Akar öldürücüler)
- Nemositler (Nematod öldürücüler)
- Molluskisitler (Yumuşakça öldürücüler)
- Bakterisitler (Bakteri öldürücüler)
- Algisitler (Alg öldürücüler) olarak sınıflandırılabilir.

Ana pestisit grubu istenmeyen yerlerde büyüyen bitkiler ve yabancı otları yok etmede kullanılan herbisitlerdir. Daha sonra böcekleri yok etmede kullanılan insektisitler ve sonra da mantarları öldürmede kullanılan fungusitler gelir.



Şekil 2.3 2001 yılına ait pestisit tiplerine göre yüzde (%) dağılım (Tadeo, J.T, 2008)

2.3.3 Pestisitlerin Kimyası

2.3.3.1 Klorlanmış Hidrokarbonlar

Klorlanmış hidrokarbonlar genellikle sadece karbon hidrojen içeren organik maddelerin (alifatik veya aromatik) klorlanması ile elde edilir. Bunların yararları yanında zararları da çoktur. Zararları özellikle çevre kirliliği meydana getirmelerindedir. Çevre kirliliği meydana getirmelerinin başlıca iki nedeni bunların öteki gruptakilere göre daha çok kullanılması ve doğal şartlara daha dayanıklı olmalarıdır. Bu guruba dahil başlıca pestisitler DDT, aldirin, Gama-BHC (lindan), heptaklor dieldirin, klordan ve toksafendir. Bu yapay klorlu birleşiklerin en çok bilineni ise DDT (diklorodifeniltrikloroetan)'dir.

Göl ve denizlere çok büyük miktarlarda DDT girmesine rağmen, buralardaki konsantrasyonu çok düşüktür. Çünkü çok geniş bir hacme dağılır. Bundan dolayı maddenin bu sulardaki konsantrasyonu milyarda birkaç mertebesindedir. Bu oranlar ilk bakışta önemsiz gibi görünse de gerçekte çok önemlidir. Çünkü gerek bitki, gerekse hayvan dokularının bu maddeyi biriktirme özellikleri vardır.

2.3.3.2 Poliklorobifenil (PCB)

Sanayide yoğun bir kullanım alanı bulan PCB, ilk defa 1881 yılında sentez edilmiştir. 1930 yılından itibaren de fiilen kullanılmaktadır. Bu maddelerin çevre kirleticileri

arasında olduklarının farkına ilk defa 1966 yılında varılmış ve balıklarda bu maddelerin bulunduğu tespit edilmiştir. Halen bu maddelerin büyük ölçüde etrafa yayıldıkları ve önemli bir çevre sorunu yaratıkları bilinmektedir. Yapılan çalışmalar bunların fizyolojik etkilerinin DDT'ninkine benzediğini ortaya koymuştur. Bunlarda canlı organizmalarda DDT gibi akut zehirlenmelerden ziyade, kronik zehirlenmeler meydana getirmektedir. PCB'lerin DDT'lerden daha iyi olan bir yanı, bozunma ömrünün DDT'den daha kısa olmasıdır.

2.3.3.3 Organofosfatlar

Organofosfatlar, fosfor ihtiva eden karışık yapılı organik maddelerdir. 1950'li yıllarda insektisit olarak sentezlenmişlerdir. En büyük pestisit grubu organofosfatlardır. Fosforik asidin esteri olan bu bileşikler, fosfor atomuna bağlı olan radikallere göre sınıflandırılırlar. Memelilere toksisiteleri orta ve çok toksik alanda değişiklik gösterir. Klorlanmış hidrokarbonların yerine çok yaygın şekilde kullanılan ilk pestisitler organofosfatlardır. Pek çok klorlanmış hidrokarbonun aksine, organofosfatlar insan vücudunda uzun süre depolanmazlar. Bu bileşiklere karşı böcekler memelilere oranla daha çok duyarlıdır. Toksikite moleküle, farmosötik şekle ve hayvan türüne göre değişebilir. Kedi, su kuşları, arı ve balıklar en duyarlı türlerdir.

Organik fosforlu bileşikler kolinesteraz inhibitörleridir. Asetil kolinesteraz, kolinerjik kavşaklarda nöromediatör işlevi gören asetilkolini yıkmakla yükümlü olan bir enzimdir. Bu enzimin inhibisyonu sonucu yıkımlanamayan asetilkolin libere olduğu yörelerde (otonom ganglionlar, parasempatik postgangliyoner sinir uçları, motor plak ve sentral sinir sistemi) akümüle olur. Kolinerjik kavşaklarda akümüle olan endojen asetilkolin, anılan yapılarda bulunan muskarinik, kolinerjik ve sentral kolinerjik reseptörleri, perfüze edilen eksojen asetilkolin gibi, aktive eder (Ünal, M; 2004).

Yapay ortamda yapılan çalışmalara örnek olarak Ma ve diğ (2002a,b, 2004) yaptıkları çalışmalarda değişik sayıdaki pestisitlerden özellikle herbisitlerin ve fungusitlerin değişik sayıda alg türü üzerine etkileri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre öncelikle hiç bir türün bütün pestisit türlerine karşı duyarlı olmadığı, her türün pestisit türlerine karşı farklı yanıtlar verdiği ortaya çıkmıştır. Bununla beraber alglerde

fotosentez mekanizmasını bozduğu, hücre çeperindeki yağ tabakasını etkileyerek hücre çeperinin yıkımına neden olduğu görülmüştür.

Arazi çalışmaları ise sucul ortamda bulunan, besin zincirinin en altından en üstüne kadar bütün canlılarda özellikle klorlu pestisitlerin birikimi araştırılmıştır. Okamura ve diğ. (2002) Japonya’da Biwa Gölünün etrafındaki tarım arazilerinden gelen pestisit kirliliğinin alg gelişimine etkisini araştırdıkları çalışmada, Biwa Gölünün etrafında bulunan tarım arazilerinde özellikle pirinç tarlalarında kullanılan herbisitlerin (chlornitrofen, oxadiazon, pretilachlor, thiobencarb, molinate, mefenacet, simetryn ve esprocarb) gölde bulunan planktonik canlılar üzerine etkisi araştırmış ve özellikle simetryn’in algal gelişimi yavaşlatıcı esas herbisit olduğunu belirtmişlerdir. Özellikle pirinç tarlalarının ilaçlandığı dönemde birincil üretimi olumsuz yönde etkilediğini bulmuşlardır. Benzer şekilde Kurado ve diğ., 1992 simetryn’in *Microtox bacteria*’nın DNA yapısını bozduğunu belirtmişlerdir. Yine Kasai ve Hanazato (1995) simetryn’in iç su plankton komüniteleri üzerine ekolojik etkisini araştırdıkları çalışmada deney havuzundaki zooplankton biyomasındaki düşüşün direk olarak değil ama indirek olarak simetryn nedeniyle olduğunu bulmuşlar, simetryn’in besin zincirinin ilk halkasını oluşturan alg gelişimini olumsuz yönde etkilediği, bunun da zooplankton biyomasındaki düşüşün nedeni olduğu tespit etmişlerdir.

Binelli ve diğ. (2004) İtalya’da Maggiore Gölü’nde yaptıkları çalışmada, göl etrafında 1996 yılında kapatılan kimya fabrikasının atıklarının 2000 yılı sonbaharında yoğun yağmurlar sonrasında taşkınla beraber göle karışması araştırmış, biyoindikatör olarak bir midye türü olan *Dreissena polymorpha* kullanmıştır. Örnekler Nisan 2001 den Ekim 2002 ye kadar toplanmış ve özellikle sabit organik kirleticiler yani klorlu pestisitler (DDT, PCB, HCB, HCH) araştırılmıştır. Taşkından sonra DDT değerleri sınırların çok üzerinde çıkarken HCH ve HCB değerlerinin çok düşük çıktığı, buna karşın 2001 – 2002 kışında PCB değerlerinde ani bir yükseliş olduğunu, bunun sebebinin 2000 yılı sonbaharındaki taşkınlardan ziyade barajlardan kontamine olmuş sedimanın kontrolsüz bir şekilde bırakılması olduğunu tespit etmişlerdir. Bunun sonucunda İsviçre ve İtalya’da bu gölden yakalanan balık ve diğer sucul canlıların tüketimi yasaklanmıştır.

Nakata ve diğ. (2005) 2000 – 2001 yılları arasında Çin’de Tai Gölü, Hangzhou Koyu ve Şanghai şehir bölgesinde DDT, HCH, CHL, HCB ve PCB türü organoklorlu pestisitleri sedimanda, toprakta ve vahşi hayattan topladıkları örneklerle yaptıkları çalışmada 20 yıldan uzun bir süre Çin’de kullanımı yasak olmasına karşın birçok örnekte yüksek konsantrasyonlarda bulunan ana pestisit türünün DDT olduğunu görmüşlerdir. Hangzhou Koyu çevresindeki balıklarda özellikle DDT oranının yüksek çıkması yeni DDT girişinin olduğunu göstermiştir. Ayrıca Tai Gölü’ de avlanan balıklarda HCH, CHL ve PCB türü pestisitlerin bulunması göl çevresinde bölgesel bir kaynağın olduğu sonucunun çıkarılmasına imkan vermiştir.

Sapozhnikova ve diğ. (2004), Kaliforniya’nın en büyük insan yapımı gölü olan Salton Deniz’inde yaptıkları çalışmada; sedimandan 2000 – 2001 tarihleri arasında, *Tilapia mossambique* ve *Cynoscion xanthulu* türü balıkların doku örneklerinden ise Mayıs 2001 tarihinde aldıkları örneklerden 12 klorlu pestisit, 6 organofosforlu pestisit ve 55 polyklorobifenil (PCB) türevi araştırmışlardır. Sedimanda toplam DDT konsantrasyonunun kuru ağırlığının gramında 10 – 40ng, toplam PCB konsantrasyonunun ise 116–304 ng olduğu tespit edilmiştir. Sediman ve balık dokusundaki DDT/DDD oranının ise 1’den yüksek olması yeni DDT girişlerinin olduğunu göstermiştir. Balık ciğerinde yapılan çalışmalarda endrin ve toplam DDT değerlerinin eşik değerleri aştığı görülmüştür. Balık dokularındaki toplam DDT değerlerinin de yine eşik değerlerin üzerinde olduğu görülmüştür. Balık kas dokularındaki DDE miktarının predatör kuşları korumak için kullanılan eşik değer olan 50 ng/g’ın üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Organofosforlu pestisitlerde klorlu pestisitler gibi yüksek değerlerde tespit edilmiştir. Yine yapılan bu çalışmada balıklar için en zehirli organoklorlu insektisit olan endrin’in *Tilapia mossambique* ve *Cynoscion xanthulu* kas dokularında daha önceki yapılan çalışmalara göre 10 ile 20 kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Riedel ve diğ. (2002) daha önce yaptıkları çalışmayla karşılaştırıldığında göre her iki tür balıkta HCB değerleri 20 kat daha yüksek bulunmuştur.

Valters ve diğ. (1998) Litvanya’ nın üç kırsal (Siksalas, Engures, Burtnieks) ve bir şehir bölgesindeki (Kishezers) göllerde, bir karnivor balık türü olan levrek (*Perca fluviatilis*) dokusunda yaptıkları araştırmada özellikle Kishezers gölünde tespit edilen PCB

değerinin diğer göllerde tespit edilen PCB değerlerinin 10 katı olduğu, hatta bu gölde tespit edilen en düşük PCB değerinin bile bu üç gölden elde edilen değerlerden fazla olduğu görülmüştür. Bu da bu göle (Kishezers gölü) taze PCB girişi olduğunu ve muhtemel kaynağında Riga havaalanı olduğu şüphesini uyandırmıştır. Bununla birlikte DDD/DDE oranının 1'in altında olması yeni DDT girdisi olmadığını gösterse de DDE değerlerinin diğer kırsal bölgedeki değerlerden çok daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kishezers gölünün alarm veren pestisit kirliliğine rağmen, kırsal bölgedeki üç göl olan Siksalas, Engures ve Burtnieks göllerinin İsveç'te her yönden temiz olduğu düşünülen göllerle karşılaştırıldığında aynı değerlere sahip olması bu göllerinde temiz olduğu izlenimini vermiştir.

2.3.3.4 Karbamatlar

Karbamatlar en yeni insektisitlerdir. Böceklere, mantarlara ve yabancı otlara karşı yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Dünyada ortalama 20-35 bin ton karbamat kullanıldığı tahmin edilmektedir. Çevrede çok uzun süreler kalamamakla beraber bioakümülyasyona da uğramazlar. Fakat canlı vücudundaki etkileri sinir sistemine olup, oldukça toksiktirler. Karbomik asitin organik ester veya tuzlarıdır. Çok yönlü pestisitlerdir. Bu nedenle bazıları insektisit, bazıları fungusit, bazıları mollisit olarak kullanılmaktadır.

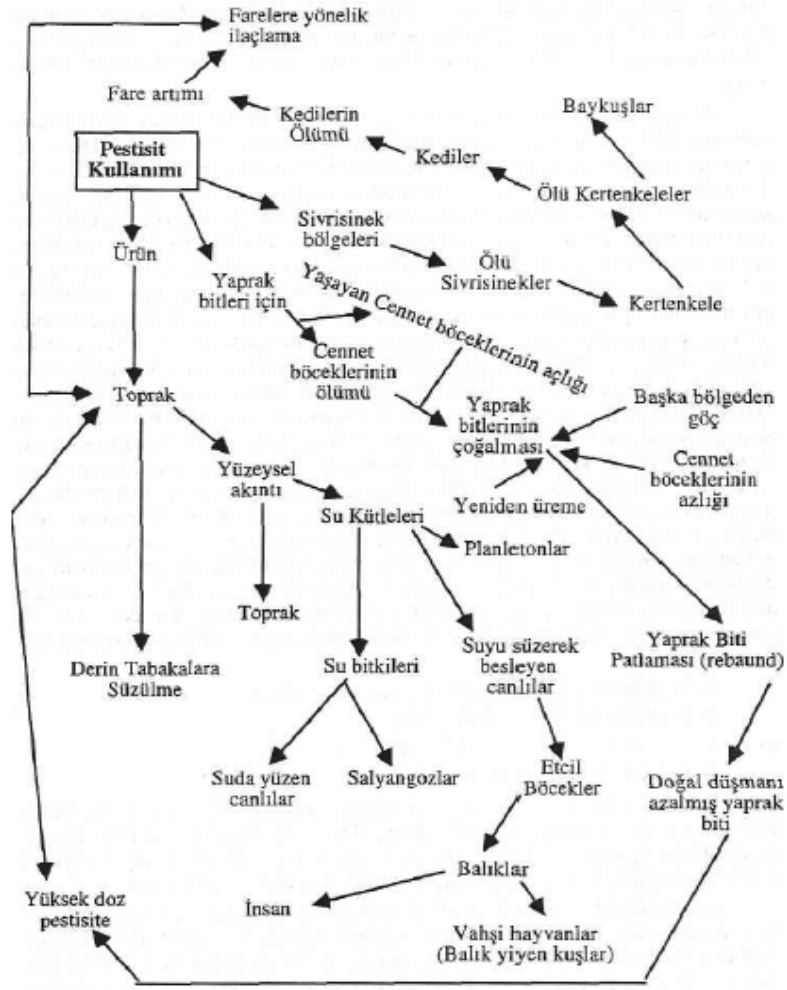
Verep ve diğ. (2005) yaptığı bir çalışmada, sucul ekosistemlerde potansiyel bir kirletici olan ve bir karbamat böcek öldürücü olan karbaril'in akut toksisitesi incelenmişler, tatlısu kefali (*Leuciscus cephalus*) için 96 saatlik LC₅₀ değerini 8.66 mg l⁻¹ olarak hesaplamışlardır. Bu değer Atlantik salmonu için 0.25 mg l⁻¹, Gökkuşacağı alabalığı için 1.3 mg l⁻¹, karaboğa başlı balık (*Ameiurus melas*) için 20 mg l⁻¹ iken omurgasızlara daha toksiktir. Daphnia için bu değer (*Daphnia magna*) 6 µg l⁻¹ ve karideslerde 5.6 µg l⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

2.3.3.5 Bakır Sülfat

Akuatik bitki herbisitleri, algisitleri ve molluskisitleri olarak kullanılan bakır birleşikleri sucul yaşam ortamlarına kasten bırakılmaktadır. Bununla birlikte bakır esaslı gübreler ve fungusitler tarımda geniş bir şekilde kullanılmaktadır (de Oliveira-Filho ve diğ. 2004). Bugün ülkemizde devlet kuruluşları tarafından da ötrofik su kaynaklarında özellikle yaz döneminde salgıladıkları cyanotoksinler nedeni ile halk sağlığını tehdit eden cyanobakterilerin (mavi-yeşil algler) uzaklaştırılması için kullanılan bakır sülfat (CuSO_4), sucul besin zincirinin esasını oluşturan fitoplanktonik ve zooplanktonik organizmaları ortaya çıkan serbest ve biyolojik olarak kullanılabilir bakır seviyesinin aşırı düzeyde artması ile etkilerken, tatlı su ekosistemini de dramatik olarak etkilemektedir (de Oliveira-Filho ve diğ. 2004). Suda ayrıştıktan sonra bakırın gösterdiği kararsız yapıdan dolayı hedef olmayan sucul organizmalarla beraber halk sağlığını da tehdit etmektedir. Hedef olmayan sucul canlılarda zehirlenmelere neden olmakta, dokularda birikim yapıp gelecek sucul popülasyonların sağlıklı gelişimine sebebiyet vermektedir.

Bakır Sülfatın algler üzerine etki mekanizması tam anlamı ile çözülememesine rağmen hücre çeperinin yıkımına sebebiyet verip hücrenin ölümüne neden olduğu düşünülmektedir. Bununla beraber, hedefi olan cyanobakterilerin dışında diğer alg gruplarını etkilemediği gerek arazi gerekse laboratuvarında yapılan çalışmalar ile tespit edilmiştir (Beyruth, 2000, Albay ve Akçaalan 2003).

2.3.4 Pestisitler ve Çevre



Şekil 2.4 Pestisitlerin doğadaki hareketleri (Güler ve Çobanoğlu, 2001)

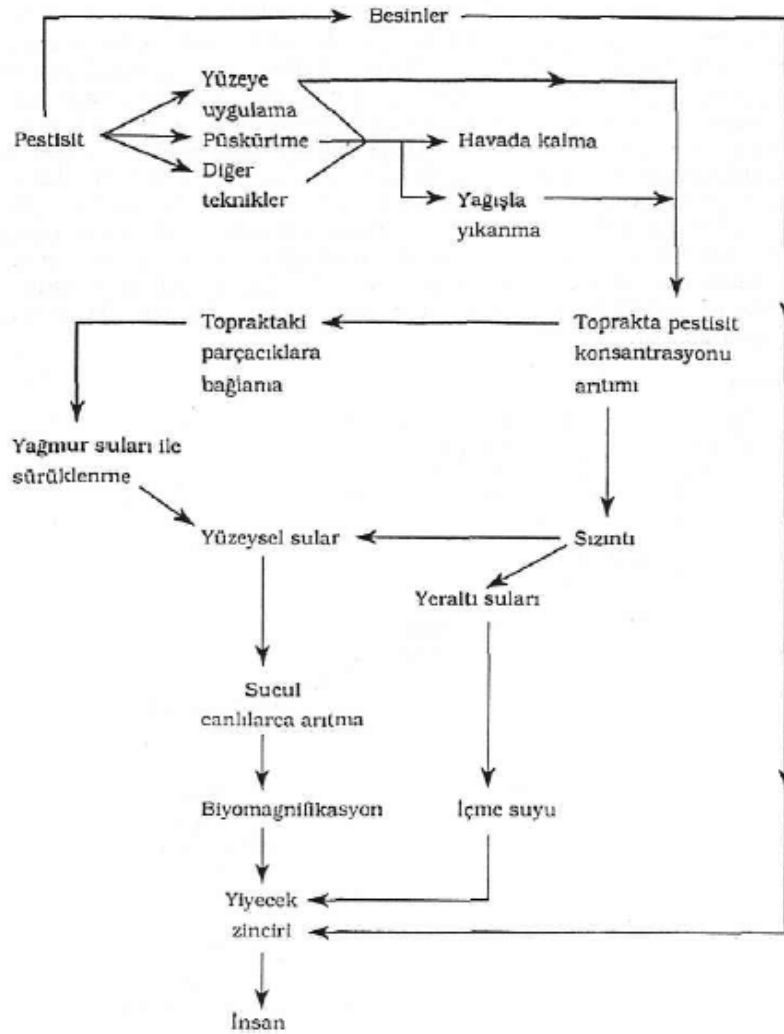
Kullanılan bir pestisit taşıdığı riskin derecesi dört faktöre bağlıdır (Ünal, M, 2004).

1. Çevrede Kalıcılığı : Aktif kalış süresi (kalıcılığı), pestisit aktif maddesinin çevrede ne kadar süre kaldığını ifade eder. Uzun süre çevrede aktif kalabilen bir pestisit kalıcı olarak tanımlanır. DDT ve Atrazine kalıcı pestisitlere örnek olarak verilebilir. Kalıcılığı çok yüksek olan bir pestisit çevre için aşırı bir risk taşır.

2. Mobilitesi: Mobilite, pestisitinin aktif maddesinin uygulandığı yerden toprak, su ve hava aracılığı ile bir başka yere taşınma yeteneğidir. Pestisitinin uygulandığı yerden başka yere çok kolay taşınabilmesi çevre için ileri derecede risklidir.

3. Hedef Olmayan Organizmalara Etkisi: Pestisitinin, hedef organizmalardan başka diğer organizmalar üzerindeki etkileri olarak tanımlanabilir. Eğer pestisitinin hedef organizmaların dışında kalan organizmalara karşı toksisitesi yüksekse, çevresel risk artar.

4. Kullanılan Miktar: Çevrede kullanılan pestisitinin toplam miktarını ifade eder. Örneğin, bir bölgede glyphosate gibi herbisitlerin yüksek miktarda kullanılması gibi. Batı Kanada'da en çok kullanılan pestisitlerin büyük bir kısmı herbisitlerdir. Çevrede yüksek miktarlarda kullanılan pestisitler, çevresel hasar için büyük bir potansiyele sahip olacaktır.



Şekil 2.5 Pestisitlerin yiyecek döngüsüne girişi (Güler ve Çobanoğlu, 2001)

Çiftçiler yüzyıllarca arsenik, kurşun ve cıva gibi elementleri içeren bileşikler böcek ve diğer pestleri kontrol etmek için kullanmışlardır. 1939 yılında DDT'nin keşfinden sonra, pestlerin kontrol edilmesinde sınırlı bir başarı elde edildiği görülmüştür. Şimdiye kadar 2,4-D ve MCP gibi diğer herbisitler pest kontrolü ve ürün iyileştirilmesi için kullanılmışlardır. Pestisitlerin toksik oldukları daima bilinmesine rağmen insanlara ve çevreye olan olumsuz etkileri ancak çok yakın zaman önce anlaşılabilmiştir. Yeraltı sularının test edilmeleri sonucu 1990 Birleşik Devletler Çevre Koruma Ajansı (USEPA) tarafından yapılan bir incelemede 38 eyaletin yeraltı sularında 74 pestisit varlığı tespit edilmiştir. Bugün artık doğal çevrenin önemi ve korunması gerektiği çok açık bir şekilde ortadadır (Ünal, M, 2004).

2.4. ÇALIŞMA YERİNİN TANIMI

İzmit Gölü, Marmara bölgesinin güney doğusundan $40^{\circ} 30' 00''$ – $40^{\circ} 23' 30''$ kuzey enlemleri ile $29^{\circ} 20' 30''$ - $29^{\circ} 42' 50''$ doğu boylamları arasında yer alan, 308 km^2 yüzölçümü ile Türkiye'nin 5. büyük, Marmara Bölgesi'nin en büyük gölüdür (Şekil 2.8).



Şekil 2.6 İzmit Gölü ve belirlenen istasyonlar

Uygun iklim ve toprak özelliklerinin yanında sulama olanaklarının bulunması ve polikültür tarımın uygulanmasıyla Marmara Bölgesinin önemli tarımsal üretim merkezlerinden biridir. Bölgedeki tarımsal sulamalar için önemli bir su kaynağı olarak tarımsal üretim üzerinde büyük bir etkiye sahip olan göl; endüstri suyu temini, su ürünleri üretimi, yüzme, amatör balıkçılık, su sporları ve günü birlik tatil olanakları ile sadece tarım için değil, endüstri ve sosyal aktiviteler yönüyle de bulunduğu yöre için oldukça önemli bir konuma sahiptir.

Gölün çevresindeki tarımsal ve endüstriyel faaliyetler ile kentleşme sonucunda ortaya çıkan atıklar, gölü besleyen derelere veya doğrudan göle verilmektedir. Bu nedenle göl, son yıllarda hızlı bir kirlenme sürecine girmiştir. Bununla birlikte, gölden başta tarımsal sulama olmak üzere mevcut faydalanım da devam etmektedir. Yöredeki yüzey su kaynaklarının evsel ve endüstriyel atıklarla kirlenmesi ve bu su kaynaklarının sulamada kullanılması nedeniyle çevre sağlığı ve tarım topraklarında verimlilik yönünden potansiyel sorunların gelişmesi olanaklı görülmektedir (Başar, H., 2004).

Gölün maksimum derinliği 65 m, göle yağın yıllık ortalama yağış miktarı $186.46 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{ yıl}^{-1}$ 'dir. Göl havzasında hakim olan iklim Marmara iklimi, yıllık ortalama sıcaklık $14,7 \text{ }^\circ\text{C}$, en sıcak ay Temmuz ayı ve en soğuk ay Ocak ayıdır. Gölün havzası yaklaşık 936 km^2 'dir. Gölün kuzey kesiminde yoğun bir şekilde (yılın 2-3 ayı hariç) meyve ve sebzeçilik, güney kesiminde ise daha çok zeytincilik tarımı yapılmaktadır (Albay, M; 1996). Gölün doğu kısmında nüfusu yaklaşık 20000 olan İznik ilçesi ve batı kısmında nüfusu yaklaşık 50000 olan Orhangazi ilçesi bulunmaktadır.

2.5. ÖRNEKLEME NOKTALARININ SEÇİMİ

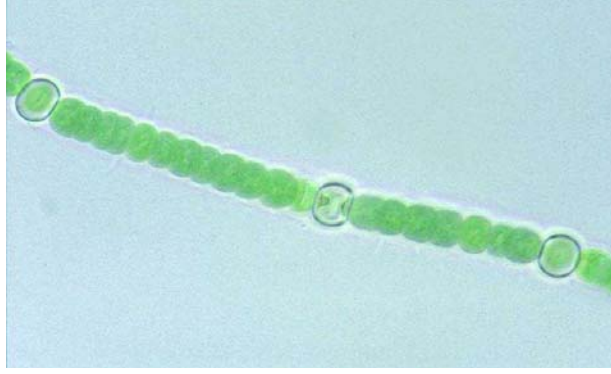
Gölde su kalitesi parametreleri ve pestisit ölçümü için toplam 8 istasyon seçilmiştir (Şekil 2.4.1). Örnekleme noktalarından kıyı istasyonlarının seçiminde; seçilen istasyonların gölü temsil edecek sayıda olmasına ve bu alanın özellikle pestisit girdisi olduğu düşünülen yerler olmasına özel önem verilmiştir. Bir istasyonda açık bölgeden referans istasyon olarak seçilmiştir. Örnekleme yapıldığı istasyonlar;

1. İstasyon : Gölün doğu kesiminden İznik ilçesinin atıkları ile etkilediği yerden seçilmiştir. Derinlik yaklaşık 1 metre'dir.
2. İstasyon : Daha çok meyve ve sebzeçilik tarımının yapıldığı gölün kuzey kesiminde Çakırca köyü önünden seçilmiştir. Derinlik yaklaşık 0.8 metre'dir.
3. İstasyon : Meyve ve sebzeçilik tarımının yapıldığı gölün kuzey kesiminde Boyalıca kasabası önünden seçilmiştir. Derinlik yaklaşık 0.6 metre'dir.
4. İstasyon : Gölün batı kesiminde yer almakta ve kıyı kesiminde yoğun şekilde tarım yapılmaktadır. Gölün bu kesimi Orhangazi ilçesinin evsel atıklarının etkisi altında da kalmaktadır. Derinlik yaklaşık 0.5 metre'dir.
5. İstasyon : Gölün güneybatı kesiminde yer almakta Gölyaka köyü evsel atıkları ve tarımsal atıklarla kirletilmektedir. Derinlik yaklaşık 0.6 metre'dir.
6. İstasyon : Gölün güney kesiminde yer alan bu istasyonun çevresinde daha çok zeytincilik tarımının yapılmaktadır. Bu bölge Narlıca kasabasının evsel atıkları ile de kirletilmektedir.
7. İstasyon : Bu alan da göreceli olarak yerleşim yerlerine uzak olan istasyonlarından biridir. İstasyon Göllüce köyünün göl ile birleştiği kıyı kesiminde yer almaktadır. Derinlik yaklaşık 1 metre'dir.
8. İstasyon: Kıyı etkisinden uzak, gölün orta kesiminden seçilmiştir. Derinlik yaklaşık 50 metre'dir.

Su kalitesi parametreleri 1., 2., 3., 4., 5., 6. ve 8. istasyonda; sudaki organofosforlu pestisitlerin ölçümleri her istasyonda; balıklardaki organoklorlu pestisitlerin tespiti 2., 4. ve 7. istasyonda yapılmıştır.

2.6. ÇALIŞMADA KULLANILAN ALG TÜRLERİ

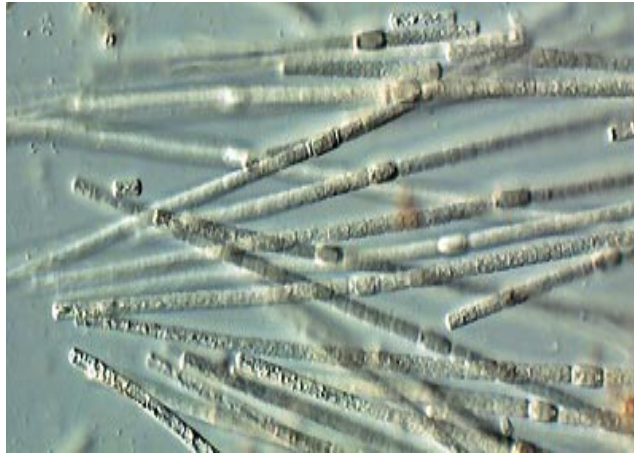
2.6.1. *Nodularia spumigena*



Şekil 2.7 *Nodularia spumigena*

Alem	: Monera
Divizyo	: Cyanophyta
Sınıf	: Cyanophyceae
Ordo	: Nostocales
Familya	: Microchaetaceae
Tür	: <i>Nodularia spumigena</i>

2.6.2. *Aphanizomenon aphanizomenoides*



Şekil 2.8 *Aphanizomenon aphanizomenoides*

Alem : Monera
Divizyo : Cyanophyta
Sınıf : Cyanophyceae
Ordo : Nostocales
Familya : Nostacaceae
Tür : *Aphanizomenon aphanizomenoides*

3. MALZEME ve YÖNTEM

3.1. GÖLDEN ÖRNEK ALIMI VE SUYUN FİZİKSEL VE KİMYASAL PARAMETRELERİN ÖLÇÜMÜ

Örnekleme yerleri yukarıda belirtilen istasyonlarda Ağustos 2008 ile Nisan 2009 tarihleri arasında iki aylık olarak yapılmıştır. Alınan su örneklerinde pH, Elektriksel İletkenlik, Toplam Fosfor (TP), Çözünmüş Reaktif Fosfor (o-PO_4), Toplam Azot (TN), Nitrit ($\text{NO}_2\text{-N}$), Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$), Demir (Fe), Silika (SiO_2), Sülfat (SO_4) ve klorofil-*a* ölçümleri yapılmıştır. Seçilen su kalitesi parametrelerinin ölçümünde APHA-AWWA WPCF, (1989)'dan, klorofil- *a* ölçümünde Nutsch (1980)'den faydalanılmıştır. Elektriksel iletkenlik YSI 30/10 FT iletkenlik ölçer ve pH Hanna HI251 pH/ORP marka pH metre ile ölçülmüştür.

3.2. PESTİSİT ÖLÇÜMÜ

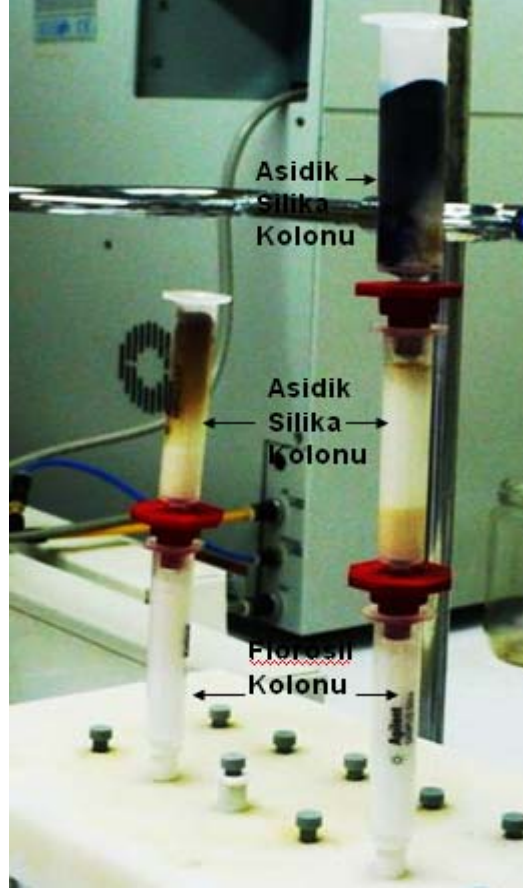
İzmit Gölü'nden alınan su ve balık örneklerinde pestisit (organofosfatlı ve klorlu) ölçümleri yapılmıştır. Göl suyundaki organofosfatlı pestisit miktarlarının belirlenmesi için, seçilen her istasyondan 1 litre su alınarak laboratuara getirilmiştir. Örnek alımı ve analizlerin ölçümünde EPA8141 metodu kullanılmış ve ölçümler TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi'nde (MAM) Dioksin Laboratuvarında Gaz Kromatografisi Azot-Fosfor Dedektörlü cihaz kullanılarak yapılmıştır. Ölçümlerde şu yöntem takip edilmiştir; Su örneklerinin diklorometan (DCM) ile sıvı-sıvı ekstraksiyonu yapılmış, daha sonra örnekler susuz Na_2SO_4 kolonundan geçirilmiş ve azot gazı (N_2) ile 0,1 ml' ye uçurularak GC-NPD cihazında okunmak üzere hazır hale getirilmişlerdir.

Balık örneklerinde klorlu pestisit analizleri için 4. istasyondan *Carrasius gibelio* ve *Rutilus frisii* örnekleri, 2. istasyondan *Carrasius gibelio* ve 7. istasyondan *Cyprinus carpio* örnekleri balıkçılardan temin edilmiştir. 2.istasyonda temin edilen *C.gibelio* örneklerinin total boyları 22.6-33.1 cm; ağırlıkları 395.2-677.8 gr arasındadır ve yaşları ortalama 7

olarak ölçülmüştür. 4. istasyondan temin edilen *C.gibelio*'nun total boyu 33.2 cm; ağırlığı 682 gr ve yaşı 8; *R. frisii*'nin total boyu 42.7 cm; ağırlığı 862 gr ve yaşı 6 olarak ölçülmüştür. 7. istasyondan temin edilen iki adet *C.carpio* örneklerinin yaşları 12 olarak ölçülmüş, total boylarının ortalama değeri 35.3 cm ve ağırlıklarının ortalaması 685 gr olarak ölçülmüştür. Pestisit ölçümü için balık örneklerinden kas ve karaciğer örnekleri alınarak blenderdan geçirilmiş, böylece homojen hale getirilmiştir. Daha sonra aseton/hekzan ile 4 saat boyunca Soxhlet ekstraktörü ile katı-sıvı ekstraksiyonu yapılmıştır (Şekil 3.1). 4 saat sonunda örnekler aktif silika ve florosil kolonundan geçilmiş (Şekil 3.2), kuruyuncaya kadar azot gazı (N₂) ile uçurulmuş ve son olarak 1 ml isooktan eklenerek Gaz Kromatografisi-Elektron Yakalıyıcı Dedektör (GC-ECD) cihazında okunmak üzere hazır hale getirilmişlerdir.



Şekil 3.1: Soxhlet ekstraktörüyle katı-sıvı ekstraksiyon işleminin yapılışı (orjinal)



Şekil 3.2 Numunenin asidik silika ve florosil kolonundan geçirilişi (orjinal)

3.3. ÇALIŞMADA KULLANILAN PESTİSİTLER

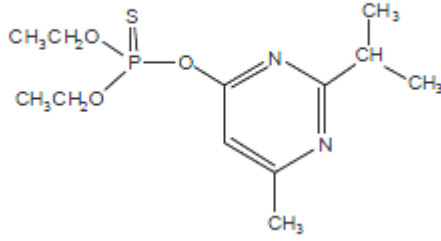
3.3.1. Diazinon

Diazinon, DSÖ'nün 'orta derecede tehlikeli' (Sınıf II) olarak sınıflandırdığı bir organofosforlu insektisittir. Çok geniş bir insektisidal aktiviteye sahip olup, uçan böceklerin ergin ve larva formlarına, böceklere ve örümceklere karşı etkilidir. Tarım alanında çok geniş bir kullanıma sahiptir. .

Bilinen adı : Diazinon

IUPAC adı : O,O-diethyl O-(2-isopropyl-6-methylpyrimidin-4-yl) phosphorothioate

Kimyasal formülü: $C_{12}H_{21}N_2O_3PS$

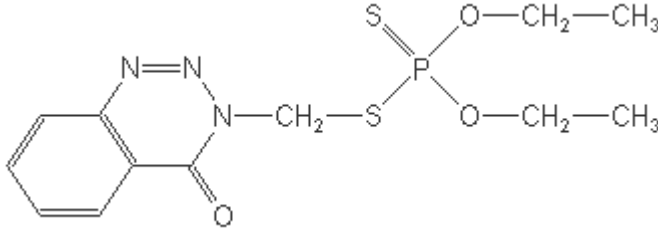


Moleküler ağırlığı	: 304.3
U.S için içme suyundaki maksimum değeri	: 3.00 µg/L
Kanada için kabul edilebilir maksimum değeri	: 20.0 µg/L olarak belirlenmiştir.

3.3.2. Azinfos-etil

Azinfos-etil, çok zehirli bir organofosforlu pestisit olup, insektisit ve akarisit olarak kullanılmaktadır.

Bilinen adı	: Azinfos-etil
IUPAC adı	: <i>S</i> -3,4-dihidro-4-oxo-1,2,3-benzotriazin-3-ylmethyl <i>O,O</i> -diethyl phosphorodithioate
Kimyasal formülü	: C ₁₂ H ₁₆ N ₃ O ₃ PS ₂



3.4. İZNIK GÖLÜ'NDEN İZOLE EDİLEN FİTOPLANKTERLERİN KÜLTÜRE ALINMASI

İznik gölünden getirilen su örnekleri mikroskop altında incelenerek baskın türler belirlenmiştir. Baskın türler olarak tespit edilen *Nodularia spumigena* ve *Aphanizomenon aphanizomenoides*'yi çoğaltmak için BG11 kültür ortamı hazırlanmıştır. Bunun için aşağıda Tablo 3.1 de verilen şekilde hazırlanan BG11 besi

ortamı 100'er ml olacak şekilde 250 ml'lik erlenlere paylaştırıldıktan sonra 121 °C'de, 20 dakika süre ile otoklavda steril hale getirilmiştir.

Tablo 3.1 BG11⁻ besi ortamının içeriği

İçerik	g l ⁻¹
NaNO ₃	1.5
<u>K₂HPO₄·3H₂O</u>	0.04
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0.075
CaCl ₂ ·2H ₂ O	0.036
Citric Asit	0.006
Demir Amonyum Sitrat	0.006
EDTA	0.001
Na ₂ CO ₃	0.02
İz elementler A5+Co	1 ml
Deionize su	1 l
pH	7.4

Steril hale getirilen 100 ml BG11⁻ besi ortamına İznik gölünden getirilen ve içerisinde *Nodularia spumigena* ve *Aphanizomenon aphanizomenoides* olan su örneklerinin ekimi yapılmış ve kültürler uygun sıcaklık (24±1 °C) ve ışık şiddeti (ortalama 5000 lüks) ortamında çoğalmaya bırakılmıştır. (Şekil 3.3). Besi ortamında yeterli sayıya ulaşan kültürler daha sonra büyük hacimli erlenlere transfer edilmişler ve burada çoğalmaya bırakılmıştır. Kültürler sürekli olarak gözlem altında tutulmuş ve hücre sayıları belli büyüklüğe (7. gün) ulaştığında pestisit ekimleri yapılmıştır.



Şekil 3.3 Fitoplankton kültür odasının genel görünümü

3.5. FITOPLANKTON KÜLTÜRLERİNE PESTİSİT EKLENMESİ VE ALG SAYIMI

Hazırlanan kültür ortamına eklenecek diazinon ve azinfos-etil pestisitlerinin stok solüsyonları hazırlanmış, 7. günün sonunda *Nodularia spumigena* ve *Aphanizomenon aphanizomenoides* kültürlerine ilk gün, 24. saatte ve 48. saat sonunda 10 ppm olarak hazırlanan diazinon ve azinfos-etil çözeltilerinden ilk olarak 0.5 ml pestisit (diazinon ve azinfos-etil) eklemesi yapılmıştır. Ölçümler kontrol dahil iki tekrarlı yapılmıştır. Kontrol grubu ve pestisit eklenmiş olan grup aynı ortam şartlarında tutulmuştur.

Ekleme yapıldıktan sonra; *Nodularia spumigena* için 48 ve 72 saat sonra, *Aphanizomenon aphanizomenoides* için 24 ve 72 saat sonunda pestisit alımını belirlemek amacıyla 20'şer ml, klorofil-*a* tayini için 5 ml, alg sayımı için 1 ml olmak üzere toplam her erlenden 21'er ml örnek alınmıştır. Daha sonra örnekler GF-C 0.47 mm kağıdından süzülerek, analiz anına kadar buzdolabında steril koşullar altında muhafaza edilmiştir. Pestisit alımlarının tespiti GC-NPD cihazında gerçekleştirilmiştir. Bu işlemler devam ederken klorofil-*a* konsantrasyonu da ölçülmüş, alg sayımları Sedgwick-Rafter sayım kamarasında yapılarak hücre sayıları tespit edilmiştir.

4. BULGULAR

4.1 SU KALİTESİ PARAMETRELERİ

Araştırma süresince İznik gölünde her iki ayda bir olmak üzere yapılan su kalitesi ölçümlerinde en düşük, en yüksek ve ortalama değerler tespit edilmiştir.

4.1.1 1.İstasyon Su Kalitesi Parametreleri

Bu istasyondaki ortalama besin tuzu değerleri zaman zaman mezotrof, zaman zaman da öyotrof gölleri karakterize eden miktarlarda bulunmuştur. Daha çok İznik İlçesinin evsel ve tarımsal atıkları ile kirlenen 1. istasyonda orta-fosfat (o-PO₄) değeri en yüksek Ekim 2008 tarihinde 31.7 µg l⁻¹ olarak ölçülürken, en düşük değer Ağustos 2008 tarihinde 4.6 µg l⁻¹ olarak tespit edilmiş, Toplam fosfor (TP) değeri en yüksek Ekim 2008 tarihinde 69.1 µg l⁻¹ olarak ölçülürken, en düşük değer Aralık 2008 tarihinde 21.2 µg l⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Nitrat (NO₃) değerleri mevsimler arasında kayda değer miktarlarda salınım yapmıştır; en yüksek NO₃ değeri Ekim 2008 tarihinde 3.7 mg l⁻¹ olarak ölçülürken, en düşük Nisan 2009 tarihinde 0.1 mg l⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Ortalama NO₃ değeri 1.0 mg l⁻¹'dir. Nitrit (NO₂) değerleri Nitrat değerlerinin aksine mevsimsel olarak küçük salınımlar yapmıştır; en yüksek değer Ekim 2008 tarihinde 6.4 µg l⁻¹ olarak ölçülürken, en düşük değer Aralık 2008 tarihinde 1 µg l⁻¹ olarak tespit edilmiştir.

1 istasyondaki ortalama Sülfat (SO₄) değeri göreceli olarak düşük konsantrasyonda (ortalama 17.4 mg l⁻¹) bulunmuştur. En yüksek değer Ekim 2008 tarihinde 23.3 mg l⁻¹ olarak ölçülmüş, en düşük değer ise Şubat 2009 tarihinde 10.8 mg l⁻¹ olarak tespit edilmiştir. 1. İstasyondaki Silika (SiO₂) konsantrasyonu da yüksek değerlerde bulunmuştur. En yüksek değer Ekim 2008 tarihinde 4.1 mg l⁻¹ ve en düşük değer Ağustos 2008 tarihinde 0.3 mg l⁻¹ olarak tespit edilmiştir.

1. İstasyonda tespit edilen Klorofil-*a* (kl-*a*) değerleri de mezotrof ve öyotrof gölleri karakterize edecek değerlerde bulunmuştur. En yüksek değer Nisan 2009 tarihinde 44.4 µg l⁻¹ olarak ölçülürken, en düşük değer Aralık 2008 tarihinde 2.7 µg l⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Bu istasyondaki Demir (Fe) konsantrasyonu düşük bulunmuştur. En yüksek

Nisan 2009 tarihinde 0.6 mg l^{-1} , ve en düşük değer Ağustos 2008 tarihinde 0.01 mg l^{-1} olarak tespit edilmiştir.

1. istasyondaki pH değeri orta seviyede alkali gölleri karakterize edecek değerlerde ölçülmüştür. En yüksek değer Aralık 2008 tarihinde 9.34 ve en düşük değer Ekim 2008 tarihinde 8.94 olarak belirlenmiştir. Bu istasyondaki Elektriksel iletkenlik değerleri göl suları için yüksek seviyeler olarak düşünölen değerler ölçülmüştür. En yüksek değer Ağustos 2008 tarihinde $868 \text{ } \mu\text{S cm}^{-1}$ ve en düşük değer Şubat 2009 tarihinde $604 \text{ } \mu\text{S cm}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.1).

Tablo 4.1 Araştırma süresince 1. İstasyon göl suyunda ölçölen en yüksek, en düşük ve ortalama su kalitesi değerleri

1.istasyon				
Parametreler	Birim	En Yüksek	En Düşük	Ortalama
o-PO ₄	$\mu\text{g l}^{-1}$	31.7	4.6	17.4
TP	$\mu\text{g l}^{-1}$	69.1	21.2	41.2
NO ₃	mg l^{-1}	3.7	0.1	1.0
NO ₂	$\mu\text{g l}^{-1}$	6.4	0.9	2.5
SO ₄	mg l^{-1}	23.3	10.8	17.4
SiO ₂	$\mu\text{g l}^{-1}$	4.1	0.3	1.83
Fe	mg l^{-1}	0.6	0.01	0.02
Kl-a	$\mu\text{g l}^{-1}$	44.4	2.7	17.1
pH		9.34	8.94	9.15
Elektriksel İletkenlik	$\mu\text{S cm}^{-1}$	868	604	787

4.1.2 2.İstasyon Su Kalitesi Parametreleri

Yoğun şekilde Çakırca yerleşim alanı ve tarımsal kirleticiler ile kirletilen 2. istasyonda özellikle Toplam Fosfor değerleri yüksek konsantrasyonunda bulunmuştur (Tablo 4.2). Toplam fosfor değeri en yüksek Şubat 2009 tarihinde $263.4 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$ olarak ölçölürken, en düşük değer Aralık 2008 tarihinde $19.7 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir. Bu istasyondaki ortalama TP değeri $110.2 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$ bulunmuştur.

2. İstasyondaki Nitrat değerleri 1. İstasyona göre daha düşük bulunmuştur. En yüksek Aralık 2008 tarihinde 1.9 mg l^{-1} olarak ölçölürken, en düşük değer Ekim 2008 tarihinde

0.6 mg l⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Bu istasyonda ölçülen Nitrit değerleri 2. İstasyonda olduğu gibi düşük değerlerde ölçülmüştür. 2. İstasyonda ölçülen Sülfat değerleri mevsimsel olarak kayda değer miktarlarda değişim göstermiştir. En yüksek değer Ekim 2008 tarihinde (52.2 mg l⁻¹) ve en düşük değer Şubat 2009 tarihinde (12.0 mg l⁻¹) tespit edilmiştir. Özellikle diatome artışları için en gerekli besin tuzlarından birisi olan Silika değerleri bu istasyonda da yüksek konsantrasyonlarda bulunmuştur. Bu istasyondaki ortalama Silika miktarı 3.4 mg l⁻¹'dir.

2. İstasyondaki klorofil değerleri araştırma süresince yüksek değerlerde bulunmuştur. En yüksek değer Şubat 2009 tarihinde 48.0 µg l⁻¹ ve en düşük değer Aralık 2008 tarihinde 8.4 µg l⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Bu istasyondaki Demir değerleri 1. İstasyondaki gibi düşük değerlerde ölçülmüştür.

Tablo 4.2 Araştırma süresince 2. İstasyon göl suyunda ölçülen en yüksek, en düşük ve ortalama su kalitesi değerleri

2.istasyon				
Parametreler	Birim	En Yüksek	En Düşük	Ortalama
o-PO ₄	µg l ⁻¹	15.6	5.9	9.3
TP	µg l ⁻¹	263.4	19.7	110.1
NO ₃	mg l ⁻¹	1.9	0.6	1.1
NO ₂	µg l ⁻¹	7.9	1.2	4.2
SO ₄	mg l ⁻¹	52.2	12.0	29
SiO ₂	µg l ⁻¹	4.3	2.2	3.4
Fe	mg l ⁻¹	0.6	0.03	0.25
Kl-a	µg l ⁻¹	48.0	8.4	22.7
pH				8.98
Elektriksel İletkenlik	µS cm ⁻¹			

4.1.3 3.İstasyon Su Kalitesi Parametreleri

Gölün litoral bölgesi en geniş bölümlerinden birisi olan ve Boyalıca kasabası önünde seçilen bu istasyon hem bu yerleşim alanının hem de tarımsal kirleticilerin etkisi altındadır. Örnekleme yapılan bu alanın aynı zamanda “koy” özelliği de taşıması nedeni ile göl suyu bu alanda havuzlanma özelliği de göstermektedir. Bu istasyonda ölçülen temel besin tuzu değerleri ve diğer su kalitesi parametrelerinin yıllık değişimleri ile ilgili elde edilen veriler gölün bu bölümünün de yoğun şekilde çevresel baskıların etkisi altında kaldığını göstermektedir. Bu istasyonda su kalitesi parametreleri ile ilgili ölçülen en yüksek, en düşük ve ortalama değerler Tablo (4.3) de verilmiştir.

Tablo 4.3 Araştırma süresince 3. İstasyon göl suyunda ölçülen en yüksek, en düşük ve ortalama su kalitesi değerleri

3.istasyon				
Parametreler	Birim	En Yüksek	En Düşük	Ortalama
o-PO4	$\mu\text{g l}^{-1}$	22.6	6.8	16.7
TP	$\mu\text{g l}^{-1}$	94.5	35.3	53.0
NO ₃	mg l^{-1}	2.5	0.1	0.9
NO ₂	$\mu\text{g l}^{-1}$	31.3	1.1	7.7
SO ₄	mg l^{-1}	21.1	10.6	16.3
SiO ₂	$\mu\text{g l}^{-1}$	1.9	1.1	1.4
Fe	mg l^{-1}	0.6	0.01	0.03
Kl-a	$\mu\text{g l}^{-1}$	18.3	3.1	11.8
pH		9.39	8.76	9.16
Elektriksel İletkenlik	$\mu\text{S cm}^{-1}$	764	602	707

4.1.4 4.İstasyon Su Kalitesi Parametreleri

Orhangazi ilçesinin evsel atıkları ve göl çevresinde yaygın olarak yapılan tarımsal faaliyet nedeni ile gölün bu bölgesi yoğun şekilde kirletilmektedir. Bu yüzden ölçülen su kalitesi değerleri öyotrofik suları karakterize eden miktarlarda bulunmuştur. Örneğin araştırma süresince bu istasyonda en yüksek orta-fosfat değeri Aralık 2008 tarihinde $101 \mu\text{g l}^{-1}$ 'ye kadar yükselirken Toplam fosfor değeri $55.1 \mu\text{g l}^{-1}$ 'nin altına düşmemiştir.

4. istasyonda Nitrat değeri en yüksek Nisan 2009 tarihinde 1.0 mg l^{-1} olarak ölçülürken, en düşük değer Ekim 2008 tarihinde 0.1 mg l^{-1} olarak tespit edilmiştir. Kirli suların belirteçlerinden biri olan Nitrit değeri en yüksek Nisan 2009 tarihinde $39.6 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$ 'ye kadar ulaşmıştır. Bu istasyonda ölçülen diğer su kalitesi parametrelerinin en yüksek, en düşük ve ortalama değerleri Tablo 4.4 de verilmiştir.

Tablo 4.4 Araştırma süresince 4. İstasyon göl suyunda ölçülen en yüksek, en düşük ve ortalama su kalitesi değerleri

4.istasyon				
Parametreler	Birim	En Yüksek	En Düşük	Ortalama
o-PO ₄	$\mu\text{g l}^{-1}$	101.3	15.8	57.8
TP	$\mu\text{g l}^{-1}$	148.1	55.1	95.9
NO ₃	mg l^{-1}	1.0	0.1	0.5
NO ₂	$\mu\text{g l}^{-1}$	39.6	1.3	18.2
SO ₄	mg l^{-1}	20.8	11.7	17.1
SiO ₂	$\mu\text{g l}^{-1}$	5.4	0.5	2.5
Fe	mg l^{-1}	0.07	0.03	0.04
Kl-a	$\mu\text{g l}^{-1}$	21.8	2.2	9.3
pH		9.43	9.34	9.38
Elektriksel İletkenlik	$\mu\text{S cm}^{-1}$	686	615	650

4.1.5 5.İstasyon Su Kalitesi Parametreleri

3. istasyonda olduğu gibi 5. istasyonun da “koy” özelliği göstermesi nedeni ile su değişimi gölün bu kesiminde sınırlı olmakta ve “havuzlanma” özelliği göstermektedir. Ayrıca gölün bu bölümü Gölyaka yerleşim alanının evsel atıklarının yanında tarımsal atıklarla da kirletilmektedir. Bu istasyonda ölçülen parametrelerden özellikle orta-fosfat ve toplam fosfor değerleri yüksek konsantrasyonlarda bulunmuştur. En yüksek orto fosfat değeri Aralık 2008 tarihinde $75.5 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$ olarak ölçülürken, en düşük değer Ekim 2008 tarihinde $11.8 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir. Toplam fosfat (TP) değeri ise en yüksek değere Şubat 2009 tarihinde $186 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$ ile ulaşmıştır.

Bu istasyonda en yüksek Nitrat değeri Şubat 2009 tarihinde 0.6 mg l^{-1} olarak ve en düşük değer Aralık 2008 tarihinde 0.4 mg l^{-1} olarak tespit edilmiştir. Araştırma süresince ölçülen

Klorofil-*a* değerleri öytruf gölleri karakterize edecek değerlerde tespit edilmiş ve bu istasyondaki ortalama klorofil-*a* değeri $9.9 \mu\text{g l}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır.

5. istasyonun en yüksek pH değeri Aralık 2008 tarihinde 9.41; en düşük 9.06 olarak Şubat 2009 tarihinde ölçülmüş, Elektriksel İletkenlik değeri yıl boyunca yüksek konsantrasyonlarda bulunmuştur. Bu istasyonda ölçülen su kalitesi verileri ile ilgili sonuçlar Tablo 4.5 de özetlenmiştir.

Tablo 4.5 Araştırma süresince 5. İstasyon göl suyunda ölçülen en yüksek, en düşük ve ortalama su kalitesi değerleri

5.istasyon				
Parametreler	Birim	En Yüksek	En Düşük	Ortalama
o-PO ₄	$\mu\text{g l}^{-1}$	75.5	11.8	41.5
TP	$\mu\text{g l}^{-1}$	186.1	33.4	92.0
NO ₃	mg l^{-1}	0.6	0.4	0.47
NO ₂	$\mu\text{g l}^{-1}$	9.9	1.0	4.75
SO ₄	mg l^{-1}	22.3	11.0	15.8
SiO ₂	$\mu\text{g l}^{-1}$	4.8	0.5	2.5
Fe	mg l^{-1}	1.0	0.02	0.04
Kl- <i>a</i>	$\mu\text{g l}^{-1}$	22.2	4.0	9.9
pH		9.41	9.06	9.2
Elektriksel İletkenlik	$\mu\text{S cm}^{-1}$			957

4.1.6 6.İstasyon Su Kalitesi Parametreleri

Bu istasyon özellikle Narlıca yerleşim alanının evsel atık suları, yoğun şekilde zeytincilik faaliyetlerinde kullanılan gübreler ve pestisitlerce kirletilmektedir. Bu istasyonda en yüksek orto fosfat değeri Şubat 2009 tarihinde $18.9 \mu\text{g l}^{-1}$ ve en düşük Ağustos 2008 tarihinde $6.0 \mu\text{g l}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Toplam fosfat (TP) değerleri de yüksek konsantrasyonlarda bulunmuş ve bu değer Ağustos 2008 tarihinde $48.5 \mu\text{g l}^{-1}$ 'ye ulaşmıştır.

Göl suyundaki Nitrat değerleri $0.2 - 1.0 \text{mg l}^{-1}$ arasında, Nitrit değerleri $0.4 - 2.0 \mu\text{g l}^{-1}$ arasında, Sülfat değerleri $10.5 - 21.3 \text{mg l}^{-1}$ arasında, Silika değerleri $0.5 - 1.9 \text{mg l}^{-1}$ arasında, Klorofil-*a* değerleri $0.9 - 15.1 \mu\text{g l}^{-1}$ arasında değişmiştir. Araştırma süresince

bu istasyonda ölçülen su kalitesi parametrelerinin en yüksek, en düşük ve ortalama miktarları Tablo 4.6 de verilmiştir.

Tablo 4.6 Araştırma süresince 6. İstasyon göl suyunda ölçülen en yüksek, en düşük ve ortalama su kalitesi değerleri

6.istasyon				
Parametreler	Birim	En Yüksek	En Düşük	Ortalama
o-PO ₄	µg l ⁻¹	18.9	6.0	14.4
TP	µg l ⁻¹	48.5	20.2	34
NO ₃	mg l ⁻¹	1.0	0.2	0.5
NO ₂	µg l ⁻¹	2.0	0.4	1.1
SO ₄	mg l ⁻¹	21.3	10.5	17
SiO ₂	µg l ⁻¹	1.9	0.5	1.3
Fe	mg l ⁻¹	0.3	0.01	0.02
Kl- <i>a</i>	µg l ⁻¹	15.1	0.9	6.04
pH		9.28	9.12	9.17
Elektriksel İletkenlik	µS cm ⁻¹	873	740	821

4.1.7 8.İstasyon Su Kalitesi Parametreleri

Kıyı etkisinden uzakta, referans istasyon olarak seçilen 8. istasyonda ölçülen besin tuzlarının tamamı yüksek konsantrasyonlarda bulunmuştur. Ölçülen parametrelerden orto-fosfat değerleri 14.9 – 32.7 µg l⁻¹ arasında, Toplam fosfor değerleri 20.4 - 59.0 µg l⁻¹ arasında, Nitrat değerleri 0.2 - 0.7 mg l⁻¹ arasında, Nitrit değerleri 0.4 - 38.8 µg l⁻¹ arasında, Sülfat değerleri 10.2 - 31.6 mg l⁻¹ arasında, Silika değerleri 0.6 – 3.7 mg l⁻¹ arasında klorofil-*a* değerleri 1.3 - 8.9 µg l⁻¹ arasında, Demir 0.01 – 0.1 mg l⁻¹ arasında, ölçülmüştür. Bu istasyonda tespit edilen sonuçlar Tablo 4.7 özetlenmiştir.

Tablo 4.7 Araştırma süresince 8. İstasyon göl suyunda ölçülen en yüksek, en düşük ve ortalama su kalitesi değerleri

8.istasyon				
Parametreler	Birim	En Yüksek	En Düşük	Ortalama
o-PO ₄	µg l ⁻¹	32.7	14.9	24.1
TP	µg l ⁻¹	59.0	20.4	40.2
NO ₃	mg l ⁻¹	0.7	0.2	0.4
NO ₂	µg l ⁻¹	38.8	0.4	10.52
SO ₄	mg l ⁻¹	31.6	10.2	21
SiO ₂	µg l ⁻¹	3.7	0.6	1.7
Fe	mg l ⁻¹	0.1	0.01	0.012
Kl-a	µg l ⁻¹	8.9	1.3	5.5
pH		9.31	9.12	9.22
Elektriksel İletkenlik	µS cm ⁻¹	948		

4.2. PESTİSİT ÖLÇÜMLERİ

4.2.1 1.İstasyon Su Örneklerinde Fosforlu Pestisit Ölçümü

1. istasyondaki ölçüm sonuçları Tablo 4.8 verilmiştir. 1. İstasyonda göl suyunda elde edilen pestisit analizi sonuçlarına göre elde edilen sonuçlar pestisit'in yoğun şekilde kullanıldığı dönemler ile paralellik göstermiştir. En yüksek değerler pestisit kullanımının yoğunlaşmaya başladığı ilkbahar ve yaz aylarında ölçülmüş, sonbahar döneminde ise en düşük değerlere gerilemiştir. Pestisitlerden Guthion (azinfos-metil) Nisan 2009 tarihinde 387 µg l⁻¹, Mevinphos Temmuz 2008 tarihinde 76.58 µg l⁻¹ ve Chlorfenviphos Temmuz 2008 tarihinde 137 µg l⁻¹ye ulaşmıştır.

1.istasyonda sudaki ölçülen tüm fosforlu pestisitlerin değeri Temmuz 2008 de 250 µg l⁻¹, Ağustos 2008 de toplam 61.25 µg l⁻¹, Ekim 2008 de 28.68 µg l⁻¹, Aralık 2008 de 66.45 µg l⁻¹, Şubat 2009 da 78.64 µg l⁻¹ ve Nisan 2009 tarihinde 511 µg l⁻¹ bulunmuştur (Tablo 4.8)

Tablo 4.8 Araştırma süresince 1. İstasyon göl suyunda ölçülen fosforlu pestisit değerleri ($\mu\text{g l}^{-1}$)

Pestisit adı	Temmuz 2008	Ağustos 2008	Ekim 2008	Aralık 2008	Şubat 2009	Nisan 2009
Tetrachlorvinphos	1.04	2.04	2,70	-	2.94	2.22
Guthion	2.71	6.48	1.62	9.45	43.78	387
Ethroprop	1.17	2.10	-	-	-	-
Parathion-methyl	1.58	2.24	2.08	1.99	2.00	2.16
Demeton-O	2.34	4.36	-	4.50	-	4.60
Naled	2.20	4.39	-	4.63	-	-
Phorate	2.85	2.26	-	2.26	-	2.61
Fensulfothion	1.22	2.33	-	2.54	-	2.46
TEPP	3.16	5.87	-	5.85	5.82	5.88
Mevinphos	38.29	2.34	1.96	-	-	-
Fenthion	0.94	1.84	2.06	1.84	1.84	1.95
Merphos	1.10	2.08	2.08	-	2.08	2.13
Tokuthion	3.17	1.94	-	-	2.08	2.42
Bolstar	1.26	2.29	2.28	2.30	1.94	2.57
Coumaphos	1.02	1.98	1.96	2.39	2.30	2.62
Azinphos-ethyl	-	-	-	-	-	68
Trichloronate	1.20	2.06	-	2.04	11.19	2.24
Chlorpyrifos	3.61	-	-	2.57	-	2.96
Demeton-S	2.13	2.84	-	2.85	-	3.23
Diazinon	1.16	1.94	1.89	1.90	-	2.03
Disulfoton	1.45	2.72	2.67	2.66	2.67	2.82
Dichlorvos	6.95	-	1.99	1.96	-	-
Monochrotophos	0.73	0.27	-	0.25	-	-
Trichlorfon	3.74	6.60	-	6.29	-	6.99
Fonofos	9.00	-	-	-	-	-
Crotoxyphos	-	0.27	-	-	-	3.76
Phosphamidon	9.91	-	-	-	-	-
Chlorpyrifos-methyl	3.61	-	-	-	-	-
Malathion	-	-	-	4.67	-	-
Parathion-ethyl	-	-	-	3.50	-	-
Chlorfenvinphos	137.34	-	-	-	-	-
Carbophenothion	4.19	-	-	-	-	-
Dichrotophos	0.96	-	-	-	-	-
Leptophos	-	-	5.4	-	-	-
Toplam	250	61.25	28.68	66.45	78.64	511

4.2.2 2.İstasyon Su Örneklerinde Fosforlu Pestisit Ölçümü

2. istasyonda Aralık 2008 ve Şubat 2009 tarihlerinde su örneklerinde fosforlu pestisit ölçümleri yapılmış ve Tablo 4.9 de verilmiştir.. Elde edilen bulgulara göre hem Aralık 2008 de hem de Şubat 2009 da Guthion sırası ile $18.4 \mu\text{g l}^{-1}$ ve $17.7 \mu\text{g l}^{-1}$ baskınlık göstermiştir. Aralık ayında toplam pestisit değeri $34.20 \mu\text{g l}^{-1}$ iken Şubat ayında $67.39 \mu\text{g l}^{-1}$ olmuştur(Tablo 4.9).

Tablo 4.9 Aralık 2008 ve Şubat 2009 tarihlerinde 2. İstasyon göl suyunda ölçülen fosforlu pestisit değerleri ($\mu\text{g l}^{-1}$)

Pestisit adı	Aralık 2008	Şubat 2009
Tetrachlorvinphos	2.36	2.04
Guthion	18.4	17.7
Ethroprop	2.10	2.10
Parathion-methyl	-	1.99
Demeton-O	-	4.39
Naled	4.39	4.38
Phorate	2.28	2.26
Fensulfothion	-	2.32
TEPP	-	5.80
Mevinphos	1.97	1.96
Fenthion	-	1.84
Merphos	-	2.08
Tokuthion	-	1.94
Bolstar	-	2.29
Coumaphos	-	1.98
Trichloronate	-	2.07
Chlorpyrifos	-	2.55
Demeton-S	-	2.87
Diazinon	-	1.89
Disulfoton	2.74	-
Dichlorvos	-	1.08
Monochrotophos	-	0.26
Fonofos	-	1.63
Toplam	34.20	67.39

4.2.3 2. İstasyon *Carassius gibelio* Örneklerinde Klorlu Pestisit Ölçümü

2. İstasyondan örneklenen *Carassius gibelio*'nun kas ve karaciğerinde yapılan ölçümlerde her iki örnekte Alfa-BHC baskın olmuştur (Tablo 4.10). Öte yandan balıkların hem kasında hem de karaciğerinde ölçümlerde ülkemizde kullanımı yasak olan hem DDT'ye hem de metaboliti olan DDE'ye rastlanmıştır.

Tablo 4.10 2. istasyon da yakalanan *Carassius gibelio*'nun kas ve karaciğerinde tespit edilen klorlu pestisit değerleri

Klorlu Pestisit (ng/1000gr)	C.gibelio Kas	C.gibelio Karaciğer
Alfa-BHC	0.058	0.084
Gama-BHC	0.017	0.022
Aldrin	0.032	0.037
Heptaklor epoksit	0.008	0.010
4-4 DDE	0.029	0.055
Dieldrin	0.012	0.017
4-4 DDT	0.019	0.060
Metoksiklor	0.009	0.013
Toplam	0.183	0.3

4.2.4 3. İstasyon Su Örneklerinde Fosforlu Pestisit Ölçümü

3. istasyonda suda yapılan pestisit ölçümlerinde Guthion (azinfos-metil)'un Şubat 2009 tarihinde $114 \mu\text{g l}^{-1}$ ile en yüksek değere ulaşmıştır. Suda ölçülen tüm fosforlu pestisitlerin değeri en yüksek Şubat 2009 tarihinde $190 \mu\text{g l}^{-1}$ olarak ölçülmüştür (Tablo 4.11).

Tablo 4.11 Araştırma süresince 3. İstasyon göl suyunda ölçülen fosforlu pestisit değerleri ($\mu\text{g l}^{-1}$)

Pestisit adı	Ağustos 2008	Ekim 2008	Aralık 2008	Şubat 2009	Nisan 2009
Tetrachlorvinphos	2.04	-	-	2.05	2.44
Guthion	2.25	1.58	18.52	113.54	24.42
Ethroprop	2.09	2.10	-	2.09	-
Parathion-methyl	3.37	2.32	2.22	1.99	1.99
Demeton-O	4.40	-	4.80	4.44	-
Naled	4.39	4.39	4.71	4.41	-
Phorate	3.06	2.27	-	2.26	2.26
Fensulfothion	2.37	2.33	-	2.35	-
TEPP	5.81	-	5.96	5.82	2.34
Mevinphos	1.95	1.96	-	1.96	1.95
Fenthion	-	1.84	-	1.84	1.84
Merphos	28.33	8.69	-	2.09	2.08
Tokuthion	-	1.97	-	1.94	1.93
Bolstar	2.28	-	2.48	2.29	2.28
Coumaphos	1.99	1.97	-	1.96	1.96
Azinphos-ethyl	-	-	-	24.59	16.45
Trichloronate	7.74	3.59	-	2.04	-
Chlorpyrifos	2.65	2.68	2.75	2.55	-
Demeton-S	2.85	3.26	2.87	2.86	-
Diazinon	1.89	1.90	2.05	1.89	-
Disulfoton	2.75	2.67	2.83	2.66	-
Dichlorvos	1.97	1.98	-	1.97	-
Monochrotophos	1.62	0.62	0.28	0.26	-
Trichlorfon	6.82	-	7.08	-	-
Fonofos	5.04	2.26	-	-	-
Crotoxyphos	0.90	-	-	0.09	-
Phosphamidon	12.79	-	-	-	-
Malathion	9.13	-	-	-	-
Fenitrothion	8.00	0.84	-	-	-
Parathion-ethyl	5.63	-	-	-	-
Chlorfenvinphos	-	0.39	-	-	-
Toplam	134.12	51.58	56.54	190	64.29

4.2.5 4.İstasyon Su Örneklerinde Fosforlu Pestisit Ölçümü

Araştırma süresince 4. İstasyondan alınan su örneklerinde yapılan pestisit ölçümlerinde Guthion en yüksek Şubat 2009 tarihinde $233 \mu\text{g l}^{-1}$ ve Azinfos-etil en yüksek Şubat 2009 tarihinde $43.97 \mu\text{g l}^{-1}$ bulunmuştur. Bu istasyonda suda ölçülen fosforlu pestisitlerin toplam değeri en yüksek Şubat 2009 tarihinde $332 \mu\text{g l}^{-1}$ olarak ölçülmüştür.

Ölçüm yapılan diğer aylarda tespit edilen toplam pestisit miktarları sırası ile Ekim 2008 de $53.22 \mu\text{g l}^{-1}$, Aralık 2008 de $98 \mu\text{g l}^{-1}$ ve Nisan 2009 da $52.89 \mu\text{g l}^{-1}$ olmuştur (Tablo 4.12).

Tablo 4.12 Araştırma süresince 4. İstasyon göl suyunda ölçülen fosforlu pestisit değerleri

Pestisit adı	Ekim 2008	Aralık 2008	Şubat 2009	Nisan 2009
Tetrachlorvinphos	2.04	2.05	2.04	2.91
Guthion	1.58	16.35	233	45.22
Ethroprop	2.09	2.73	2.10	2.41
Parathion-methyl	2.00	1.99	1.99	2.34
Demeton-O	4.38	4.75	4.42	-
Naled	4.41	4.38	4.39	-
Phorate	2.26	2.27	2.33	-
Fensulfotion	2.33	2.33	-	-
TEPP	5.79	5.82	5.79	-
Mevinphos	1.96	-	1.96	-
Fenthion	1.84	1.84	1.84	-
Merphos	2.08	2.12	2.08	-
Tokuthion	1.94	1.98	2.02	-
Bolstar	2.29	-	2.29	-
Coumaphos	1.99	2.03	1.96	-
Azinphos-ethyl	-	-	43.97	-
Trichloronate	2.04	-	2.07	-
Chlorpyrifos	2.56	2.55	2.56	-
Demeton-S	2.84	2.85	2.84	-
Diazinon	1.89	2.06	1.88	-
Disulfoton	2.67	2.82	2.67	-
Dichlorvos	1.97	1.97	1.97	-
Monochrotophos	0.26	0.29	0.25	-
Trichlorfon	-	6.82	6.30	-
Crotoxyphos	-	0.71	-	-
Phosphamidon	-	19.95	-	-
Chlorpyrifos-methyl	-	7.40	-	-
Toplam	53.22	98	332	52.89

4.2.6 4.istasyon *Carassius gibelio* ve *Rutilus frisii* Örneklerinde Klorlu Pestisit Ölçümü

4. istasyonda hem *Carassius gibelio* hem de *Rutilus frisii* yerel balıkçılardan temin edilerek

klorlu pestisit ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler *Carassius gibelio*'nun kas ve karaciğerinde; *Rutilus frisii*'nin kasında yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre hem *C. gibelio*'da hem de *R. frisii*'nin kasında ALFA-BHC ve 4-4 DDE baskın grubu oluşturmuş, *C. gibelio*'nun karaciğerinde yapılan analizlerde ise Heptaklor epoksit ve Aldrin yüksek değerlerde bulunmuştur (Tablo 4.13).

Tablo 4.13 Araştırma süresince 4. istasyonda örneklenen *Carassius gibelio*'nun kas ve karaciğerinde; *Rutilus frisii*'nin kasında tespit edilen klorlu pestisit değerleri

Klorlu Pestisit (ng/1000gr)	<i>C.gibelio</i> Kas	<i>C.gibelio</i> Karaciğer	<i>R.frisii</i> Kas
Alfa-BHC	0.085	-	0.056
Gama-BHC	0.023	0.036	0.007
Aldrin	0.041	0.085	-
Heptaklor epoksit	0.077	0.092	0.048
4-4 DDE	0.083	0.026	0.065
Dieldrin	0.017	0.022	0.011
Metoksiklor	0.014	0.016	0.009
Toplam	0.339	0.277	0.197

4.2.7 5.İstasyon Su Örneklerinde Fosforlu Pestisit Ölçümü

5. istasyonda Ekim 2008, Şubat 2009 ve Nisan 2009 tarihlerinde su örnekleri alınarak fosforlu pestisit ölçümleri yapılmıştır. En yüksek Nisan 2009 tarihinde $90.5 \mu\text{g l}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Ölçüm yapılan Ekim 2008 ve Şubat 2009 aylarında ise sırası ile $53.23 \mu\text{g l}^{-1}$ ve $76.34 \mu\text{g l}^{-1}$ kaydedilmiştir. Diğer istasyonlarda olduğu gibi bu istasyonda da Guthion yüksek konsantrasyonlarda bulunmuş ve Nisan 2009 tarihinde $65.94 \mu\text{g l}^{-1}$ 'ye ulaşmıştır (Tablo 4.14).

Tablo 4.14 Araştırma süresince 5. İstasyon göl suyunda ölçülen fosforlu pestisit değerleri ($\mu\text{g l}^{-1}$)

Pestisit adı	Ekim 2008	Şubat 2009	Nisan 2009
Tetrachlorvinphos	2.03	2.04	3.21
Guthion	1.58	21.72	65.94
Ethroprop	2.10	2.11	-
Parathion-methyl	1.99	2.00	2.05
Demeton-O	4.36	4.38	4.44
Naled	4.41	4.42	4.40
Phorate	2.27	2.26	2.26
Fensulfothion	2.33	2.35	2.36
TEPP	5.80	5.81	5.82
Mevinphos	1.96	1.98	-
Fenthion	1.84	1.84	-
Merphos	2.08	2.12	-
Tokuthion	1.94	1.93	-
Bolstar	2.29	2.29	-
Coumaphos	1.97	1.96	-
Trichloronate	2.07	2.06	-
Chlorpyrifos	2.55	2.55	-
Demeton-S	2.84	2.85	-
Diazinon	1.90	1.91	-
Disulfoton	2.67	2.67	-
Dichlorvos	1.97	-	-
Monochrotophos	0.28	0.26	-
Fonofos	-	4.84	-
Toplam	53.23	76.34	90.50

4.2.8 6.İstasyon Su Örneklerinde Fosforlu Pestisit Ölçümü

6. istasyonda su örneklerinde yapılan pestisit analizinde elde edilen bulgulara göre Şubat 2009 tarihinde ölçülen değer diğer aylara göre kayda değer miktarlarda farklılık göstermiştir. Şubat 2009 tarihinde $852 \mu\text{g l}^{-1}$ olan toplam pestisit değerleri Ağustos, Ekim ve Aralık 2008 de sırası ile 55.67 , 40.32 ve $73.32 \mu\text{g l}^{-1}$ olmuş, Nisan 2009 tarihinde 15.15

$\mu\text{g l}^{-1}$ 'ye gerilemiştir. Guthion bu istasyonda da baskınlık göstermiş ve en yüksek değere Şubat 2009 tarihinde $646 \mu\text{g l}^{-1}$ ile ulaşmıştır. Azinfos-etil ise yine Şubat 2009 tarihinde önemli bir artış yaparak $145 \mu\text{g l}^{-1}$ ile ikinci derecede baskınlık olmuştur. (Tablo 4.15.)

Tablo 4.15 Araştırma süresince 6. İstasyon göl suyunda ölçülen fosforlu pestisit değerleri ($\mu\text{g l}^{-1}$).

Pestisit adı	Ağustos 2008	Ekim 2008	Aralık 2008	Şubat 2009	Nisan 2009
Tetrachlorvinphos	2.33	2.05	2.52	2.13	2.33
Guthion	16.06	1.60	14.19	647	12.81
Ethroprop	-	2.10	2.20	2.12	-
Parathion-methyl	2.11	-	2.26	1.99	-
Demeton-O	4.36	4.37	4.62	4.84	-
Naled	4.48	4.38	4.48	4.41	-
Phorate	-	-	2.29	2.27	-
Fensulfothion	2.34	2.33	2.53	2.33	-
TEPP	5.80	5.81	6.03	5.79	-
Mevinphos	2.15	1.98	-	1.96	-
Fenthion	1.85	-	1.85	1.84	-
Merphos	-	2.09	2.47	2.10	-
Tokuthion	2.02	1.93	1.93	1.94	-
Bolstar	2.28	2.29	2.83	2.65	-
Coumaphos	-	1.98	2.17	2.14	-
Azinphos-ethyl	-	-	-	145	-
Trichloronate	-	-	2.06	2.84	-
Chlorpyrifos	-	-	2.57	2.55	-
Demeton-S	-	2.84	2.96	2.83	-
Diazinon	-	1.90	1.97	1.89	-
Disulfoton	2.67	2.67	3.01	2.69	-
Dichlorvos	-	-	-	1.97	-
Monochrotophos	-	-	0.37	0.28	-
Trichlorfon	7.22	-	6.51	7.12	-
Crotoxyphos	-	-	1.50	-	-
Toplam	55.67	40.32	73.32	852	15.15

4.2.9 7.İstasyon Su Örneklerinde Fosforlu Pestisit Ölçümü

7. istasyonda suda fosforlu pestisit ölçümü Aralık 2008 tarihinde yapılmış ve toplamda $56.01 \mu\text{g l}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.16). Bu istasyonda da kullanılan

pestisitlerden Guthion 7.23 $\mu\text{g l}^{-1}$ baskın olmuş, TEPP 5.82 $\mu\text{g l}^{-1}$ ve Naled 4.44 $\mu\text{g l}^{-1}$ ile ikinci derecede baskınlık göstermiştir.

Tablo 4.16 Araştırma süresince 7. İstasyon göl suyunda ölçülen fosforlu pestisit değerleri ($\mu\text{g l}^{-1}$)

Pestisit adı	Göllüce Aralık 2008
Tetrachlorvinphos	2.08
Guthion	7.23
Ethroprop	2.13
Parathion-methyl	1.99
Demeton-O	4.44
Naled	4.41
Fensulfothion	3.40
TEPP	5.82
Fenthion	1.84
Merphos	2.19
Tokuthion	3.07
Bolstar	2.36
Azinphos-ethyl	2.16
Trichloronate	2.57
Chlorpyrifos	2.84
Demeton-S	1.90
Diazinon	2.73
Dichlorvos	0.27
Trichlorfon	1.51
Fonofos	1.07
Toplam	56.01

4.2.10 7.İstasyon *Cyprinus carpio* Örneklerinde Klorlu Pestisit Ölçümü

Bu istasyonda balıkçılar tarafından örneklenen *Cyprinus carpio* kasında yapılan klorlu pestisid analizinde Alfa-BHC 0.056 ng/1000 gr ile baskın pestisit olarak kaydedilmiş, balık kasındaki toplam pestisit miktarı ise 0.187 ng/1000 gr bulunmuştur (Tablo 4.17).

Tablo 4.17 7. istasyonda yakalan *Cyprinus carpio*'nun kasında tespit edilen klorlu pestisit değerleri

Klorlu Pestisit (ng/1000gr)	<i>C.carpio</i> Kas
Alfa-BHC	0.056
Gama-BHC	0.012
Heptaklor epoksit	0.057
4-4 DDE	0.030
Dieldrin	0.011
4-4 DDT	0.012
Metoksiklor	0.008
Toplam	0.187

4.2.11 8.İstasyon Su Örneklerinde Fosforlu Pestisit Ölçümü

Gölde açık su bölgesinde, göreceli olarak kıyı etkisinden uzak bir gölgeden seçilen 8. istasyonda alınan su örneklerinde fosforlu pestisit ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre en yüksek değer $95 \mu\text{g l}^{-1}$ ile Aralık 2008 tarihinde bulunmuş, bunu Şubat 2009 da ölçülen $67.8 \mu\text{g l}^{-1}$ ve Nisan 2009 tarihinde ölçülen $31 \mu\text{g l}^{-1}$ takip etmiştir (Tablo 4.18). Ölçülen pestisitlerden Guthion bu istasyonda da yüksek konsantrasyonlarda bulunmuş ve sırası ile Aralık 2008, Şubat ve Nisan 2009 da 52.6 , 12.41 ve $23.1 \mu\text{g l}^{-1}$ bulunmuştur. Bu istasyonda elde edilen litredeki toplam pestisit miktarları kıyı istasyonları ile mukayese edilebilecek kadar yüksek değerlere ulaşmıştır.

Tablo 4.18 Araştırma süresince 8. İstasyon göl suyunda ölçülen fosforlu pestisit değerleri ($\mu\text{g l}^{-1}$)

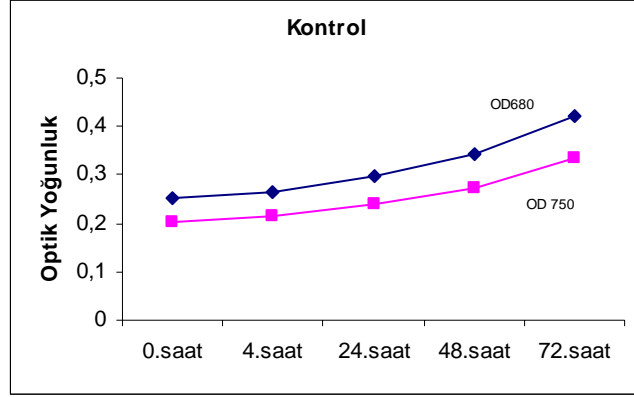
Pestisit adı	Aralık 2008	Şubat 2009	Nisan 2009
Tetrachlorvinphos	3.02	2.04	2.87
Guthion	52.60	12.41	23.10
Ethroprop	2.14	2.10	-
Parathion-methyl	2.40	1.20	-
Demeton-O	4.51	4.41	4.36
Naled	-	4.38	-
Phorate	-	2.26	-
Fensulfothion	-	2.35	-
TEPP	5.85	5.80	5.80
Mevinphos		1.96	-
Fenthion	1.86	1.84	-
Merphos	2.32	2.85	-
Tokuthion	-	1.94	-
Bolstar	-	2.28	-
Coumaphos	2.07	1.96	-
Azinphos-ethyl	-	-	-
Trichloronate	2.37	2.05	-
Chlorpyrifos	3.41	2.55	-
Demeton-S	-	2.84	-
Diazinon	-	1.89	-
Disulfoton	3.06	2.67	2.68
Dichlorvos	2.05	1.97	-
Monochrotophos	-	2.52	-
Trichlorfon	6.56	-	-
Crotoxyphos	0.46	0.69	-
Toplam	94.69	67.76	30.95

4.3 PESTİSİTLERİN KÜLTÜRLERİN BÜYÜME VE KLOROFİL-A ÜZERİNE ETKİSİ

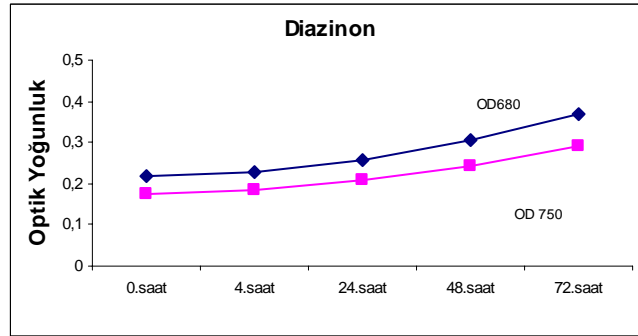
4.3.1. *Nodularia spumigena* Üzerine Diazinon ve Azinfos-etil'in Etkisi

Nodularia spumigena kültüründe OD değerlerinin zamana bağlı değişimi

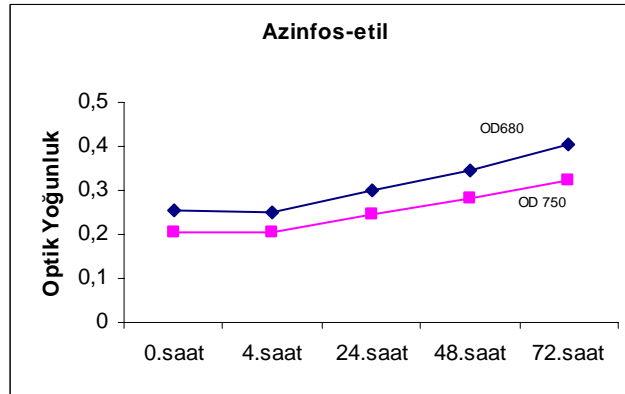
Kontrol grubu ve pestisit (Diazinon ve Azinfos-etil) eklenmiş kültürlerde başlangıç, 4. saat; 24. saat; 48. saat ve 72. saat sonunda alınan örneklerde OD_{680nm} ve OD_{750nm} de absorbansları ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, sonuçların kayda değer miktarlarda değişmediği görülmüştür. Elde edilen sonuçlar Şekil 4.1, 4.2 ve 4.3 de verilmiştir.



Şekil 4.1 *N. spumigena* kültüründe kontrol grubunda OD_{680nm} ve OD_{750nm} de ölçülen değerlerin zamana bağlı değişimi



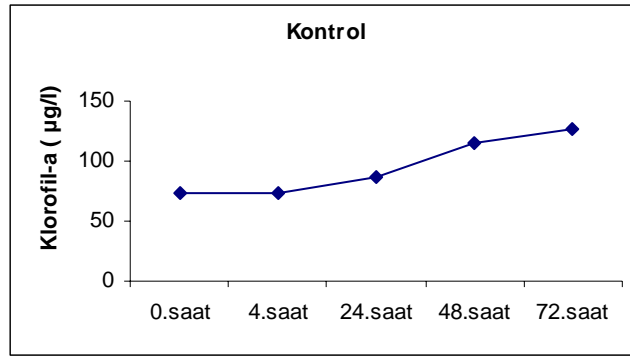
Şekil 4.2 Diazinon eklenmiş *N. spumigena* kültüründe OD_{680nm} ve OD_{750nm} de ölçülen değerlerinin zamana bağlı değişimi.



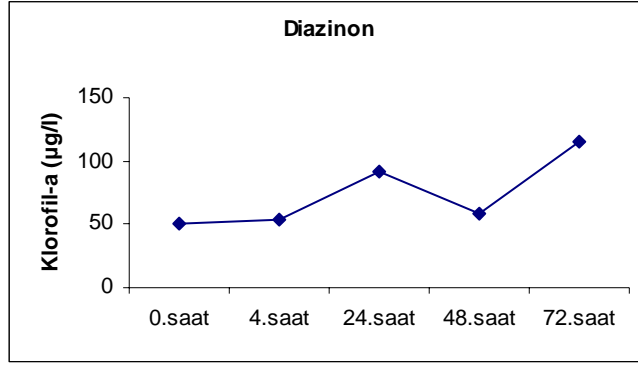
Şekil 4.3 Azinfos-etil eklenmiş *N. spumigena* kültüründe OD_{680nm} ve OD_{750nm} de ölçülen değerlerinin zamana bağlı değişimi.

Nodularia spumigena kültüründe Klorofil-a değerlerinin zamana bağlı değişimi

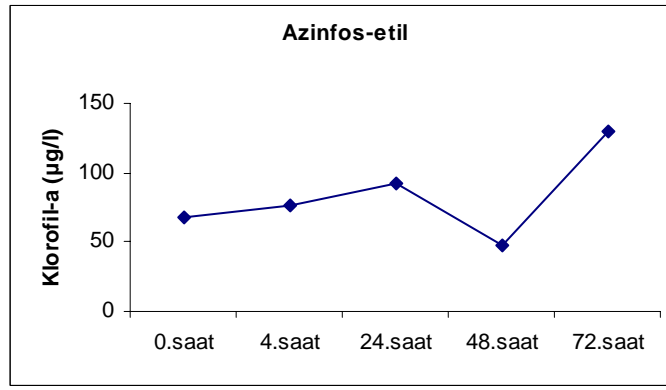
N. spumigena'nın kontrol grubu grubu olarak seçilen kültürler ile pestisit eklenmiş kültürlerin zamana bağlı klorofil-a değerlerindeki değişim farklılık göstermiştir. Elde edilen sonuçlara göre kontrol grubunda başlangıçtan 24. saatte kadar göreceli olarak yavaş artış gösteren klorofil-a değerinde 48. saatten sonra hızlı bir şekilde artmıştır. Diazinin ve Azinfos-etil eklenmiş *N. spumigena* kültürlerinde ise 24. saate kadar artış daha hızlı olmuş fakat diazinon eklenmiş kültürlerin her ikisinde de 48. saatin sonunda klorofil-a miktarı kayda değer miktarlarda azalmıştır. Klorofil-a miktarları sırası ile diazinon eklenmiş kültürlerde $91.74 \mu\text{g l}^{-1}$ 'den $59.2 \mu\text{g l}^{-1}$ 'e ve azinfos-etil eklenmiş kültürlerde $91.74 \mu\text{g l}^{-1}$ 'den $47.36 \mu\text{g l}^{-1}$ 'e gerilemiştir. Daha sonra 10 ppm'lik çözeltiden 0,5 ml pestisit eklenmesiyle 72. saat sonunda klorofil-a miktarı diazinon eklenmiş kültürlerde $59.2 \mu\text{g l}^{-1}$ 'den $115.4 \mu\text{g l}^{-1}$ 'ye ve azinfos-etil eklenmiş kültürlerde $47.36 \mu\text{g l}^{-1}$ 'den $130.2 \mu\text{g l}^{-1}$ 'e yükselmiştir (Şekil 4.4, 4.5 ve 4.6).



Şekil 4.4 *N. spumigena* kültüründe kontrol grubunda kl-a değerlerin zamana bağlı değişimi ($\mu\text{g l}^{-1}$).



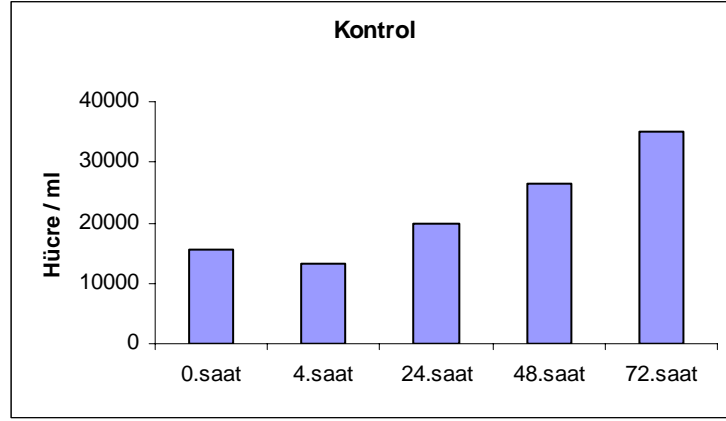
Şekil 4.5 Diazinon eklenmiş *N. spumigena* kültüründe kl-a değerlerinin zamana bağlı değişimi ($\mu\text{g l}^{-1}$)



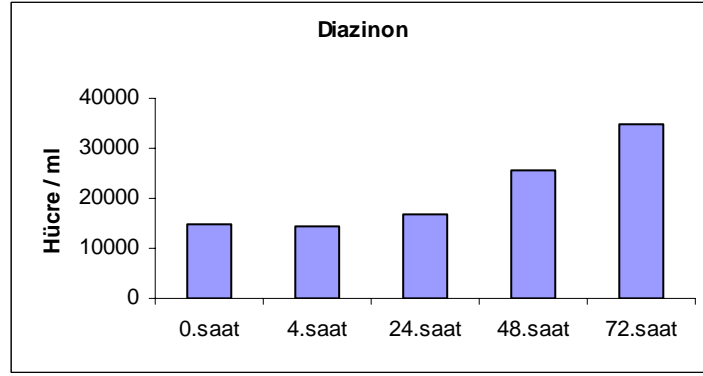
Şekil 4.6 Azinfos-etil eklenmiş *N. spumigena* kültürlerinin kl-a değerlerinin zamana bağlı değişimi ($\mu\text{g l}^{-1}$).

Nodularia spumigena da canlı hücre sayısının zamana bağlı değişimi

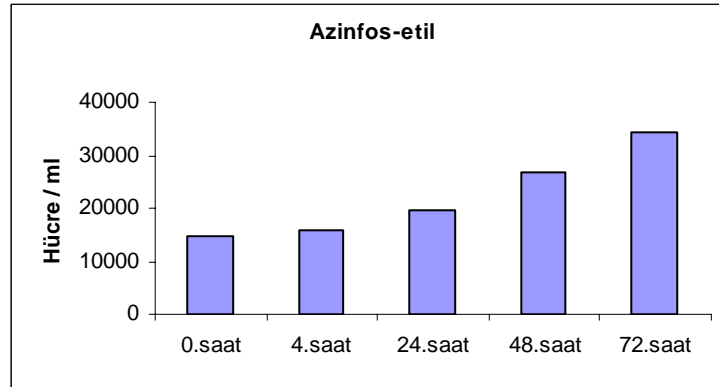
Nodularia spumigena da hücre sayısı hem kontrol grubunda hem de Azinfos-etil eklenen kültürde başlangıçtan 72. saatin sonuna kadar doğrusal bir artış gösterirken Diazionin eklenen kültürde 24 saat sonuna kadar göreceli olarak bir azalma tespit edilmiş, 48. saatten sonra ise doğrusal bir artış gözlenmiştir. (Şekil 4.7, 4.8, 4.9).



Şekil 4.7. *Nodularia spumigena* kültürü kontrol grubunda canlı hücre sayısının zamana bağlı değişimi



Şekil 4.8 Diazinon eklenmiş *N.spumigena* kültüründe canlı hücre sayısının zamana bağlı değişimi



Şekil 4.9 Azinfos-etil eklenmiş *N.spumigena* kültüründe canlı hücre sayısının zamana bağlı değişimi

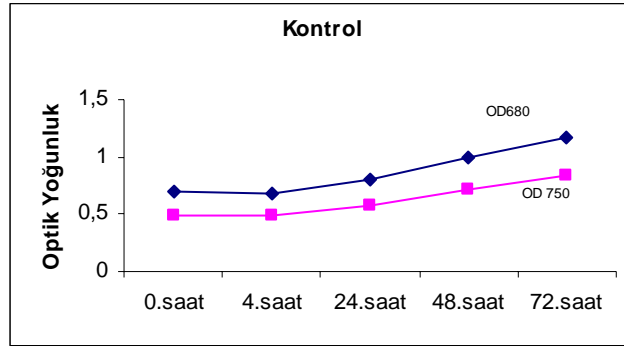
N. spumigena kültüründen pestisit alımlarının tespiti için 48.saat ve 72.saat sonunda alınan 20 ml örnek, sıvı-sıvı ekstraksiyonu yapıldıktan sonra GC-NPD cihazında okunmuş ve pestisit alım miktarı 48. saatte diazinon için % 98; azinfos-etil için % 97 olarak

hesaplanmıştır. 72. saatteki alımlara baktığımızda bu rakam diazinon için % 99; azinfos-etil için bu oran % 98 olarak hesaplanmıştır.

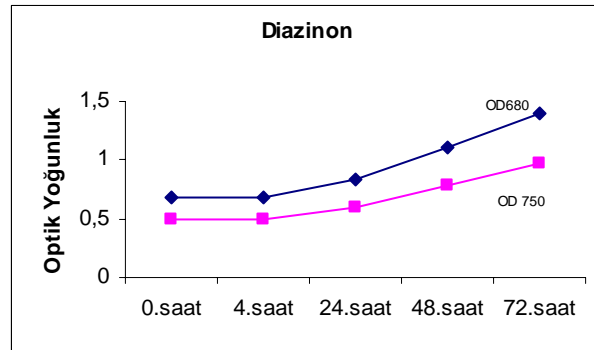
4.3.2 *Aphanizomenon aphanizomenoides* Üzerine Diazinon ve Azinfos-etil'in Etkisi

Aphanizomenon aphanizomenoides kültüründe OD değerlerinin zamana bağlı değişimi

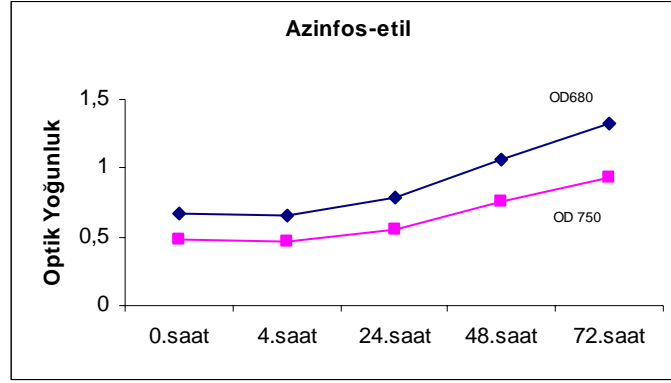
Kontrol grubu ve Diazinon ve Azinfos-etil eklenmiş kültürlerde başlangıç, 4. saat; 24. saat; 48. saat ve 72. saat sonunda alınan örneklerde OD_{680nm} ve OD_{750nm} de absorbanları ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, sonuçların *N. spumigena* kültüründe olduğu gibi kayda değer miktarlarda değişmediği görülmüştür. Elde edilen sonuçlar Şekil 4.10, 4.11 ve 4.12 de verilmiştir.



Şekil 4.10 A. *aphanizomenoides* kültüründe kontrol grubunda ait OD_{680nm} ve OD_{750nm} ölçülen değerlerin zamana bağlı değişimi



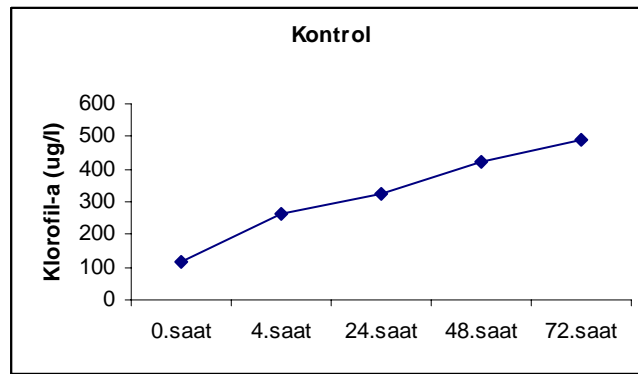
Şekil 4.11 Diazinon eklenmiş A. *aphanizomenoides* kültüründe OD_{680nm} ve OD_{750nm} ölçülen değerlerin zamana bağlı değişimi



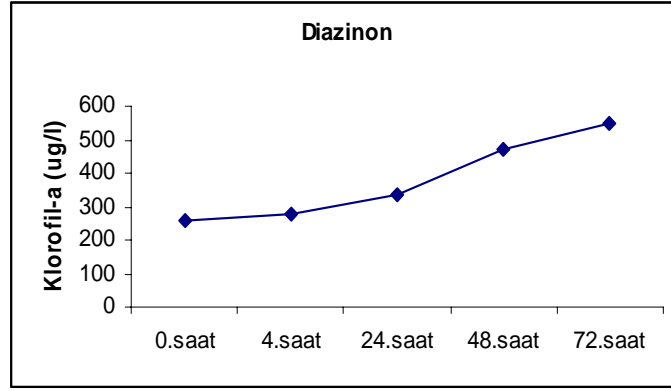
Şekil 4.12 Azinfos-etil eklenmiş *A. aphanizomenoides* kültüründe OD_{680nm} ve OD_{750nm} ölçülen değerlerin zamana bağlı değişimi

A.aphanizomenoides kültüründe Klorofil-a değerlerinin zamana bağlı değişimi

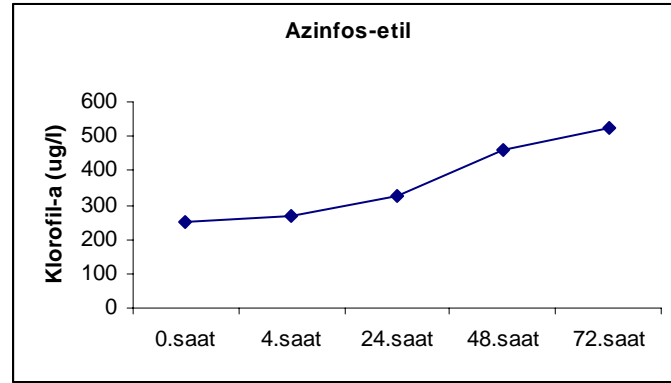
Kontrol grubu ve pestisit eklenmiş kültürlerin klorofil-*a* değerlerinin zamana bağlı değişimi benzerlik göstermiştir. Hem kontrol grubunda hem de Diazinon ve Azinfos-etil eklenmiş kültürlerde başlangıçtan 72. saatin sonuna kadar klorofil-*a* değerlerinde doğrusal bir artış kaydedilmiştir. Araştırma süresince elde edilen değerler Şekil 4.13, 4.14 ve 4.15 de verilmiştir.



Şekil 4.13 *A. aphanizomenoides* kültüründe kontrol grubunda kl-a değerlerinin zamana bağlı değişimi ($\mu\text{g l}^{-1}$)



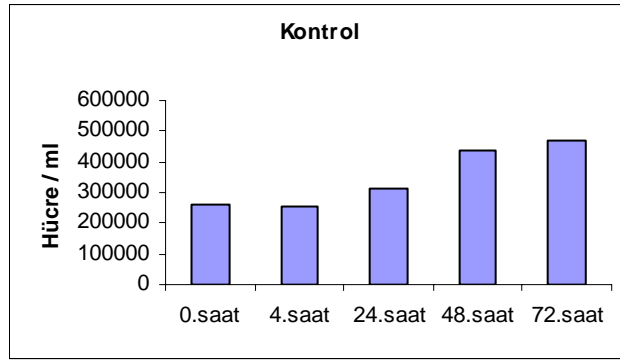
Şekil 4.14 Diazinon eklenmiş *A. aphanizomenoides* kültüründe kl-a değerlerinin zamana bağlı değişimi ($\mu\text{g l}^{-1}$)



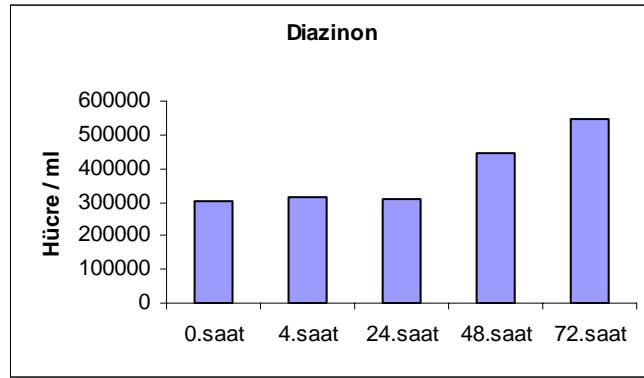
Şekil 4.15 Azinfos-etil eklenmiş *A. aphanizomenoides* kültüründe kl-a değerlerinin zamana bağlı değişimi ($\mu\text{g l}^{-1}$).

A. aphanizomenoides kültüründe hücre sayısının zamana bağlı değişimi

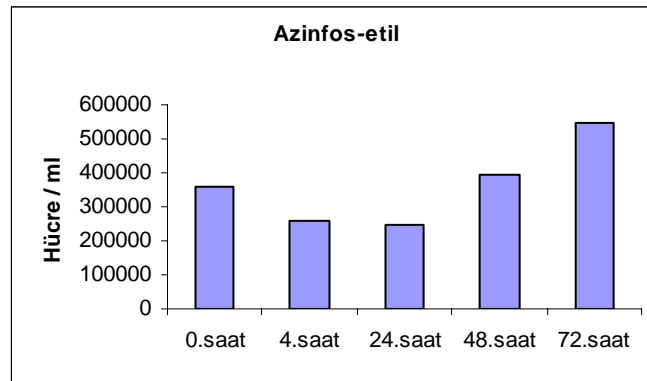
A. aphanizomenoides'in canlı hücre sayısında başlangıçtan 72. saatin sonuna kadar doğrusal bir artış görülürken hem Diazinon hem de Azinfos-etil eklenmiş kültürlerde pestisitlerin alglerin gelişimi üzerinde sınırlayıcı etki yaptığı ve 24 saatin sonuna kadar göreceli olarak azalma meydana getirdiği görülmüştür. Daha sonra 48. ve 72 saatin sonunda yapılan örneklemelelerde her iki kültürün hücre sayısında önemli artışlar kaydedilmiştir. 24 saat sonunda hücre sayısındaki azalma yaklaşık % 5 olmuştur. Elde edilen sonuçlar Şekil 4.16, 4.17 ve 4.18 de verilmiştir.



Şekil 4.16 A. *aphanizomenoides* kültürü kontrol grubuna ait canlı hücre değerlerinin zamana bağlı değişimi (no/ml)



Şekil 4.17 Diazinon eklenmiş A. *aphanizomenoides* kültüründe canlı hücre değerlerinin zamana bağlı değişimi (no/ml)



Şekil 4.18 Azinfos-etil eklenmiş A. *aphanizomenoides* kültüründe canlı hücre değerlerinin zamana bağlı değişimi (no/ml)

A. *aphanizomenoides* kültüründen pestisit alımlarının tespiti için 24.saatte ve 72. saate sonunda alınan 20 ml örnek sıvı-sıvı ekstraksiyonu yapıldıktan sonra GC-NPD cihazında okunmuş ve pestisit alım miktarının 24. saatte diazinon için % 98 iken, azinfos-etil için % 96 olarak hesaplanmıştır. 72 saatteki alımlara baktığımızda diazinon için % 99 iken, azinfos-etil için bu oran % 98 olarak hesaplanmıştır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Ülkemizde pestisit kalıntılarıyla ilgili çalışmalar 1959 yılında Ankara Zirai Mücadele İlaç ve Aletleri Enstitü Kalıntı Analiz Laboratuvarı'nın kurulmasıyla başlamış ve ilk çalışma Otacı ve Güvener (1959) tarafından yapılmıştır. Bu araştırmaların büyük bir kısmı gıda ürünlerindeki pestisit kalıntıları üzerine yapılmıştır. Genel çalışmalar pestisitlerin bekleme sürelerinin saptanmasına yöneliktir. Pestisit kalıntılarının yüzey suları ve alıcı sulardaki organizmalara etkisi üzerine yapılan çalışmalar ise az sayıdadır.

Oysa ki ülkemizin bir tarım ülkesi olması ve tarımsal alanlarda pestisit kullanımının yaygın ve kontrolsüz bir şekilde kullanılması nedeni ile su kaynaklarında bu parametrenin sürekli olarak izlenmesi gerekmektedir. Çünkü pestisitler, birincil üreticiler olan alglerden başlayarak sularda zincirin en son halkası olan büyük karnivor balıklara kadar birikim yapabilmekte ve bu yolla insanlara kadar taşınabilmektedir. Özellikle içme suyu kaynağı olarak kullanılan ya da balıkçılık yapılan göl / göletlerin çevresinde yapılan tarımsal faaliyetlerde kullanılan tarımsal ilaçlar bu kaynaklar üzerinde ciddi tehdit oluşturmaktadır.

Ülkemizde 1999–2002 yılları arasında en çok kullanılan pestisitler; methamidophos, chlorpyrifos-etil, parathion-metil, dichlorvos (DDVP), endosulfan, karbaril ve guthion (azinfos-metil)'dir ve bunlardan methamidophos, parathion-metil, dichlorvos (DDVP), endosulfan ve guthion “çok zehirli”; chlorpyrifos-etil ve carbaryl ise “zehirli” pestisitler grubuna girmektedirler (Delen, 2002).

Çalışmanın yapıldığı İznik Gölü, Türkiye'nin 5. büyük, Marmara Bölgesinin en büyük gölüdür ve tarımsal kullanımda da önemli bir yer tutmaktadır. İznik ve çevresinin iklimi etkisine sahip olması nedeni ile hem meyvecilik hem de sebzeçilik faaliyetleri yıl boyunca devam etmektedir. Bu yüzden yılın büyük bir bölümünde göl çevresinde tarımsal faaliyetler devam etmekte ve bu alanlarda kontrolsüz şekilde tarımsal ilaçlar kullanılmaktadır. Şimdiye kadar göl üzerine yapılan çalışmalar daha çok gölün mevcut su kalitesinin tespiti ve su kalitesinde değişime neden olan etkilerin ortaya çıkarılması, gölün verimliliği ve göl balıkçılığını tehdit eden unsurlar üzerinde

yoğunlaşmıştır (Albay, M. 1996; Aktan ve Aykulu, 2000; Gaygusuz, Ö. 2004; Acıpınar, H 2004; Akçaalan 2009). Göl suyunda pestisitlerin tanımlanmasına yönelik ilk çalışma ise Orhon (1990) tarafından yapılmıştır. Daha sonraki yıllarda bu konuda detaylı bir araştırma yapılmamıştır.

Yapılan bu çalışma ile gölün mevcut su kalitesi özelliklerinin ortaya çıkarılmasının yanında sudaki fosforlu pestisitlerin tespiti yapılarak mevcut bütçenin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Eş zamanlı olarak gölden çeşitli balık örnekleri de alınarak hem kas hem de karaciğer örneklerinde klorlu pestisit ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca gölden iki mavi-yeşil alg (*Nodularia spumigena* ve *Aphanizomenon aphanizomenoides*) izole edilerek ticari olarak satın alınan pestisitler ilave edilmiş ve büyümeleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Toplam 8 istasyonda gerçekleştirilen bu çalışmada gölün su kalitesi bakımından zaman zaman mezotrof, zaman zaman da öyτροφ karakter gösterdiği belirlenmiştir. Ölçülen parametreler bakımından temel besin tuzları olan azot, fosfor, silika konsantrasyonlarının yıl boyunca yüksek değerlerde bulunması göl suyunun hızla öyτροφikasyon sorunu ile karşı karşıya olduğunu göstermektedir. Derin bir göl olmasına rağmen ilkbahar, yaz ve sonbahar aylarında görülen aşırı alg artışları (başlıca mavi-yeşil algler) bu fikri desteklemektedir.

Araştırma süresince İznik Gölü su örneklerinde ölçülen pestisitlerden Guthion (azinfos-metil) her örneklemede ve baskın şekilde bulunmuştur. Bu pestisit 1.istasyonda Nisan 2009 tarihinde $387 \mu\text{g l}^{-1}$ 'ye 2.istasyonda Aralık 2008 tarihinde $18.4 \mu\text{g l}^{-1}$ 'ye 3. istasyonda Şubat 2009 tarihinde $113 \mu\text{g l}^{-1}$ 'ye 4. istasyonda Şubat 2009 tarihinde $233 \mu\text{g l}^{-1}$ 'ye 5. istasyonda Nisan 2009 tarihinde $66 \mu\text{g l}^{-1}$ 'ye 6. istasyonda Şubat 2009 tarihinde $646 \mu\text{g l}^{-1}$ 'ye 7. istasyonda Aralık 2008 tarihinde $7.2 \mu\text{g l}^{-1}$ 'ye ve açığısu bölgesinden seçilen ve referans istasyon olarak belirlenen 8.istasyonda Aralık 2008 tarihinde $53 \mu\text{g l}^{-1}$ 'ye ulaşmıştır.

Bilindiği gibi pestisitler sadece yüzey-akar kaynaklarla değil yeraltı suları ile de alıcı ortamlara taşınırlar ve canlılar üzerinde Coats (1991)'e göre yeraltı sularına bulaşma riski olan pestisitler; methamidophos, chlorpyrifos-etil, parathion-metil, dichlorvos

(DDVP) ve endosulfan'dır. Bunlardan parathion-metil ve dichlorvos (DDVP) insanda kanser yapıcı pestisitler olarak bilinirler. İznik Gölü'nde de ölçümü yapılan chlorpyrifos-etil, parathion-metil ve endosulfan'ın insanlarda endokrin (iç salgı) sistemini etkileyebilen bileşikler oldukları bilinmektedir (Bucker, 1998). Bu çalışmada Chlorpyrifos en yüksek Temmuz 2008 tarihinde 1.istasyonda $3.61 \mu\text{g l}^{-1}$; Dichlorvos en yüksek Temmuz 2008 tarihinde 1.istasyon da İznik önünde $6.95 \mu\text{g l}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Ölçümü yapılan diğer pestisit olan parathion-metil ülkemizde ruhsatlı olarak satılmakta fakat başta ABD ve AB olmak üzere birçok ülkede kullanımı ya kısıtlanmış yada tamamen yasaklanmıştır. Bu pestisit in ülkemizde 2002 yılındaki tüketimi 246 kg/yıl 'dır (Delen, 2002) İznik Gölü'nde parathion-metil değerinin Ağustos 2008 tarihinde 3.istasyon da $3.37 \mu\text{g l}^{-1}$ 'ye kadar ulaşması bu pestisit in göl çevresinde ne kadar yoğun şekilde kullanıldığını göstermektedir..

Orhon (1990), İznik Gölü'nde Çakırca ve Boyalıca istasyonlarında (bu çalışmada 2. ve 3. istasyonlar olarak adlandırılmıştır) ilkbahar ve sonbahar dönemi olmak üzere iki defa suda fosforlu pestisit ölçümü yapmış ve parathion değerlerini Çakırca'da ortalama 265 ppt; Boyalıca'da 444 ppt olarak ölçmüştür. Mevcut çalışmada göl suyunda hem 2. istasyon da hem de 3. istasyon da parathion-etil ve parathion-metil ölçümleri yapılmıştır. Parathion-etil 2. istasyonda Ağustos 2008 tarihinde $5.63 \mu\text{g l}^{-1}$ olarak ve Parathion-metil 2.istasyonda $1.9 \mu\text{g l}^{-1}$; 3.istasyonda $3.37 \mu\text{g l}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Orhon (1990) ve mevcut çalışmada elde edilen değerler karşılaştırıldığında parathion değerlerinde kayda değer miktarlarda artış olduğu tespit edilmiştir.

Araştırma süresince 7 istasyonda tespit edilen ortalama pestisit yükler istasyonlar arasında farklılık göstermiştir. Elde edilen bulgulara göre ortalama pestisit değerleri 1.istasyonda $166 \mu\text{g l}^{-1}$; 2.istasyonda $50.8 \mu\text{g l}^{-1}$; 3.istasyonda $99.3 \mu\text{g l}^{-1}$; 4.istasyonda $134 \mu\text{g l}^{-1}$; 5. istasyonda $73.4 \mu\text{g l}^{-1}$; 6.istasyonda $207.3 \mu\text{g l}^{-1}$ ve 8.istasyonda $64,5 \mu\text{g l}^{-1}$ olmuştur (7.istasyondan tek örnekleme yapılması nedeni ile bu değerlendirmeye alınmamıştır) T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı'nın 2004 yılında yayımladığı 'Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği'ne göre pestisit toplamı 0.001 mg l^{-1} olan sular I. Sınıf; 0.01 mg l^{-1} olan sular II. Sınıf; 0.1 mg l^{-1} olan sular III. Sınıf ve 0.1 mg l^{-1} dan büyük olan sular IV. sınıf olarak nitelendirilmektedir. Bu çalışmada elde edilen toplam

pestisit miktarına göre İznik Gölü su kalitesi pestisit yükü bakımından 3. sınıf su kalitesi özelliğinde bulunmuştur.

Pestisitlerin balık ve diğer sucul organizmalarda birikim yaptığı bilinmektedir. Orhon (1990) yaptığı çalışmada *Cyprinus carpio* ve *Rutilus rubilio* örneklerinin kaslarında pestisit analizleri yapmış ve ilkbahar döneminde temin edilen *C. carpio*'da HCB (114.5 ppb), Heptaklor-epoksit (1443.1 ppb), Aldrin (120.6 ppb) kalıntılarına rastlamıştır. Yine ilkbahar döneminde temin edilen *R. rubilio*'da Gama-BHC (513.5 ppb), HCB (435.7 ppb), Heptaklor-epoksit (291.1 ppb), Aldrin (192.2) ve Parathion (1179.5 ppb) tespit edilmiştir. Mevcut çalışmada klorlu pestisit analiz sonuçları değerlendirildiğinde iki ayrı istasyondan temin edilen *Carassius gibelio* örneklerinde elde edilen sonuçların farklılık gösterdiği anlaşılmıştır; 2. istasyondan temin edilen *C. gibelio*'nun kas örneklerinde DDT tespit edilirken, 4. istasyondan temin edilen *C. gibelio*'da DDT'ye rastlanılmamıştır. Fakat 4. istasyonda bulunan Alfa-BHC, Gama-BHC, Aldrin, Heptaklor epoksit, DDE, Dieldrin ve Metoksiklor değerleri 2.istasyonda tespit edilen değerlerden daha yüksek bulunmuştur. Yine her iki istasyonda *C. gibelio*'nun karaciğerinde yapılan klorlu pestisit analiz sonuçları karşılaştırıldığında 4.istasyonda tespit edilen değerlerin 2.istasyona göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Özellikle 2.istasyonda *C. gibelio* örneklerinde (ortalama yaş 7) tespit edilen DDE değeri 4. istasyondaki örneklere (ortalama yaş 8) göre daha yüksek konsantrasyonlarda bulunmuştur. DDT'nin metaboliti olan ve daha az toksik olduğu bilinen DDE'nin tespiti, bu maddenin eski yıllarda kullanıldığını göstermektedir. Gama-BHC'nın sazanda (*Cyprinus carpio*) kan şekeri ve sodyum seviyesinin düşmesine neden olduğu bilinmektedir (Demael ve diğ., 1995). 4. istasyondan temin edilen *Carassius gibelio* (8 yaş) ve *Rutilus frisii* (6 yaş) örneklerinin kaslarında ölçülen klorlu pestisit sonuçları karşılaştırıldığında *C. gibelio* örneklerinde elde edilen değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Tespit edilen değerler düşük konsantrasyonlarda olmasına rağmen lipofilik özellikte olan bu kimyasallar, tüketilen su ürünleri miktarı ile orantılı olarak artacaktır.

Ülkemizde pestisitlerin su ve canlılar üzerindeki etkisine dair sınırlı sayıda araştırma olmasına rağmen diğer ülkelerde çok sayıda araştırma yapılmıştır. Kaur ve Dhawan (1996) yaptıkları çalışmada pestisitlerden Phosphamidon'un 10 mg l⁻¹'lik dozunun

Cyprinus carpio larvalarının canlılığı üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı, oysa ki, karbofuran ve malathionun 0.1 mg l^{-1} ve karbarilin 1.0 mg l^{-1} dozları canlılığı belirgin olarak olumsuz yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Demael ve diğ., (1995), İznik Gölü'nde de ölçümü yapılan Gama-BHC (γ -Hexaklorocycloheksan) sazanda (*Cyprinus carpio*) kan şekeri ve sodyum seviyesinin düşmesine neden olduğunu bildirmişlerdir. Yine çevresinde yoğun tarımsal faaliyet ve dolayısıyla ilaçlama yapılan bir gölde *Cyprinus carpio* örnekleri üzerinde yapılan bir çalışmada DDT, Dieldrin, toxaphone, ve BHC kalıntısına rastlanılmıştır (Bush ve diğ., 1986). İspanya' da Danone National Park'ın ana su kaynağından örneklenen *Cyprinus carpio*'larda organoklorin kontaminasyonunun derecesini araştırılmış, çalışma sonucunda sazanlarda; 0.06 ppm DDT, $0.19-0.35 \text{ ppm}$ PCBs, $0.02-0.07 \text{ ppm}$ DDE ve düşük miktarlarda da heptaklor, heptaklor epoxide ile dieldrin pestisitleri belirlenmiştir (Rico ve diğ., 1987).

Diğer ülkelerde yapılan araştırmalarda pestisitlerin algler üzerindeki etkileri de araştırılmıştır. Butler ve diğ. (1975) yaptıkları araştırmalarda 10 gün boyunca 0.1 ve 1 ppm diazinon verilen *Scenedesmus quadricauda*'nın hücre sayısında bir değişimin meydana gelmediğini fakat 10 ve 25 ppm konsantrasyonlarda verilen diazinonun toksik olduğunu belirtmişlerdir. Singh (1973), üç tür mavi-yeşil algine büyümeleri üzerine diazinonun etkisini araştırmış; bu amaçla 0.5 ile 25 ppm arasında değişen konsantrasyonlarda diazinon eklenen kültürlerde *Cylindrospermum* sp.'nin kayda değer miktarlarda etkilendiğini, bunun da 15 ppm ve üzerindeki konsantrasyonlarda meydana geldiğini belirtmiştir. Diazinon nedeniyle algal büyümenin engellenmesi organizmanın kendisine ve diazinon konsantrasyonuna bağlı olduğu sonucuna varmıştır.

2003 yılına ait Avustralya Pestisitler ve Veteriner İlaç Makamı'nın yaptığı araştırmada diazinon'nun sucul ortamdaki etkisinin daha çok omurgasızlar üzerine olduğu ve *Ceriodaphnia* için EC_{50} değerinin 0.36 ile $0.6 \text{ } \mu\text{g/L}$ arasında olduğu belirtilmiştir. Diazinon'nun diatomlar ve yeşil algler üzerinde etkili olduğu ve iki yeşil alg türü için EC_{50} değeri 8.5 ve 6.4 mg/L olarak verilmiştir. Aynı araştırmada diazinon'nun sucul bitkiler ve balıklara, omurgasızlara oranla, daha az etkisinin olduğu ve bioakümülyasyona uğramadığı rapor edilmiştir.

Ma ve diğ. (2004) mavi-yeşil algler ve yeşil alglerin karbamat'a karşı duyarlılığını tespit için yaptıkları 96 saatlik çalışmada mavi-yeşil alglerden *Anabaena flos-aquae*, *Microcystis flos-aquae* ve *Microcystis aeruginosa* ve yeşil alglerden *Selenastrum capricornutum*, *Scenedesmus quadricauda*, *Scenedesmus obliquus*, *Chlorella vulgaris* ve *Chlorella pyrenoidosa* türlerinin beş karbamat (carbofuran, carbosulfan, propoxur, metolcarb ve carbaryl) için EC50 ve NOEC değerlerini belirlemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre Carbosulfan EC50 değeri mavi-yeşil alglerde 121.8 ile 281.3 mg/L arasında değişirken bu oran yeşil algler için 13.2 ile 65.1 mg/L olarak ölçülmüştür. Bu çalışmada Propoxur EC50 değeri mavi-yeşil alglerde 6.3 ile 18.6 mg/L arasında iken bu oran yeşil algler için 1.9 ile 6.3 mg/L olarak tespit edilmiş, Carbosulfan ve propoxur'a mavi-yeşil alglerin yeşil alglere göre daha az duyarlı oldukları sonucuna varılmıştır.

Sabater ve diğ. (2000) 96 saatlik akut toksikoloji çalışmalarında *Scenedesmus acutus*, *Scenedesmus subspicatus*, *Chlorella vulgaris*, *Chlorella saccharophila* ve *Pseudoanabaena galeata* üzerine pyridaphenthion'un etkisi araştırılmış ve 0.76 ve 3.9 mg/L konsantrasyonlarda pyridaphenthion'un *S.acutus*, *S. subspicatus* ve *P. galeata*'nın büyümesinde önemli derecede azalma meydana getirdiğini belirtmişlerdir. Aynı çalışmada *C.vulgaris* ve *C.saccharophila*'nın pyridaphenthion karşı daha dirençli olduğu tespit edilmiştir. Butler (1977) ise yaptığı çalışmada 1.0 mg/L konsantrasyondaki parathion'un fitoplankterlerin fotosentez oranında % 9.9 azalma meydana getirdiğini belirtmiştir. Cole ve Plapp (1974) yaptıkları çalışmada 1 mg/L parathion'un *Chlorella pyrenoidosa* türünün fotosentezinde önemli derecede bir azalma meydana gelmediğini fakat 10 mg/L parathion'un büyümeyi ve fotosentezi inhibe ettiğini rapor etmişlerdir.

Virmani ve diğ. (1975) ve DeNoyelles ve diğ. (1982) de yaptıkları çalışmalarda triazine grubundan bir herbisit olan atrazinin 0.5 mg/L konsantrasyonunda tatlısu algine verildiğinde algal büyümeyi ve fotosentezi hemen hemen tamam ile inhibe ettiğini tespit etmişlerdir.

El-Dib ve diğ. (1989) triazine grubundan bir herbisit olan gardoprimin 0.2 mg/L dozunda verildiğinde *Scenedesmus*'un büyümesini inhibe ettiğini belirtmiştir. Sheata ve

diğ. (1993) gardoprim konsantrasyonunu 0.5 ve 1.0 mg/L'e arttırmanın farklı alg türlerinde toksisiteyi arttırdığını belirtmişlerdir.

Yapılan çalışmalarda pyridaphenthion, fenitrothion ve chlorpyriphos pestisitlerinin alglerin büyüme ve fotosentez üzerine etkisine bakıldığında organofosforlu pestisitlerin, DDT, chlorsulfuron ve molinate benzeri pestisitlere göre daha toksik olduğu, fakat fosforlu pestisitlerin herbisitlerden atrazine ve benthocarb'a göre daha az toksik olduğu bulunmuştur (Lal ve diğ.1987; Sabater ve Carrasco, 1996).

Mevcut çalışmada diazinon ve azinfos-etil'in İznik Gölü'nden izole edilen iki mavi-yeşil alg türünün (*Nodularia spumigena* ve *Aphanizomenon aphanizomenoides*) büyümeleri üzerindeki 72 saatlik akut toksikolojisi araştırılmıştır. BG11 kültür ortamında çoğaltılan bu iki tür üzerine belirlenen aralıklarla 10 ppm olarak hazırlanan çözeltilerden 0.5 ml konsantrasyonda diazinon ve azinfos-etil enjekte edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre her iki mavi-yeşil alg türünün büyümeleri üzerinde kayda değer bir değişim görülmezken *N. spumigena* kültüründe 48. saat sonunda her iki pestisit de klorofil-*a* değerlerinde azalmaya yol açtığı belirlenmiştir.

Pestisitlerin mavi yeşil algler tarafından yüksek oranlarda kullanıldığı tespit edilmiştir. *N. spumigena* için 48. saatte pestisit alım miktarı diazinon için % 98; azinfos-etil için % 97'dir. 72. saat sonunda yapılan ölçümlerde de kullanımın diazinon için % 98; azinfos-etil için bu oran % 96 gibi yüksek değerlerde olduğu tespit edilmiştir. *A. aphanizomenoides* için de pestisit kullanımı yüksek oranlarda bulunmuştur. Bu oranlar 24. ve 72. saat sonunda diazinon için sırası ile % 98 ve % 99 iken, azinfos-etil için her iki alım sonunda bu oran % 96'dır.

Kültür ortamında iki mavi-yeşil alg türünün büyümeleri üzerine etkisi araştırılan pestisitlerden Azinfos-etil, EPA'a göre balıklarda ve böceklerde ölümlere neden olmakta ve ileri derecede toksik pestisit sınıfında değerlendirilmektedir fakat bu insektisit ile yapılmış akut toksikoloji çalışmaları ne yazık ki son derece yetersizdir. Algler üzerine yapılan araştırmalar daha çok herbisitlerin toksikolojisi üzerine yapılmaktadır. Fakat bilindiği gibi insektisit ve fungusit kullanımı tüm dünyada yaygındır ve uzun vadede bu pestisitlerin etkilerinin araştırılması çok önemlidir.

Göllerde birincil üretimden sorumlu olan alglerin bu yabancı maddelere karşı olan tavırları dikkatlice incelenmeli ve tüm göl ekosistemine olan etkisi araştırılmalıdır.

Öte yandan elde edilen sonuçlar İznik gibi tarımsal üretimin yüksek olduğu bir bölgede kullanılan tarımsal ilaçların göl ekosistemini olumsuz yönde etilediğini ve hem göl suyunda hem de balık örneklerinde pestisit miktarlarının kayda değer miktarlarda arttığını göstermektedir. Göl çevresinde yoğun ve kontrolsüz olarak kullanılan pestisitlerin aynı metot ve bilinçsizce kullanılmaya devam edilmesi durumunda sonuçların yakın gelecekte insan sağlığını tehdit edecek boyutlara ulaşması muhtemeldir. Göl suyunun ana besin elementleri bakımından da zaman zaman mezotrof, zaman zaman da öyτροφ karakter göstermesi, göl yönetim planının zaman kaybetmeksizin yapılmasını elzem haline getirmiştir.

KAYNAKLAR

APHA-AWWA WPCF.,1989, *Standard methods for the examination of water and wastewater. 17th ed*, Washington DC.1391.

ACIPINAR, H., 2005, *İzmit gölünde yaşayan levkit balığı (Rutilus frisii Nordmann, 1840) popülasyonu üzerine bir araştırma*, Yüksek Lisans, İ.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü.

AKTAN, Y., 1996, *İzmit Gölü'nün Kıyı Bölgesi Sedimanları Üzerinde Yaşayan Alg Toplulukları*, Y.lisans, İ.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü.

AKTAN, Y., AYKULU, A., OBALI, O., 2000, *Studies on the Epipellic Diatoms of Izmit Lake*, 16th International Diatom Symposium, 4, Greece.

AKÇAALAN, R, MARZEC, H.M, ZALEWSKA A, ALBAY, M, 2009, *Phenotypic and toxicological characterization of toxic Nodularia spumigena from a freshwater lake in Turkey*, Harmful Algae 8, 273-278.

ALBAY, M., 1996, *İzmit Gölü Kirlenme Düzeyinin Biyolojik Yönden İncelenmesi*, Doktora, İ.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü.

ALBAY, M., AKÇAALAN, R., 2003, *Factors influencing the phytoplankton steady state assemblages in a drinking- water reservoir (Ömerli reservoir, İstanbul)*, Hydrobiologia 502, 85-95.

BAŞAR, H., GÜLER, S.,KATKAT, V., 2004, *İzmit Gölü Havzasında Değişik Su Kaynaklarıyla Sulanan Toprakların Ağır Metal İçerikleri*, Ulud. Üniv. Zir. Fak. Derg., 18(1): 93-104.

BATUR, Gülşen Uğur, 2007, *Sapanca ve Küçükçekmece Göllerinden (Marmara Bölgesi) İzole Edilen Bazı Alg Türlerinde Ağır Metal Alımı ve Biyolojik Birkiminin İncelenmesi*, İ.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü.

BEYRUTH, Z., 2000, *Periodic disturbances, trophic gradient and phytoplankton characteristics related to cyanobacterial growth in Guarapiranga Reservoir, Sao Paulo State, Brazil*, Hydrobiologia, 424, 51 – 65.

BINELLI, A., RICCIARDI, F., PROVINI, A., 2004, *Present status of POP contamination in Lake Maggiore (Italy)*, *Chemosphere*, 57, 27-34.

BUSH, P. B., NEARY, D. G., TAYLOR, J. W., and NUTTER, W. L., 1986, *Effects of insecticide use in a pine seed orchard on pesticide levels in fish*, *Wat. Res. Bull. Amer. Wat. Res. Assoc.* 22: 817-827.

ÇAĞATAY, G. ve ÇOBANOĞLU, Z., 2001, *Pestisitler, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi*, No:52.

CİRİK ve GÖKPINAR, 1993, *Plankton Bilgisi ve Kültürü*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 47, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.

DELEN, N., DURMUŞOĞLU, E., GÜNCAN, A., GÜNGÖR, N., TURGUT, C., BURÇAK, A., 2002, *Türkiye’de pestisit kullanımı, kalıntı ve organizmalarda duyarlılık azalışı sorunları*, Türkiye Ziraat Mühendisliği, 6. Teknik Kongre.

DEMAEL, A., LEPOT D., COSSARINI, M., and MONOD, G., 1995, *Effect of γ -hexahlorocyclohexane (Lindane) on carp (Cyprinus carpio), II. Effects of chronic intoxication on blood, liver enzymes and muscle plasmic membrane*, *Ecotoxic. and environ. safety*. 13: 346–351.

de OLIVEIRA-FILHO, E.C., LOPES, R.M., PAUMGARTTEN, F.J.R., 2004, *Comparative study on the susceptibility of fresh water species to cooper based pesticides*, *Chemosphere*, 56, 369-374.

DHAWAN, K., and KAUR, K., 1996, *Toxic effects of synthetic pyrethroids on Cyprinus carpio Linn. eggs*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 57: 999-1002.

GAYGUSUZ, Ö., 2006, *İzmit Gölü’nde Yaşayan Gümüş Balığı (Atherina boyeri Risso, 1810)’nin Üreme ve Büyüme Biyolojisi, Yüksek Lisans*, İ.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü.

MA, J., ZHENG, R., XU, L., WANG, S., 2001, *Differential sensitivity of two green algae, Scenedesmus obliquus and Chlorella pyrenoidosa, to 12 pesticides*, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 52, 57-61.

MA, J., XU, L., WANG, S., ZHENG, R., JIN, S., HUANG, S., HUANG, Y., 2001, *Toxicity of 40 herbicides to the green alga Chlorella vulgaris*, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 51, 128-132.

MA, J., LİN, F., ZHANG, R., YU, W., LU, N., 2004, *Differential sensitivity of two green algae, Scenedesmus quadricauda and Chlorella vulgaris, to 14 pesticides*, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 58, 61-67.

NAKATA, H., HIRAKAWA, Y., KAWAZOE, M., NAKABO, T., ARIZONO, K., ABE, S., I., KITANO, T., SHIMADA, H., WATANABE, I., LI, W., DING, X., 2005, *Concentrations and compositions of organochlorine contaminants in sediments soils, crustaceans, fishes and birds collected from Lake Tai, Hangzhou Bay and Shanghai city region, China*, *Environmental Pollution*, 133, 415-429.

OKAMURA H., PIAO, M., AOYAMA, I., SUDO, M., OKUBO, T., NAKAMURA, M., 2002, *Algal growth inhibition by river water pollutants in the agricultural area around Lake Biwa, Japan*, Environmental Pollution 117, 411 – 419.

ORHON, Sermin, 1990, *İzmit Gölü Ekosisteminde Tarımsal İlaçların Dağılımı*, Doktora, İ.Ü. Deniz Bilimleri Enstitüsü.

OTACI, C., ve GÜVENER, A., 1959. *Hexachlorbenzenle ilaçlanmış tohumluk buğdaylarda hexachlorbenzen tayini*. Bit. Kor. Bül. 1 (2): 26-29.

RICO, M. C., HERNANDEZ, L. M., GONZALEZ, M. J., FERNANDEZ, M. A., and MONTERO, M. C., 1987, *Organochlorine and metal pollution in aquatic organisms sampled in the Donana National Park during the period 1983-1986*, Bull. Environ. Contam. Toxicol. 39: 1076-1083.

SABATER, C., and CARRASCO, J.M., 2001, *Effects of pyridaphenthion on growth of five freshwater species of phytoplankton. A laboratory study*, Chemosphere, Volume 44, Issue 8, September 2001, Pages 1775-1781.

SAPOZHNIKOVA, Y., BAWARDI, O., SCHLENK, D., 2004, *Pesticides and PCBs in sediments and fish from the Salton Sea, California, USA*, Chemosphere, 55, 797 – 809.

SHEHATA, S.A and El-Dib, M.A., 1997, *Effect of certain herbicides on the growth of freshwater algae*, Water, Air and Soil Pollution 100:1–12, Kluwer Academic Publishers.

TADEO, J.T., 2008, *Analysis of pesticides in food and environmental samples*, CRC Press 2008.

ÜNAL, M., 2004, *Pestisit Kullanımı ve Meydana Getirdiği Çevre Problemleri.*, Morfoloji Dergisi ,11-12 (1-2): 78-84.

VALTERS, K., OLSSON, A., ASPLUND, L., BERGMAN, A., 1999, *Polychlorinated biphenyls and some pesticides in perch (Perca fluviatilis) from inland waters of Latvia*, Chemosphere, 38, 2053-2064.

VEREP, B., KAPLAN, F., YÖRÜK, Y., TURAN, D., 2005, *Karbaril'in Tatlisu Kefali (Leuciscus cephalus) Üzerine Akut Toksik Etkisi*, Türk Sucul Yaşam Dergisi, No:3, 341-345, Trabzon.

ÖZGEÇMİŞ

1982 yılında Safranbolu-Karabük'te doğdum. Orta ve lise öğretimimi TED Karabük Koleji Vakfı Özel Lisesi'nde tamamladım. 2001 yılında girdiğim İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesinden 2006 yılında mezun oldum. Aynı yıl İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Su Ürünleri Temel Bilimler Anabilim Dalı, İç sular Biyolojisi Programında Yüksek Lisans Eğitimime başladım.

Yabancı dilim İngilizcedir.