

**MOGAN GÖLÜ VE GÖLÜ BESLEYEN SU KAYNAKLARINDA
ORGANOKLORLU PESTİSİT KİRLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

Ömer ÖZTÜRK

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
KİMYA**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HAZİRAN 2009
ANKARA**

Ömer ÖZTÜRK tarafından hazırlanan MOGAN GÖLÜ VE GÖLÜ BESLEYEN SU KAYNAKLARINDA ORGANOKLORLU PESTİSİT KİRLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. A. Rehber TÜRKER

Tez Danışmanı, Kimya Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Kimya Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Adnan KENAR

(Kimya Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi)

Prof. Dr. A. Rehber TÜRKER

(Kimya Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi)

Prof. Dr. Recai İNAM

(Kimya Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi)

Tarih: 10/06/2009

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Nail ÜNSAL

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Ömer ÖZTÜRK

**MOGAN GÖLÜ VE GÖLÜ BESLEYEN SU KAYNAKLARINDA
ORGANOKLORLU PESTİSİT KİRLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**
(Yüksek Lisans Tezi)

Ömer ÖZTÜRK

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Haziran 2009

ÖZET

Mogan Gölü’ndeki organoklorlu pestisit kirlenmesinin saptanması amacıyla, Mogan Gölü’nden 5 besleyen derelerden 4 olmak üzere toplam 9 örnekleme noktası seçilmiş ve bu noktalardan Şubat–Ağustos 2006 tarihleri arasında her ay su örnekleri alınarak 17 adet organoklorlu pestisit tayini yapılmıştır. Alınan su örnekleri soğutucu kaplar ile laboratuvara getirilip en kısa sürede C₁₈ kartuşlar kullanarak katı faz özütleme yöntemi ile ön işleme yapılmış ve analiz için hazır hale getirilmiştir. Özütleme işlemi yapılmaya kadar örnekler + 4 °C’deki soğutucuda saklanmıştır. Ön işleme yapılan numunelerin analizleri elektron yakalama dedektörlü gaz kromatografi cihazı (GC-ECD) kullanılarak yapılmıştır. Yapılan çalışmada gölde ve gölü besleyen su kaynaklarında analizi yapılan 50 su örneğinin % 96’sında 0,03 ± 0,01 µg/L heptaklor, % 28’inde 0,13 ± 0,02 µg/L 4,4’ -DDT, % 12’sinde 0,44 ± 0,03 µg/L metoksiklor, % 6’sında 0,032 ± 0,004 µg/L endosülfan 2, % 4’ünde 0,040 ± 0,003 µg/L endosülfan sülfat, % 2’sinde 0,022 ± 0,001 µg/L alfa- BHC, % 2’sinde 0,028 ± 0,001 µg/L delta-BHC, % 2’sinde 0,150 ± 0,008 µg/L endrin ve % 2’sinde 0,070 ± 0,004 µg/L endrin aldehit gözlenmiştir.

Ayrıca su numunelerinin bir kısmında bazı ağır metaller de tayin edilmiştir.

Bilim Kodu : 201.1.004

Anahtar Kelimeler : Pestisit, Mogan Gölü, Organoklorlu pestisit tayini, Gaz kromotografi, Ağır metal tayini

Sayfa Adedi : 96

Tez Yöneticisi : Prof. Dr. A. Rehber TÜRKER

**ORGANOCHLORINE PESTICIDE POLLUTION TESTING FOR MOGAN
LAKE AND ITS FEEDING WATER RESOURCES**

(M.Sc.Thesis)

Ömer ÖZTÜRK

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

June 2009

ABSTRACT

In order to determine the organochlorine pesticides in Mogan Lake, totally 9 sampling points were selected and five of them were on the lake, four of them were on the rivers which feed to lake. Samples have been taken at each month between on February-August 2006 at the sampling points and 17 organochlorine pesticides were determined. Water samples were transferred to laboratory with freezing store and they were prepared by solid phase extraction method by using cartridges C₁₈ for analyses. Samples were preserved at freezer (+4 °C) until starting to solid phase extraction operation. Pretreated samples were analyzed by using gas chromatography with electron capture detector (GC-ECD) in this study. 0.03 ± 0.01 µg/L heptachlor was observed in 96 %, 0.13 ± 0.02 µg/L 4,4´-DDT was observed in 28 %, 0.44 ± 0.03 µg/L methoxychlor was observed in 12 %, 0.032 ± 0.004 µg/L endosulfan 2 was observed in 6 %, 0.040 ± 0.003 µg/L endosulfan sulfate was observed in 4 %, 0.022 ± 0.001 µg/L alpha-BHC was observed in 2 %, 0.028 ± 0.001 µg/L delta-BHC was observed in 2 %, 0.150 ± 0.008 µg/L endrin was observed in 2 % and 0.070 ± 0.004 µg/L endrin aldehyde was observed in 2 % of fifty samples which have been taken from the lake and its feeding water resources.

Some heavy metals were also determined in some water samples taken.

Science code : 201.1.004

Key Words :Pesticides, Mogan Lake, Determination of organochlorine pesticides, Gas chromatography, Determination of heavy metal

Page number : 96

Adviser : Prof. Dr. A. Rehber TÜRKER

TEŐEKKÖR

Çalıőmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren hocam Prof. Dr. A. Rehber TÖRKER'e, deneylerin yapılmasına olanak sağlayan Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Referans Laboratuvarına ve daima yanımda olan sevgili aileme teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xiv
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xvi
HARİTALARIN LİSTESİ.....	xvii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xviii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Çalışma Alanının Coğrafi Özellikleri.....	3
2.2. Çalışma Alanının Jeolojisi.....	4
2.3. Çalışma Alanının İklimi.....	4
2.4. Gölü Besleyen Dereler.....	5
2.4.1. Gölcük Dere.....	5
2.4.2. Yavrucak Dere.....	5
2.4.3. Çölova Dere.....	5
2.4.4. Sukesen Dere.....	5
2.5. Çalışma Alanının Flora ve Faunası.....	7
2.5.1. Flora.....	7
2.5.2. Fauna.....	7

Sayfa

3. KURAMSAL BİLGİLER.....	9
3.1. Çalışılan Parametreler.....	9
3.1.1. Sıcaklık.....	9
3.1.2. Hidrojen iyonu aktivitesi (pH)	10
3.1.3. Çözünmüş oksijen.....	11
3.1.4. Elektriksel iletkenlik (EC)	12
3.1.5. Ağır metaller	13
3.1.6. Pestisitler.....	14
3.2. Gaz Kromatografisi.....	38
3.3. Bazı Pestisit Kirliliği Çalışmaları	44
4. DENEYLER	48
4.1. Kullanılan Cihaz ve Malzemeler.....	48
4.1.1. Gaz kromatografi cihazı.....	48
4.1.2. Vakum manifoldu.....	49
4.1.3. C ₁₈ SPE kartuşu.....	49
4.1.4. ICP-OES cihazı.....	49
4.1.5. pH metre.....	49
4.1.6. Çözünmüş oksijen tayin cihazı.....	49
4.1.7. İletkenlik ölçme cihazı.....	49
4.1.8. Ultra saf su cihazı.....	49
4.1.9. Genel laboratuvar cihaz ve malzemeleri.....	50
4.2. Kullanılan Kimyasal Malzemeler.....	50
4.2.1. Organoklorlu pestisit standart maddesi.....	50

	Sayfa
4.2.2. Performans deneme standardı.....	50
4.2.3. Metanol.....	50
4.2.4. Etil asetat.....	50
4.2.5. n-heksan.....	50
4.2.6. Saf su	51
4.2.7. Ağır metal stok çözeltileri.....	51
4.3. Gaz Kromatografi ile Organoklorlu Pestisit Tayini.....	51
4.3.1. Gaz kromatografisinin deneysel şartları.....	52
4.3.2. Pestisit analizi için su numunelerinin alınması ve hazırlanması	52
4.3.3. Pestisit analizi için su numunelerinin özütlenmesi	53
4.3.4. Pestisit bileşenlerinin GC'deki alıkonma sürelerinin belirlenmesi.....	55
4.3.5. Kalibrasyon eğrilerinin oluşturulması	56
4.3.6. Standart çözeltilerle doğruluk kontrolü	65
5. SONUÇLAR.....	69
6. SONUÇ VE TARTIŞMA.....	86
KAYNAKLAR.....	90
ÖZGEÇMİŞ	96

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Elektrisel iletkenlik değerleri ve bu değerlere karşılık gelen tuzluluk sınıfları.....	13
Çizelge 3.2. Bazı klorlu pestisitlerin biyolojik olarak bozunma süreleri.....	23
Çizelge 3.3. Türkiye’de yıllık ruhsatlı pestisit kullanımı.....	25
Çizelge 3.4. Türkiye’de yasaklanmış bulunan pestisitler.....	29
Çizelge 3.5. POP pestisitlerin yasaklanma yılları ve nedenleri.....	30
Çizelge 3.6. Türkiye’nin Orta Karadeniz sahilinde 1999 ve 2000 yıllarında midyelerde saptanmış ortalama organoklorlu pestisit derişimleri.....	31
Çizelge 3.7. Türkiye’nin Orta Karadeniz sahilinde 1999 ve 2000 yıllarında deniz suyunda saptanmış ortalama organoklorlu pestisit derişimleri	32
Çizelge 3.8. 1996-1997 yılları arasında Manyas Kuş Gölü’ndeki tortu numunelerinde bulunan bazı organoklorlu pestisit kalıntı değerleri.....	33
Çizelge 3.9. Yukarı Sakarya Nehri havzasından Ekim 1995 ve Eylül 1996 arasında alınan su numunelerindeki mevsimsel organoklorlu pestisit kalıntıları.....	34
Çizelge 3.10. Göksu Delta’sında su ve tortu numunelerindeki organoklorlu pestisit kalıntı düzeyleri	35
Çizelge 3.11. Türkiye’nin Karadeniz kıyısında yer alan nehir ve diğer akarsulardan yapılan pestisit deşarjı	37
Çizelge 3.12. İzlenen Organoklorlu Pestisitler	42
Çizelge 4.1. Örnekleme noktaları ve koordinatları.....	48
Çizelge 4.2. Analizde kullanılan standart maddedeki bileşikler ve deneysel olarak belirlenen alıkonma süreleri.....	55
Çizelge 4.3. Tayin edilen pestisitlerin geri kazanım değerleri.....	66
Çizelge 5.1. 20.02.2006 tarihinde Mogan Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinin pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen ve iletkenlik değerleri.....	69

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.2. 23.03.2006 tarihinde Mogan Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinin pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen ve iletkenlik değerleri.....	70
Çizelge 5.3. 20.04.2006 tarihinde Mogan Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinin pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen ve iletkenlik değerleri.....	70
Çizelge 5.4. 15.05.2006 tarihinde Mogan Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinin pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen ve iletkenlik değerleri.....	71
Çizelge 5.5. 15.06.2006 tarihinde Mogan Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinin analiz sonuçları.....	71
Çizelge 5.6. 17.07.2006 tarihinde Mogan Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinin pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen ve iletkenlik değerleri.....	72
Çizelge 5.7. GC’de okunabilen en küçük sınır değerler.....	75
Çizelge 5.8 15.06.2006 tarihinde Mogan Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinin ağır metal analiz sonuçları.....	76
Çizelge 5.9. 17.07.2006 tarihinde Mogan Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinin ağır metal analiz sonuçları.....	77
Çizelge 5.10. 20.02.2006 tarihinde Mogan Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinin pestisit analiz sonuçları.....	78
Çizelge 5.11. 23.03.2006 tarihinde Mogan Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinin pestisit analiz sonuçları.....	79
Çizelge 5.12. 20.04.2006 tarihinde Mogan Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinin pestisit analiz sonuçları.....	80
Çizelge 5.13. 15.05.2006 tarihinde Mogan Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinin pestisit analiz sonuçları.....	81
Çizelge 5.14. 15.06.2006 tarihinde Mogan Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinin analiz pestisit sonuçları.....	82
Çizelge 5.15. 17.07.2006 tarihinde Mogan Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinin pestisit analiz sonuçları.....	83

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Çevrenin çeşitli fazlarında bir kimyasal maddenin taşınması.....	18
Şekil 3.2. Kalıcı pestisitlerin biyolojik dengedeki derişimi.....	24
Şekil 3.3. Karadeniz'e yapılan pestisit deşarjı.....	28
Şekil 3.4. Gaz Kromatografi.....	39
Şekil 3.5. Elektron-Yakalama detektörü.....	41
Şekil 4.1. Alfa-BHC için oluşturulan kalibrasyon eğrisi.....	56
Şekil 4.2. Beta-BHC için oluşturulan kalibrasyon eğrisi.....	57
Şekil 4.3. Gama-BHC için oluşturulan kalibrasyon eğrisi.....	57
Şekil 4.4. Delta-BHC için oluşturulan kalibrasyon eğrisi.....	58
Şekil 4.5. Heptaklor için oluşturulan kalibrasyon eğrisi.....	58
Şekil 4.6. Aldrin için oluşturulan kalibrasyon eğrisi.....	59
Şekil 4.7. Heptaklor epoksit için oluşturulan kalibrasyon eğrisi.....	59
Şekil 4.8. Endosufan 1 için oluşturulan kalibrasyon eğrisi.....	60
Şekil 4.9. 4,4-DDE için oluşturulan kalibrasyon eğrisi.....	60
Şekil 4.10. Dieldrin için oluşturulan kalibrasyon eğrisi.....	61
Şekil 4.11. Endrin için oluşturulan kalibrasyon eğrisi.....	61
Şekil 4.12. Endosulfan 2 için oluşturulan kalibrasyon eğrisi.....	62
Şekil 4.13. 4,4-DDD için oluşturulan kalibrasyon eğrisi.....	62
Şekil 4.14. Endrinaldehit için oluşturulan kalibrasyon eğrisi.....	63
Şekil 4.15. 4,4-DDT için oluşturulan kalibrasyon eğrisi.....	63
Şekil 4.16. Endosülfan sülfat için oluşturulan kalibrasyon eğrisi.....	64
Şekil 4.17. Metoksiklor için oluşturulan kalibrasyon eğrisi.....	64

Şekil	Sayfa
Şekil 4.18. Hazırlanan 1 µg/L'lik standart çözelti için elde edilen GC spektrumu.....	65
Şekil 4.19. Geri kazanım hesabı için hazırlanan 25 µg/L'lik çözültiden elde edilen GC spektrumu.....	67
Şekil 4.20. Hazırlanan 100 µg/L' lik delta-BHC çözültisinden elde edilen GC spektrumu.....	67
Şekil 4.21. Sertifikalı 40 µg/L'lik delta-BHC performans deneme çözültisinden elde edilen GC spektrumu.....	68
Şekil 5.1. Su numunelerinin aylara göre pH değerlerinin değişimi.....	72
Şekil 5.2. Su numunelerinin aylara göre sıcaklık değerlerinin değişimi.....	73
Şekil 5.3. Su numunelerinin aylara göre çözülmüş oksijen değerlerinin Değişimi.....	73
Şekil 5.4. Su numunelerinin aylara göre iletkenlik değerlerinin değişimi.....	74
Şekil 5.5. 20.02.2006 tarihinde Çölova Dere'si örnekleme noktasından alınan numunenin GC spektrumu.....	84
Şekil 5.6. 23.03.2006 tarihinde Mogon Gölü 1. örnekleme noktasından alınan numunenin GC spektrumu.....	84
Şekil 5.7. 20.04.2006 tarihinde Mogon Gölü 5. örnekleme noktasından alınan numunenin GC spektrumu.....	85

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 4.1. Analizlerde kullanılan gaz kromotografi cihazı.....	51
Resim 4.2. Analizlerde kullanılan vakum manifoldu ve C ₁₈ kartuşlar.....	54

HARİTALARIN LİSTESİ

Harita	Sayfa
Harita 2.1. Mogan Gölü ve Gölü besleyen dereler.....	6

SİMGE VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklama
AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ASKİ	Ankara Su ve Kanalizasyon İşleri
BHC	Benzen Heksaklorür (Heksaklorosikloeksan)
DDD	Dikloro Difenil Dikloroetan
DDT	Dikloro Difenil Trikloroetan
DSİ	Devlet Su İşleri
EC	Elektiriksel İletkenlik
ECD	Elektron Yakalama Detektörü
EPA	Çevre Koruma Ajansı (Environmental Protection Agency)
GC	Gaz Kromatografi (Gas Chromatograph)
IARC	Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı
ICP	İndüktif Olarak Eşleşmiş Plazma
MTA	Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü
POP	Kalıcı Organik Kirletici Maddeler
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

1. GİRİŞ

Pestisitler doğrudan veya dolaylı yollarla insan ve çevresine olumsuz etkiler göstermektedir. Toksikologlara göre bugün insanlar kimyasal maddelerin oluşturduğu bir okyanus içinde yaşamak zorunda kalmışlardır. 1986 yılında pestisitler de dâhil olmak üzere bilinen kimyasal maddelerin sayısı iki milyonu aşmıştır. Pestisitler canlılara karşı farklı toksik etkiler göstermektedir. Buna rağmen genel bir kural olarak bitki koruma ilaçlarının insanlar ve hayvanlar için zehirli olduğu kabul edilmektedir. Zira bir ekosistem içerisindeki bütün canlı organizmalar dikkate alınır, bu ekosisteme sokulan pestisitlerin bazı gruplara doğrudan zehirli etkileri olmasa bile sonradan bunlara dolaylı şekilde toksik olması mümkündür. Bitki koruma ilaçlarının çevredeki dolaşımı çok yönlü ve karmaşık bir yapıya sahiptir. Örneğin tarla, bahçe ve orman ağaçlarının hastalık veya zararlılara karşı ilaçlanması sırasında ilaç zerreleri havaya, toprağa, yağmurlarla yeraltı sularına ve dolayısıyla su ekosistemine karışabilmektedir [1]. Pestisitlerin başlangıçta hayat kurtaran ürünler olarak görülüyor olmasına karşın, daha sonra yapılan çalışmalar bunun tersine bir duruma işaret etmiştir. Özellikle organoklor içeren pestisitlerin çevrede kalıcı özellik gösteren bir kimyasal yapısı bulunmaktadır. Bu pestisitler, organizmalarda veya atmosferde birikim yapmaktadır. Bu maddeler ayrıca üremeye ilgili sorunlara, sakat doğumlara, bağışıklık ve endokrin sistemlerinde yıkıma yol açmakta olup, kansere neden olabilmektedir. Organoklorlu pestisitler, zararlılarla mücadele konusunda güçlü kimyasal maddeler olmakla beraber, bu bileşiklerin hem doğadaki çevre dengesini bozması, hem de çeşitli canlılara verdiği zararlardan dolayı, insan ve çevre sağlığını tehdit ettiklerinden pek çok ülkede kullanımları tamamen yasaklanmış veya kısıtlanmış durumdadır [2].

1998 istatistiklerine göre, dünyada yılda 3 milyon ton pestisit imal edilmektedir. 1994 istatistiklerine göre, Kuzey Amerika, %30 ile dünya pestisit piyasasında en büyük paya sahip bulunmaktadır. Diğer bölgelerin pazardaki payları ise şöyle sıralanmaktadır: Batı Avrupa % 25, Asya % 16, Latin Amerika % 13, Japonya % 12, Afrika % 2 ve Doğu Avrupa % 2 özellikle ABD’nde ve AB ülkelerinde yoğun

tarımsal faaliyetin ve pestisit kullanımının doğayı kirlettiği, insan ve çevre sağlığı üzerinde zararlı etkileri olduğu bilinmektedir [3, 4].

Aynı değerlendirmeyi Türk tarımı için yapmak doğru olmayacaktır. Tarımda pestisit kullanımına ilişkin veriler bunu doğrulamaktadır. Türkiye’de aktif madde olarak pestisit kullanımı hektar başına 0,63 kg iken, bu değer Hollanda’da 17,5 kg, ABD’nde 3,5 kg, Almanya ve Fransa’da 4,4 kg, İtalya’da 7,6 kg ve Yunanistan’da 6 kg düzeyinde bulunmaktadır. Dolayısıyla, gelişmiş ülkelerle karşılaştırıldığında, Türkiye’deki pestisit kullanımının çok düşük düzeyde olduğu açıkça görülmektedir. Böylelikle, Türkiye’nin tarım sektörü çevre kirliliğine yol açan bir sektör olmaktan ziyade, bu kirlilikten etkilenen bir sektör niteliğini taşımaktadır. Türkiye’de organoklorlu pestisitlerin kullanımı 1945 yıllarına kadar uzanmaktadır. Bu bileşikler 1983 yılında getirilen kısıtlamalardan önce özellikle tarımda geniş kullanım alanları bulmuşlardır. Bugüne kadar yurdumuzda su, sediment ve insan biyoizleme çalışmalarında bu bileşiklere rastlanması, ülkemizde kullanımlarının olmamasına rağmen, halen bu bileşiklere maruziyetin devam ettiğini ortaya koymaktadır [5, 6, 7].

Bu nedenle bu çalışmada daha önce pestisit kirliliği araştırması yapılmayan Mogan Gölü ve gölü besleyen su kaynaklarında organoklorlu pestisit kirliliği araştırması yapılmıştır. 17 adet organoklorlu pestisidin saptanması amacıyla Mogan Gölü’nü besleyen derelerden 4 örnekleme noktası, Mogan Gölü’nden 5 olmak üzere toplam 9 örnekleme noktası seçilmiş ve bu noktalardan Şubat–Ağustos 2006 tarihleri arasında her ay su numunesi alınarak pestisit tayini yapılmıştır. Ayrıca kirlilik seviyesi tespitinde önemli yeri olan çözünmüş oksijen, iletkenlik, pH ve sıcaklık parametreleri yine bu yedi aylık süre boyunca aynı noktalarda yerinde ölçülmüştür. Bu parametrelere ek olarak Haziran ve Temmuz aylarında bazı metallerin tayini yapılmıştır. Ancak Mogan Gölü birinci örnekleme noktasından Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında belediyenin bölgede yaptığı çalışmalar nedeniyle, Çölova Dere örnekleme noktasından ise Haziran ve Temmuz aylarında derenin kuruması nedeniyle numune alınamamıştır.

2. GENEL BİLGİLER

Gölbaşı, Ankara sınırları içinde yaklaşık 20 km güneyde Konya karayolu üzerinde yer alan ve nüfusu yaklaşık 40 000 olan bir ilçe merkezi konumundadır. Mogan Gölü, yazları genellikle kuruyan küçük dereler ile beslenmekte, göl suyu kuzey doğusundaki regülatör kontrolünde Eymir Gölü'ne akmaktadır. Gölün güneyindeki yaklaşık 750 hektarlık bir bataklık ve ıslak çayırılık alanlar birçok farklı hayvana, özellikle de kuş türlerine yaşama ortamı sağlamaktadır. Mogan Gölü etrafında geniş sazlıklar ve restoranlar bulunur [8].

2.1. Çalışma Alanının Coğrafi Özellikleri

Mogan Gölü Ankara ili sınırları içerisinde, 39° 44' 40" ve 39° 47' 45" kuzey enlemleri ile 32° 46' 30" ve 32° 49' 30" doğu boylamları arasında deniz seviyesinden 972 m yükseklikte alüvyonsal bir set gölüdür. Jeomorfolojik verilere göre Gölbaşı havzası İmrahor deresi ve kollarının sağladığı akarsuların etkisinde, 250 m derinlikte bir akarsu havzasıdır. Mogan-Eymir-İncesu Deresi'ni izleyen çukurluk vadi, başlangıçta bir akarsu vadisiyken, derelerin getirdiği maddelerin 1900'lü yıllarda Mogan çukurluğunu doldurması sonucu Mogan Gölü, Eymir çukurluğunun önünü doldurması sonucu ise Eymir Gölü oluşmuştur. Göller aynı su toplama havzası içinde bulunmaktadır. Mogan Gölü kotu 3 m daha yüksek olduğundan, su akış yönü Mogan Gölü'nden Eymir Gölü'ne doğrudur. Mogan Gölünün çıkışı kuzeyden, Gölbaşı ilçesi içinden Eymir gölüne doğrudur. Önceleri düzensiz olan bu çıkış 1971 yılında yapılan bir regülatörle düzenlenmiştir [8].

Mogan Gölü beton bir kanal vasıtasıyla Eymir Gölüne, oradan da İmrahor Deresi ile Ankara Çayı'na boşalmaktadır. Gölün uzunluğu 6 km, eni 900 m, ortalama derinliği 3,5-4 m, göl alanı 63 km² ve hacmi 13-14 milyon m³'tür. Yağış alanı 941 km² olan göl havzasında yıllık ortalama yağış 403 mm, yıllık ortalama buharlaşma ise 1485 mm olarak ölçülmüştür. Eymir ve Mogan Gölleri'nin toplam havzası yaklaşık 971 km², çevre uzunluğu ise 150 km'dir. Havzadaki en yüksek kot 1650 m, en düşük kot ise 950 m'dir. Genellikle dağlık bölgeler göllerin iki yanında yer almaktadır. Eğim

morfolojik yapının bir sonucu olarak farklılıklar göstermekte olup, en dik eğimleri (% 20) gölün kuzey, doğu ve güney-doğusunda, orta derecede eğimler (% 6 - 20) gölün batı ve kuzey-batısında, düz ve düze yakın eğimler ise (% 0 - 5) gölün batısında, güneyinde ve güney-doğusunda yoğunlaşmıştır. Havzanın ortalama yüksekliği 1090 m civarındadır [9].

2.2. Çalışma Alanının Jeolojisi

Mogan Gölü ve çevresinde 1/25.0000 ölçekli Jeolojik harita MTA tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma ile 9 mitolojik birim belirlenmiştir. Yaşlıdan gence doğru bu birimler Eymir oluşumu (trias), Elmadağ oluşumu (trias), Lalelik oluşumu (jura), Dereköy oluşumu (kretase), Gerder volkanikleri (üst miyosen), Virancık gölselleri (piliyosen), Oğulbey dasitleri (piliyosen), Gölbaşı oluşumu (piliyosen) ve alivyonlardır (kuvaterler).

Bölgede en yaygın birim Gölbaşı oluşumu olup havzanın ortasında, kabaca kuzey – güney doğrultusunda uzanmaktadır. Havzanın kuzeyinde Eymir oluşumu doğusunda Virancık görselleri ve Gerder volkanikleri, batısında Virancık görselleri ve yer yer Elmadağ formasyonu, güney doğusunda ise Oğulbey dazitleri, Dereköy formasyonu, Gerder volkanikleri ve Virancık görselleri küçük yüzlekler halinde yer almaktadır [8].

2.3. Çalışma Alanının İklimi

Mogan Gölünün bulunduğu mevki Orta Anadolu'nun tipik karasal iklim özelliklerini göstermektedir. Yarı kuraklık, bu bölgenin genel iklim özelliğidir. Yörede kış sıcaklıkları düşük, yaz sıcaklıkları ise yüksektir. Havzanın iklim parametrelerinin tespiti amacıyla havzada meteoroloji istasyonları işletilmektedir. Mogan ve Eymir gölleri havzasında dört adet meteoroloji istasyonu işletilmektedir. Bu istasyonlardan iki tanesinde (Gölbaşı ve Culuk) 10 adet meteorolojik parametre (hava sıcaklığı, hava nemi, rüzgar hızı, rüzgar yönü, buharlaşma, yağış, güneş

radyasyonu, toprak nemi, toprak sıcaklığı 5 ve 20 cm) ölçülmektedir. İki istasyonda ise yağış değerleri ölçülmektedir [8].

2.4. Gölü Besleyen Dereler

2.4.1. Gölcük Dere

Gölcük Dere örnekleme noktası N39°46,303' E032°46,407' koordinatlarındadır. Belediyenin kanalizasyon ve park çalışması sırasında derenin yatağı değiştirilerek akışı birkaç aylığına kesilmiş olmasına rağmen göl tarafında ki akış eski hali ile devam etmektedir.

2.4.2. Yavrucak Dere

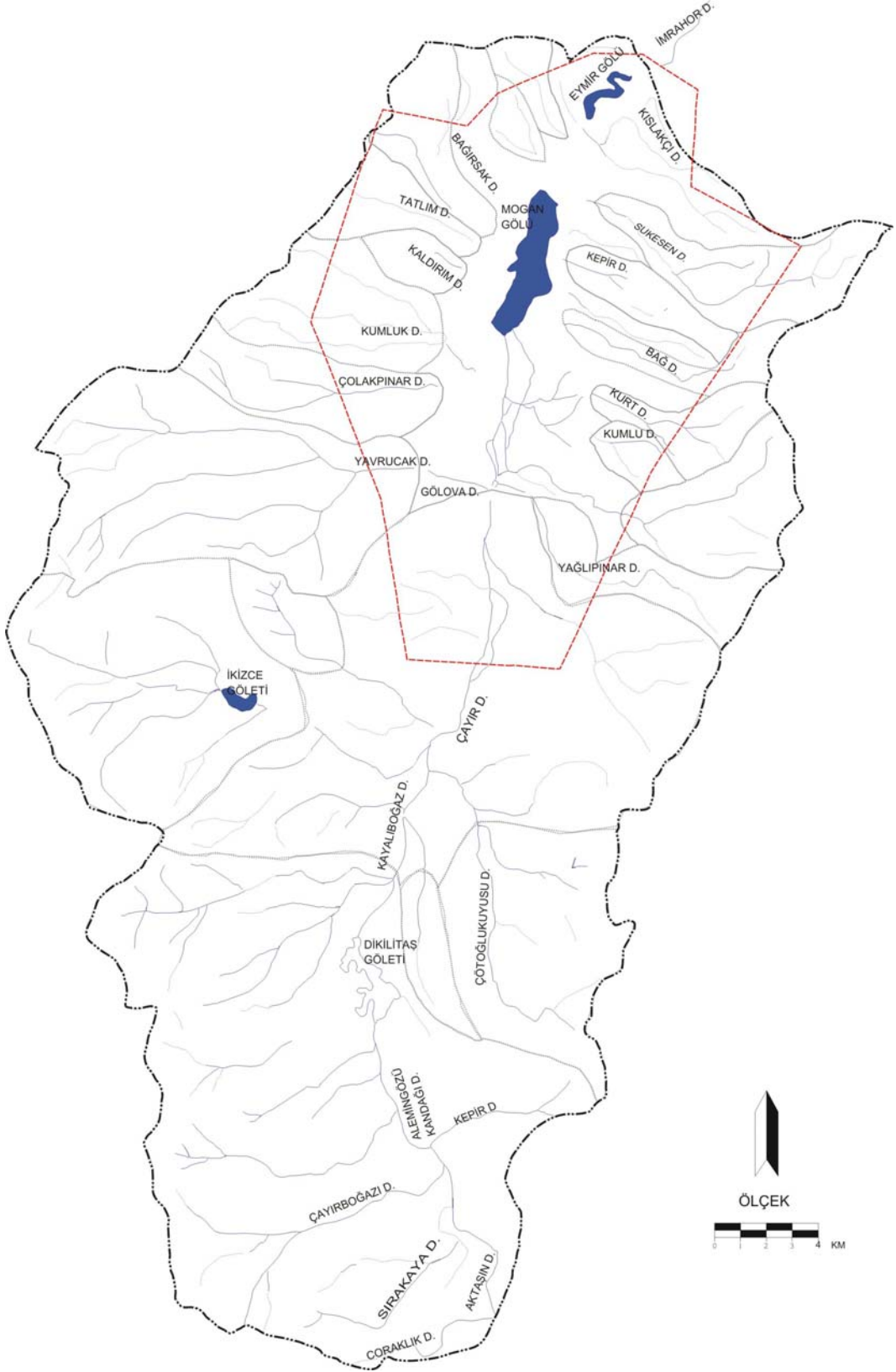
Yavrucak Dere örnekleme noktası N39°41,687' E032°44,520' koordinatlarındadır. Yapılan çalışmada debinin en yüksek olduğu yerlerden biri olarak gözlenmiştir

2.4.3. Çölova Dere

Çölova Dere örnekleme noktası N39°41,151' E032°46,469' koordinatlarındadır. Arazinin üst kısımlarında tarım yapılmaktadır.

2.4.4. Sukesen Dere

Sukesen Dere örnekleme noktası N39°47,445' E032°48,190' koordinatlarındadır. Dere Gölbaşı semtinin içinden üstü açık bir kanal şeklinde geçerek Mogan Gölü'ne dökülmektedir. En fazla sediment taşıyan ve debisel kütle açısından gölü besleyen önemli derelerden biridir. Harita 2.1'de. Mogan Gölü ve Gölü besleyen dereler gösterilmiştir.



Harita 2.1. Mogan Gölü ve Gölü besleyen dereler

2.5. Çalışma Alanının Flora ve Faunası

2.5.1. Flora

Mogan Gölünde alg ve phytoplanktonlar 5 sınıf 50 cins ve 500 tür olarak temsil edilmektedir. Phytoplanktonlar ötrofik suların indikatör canlılarıdır. Phytoplanktonlar; Bacillariophyta % 48, Chlorophyta % 28, Cyanophyta % 13 ve diğerleri % 11 şeklinde dağılım göstermektedir. Bacillariophyta'dan *Surirella*, *Synedra*, *Epitemia*, *Navicula* *Cyclotella*, *Fragilaria*, *Gyrosigma*, *Cymbella*, *Diatoma*, *Rhopalodia*, *Nitzschia*, *Amphora*, *Campylodiscus*, *Straurastrum*, *Synedra*, *Asterionella*, *Cocconeis*, *Melosira*, *Pinnularia*, *Achnanthes* cinsleri, Chlorophyta'dan *Eudorina*, *Dictyosphaerium*, *Pandorina*, *Zygnema*, *Closterium*, *Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Spirogyra*, *Oocystis*, *Cosmarium* *Tetraedron* ve Cyanophyta'dan *Oscillatoria*, *Anabaena*, *Lyngbya*, *Microcystis*, *Phormidium*, *Merismopedia*, *Rivularia*, *Spirulina*, *Nostoc*, *Gleocapsa*, *Cylinrospermum*, *Chorooccus* cinsleri bulunmaktadır [10].

Sucul ekosistem bitkileri ile ilgili DSİ tarafından 1992-93 yılları arasında yapılan çalışmalarda 13 tür kaydedilmiştir. Bu türlerden 7'si su üstü, 6'sı ise su altında bulunan bitkilerdir. Bu bitkilerden 12'si makrofit, 1'i ise yüksek algdir. Göldeki sualtı yabancı otlarından yalnızca iki adedinin (*Potamogeton pectinatus* ve *Chara*) yayılış alanlarının ve yoğunluklarının yüksek olduğu su üstü bitkilerinde ise yaygın olan türün *Phragmites australis* olduğu belirtilmektedir [8].

2.5.2 Fauna

Mogan gölünde Rotifera'dan 59, Cladocera'dan 8 ve Copepoda'dan 2 tür olmak üzere toplam 69 tür saptanmıştır [8].

Balıkların besin kaynağı olan zooplanktonların gölde tuzluluk, kirlilik ve ötrofik etkilere neden olabileceği bilinmektedir. Tür sayısı ve biyokütle değerleri incelendiğinde baskın olan grup rotiferdir. Zooplanktonların artışı, göldeki azot ve

fosforun yükselmesine bağlı olup gölün hipertrofik düzeye doğru hızla gittiğinin göstergesidir. Rotifera % 76,77 Copepda %21,51 Cladocera %1,72 olarak bilinmektedir [10].

Mogan Gölü'nde bulunan baskın balık türleri Turna (*Esox lucius*), Sazan (*Cyprinus carpio*), Kadife (*Tinca tinca*) ve Gümüş (*Alburnus orotis*)'dür. Ayrıca yörede 33 adet sürüngen türü bilinmektedir. Bölge kuşlar açısından çok önemli bir sulak alandır. Bölgenin; balıkçılar, bazı ördek, sazda üreyen birçok kuş türü için önemli bir üreme bölgesi olduğu, birçok su kuşu türü, bazı ördek türleri ve ötücü kuşlar açısından önemli bir göç merkezi olduğu, sakarmeke ve bazı su kuşları açısından da önemli bir alan olduğu ortaya çıkmıştır. Su kuşları açısından Mogan Gölü ve havzası birinci derecede önemli habitatlardır [10].

3. KURAMSAL BİLGİLER

Çoğu ülkelerde içme ve kullanma suları ile ilgili standartlar kabul edilmiştir. Bunun dışında suyun sanayi, tarım ve diğer alanlarda kullanımını ile ilgili standartlar ve tolerans sınırları da vardır. Çeşitli alanlardaki kullanımlarla ilgili standartların ve tolerans sınırlarının konulmasındaki amaç, suyun içerdiği iyon, gaz ve asılı haldeki maddelerin belli sınırları aşması halinde ortaya çıkabilecek olumsuz ve insan, hayvan ve bitki yaşamına zararlı etkilerin önlenmesidir. Su kalitesi ve kirliliği araştırmalarının çoğunun ana amacı, suyun belli kullanım amacına uygunluğunun saptanmasıdır. Bundan dolayı, su analizleri ile ilgili verilerin açıklanması, suyun çeşitli alanlardaki kullanımına ilişkin standartlar ve tolerans sınırları ile karşılaştırılmasını ve bu sınırlar aşıldığı zaman çeşitli alanlarda veya canlılar üzerinde ortaya çıkabilecek olumsuz veya zararlı etkilerinin açıklanması içermelidir.

3.1. Çalışılan Parametreler

3.1.1. Sıcaklık

Yüzey sularının sıcaklığı, coğrafi konum, yükselti, mevsim, günün değişik saatleri, akarsu debisi, derinlik ve kirletici kaynaklardan karışan atık özelliklerine bağlı olarak değişir. Yeraltı sularının sıcaklıkları genellikle yüzey sularına göre daha düşüktür ve daha homojen dağılım gösterirler.

Su ortamındaki fiziksel, biyolojik ve kimyasal süreçler sıcaklığın etkisi altındadır. Örneğin, su sıcaklığının yükselmesi oksijenin suda çözünürlüğünü azaltırken balıkların oksijen gereksinimini yükseltir. Yüksek sıcaklık birçok kimyasal bileşiğin çözünürlüğünü artırarak kirleticilerin sudaki canlı yaşamı üzerindeki etkilerini çoğaltır. Suların mikrobiyolojik karakteristikleri, sıcaklığın mikroorganizmaların büyüme ve yaşama süreleri üzerindeki kontrolü nedeni ile sıcaklığa bağlıdır. Sıcaklık artışı ile sulara uygulanan dezenfeksiyonun etkinliği artar. Sıcaklık artışı ile birlikte suyun korozif etkisi de artar. Sıcaklık suyun sanayideki kullanımını da etkiler [11, 12, 13].

Suların sıcaklığı, kapsamı geniş olan bir parametredir ve standart sıcaklık önermek güçtür. İçme sularının kullanıcı üzerinde serinletici etkisi olması ve sıcaklığın 15 °C'un altında olması istenir. Sulama sularında yüksek veya düşük sıcaklık bitki ve toprak sıcaklığını değiştirme yoluyla bitki gelişimini etkiler. Sulama suları için belli bir sıcaklık önerilmemiştir [11].

3.1.2. Hidrojen İyonu Aktivitesi (pH)

pH sudaki hidrojen iyonu aktivitesinin ölçüsüdür. Suların pH'sı hidrojen iyonu üreten veya oluşturan birbirleri ile ilişkili kimyasal tepkimeler tarafından kontrol edilir.

Doğal yeraltı sularının pH'sı 6,0 – 8,5 arasında değişir, fakat termal sularda düşük pH değerleri de görülebilir. Kirlenmemiş suların pH'sı 6,5–8,5 arasındadır [14].

Sudaki karbonat, hidroksit ve bikarbonat iyonları suyun bazikliğini arttırırken, serbest mineral asitleri ve karbonik asitler suyun asitliğini arttırır. Asidik sular bazik sulara göre daha az yaygındır. Asidik maden işletmeleri sularının drenajı ve nötrleştirilmemiş sanayi atık suları, suların pH'sını düşürür [12]. Çoğu doğal suyun pH'sı karbon dioksit - bikarbonat - karbonat denge sistemi tarafından kontrol edilir [13]. Suların içerdikleri gazlar, kolloidal maddeler, çeşitli elektrolit ve elektrolit olmayan maddeler, pH, iletkenlik sistemdeki korozyonun yayılımını ve suyun aşındırıcı özelliğini belirler [8]. Kalsiyum karbonat çökmesi korozyonu kontrol edebilir. Bu süreci kontrol eden faktörler sıcaklık, pH, toplam çözünmüş katılar, sertlik, karbon dioksit ve alkalinitedir. Demir bakterilerinin üremesi pH'ya bağlıdır. Bu bakteriler için optimum pH 6,5 civarındadır ve bu bakteriler pH 5,5 – 8,2 arasında ürerler. Demir bakterilerinin çok hızlı üremesi “ kırmızı su” oluşumuna yol açar. Kükürt kirliliğine uğramış sularda “çürük yumurta” kokusu oluşturan hidrojen sülfür gazının oluşumu pH 7,0'nin altında ise termodinamik olarak hızlandırılır. Yüksek pH içme sularında hafif koku oluşturur. Suların renk yoğunluğu pH'nın yükselmesi ile artar. Arıtma işlemlerindeki çöktürme (koagülasyon) ve yüzdürme (flotasyon) işlemlerinin verimliliği pH'ya bağlıdır. Bundan dolayı arıtma işlemlerinde pH

ayarlaması yapılır. Suyun mikrobiyolojik durumu pH'ya bağlıdır. Bu da klorla dezenfeksiyon işleminin etkinliğini değiştirir [13].

3.1.3. Çözünmüş Oksijen

Oksijen suda orta derecede çözünebilir bir gazdır. Suyun deniz seviyesinde ve 1 atm basınç altında, oksijene doygunluk derişimleri 0 °C'da 14,6 mg/L, 25 °C'da 8,4 mg/L'dir. Sudaki çözünmüş oksijen atmosferden ve suda yaşayan canlıların fotosentez yapmaları ile sağlanır [15].

Çözünmüş oksijenin suda varlığı, sudaki hayatın devamı ve suyun görünüm kalitesi açısından temel öneme sahiptir. Bu önemden dolayı, oksijen en çok kullanılan su kalitesi parametresidir. Kirleticilerin bir akarsu veya gölün oksijeni üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi, su kalitesi yönetimi planı geliştirilmesinde temel faktördür. Bu etki normal olarak "oksijen ihtiyacı" şeklinde ölçülür. Doğal sulardaki çözünmüş oksijen miktarı, sıcaklık, tuzluluk, suyun karışımı (türbülans), ve atmosferik basınç gibi fiziksel şartlara bağlı olarak değişir. Sıcaklık ve tuzluluk arttıkça suda çözünen oksijen azalır [16].

Mikroorganizmaların metabolik süreçlerinde yer alan çözünmüş, koloidal veya askıdaki organik maddeler ve azotlu bileşiklerin biyokimyasal ayrışımı, akarsudaki oksijen bilançosunda en önemli tüketim unsurunu oluşturur. Bu ayrışım, aynı zamanda doğal arıtma açısından da akarsu kalitesini belirleyici temel etkidir. Oksijen harcamasının kazanımdan fazla olduğu durumlarda akarsudaki biyolojik süreçler nitelik değiştirir [15]. Sudaki çözünmüş oksijen içeriği yaklaşık 0,5 - 1 mg/L'nin altına düştüğünde sulardaki tüm aerobik yaşam durur, anaerobik çürüme süreçleri egemen olmaya başlar, ortamda kötü kokulu sülfür, metan gibi gazlar oluşur [17].

Sulardaki yüksek canlı türleri, yaşamaları için oksijene gereksinim duyar. Bu nedenle akarsu ve göllerin biyokimyasının değerlendirilmesinde çözünmüş oksijen ölçümleri yaygın olarak kullanılır. Sudaki çözünmüş, süspanse veya çökelmiş haldeki organik

maddelerin kullanıldığı tepkimelerle çözülmüş oksijen miktarı azalır. Bu reaksiyonların yanı sıra, biyolojik olmayan bazı kimyasal reaksiyonlarda çözülmüş oksijen kullanımını açısından önem taşır [14].

Yeraltı suyundaki oksijen, suyun yüzeysel sulardan beslenişi ve su tablasının üzerindeki doymamış bölgede havanın hareketi ile sağlanır. Bu akış yolu üzerindeki oksitlenilebilen maddelerle (organik maddeler, pirit, siderit v.b.) reaksiyona girer. Eğer akış yolu üzerinde çok az reaktif madde varsa, çözülmüş oksijen içeren su uzun bir yol kat edebilir. Oksijeni kullanan tepkimelerin bulunmadığı sistemlerde yeraltı suları önemli miktarda çözülmüş oksijen içerebilir [14].

Balıkların ve diğer suda yaşayan canlıların yaşayabilmesi için suda yeterli miktarda çözülmüş oksijen bulunması gerekmektedir. Birçok aerobik canlı belli bir oksijen düzeyinin altında yaşayamamaktadır. Gerekli oksijen miktarı sıcaklık ve canlı cinslerine göre değişim gösterir. Suda yaşayan tüm canlılar için tek bir oksijen derişimi önerilemez. Oksijen miktarının aşırı düşük derişimlere doğru dalgalanma göstermesi sudaki canlılara zararlıdır. Kabul edilebilir en düşük oksijen miktarlarını belirtmek uygun olmamakla birlikte, 4 mg/L'den düşük derişimlerin sudaki çoğu canlı üzerinde tahripkâr etki yaptığı gösterilmiştir [12].

3.1.4. Elektriksel İletkenlik

Elektriksel iletkenlik, suyun elektrik akımını iletebilme özelliğinin sayısal olarak ifadesidir. Su analiz sonuçları verilirken iletkenlik $\mu\text{S}/\text{cm}$ cinsinden 25 °C sıcaklıktaki değeri hesaplanarak belirtilir [8].

Suların elektriksel iletkenliği, iyonların sudaki varlığına, toplam derişimine, hareketliliklerine, değerliklerine ve sıcaklığa bağlıdır. Sıcaklık artışı ile suların elektriksel iletkenlikleri de artar. Sudaki iyonların derişimi arttıkça da elektriksel iletkenlik de artar. Dolayısıyla elektriksel iletkenlik ölçümleri sudaki toplam iyon derişimi hakkında iyi bir gösterge oluşturur [14]. Doğal haldeki yüzey sularının

elektriksel iletkenliği 50-1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değişir [12]. Yeraltı sularının elektriksel iletkenliği, yzey sularına oranla daha geniş aralıkta değişir. Yeraltı sularının içerdikleri iyonların toplam derişimi ve dolayısıyla elektriksel iletkenliği suların yeryzüne ıkıncaya kadar izledikleri yola, kayaçların cinsine ve znrlklerine, iklime, bölgedeki yağış Şartlarına bağlıdır. Yeraltı sularının iletkenliği bazı bölgelerde deniz suyunun yaklaşık iletkenliği olan 50000 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ 'ye ulaşabilmektedir. Atık suların iletkenliği, atık suları üreten kaynağın özelliklerine bağlıdır. Bazı endüstriyel atık sularda 10000 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ 'nin üzerinde iletkenlik değerleri gözlenmektedir [18]. Elektriksel iletkenlik değerleri ve bu değerlere karşılık gelen tuzluluk sınıfları izelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Elektriksel iletkenlik değerleri ve bu değerlere karşılık gelen tuzluluk sınıfları [19]

Elektrik İletkenliği ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Tuzluluk Sınıfı
0-100	Tuzsuz
100-250	Az tuzlu
250-750	Orta tuzlu
750-2250	Yüksek tuzlu
2250'den büyük	çok yüksek tuzlu

3.1.5. Ağır Metaller

Ağır metaller doğal sularda eser düzeyde bulunan maddelerdendir. Demir dışındaki diğer ağır metaller sularda genellikle 1 mg/L'den düşük derişimlerde bulunur. Ağır metallerin bazıları, mikroorganizmalar, bitkiler, hayvanlar, ve insanlar açısından toksik özelliklere sahiptir [16].

Doğal sulara evsel ve endüstriyel atık sular ya da madencilik faaliyetleri atıkları aracılığıyla bazen önemli miktarda ağır metaller karışır. Madencilik faaliyetleri

sonucu ortaya çıkan katı atıkların yıkanması sonucu sulara Fe, Cu, Pb, Cr, Zn, Mn gibi metaller karışır. Bu ağır metallerin yıkanma ile yeraltı sularına karışmasında, bu metal sülfürlerinin kükürt bakterileri tarafından oksitlenmesi önemli rol oynar. Sülfürleri oksitleyen bakteriler sülfürik asit oluşturarak sudaki sülfat ve hidrojen iyonu miktarını arttır, sonuçta suların pH'sı düşer ve kötü kalitede sular ortaya çıkar. Sulardaki çoğu ağır metalin karakteristik bir özelliği, hidroliz olmuş ya da HCO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , Cl^- , F^- ve NO_3^- gibi inorganik iyonlarla birleşerek kompleks iyonlar oluşturmaya olan eğilimleridir. Çözünmüş organik bileşiklerle kirlenmiş yeraltı suyu ortamlarında, metallerle oluşturulan organik kompleksler de önem taşır [8].

3.1.6. Pestisitler

Pestisit kullanımının tarihçesi

Son yarım asırda bitkileri ve insan sağlığını korumak, yaşamı iyileştirmek için insanlar bir çok yeni kimyasal maddeleri kullanmaya başlamıştır. Bu kimyasal maddeler çeşitli gruptaki bileşikler içerir. Bunlardan tarımsal amaçlı olanlar, insektisit, herbisit, fungusit vb. ilaçları içeren pestisitler veya biositler olarak adlandırılmaktadır. Tarım ve diğer bazı alanlarda istenmeyen bitki ve diğer canlıları kontrol altına almak veya öldürmek için kullanılan kimyasal madde veya maddeler karışımına biosit veya pestisit adı verilmektedir. Ziraî mücadelede pestisit kullanımı bu alandaki yeni bileşiklerin bulunmasıyla giderek artmış ve yoğun tarımın vazgeçilmez öğelerinden biri haline gelmiştir. Tarımsal savaşın günümüzdeki en kolay ve pratik çözümü pestisit uygulamasıdır. Tarımsal savaşın yetersiz olması nedeni ile, her yıl dünya tarımsal üretiminde ortalama % 20-35 oranında kayıpların olduğu ve bunun yıldan yıla değiştiği bilinmektedir. Bu tarımsal kaybı kısmen önlemek için kullanılan pestisitlerin önemli bir bölümünü insektisitler oluşturmaktadır. Ancak son yıllarda pestisitler üzerinde yapılan yoğun toksikolojik ve analitik çalışmalar bazı sorunları ortaya çıkarmıştır. Bu sorunlar özellikle kalıcılığı fazla olan pestisitler ile ilgilidir. Bu özellikteki pestisitler çevreyi kirlendiğinden kullanış alanlarının kısıtlanmış hatta kullanımları yasaklanmıştır.

Dünya nüfusunun giderek artması, insanlığın en önemli sorunudur. Artan nüfusu besleyebilmek için hem ürünün artırılması hem de çeşitli hastalık ve zararlılardan korunması gerekmektedir. Bu sorun pestisitlerin kullanımını kaçınılmaz kılmıştır [1].

1930'dan II. Dünya savaşı sonlarına kadar süren dönemde, tarımsal üretimde zararlıların etkisini azaltmak amacı ile özellikle Avrupa'da geniş çapta araştırmalar yapılmıştır. Gelişmeye başlayan kimya sanayisi ile üretimleri kolaylaşan organoklorlu insektisitler böcek ve benzeri zararlılarla mücadele açısından önceki insektisitlere oranla, daha düşük dozlarda etkili olmuşlardır. Böylelikle yeni insektisitlerin tarım zararlılarına karşı uygulanmaları nitel ve nicel olarak artmış ve genel çevre kirleticileri olmaya başlamışlardır [20].

Yeni insektisit devrinin ilk ve en önemli üyesi DDT'dir. Kimyasal sentezi 1874 yılında Zeidler tarafından yapılan bu maddenin sahip olduğu insektisit özelliğinin bulgusu 1939 yılında İsviçreli P. Müeller tarafından gerçekleştirilmiş ve bu buluşundan dolayı 1948 yılında Nobel Ödülü almıştır [21].

Daha sonraki yıllarda "Organoklorlu bileşikler" adını verdiğimiz insektisitlerden sırayla 1942'de benzenheksaklorür, 1945'de klordan, 1945'de heptaklor, 1947'de tokzafen, 1948'de metoksiklor, 1948'de aldrin, 1948'de dieldrin, 1951'de endrin ve 1956'da endosülfan sentezleri yapılmıştır. Yine bu dönemlerde günümüzde halen kullanılan klorlu hidrokarbon ve karbamat grubu insektisitlerin sentezleri başlamış ve uygulamaya konulmuştur [20].

Pestisitlerin sınıflandırılması

Pestisitlerin sınıflandırılması çok çeşitli şekillerde yapılmaktadır. Bu sınıflamalardan en önemli sınıflandırma şekilleri;

- Formülasyon şekillerine göre,
- İlacın etki şekline göre,
- Pestisitinin fiziksel haline göre,

- Zararlı bitki veya hayvanın biyolojik dönemine göre,
- Kullanma tekniğine göre,
- Yapısındaki etkili madde grubuna göre,
- Kullandıkları zararlı grubuna göre,

yapılan sınıflamadır. Bunlardan en önemlileri ve en çok kullanılan sınıflandırma şekilleri ise yapısındaki etkili madde grubuna göre ve kullandıkları zararlı grubuna göre yapılan sınıflandırmalardır. Kullandıkları zararlı grubuna göre yapılan sınıflandırmada pestisitler şu isimlerle anılırlar:

- İnsektisitler (Böcek öldürücüler)
- Fungusitler (Mantar öldürücüler)
- Fungistatikler (Fungusların faaliyetini durduranlar)
- Bakterisitler (Bakteri Öldürenler)
- Herbisitler (Yabancı ot öldürücüler)
- Akarisitler (Örümcek öldürenler)
- Afisitler (Yaprak bitlerini öldürenler)
- Molluskisitler (Yumuşakca öldürücüler)
- Algisitler.(Algleri öldürücüler)
- Avenisitler.(Kuş öldürücüler veya kaçırıcılar)
- Rodendisitler (Kemirici öldürücüler)

diye isimlendirilirler [22, 23].

Pestisit kullanımının gelişimi ve çevreye etkisi

Bir ilacın etkinliğini kanıtlamak için bunun ticari olarak kullanımının tavsiye edilmesi yeterli değildir. Bu ilaç onun çeşitli formülasyonlarını uygulayan kişiler açısından güvenli olmalı ve bitkiler üzerinde tehlikeli seviyelerde kalıntı bırakmamalıdır. İlaçlama sonucunda oluşabilecek kalıntı tolerans seviyelerini geçmemelidir.

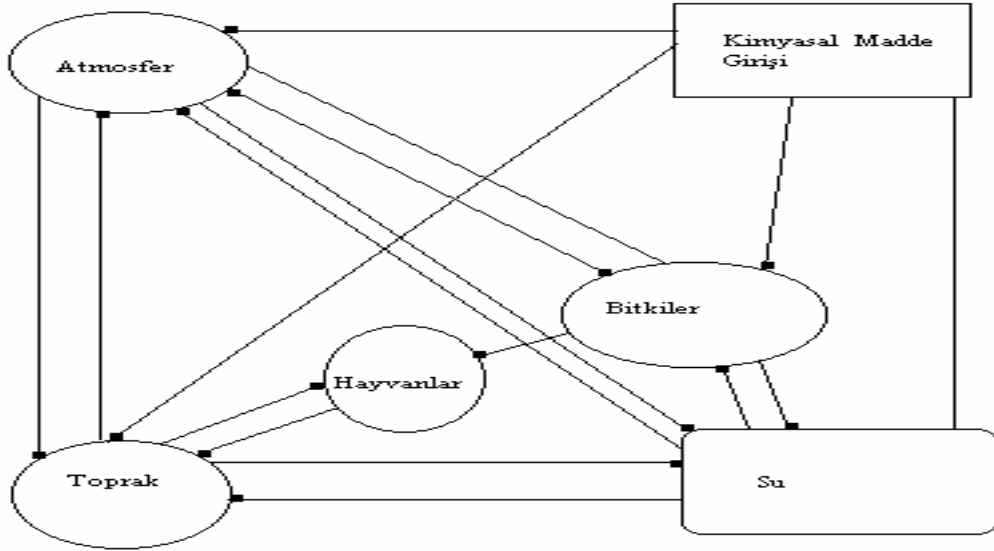
Çok çeşitli bitki hastalık ve zararlılarına karşı başarı ile kullanılan organoklorlu insektisitler, özellikle toprak altı zararlılarına karşı etkin şekilde toksiktirler. Buna karşın bu gruba giren insektisitlerin toprakta çok az parçalanmaya uğradıkları ve bu nedenle başta toprak olmak üzere çevre ögeleri içinde uzun süre kalarak birikim gösterdikleri 1950’li yıllardan bu yana bilinmektedir. Piyasaya sunuldukları tarihten itibaren çok geniş bir zararlı ağına karşı etkinlikle ve yoğunlukla kullanılan organoklorlu bileşikler gerek uygulamaları esnasında ve gerekse uygulama sonrasında toprağa, suya, atmosfere karıştıkları belirlenmiş ve bu bileşiklerin çevre kirlenmesindeki önemi üzerinde daha duyarlı davranma zorunluluğu gündeme gelmiş ve araştırmacıları bu yönde araştırma yapmaya yönlendirmiştir [1].

Günümüzde organoklorlu pestisitlerin, özellikle DDT ve bozunma türevlerinin yerel olarak kullanılmamasına karşın, Kuzey Kutbundan - Antartika Kıtasına kadar ve doğada yaşayan en küçük mikroskobik canlıdan okyanustaki balinalara kadar bulaşmış olması bu bileşiklerin çevre kirliliğindeki yerini belirtmede en güzel örnektir. Bu kirlenmenin tek nedeni bu bileşiklerin yalnız tarımsal mücadele amacı ile kullanılmış olması değildir. Çünkü DDT’nin Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından 1955 yılında malarya ve tifüse karşı kullanılması kararı ile özellikle uzak Asya ve Afrika’da yoğun şekilde uygulama alanı bulmuştur. Ayrıca bu grup bileşikler, sarı humma ve veba gibi salgınlara karşı sık sık kullanılmıştır. Organoklorlu insektisitlerin bu çok yönlü kullanımlarının yanında, tarımda gerektiğinden fazla uygulanmalarının beraberinde toprak, su ve atmosfer kirlenmesine ve oradan da canlı dokularında birikmeye yol açtığı bilinmektedir [1].

Yağ dokularından anne sütüne geçtiği kanıtlanan DDT kalıntılarının Amerika Birleşik Devletlerinde, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından belirlenen tolerans seviyelerinin 2-4 katı civarında bulunduğu gözlenmiş ve önlem alınması açısından Dünya Sağlık Örgütü tolerans seviyelerinin azaltılmasını kararlaştırmıştır. DDT üretimi, satılması ve uygulamasının yasaklandığı Amerika Birleşik Devletlerinde 1972 tarihinden sonra, bazı gıda maddeleri ve genel olarak çevredeki kalıntı miktarlarında oransal bir azalma kaydedilirken [20], bazı süt ve yumurta örneklerinde belirgin bir değişme görülmemiştir. Buradan çıkarılabilecek sonuç,

DDT kullanımının yıllar önce yasaklanmış olmasına karşın, yıllar sonra tekrar gıdalara geçebilmesidir.

Başlangıçta bitkisel, daha sonra hayvansal niteliğe bürünen gıda kirlenmesinin asıl nedeninin toprak ve su kirlenmesi olduğu ve gıda kirlenmesinin boyutları ile toprak ve su ortamındaki organoklorlu pestisit kalıntılarının kapsamaları arasında önemli ilişkilerin var olduğu araştırmalarla kanıtlanmış durumdadır. Şekil 3.1.'de çevrenin çeşitli organlarında bir kimyasal maddenin taşınma şeması verilmektedir.



Şekil 3.1. Çevrenin çeşitli fazlarında bir kimyasal maddenin taşınması [20]

Ülkemizde pestisitlerin neden olduğu çevre kirliliği konusunda yeterli bilgi oldukça sınırlıdır. Ancak organoklorlu pestisitlerin en yoğun olarak kullanıldığı Çukurova bölgesinde yapılan araştırmada bölgede süt ve süt ürünlerinin lindan, DDT, heptaklor ve dieldrin içerdiğinin tespit edildiği ve içeriklerin aylık dalgalanmalar gösterdiği belirtilmektedir. Güvener ve arkadaşları [24] tarafından yapılan bir çalışmada sütte DDT, lindan, aldrin ve dieldrin gözlenmiş ve bazı örneklerde aldrin ve dieldrinin tolerans seviyelerini aştığı vurgulanmaktadır. Aynı araştırmacılara göre DDT kalıntılarının bazı sebze ve meyvelerde 5 ppm'e ulaştığı ve bu değer bugüne kadar belirlenen her türlü tolerans değerinin çok üstünde olduğu bilinmektedir. Hasat mevsiminde yapılan bir başka çalışmada süneye karşı uçaktan uygulanan

organoklorlu bileşiklerden DDT nin Güneydoğu Anadolu'da saman saplarında 40 ppm civarında kalıntı bıraktığı ifade edilmektedir. Organoklorlu pestisitlerin bölgedeki sulama ve içme sularında da yüksek seviyelerde bulunduğu yapılan bu araştırmalarda belirtilmektedir

Pestisit kalıntıları çevre kirlenmesi yanında toprak mikrobiyal aktivitesi ve bu nedenle de toprak verimliliği açısından da önem taşımaktadır. Bu bileşikler belli seviyelerde, ortamdaki faydalı mikro ve makro biyolojik popülasyonları ve bunların enzimatik işlevlerini olumsuz yönde etkilemektedir.

Pestisit kalıntıları ile su-atmosfer-gıda ve canlı dokularda bulunan ilaç kalıntıları hareketli bir denge vardır. Fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak yer değiştiren bu kalıntıların beşiği toprak olarak bilinmektedir.

Gerek toprağa ve gerekse bitkiye uygulanan pestisitlerin önemli bir kısmı uygulama esnasında atmosfere geçmektedir. Bu bileşiklerin atmosfere geçme oranları, uygulanan ilacın uçuculuk özelliğine, atmosferdeki bağıl nem, hava akımı şartlarına, kullanılan ekipman ve uygulama yöntemine bağlıdır. Toprağa ulaşan pestisitlerin de aynı şekilde uçuculuk gösterdiği, tozlarla beraber atmosfere ulaştığı ve sularla beraber yıkandığı bilinen gerçeklerdir [1].

Atmosferden yağış ve tozlarla tekrar toprağa düşen pestisitler ve onların bozunma türevleri belli bir döngünün içine girmektedirler. Gerek atmosferden yağış ve tozlarla ve gerekse topraktan düşey yıkanma ve yüzey akışıyla yer değiştiren pestisit kalıntıları sulara karışarak en önemli çevre ögelerinden biri olan suda yoğunlaşmaktadır.

Canlıların özellikle yağ dokularında yoğunlaşan pestisit kalıntılarının bu dokulara geçişleri, başta bitkisel gıdalar olmak üzere su ve solunan hava aracılığı ile gerçekleşmektedir. Bu süreçte topraktaki pestisit kalıntıları ve sulama suyundaki pestisit yükü dolaylı veya dolaysız şekilde önem taşımaktadır.

Pestisitlerin özellikle organoklorlu insektisit kalıntılarının neden olduğu genel olarak biyosfer kirliliği sonucu bu bileşiklerin süt, et, peynir, sebze ve meyve gibi gıdalarla insan dahil birçok memelinin yağ dokularında yoğunlaşarak anne sütüne bulaştıkları 1970 li yıllarda araştırmacılar tarafından belirlenmiştir [1].

Pestisit kalıntılarının kaynağı

Pestisit kalıntılarının çoğunun kaynağı toprağa ve bitkilere uygulanan pestisitlere dayanmaktadır. Toprağa gübrelerle karışık halde veya yalın olarak kök bölgesine granül veya mikrokapsül şeklinde uygulanan pestisitlerin yanında bitkilere uygulanan pestisit miktarının % 50'sine varan bölümünün toprağa ulaştığı ve bu oranın özellikle meyve ve sebzelik alanlarda 6-7 kg/ha aktif madde taşınmasına neden olduğu belirtilmektedir [25].

Pestisit kalıntılarının diğer bir kaynağını uygulama sırasında zerreler ile atmosferde yoğunlaşan kalıntıların yağış veya tozlarla toprağa ve su ortamlarına düşmesi oluşturur. Atmosferden toprağa ulaşan kalıntı miktarı, toprağa doğrudan ulaşandan çok daha küçüktür. İlaçlama esnasında meydana gelen zerreler, zerre büyüklüğüne, havanın bağıl nemine, havanın sıcaklığına ve rüzgara göre farklı uzaklıklara taşınmaktadır.

Su içindeki veya su kenarındaki bitkilerle veya böceklerle mücadele sırasında pestisitlerin doğrudan uygulanması, ilaçlanmış bitki ve toprak yüzeylerinden ilaçların yağmur suları veya sulama suyu ile yıkanması, ilaç sanayi atık su ve atıklarının durgun su, akarsu veya toprağa boşaltılması, uygulama aletlerinin ve boş ambalaj kaplarının su kaynaklarında yıkanması sonucu pestisitler sulara ulaşmaktadır. Ayrıca yukarıda belirtildiği gibi ilaçla bulaşan atmosferdeki sıvı ve katı ilaç taneciklerinin su kaynaklarına taşınması sonucunda da sular kirlenebilmektedir [1].

Yağmur suyu ile toprağa ulaşan pestisit kalıntı miktarıyla ilgili olarak yapılan bir araştırmada İngiltere'de 28 aylık bir süre boyunca yağmur suyunda mevsimlere

göre değişmek kaydıyla 20-130 mg/L seviyelerinde DDT, γ -BHC ve dieldrin belirlenmiştir [20].

Pestisitlerin su ve topraktaki kalıcılıkları

Pestisitler uygulandıktan sonra kendilerinin veya bozunma türevlerinin ne kadar süreyle toprak veya suda kalabildikleri geniş ölçüde pestisit molekül yapısına, toprak, su ve çevre şartlarına bağlı bulunmaktadır.

Pestisit artıklarının toprak ve sudaki kalıcılıklarını etkileyen başlıca süreçler ise şunlardır:

- Pestisitlerin bozunma süreçleri,
- Toprak ve su ortamının fiziksel ve kimyasal özellikleri,
- Pestisit kalıntılarının toprak ve sudaki fiziksel hareketleri.

Özellikle toprak zararlılarına karşı etkili bir şekilde kullanılan organoklorlu pestisitler, toprakta parçalanmaya karşı dirençli oldukları ve çok az parçalandıkları için bu gurup pestisitler öncelikle toprak ve suda olmak üzere çevrede uzun süre kalarak büyük bir atık birikimi oluşturmaktadırlar.

Yakın zamanlara kadar, insan ve yeraltı suyu arasında kalan toprak ve kaya tabakalarının bu kaynağı kirletmeden koruduğuna inanılmaktaydı. Oysa bazı tarım alanları ve çevresinde yaygın olarak kullanılan tarım ilaçlarının, toprak tarafından emildiği ve sökülüp atılmadıkça toprağa bağlı olarak kaldığı düşünölmektedir [1].

Bazı tarım pestisitlerinin ise uygulama alanı çevresindeki havuz, göl ve ırmaklara süröklendikleri ve buralarda ortaya çıktığı gözlenmektedir. Ancak yeraltı suyunun pestisitler tarafından kirlendiği 1970 sonlarına kadar bilinmemekteydi. 1979 yılında Amerika Birleşik Devletlerinde birçok eyaletteki kuyulardan birkaçında ve New York'da yeraltı suyunda aldikarp bulunmuş ve böylece bazı bilim adamları ve diğer ilgililerin yıllarca kuşkulandıkları konu doğrulanmıştır. Bazı pestisitler

uygulandıkları bölgelerden çevreye toprak ve kayaç tabakalarını kat ederek yayılabilmekte ve yeraltı suyuna ulaşabilmektedir.

Yeraltı suyunun hareketi ve özelliklerinin anlaşılması hakkındaki bilgi birikimi geliştikçe, pestisitlerin yeraltı suyu içindeki varlığı ile ilgili meraklar da giderek artmıştır. Ne yazık ki daha çok meraklandıkça, daha çok kirlilik bulunmuş ve yeraltı suyunda pestisit kalıntılarının tespiti giderek gelişmiştir. EPA'nın (Environmental Protection Agency : Çevre Koruma Ajansı) ABD'de yapmış olduğu araştırmada 23 eyaletin yeraltı sularında, normal tarımsal kullanım sonucu ve bunun yanında beceriksiz kullanım, bulaştırma ve bu ilaçların kullanımındaki diğer kötü uygulamaların da katkısı sonucu olarak 16 tür pestisit kirlenmesi olduğu tespit edilmiştir. Bu kirlilik EPA'nın ilgisini çekmiştir. Çünkü kirlenmiş kuyulardan sağlanan sular yüzünden, insanların içme suyundaki yüksek düzeydeki pestisit kalıntılarının etkisine bilmeden maruz bırakılmaları gibi bir tehlike söz konusudur. Amerikan toplumunun yarısına yakın kesimi yüzey sularından çok yeraltı sularından sağlanan içme sularını kullanmaktadır [1].

Ayrıca ülkemizde de Seyhan Barajı Sulama Bölgesi, Yüreğir ve Tarsus Ovaları sulama, drenaj ve kuyu suları, Porsuk Çayında 1975-1976 yıllarında yapılan araştırmalarda lindan, heptaklor, aldrin, dieldrin, DDT ve Endosülfan olmak üzere değişik derşimlerde 6 değişik pestisit belirlenmiştir [26]. Bazı organoklorlu pestisitlerin biyolojik olarak bozunma süreleri Çizelge 3.2'de verilmektedir.

Çizelge 3.2. Bazı organoklorlu pestisitlerin biyolojik olarak bozunma süreleri [27]

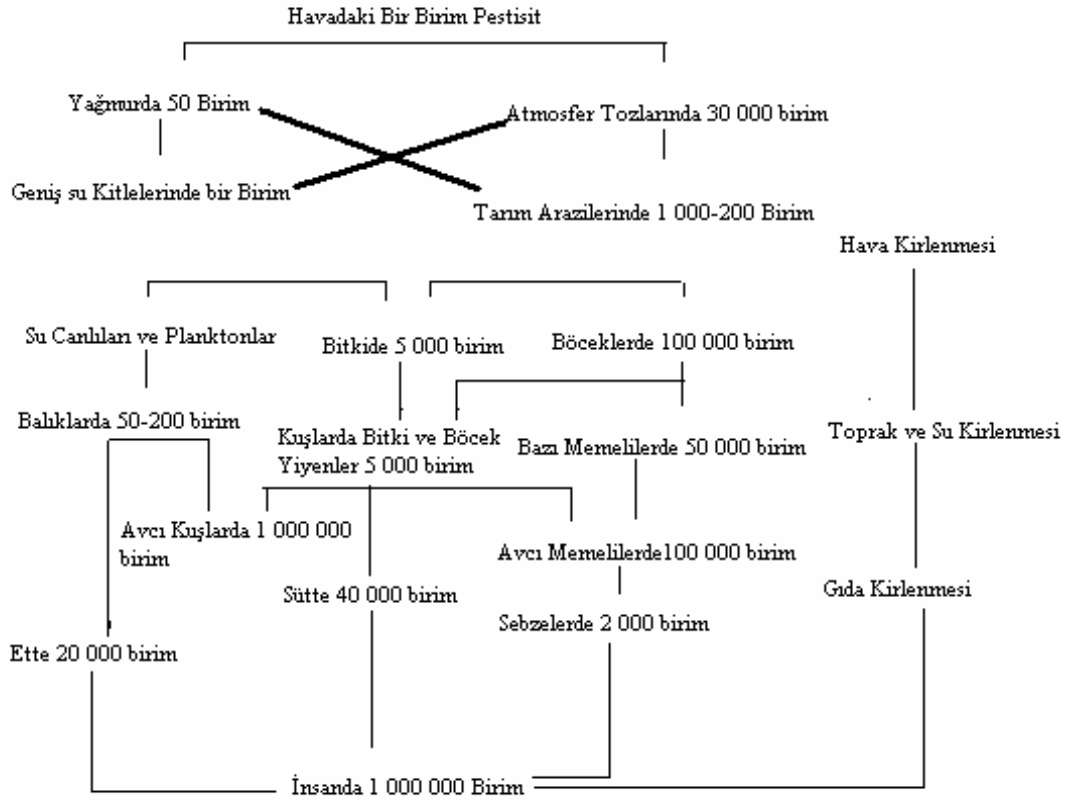
Pestisit adı	% 95'inin bozunması için gerekli süre (yıl)	Ortalama Yıl
Aldrin	1-6	3,0
DDT	4-30	1,0
Dieldrin	5-25	8,0
Heptaklor	3-5	3,5
Lindan	3-10	6,5

Pestisitlerin canlılar üzerine etkileri

Toprak ve su ortamında zamanla birikmiş olan pestisit artıkları çevre sağlığı açısından genel olarak şu sonuçlara yol açmaktadır:

- Pestisit artıkları ile kirlenmiş toprakta yetiştirilen ürünler pestisit artıklarını kökleriyle topraktan aldıklarından, insan ve hayvanlar için gıda maddesi ve yem olarak kullanılacak olanlar az da olsa pestisit artığı ihtiva ederler.
- Toprak ve sudan oluşan yaşama ortamındaki makro ve mikrofloranın kısmen veya tamamen yok olmasına sebep olurlar.
- Toprak verimliliğini artırmada önemli bir rol oynayan solucanlar da topraktan pestisit kalıntılarını doğrudan alacaklarından önemli zarar görürler.
- Pestisitler topraktan süzülerek yeraltı sularına, akarsularla baraj ve göllere, buharlaşma ile atmosfere karışabilirler [1]. Bu etkileşim Şekil 3.2'de görülmektedir.

Suların kirlenmesi, özellikle ülkemiz şartları için daha da önem kazanmaktadır. Çünkü ülkemizde yerleşim yerleri fazla olup bunların çoğu içme ve kullanma sularını pınar olarak adlandırılan kuyulardan ve kaynak sularından karşılamaktadırlar. İlaçlama artıkları değişik yollarla ve yağmurlarla yıkanarak içme ve kullanma su havzalarına ulaşabilir.



Şekil 3.2. Kalıcı pestisitlerin biyolojik dengedeki derişimi [28]

Bir kentin içme ve kullanma suyunun sağlandığı bir baraj veya gölü bazen birçok dere besler. Bazen bu dereler drenaj kanallarında toplanan suları da su kaynaklarına ulaştırırlar. Dereler çevrelerindeki ilaçlamalardan ve dereleri besleyen drenaj kanallarından kirlenir ve dolayısıyla bunların beslediği su kaynağı da kirlenmiş olur.

Çiftlik hayvanları ile evcil hayvanların et, süt ve yumurtalarında pestisit kalıntılarının olması tüketicilere dolaylı yoldan etki yapar. Bu nedenle ilaçlama yapılan yerlerdeki çiftlik hayvanları bu sahalardan uzaklaştırılmalı ve her pestiside göre özel olarak belirtilen süreden önce buraya sokulmamalıdır.

Ayrıca tarım alanlarına pestisit uygulanması ile hasat arasındaki süreler dikkat edilmeli ve her pestisit için tavsiye edilen sınırlara uyulmalıdır.

Bünyelerinde öldürücü olmayan pestisit kalıntısı içeren böcekler, kuşlar, balıklar diğer canlılar tarafından devamlı alınırsa bu canlılarda da akut veya kronik zehirlenmeye neden olabilir. Örneğin Kelaynak (*Geranticus eremita*) dünyada sadece Urfa'nın Birecik ilçesinde kuluçkaya yatmaktadır. 1950'li yıllarda Suriye'den gelen çekirge sürüsü nedeniyle yoğun ilaçlama yapılmış ve 700 kelaynağın öldüğü tespit edilmiştir. Bunun yanında kelaynakların besinini teşkil eden birçok böcekteki birikim nedeniyle de yine kelaynaklarda büyük miktarda ölüm meydana gelmiştir [1].

Pestisitlerin geçmişteki ve günümüzdeki üretim ve kullanımları

İstatistiklere bakıldığında, esas itibarıyla, 1985-2002 yılları arasında pestisit kullanımının azaldığını söylemek mümkündür [5]. Çizelge 3.3'de 1985-2002 yılları arasında Türkiye'deki ruhsatlı pestisit kullanımları verilmektedir.

Çizelge 3.3. Türkiye'de yıllık ruhsatlı pestisit kullanımı [5]

Yıl	Pestisit kullanımı (ton)
1985	36 662
1997	33 713
1998	35 487
1999	32 230
2000	33 548
2001	29 798
2002	30 792

Türkiye'de 1995 yılında toplam 1231 ticari pestisit ruhsatlı olmasına karşın, bu durum 485 aktif madde ve 3006 ticari pestisit ruhsatlandığı 2004 yılında büyük ölçüde değişmiş bulunmaktadır. Ancak, çeşitli nedenlerden ötürü yalnızca 252 adet aktif madde içeren kayıtlı pestisit piyasada temin edilebilir durumdadır.

Türkiye’de POP (Kalıcı Organik Kirletici Maddeler) pestisit yasağı 1970’li yıllarda başlamış olup, bu maddelerin kullanımı, imalatı, ithalat ve ihracatı yasa ile yasaklanmış bulunmaktadır.

Dieldrin 1971 yılında, aldrin, klordan, heptaklor ve endrin 1979 yılında, tokzafen ise 1989 yılında yasaklanmıştır. Bunlara ek olarak, bu aktif maddeleri içeren bitki koruma ürünlerinin ruhsatları iptal edilmiştir. Mireks ve bundan elde edilen ürünlere Türkiye’de hiç bir zaman ruhsat verilmemiştir. Türkiye’de yasaklamamanın ardından POP pestisitlerin üretimine ilişkin herhangi bir kayıt bulunmamaktadır. Bitki koruma ürünleri, ruhsat alınmasının ardından ithal aktif maddeler kullanılarak hazırlanmaktadır. Türkiye’de bu aktif maddeler hiç üretilmemiştir. Dış Ticaret ve Gümrük Müsteşarlıklarının kayıtları, POP maddelerinin yasaklanmalarını takiben ithal ya da ihraç edilmediğini göstermektedir [5]. Bazı POP pestisitlere ilişkin ayrıntılı bilgiler aşağıda verilmektedir.

Aldrin toprakta yaşayan zararlılarla mücadele amacıyla kullanılmaktadır. Bu madde, bitki ve hayvan metabolizmalarında kolaylıkla dieldrine dönüştürülebilmektedir. Dolayısıyla, gıdalarda ve hayvanlarda, çok küçük miktarlar dışında aldrin artığı bulmak çok güçtür. Bu madde, toprak parçacıklarına sıkı bir biçimde tutunmakta olup, yüksek uçuculuğundan ötürü toprakta ortadan kaybolmaktadır. Kalıcılığı ve hidrofobik özelliklerinden ötürü, aldrin ve özellikle de dönüşüm ürünleri biyolojik birikime uğramaktadır.

Aldrin, insanlar için toksiktir. Yetişkin bir insan için ölümcül aldrin dozu, vücut kütlelerinin her bir kilogramı için 83 mg olarak tahmin edilmektedir. Aldrine maruz kalmış insanlarda karaciğer ve safra kesesi kanseri oranlarında artış olduğu gözlenmiştir. Aldrin maddesinin kansere yol açtığına ilişkin tek kanıt, hayvanlar üzerinde yapılan deneylerdir. Dolayısıyla, IARC (Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı), aldrin’i insanlar için kanserojen maddeler sınıfında değerlendirmemektedir. Bu madde Türkiye’de 1979 yılında yasaklanmıştır.

Dieldrin topraktaki zararlılar ve hastalık taşıyıcı zararlılarla mücadelede kullanılmıştır. Çevre ve insan sağlığına olan zararlı etkilerinden ötürü pek çok ülke dieldrin kullanımını yasaklamıştır.

Dieldrin, soğuk olmayan topraklarda 5 yıllık bir yarılanma ömrüne sahiptir. Dieldrin kalıntılarında havada, toprakta, balıklarda, kuşlarda, memelilerde ve anne sütünde rastlanmıştır. Dieldrin 1971 yılında yasaklanmıştır.

Endrin bitkilerin yeşil aksamalarında kullanılan bir insektisit olup, ayrıca rodentisit olarak da kullanılmaktadır. Hayvanlarda hızla metabolize edilerek yağ dokularında birikim yapmamaktadır. Endrin, uçucu yapısından ötürü atmosfere ve topraktan suyla taşınarak yüzey sularına ulaşabilmektedir.

Endrin, balıklar açısından çok toksik özelliğe sahiptir. Bu maddenin topraktaki yarılanma ömrü, bulunduğu konumun özelliklerine bağlı olarak 12 yıla ulaşabilmektedir.

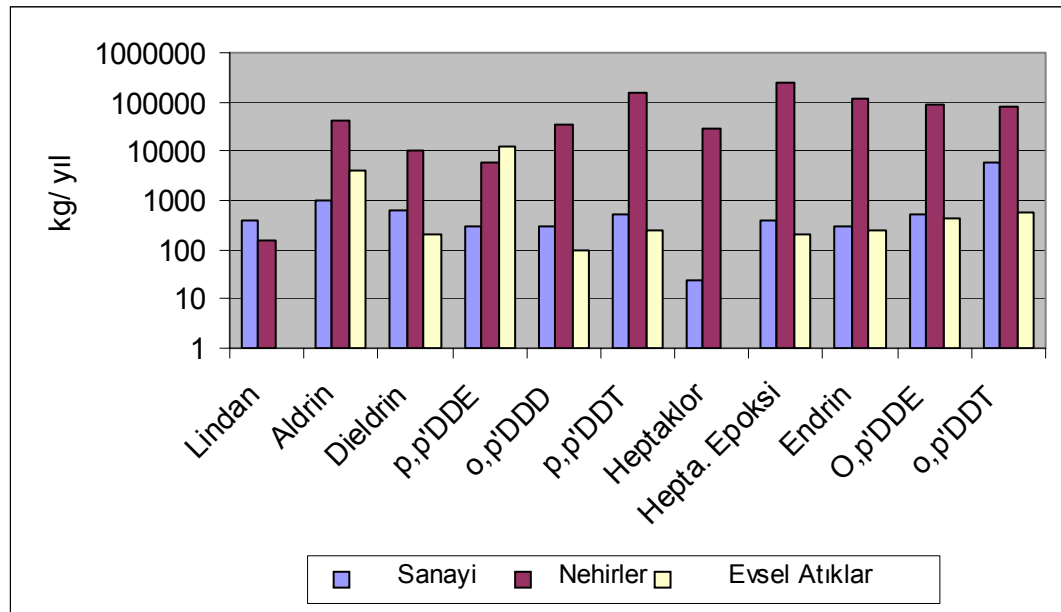
Heptaklor sistemik olmayan, sindirim sistemi ve temas ile etki yapan bir maddedir. Yüksek uçuculuğa sahip olması nedeniyle atmosferde bulunabilmektedir. Heptaklor, sudaki tortulara kolaylıkla tutunabilmekte ve organizmaların yağ dokularında birikebilmektedir. Heptaklor, hayvanlarda heptaklor epoksite dönüştürülerek metabolize edilmekte ve yağ dokularında birikmektedir.

Heptaklor üretilen tesislerde çalışan işçilerde safra kesesi kanseri vakalarının görülme sıklığının ciddi biçimde arttığı saptanmıştır. Karaciğer ve safra kesesi kanserinden ölüm vakası görülmemiş olmasına karşın, ölümcül serebrovasküler hastalıklara sıklıkla rastlanmaktadır.

IARC heptakloru insanlar için olası bir kanserojen madde olarak sınıflandırmaktadır. Heptaklor, Türkiye’de 1979 yılında yasaklanmıştır [5].

Bazı ülkelerde POP pestisitlerin kullanımının sınırlandırılması ve yasaklanmasının ardından Türkiye’de de gerekli önlemler alınmıştır. Aldrin, dieldrin, heptaklor, DDT ve toksafen kullanımı 1968 yılından başlayarak sınırlandırılmıştır. Aldrin ve heptaklorun toprağa uygulanması yasaklanırken, bu maddelerin tohumlara uygulanmasına izin verilmiştir. Bu yıllarda, BHC’ye ilişkin herhangi bir sınırlama getirilmemiştir. Ancak, bazı uygulamalardan sonra yabancı otlar üzerinde BHC, samanda da DDT kalıntılarına rastlanmıştır [24]. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı tarafından yasaklanan pestisitler Çizelge 3.4 ve Çizelge 3.5’de özetlenmiştir.

Pestisit kalıntıları deniz suyunda da bulunmuştur. Karadeniz sahillerinden elde edilen numuneler analiz edilmiş ve 11 çeşit pestisit tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, Şekil 3.3’de verilmektedir.



Şekil 3.3. Karadeniz’e yapılan pestisit deşarjı [29]

Çizelge 3.4. Türkiye’de yasaklanmış bulunan pestisitler [5]

Pestisit ve diğer kimyasal maddeler	Yasaklama yılı
Dieldrin	1971
Aldrin	1979
Endrin	1979
Lindan	1979
Heptaklor	1979
Kordan	1979
e-Parathon	1979
2,4,5-T	1979
Leptephos	1979
Klordimform	1979
Civa içeren ürünler	1982
Arsenic içeren dezenfektanlar	1982
Klorobenzilat	1982
DDT	(Sınırlama 1978) 1985
BHC	(Sınırlama 1978) 1985
Flurodifen	1987
Klorpropilat	1987
Dinoseb	1988
Daminozide Alar 85	1989
Tokzafen	1989
Zineb	1991
Azinpos Etil	1996

Çizelge 3.5. POP pestisitlerin yasaklama yılları ve nedenleri [5]

Pestisit adı	Yasaklama yılı	Yasaklama nedenleri
Aldrin	1979	İnsan ve çevre sağlığı üzerinde zararlı etkileri, kanserojen madde olması,
Klordan	1979	İnsan ve çevre sağlığı üzerinde zararlı etkileri, kanserojen madde olması,
DDT	1978(sınırlama) 1985	İnsan ve çevre sağlığı üzerinde zararlı etkileri, kanserojen madde olması, yağ dokularında birikim yapması
Dieldrin	1971	İnsan ve çevre sağlığı üzerinde zararlı etkileri, kanserojen madde olması,
Heptaklor	1979	İnsan ve çevre sağlığı üzerinde zararlı etkileri, kanserojen madde olması,
Endrin	1979	İnsan ve çevre sağlığı üzerinde zararlı etkileri, kanserojen madde olması,
Tokzafen	1989	İnsan ve çevre sağlığı üzerinde zararlı etkileri, kanserojen madde olması,
Mireks	Türkiye’de ruhsatlandırılmamıştır.	

Karadeniz’de Kurt ve arkadaşları [30] tarafından yapılan araştırmalarda, deniz suyunda ve çıkarılan midye örneklerinde ciddi miktarlarda organoklorlu pestisitlere rastlanmıştır. Türkiye’nin Karadeniz sahillerinden çıkarılan midye numunelerinden elde edilen organoklorlu pestisit derişimleri Çizelge 3.6’da, deniz suyundan elde edilen değerler ise Çizelge 3.7’de verilmektedir.

Çizelge 3.6. Türkiye'nin Orta Karadeniz sahilinde 1999 ve 2000 yıllarında midyelerde saptanmış ortalama organoklorlu pestisit derişimleri, (pg/g)

Pestisit adı	Baruthane (Samsun)	Yeşil Fener (Samsun)	Kırmızı Fener (Samsun)	Belediye Evleri (Samsun)	Sinop	Yalıköy
α -BHC	5	Yok ¹	8	600	190	50
β -BHC	12	13	70	3900	22	140
γ -BHC	3	18	8	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹
Δ -BHC	2	1	200	Yok ¹	Yok ¹	30
P,p'-DDT	290	400	240	1800	1100	Yok ¹
P,p'-DDE	2800	300	70	2400	230	120
P,p'-DDD	950	850	2200	1000	240	5400
Dieldrin	780	180	130	600	380	360
EndosülfanI	4000	Yok ¹	600	16,000	80	20
Endosülfan sülfat	5700	Yok ¹	790	3400	Yok ¹	7
Endrin	180	310	180	1500	190	20
Endrin aldehit	1300	140	420	1200	Yok ¹	3
Heptaklor	110	20	14	1600	40	8
Heptaklor epoksit	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹
Aldrin	590	Yok ¹	70	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹
EndosülfanII	270	2100	Yok ¹	11,000	12	2

Yok¹: Tespit edilebilen sınır değerin altında

Çizelge 3.7. Türkiye'nin Orta Karadeniz sahilinde 1999 ve 2000 yıllarında deniz suyunda saptanmış ortalama organoklorlu pestisit derişimleri, (pg/mL)

Pestisit adı	Baruthane (Samsun)	Yeşil Fener (Samsun)	Kırmızı Fener (Samsun)	Belediye Evleri (Samsun)	Sinop	Yalıköy
α -BHC	0,6	Yok ¹	1	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹
β -BHC	7	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹
γ -BHC	Yok ¹	0,3	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹
Δ -BHC	3	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹
P,p'-DDT	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹
P,p'-DDE	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹	1	Yok ¹
P,p'-DDD	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹	105	Yok ¹
EndosülfanI	Yok ¹	0,1	1	15	Yok ¹	Yok ¹
Endosülfan sülfat	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹
Endrin	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹
Endrin aldehit	Yok ¹	0,5	Yok ¹	Yok ¹	15	Yok ¹
Heptaklor	0,7	0,2	30	1	1	1
Heptaklor epoksit	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹
Aldrin	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹
EndosülfanII	6	Yok ¹	Yok ¹	2	Yok ¹	Yok ¹

Yok¹: Tespit edilebilen sınır değerin altında

Orta Karadeniz Bölümündeki 16 yüzey ve yeraltı suyu örneğinde BHC'nin alfa, beta, gamma ve delta izomerlerine rastlanmıştır. Kalıntı değerleri yüzey suyunda farklı izomerlerde 0,0003-0,2505 $\mu\text{g/L}$, yeraltı suyunda ise 0,0001-0,5720 $\mu\text{g/L}$ arasında bulunmuştur [31]. Dolayısıyla, bildirilen değerlerin çevre açısından taşıdığı önemi takdir etmek mümkün olamamaktadır.

Manyas Gölü farklı pestisit çeşitleri ile kirletilmektedir. Balıkesir’de bulunan Manyas Gölü’nde ve havzasında yer alan 9 farklı istasyondan Kasım 1996 ve Mayıs 1997 arasında alınan tortu ve su numunelerinde organoklorlu pestisitlere rastlanmıştır [32]. Kalıntı analizi sonuçlarına bakıldığında, ekosistemlerin organoklorlu pestisitlerin kalıntılarıyla kirletilmiş olduğu görülmüştür. Kalıntılar genel olarak heptaklor, heptaklor epoksit, BHC, aldrin, op’ DDT, op’ DDE, endrin ve dieldrinden oluşmaktadır. Suyun kirlilik düzeyi ilgili mevzuat itibarıyla sınır değer üzerinde Gölün kirlenmişlik düzeyi, çevredeki tatlısulardan daha yüksektir. Çizelge 3.8’ de 1996-1997 yılları arasındaki Manyas Kuş Gölündeki tortu numunelerinde bulunan bazı organoklorlu pestisit kalıntı değerleri verilmiştir.

Çizelge 3.8. 1996-1997 yılları arasındaki Manyas Kuş Gölü’ndeki tortu numunelerinde bulunan bazı organoklorlu pestisit kalıntı değerleri, (ng/mL) [32]

Pestisit adı	Sığırcık Deresi	Sığırcık Girişi	Karadere	Kocaçay	Kocaçay Girişi	Dutluk Deresi	Bereketli
α -BHC	0,448	1,186	0,814	1,421	0,959	1,752	0,394
β -BHC	0,226	2,024	1,548	1,337	0,935	1,784	1,780
Lindan	0	0,942	0,175	2,078	0	0,472	0,542
Heptaklor	5,463	3,403	3,460	8,442	0,101	9,100	5,827
Heptaklor epoksit	8,332	10,306	9,530	15,230	1,130	13,315	12,80
Aldrin	0	2,400	1,092	1,229	1,154	0,713	0,915
Dieldrin	0,156	0,630	0,378	1,572	0,208	0,620	1,152
Endrin	0,225	0,061	0,414	3,402	0,304	0,163	0,260
pp’DDD	0,169	0,448	0,385	0,439	0,025	0,371	0,310
pp’DDE	0,050	0,284	0,345	1,245	0,045	0,157	0,015
op’DDD	0,266	0,231	0,039	1,199	0,108	0,184	0,024
op’DDT	0,186	0,034	0,177	0	0,089	0	0,915
pp’DDT	0,228	0,489	0,288	0,350	4,546	0,292	0,282

Bu pestisitler su numunelerinde toksik düzeylerde bulunmuş olmamakla birlikte, tortulardaki heptaklor ve heptaklor epoksit su kuşları ve dipte yaşayan organizmalar açısından toksik olabilir. Manyas Gölü değişik pestisit çeşitleri ile kirletilmiş durumdadır. Bu pestisitler su kuşlarını da belirgin olarak etkilemektedir. Elde edilen sonuçlar, kuşların yumurta üretimlerinin ve yumurtadan çıkma oranının azaldığını, yavru kuş ölümlerinde ve oluşum bozukluklarında da bir artış olduğunu göstermektedir [5].

Yukarı Sakarya havzasında beş değişik organoklorlu pestisit ve bunların bozunma ürünleri tortularda, suda ve balıklarda tespit edilmiştir [33]. Çizelge 3.9 Yukarı Sakarya Nehri havzasından Ekim 1995 ve Eylül 1996 arasında alınan su numunelerindeki mevsimsel organoklorlu pestisit kalıntıları değerleri verilmektedir.

Çizelge 3.9. Yukarı Sakarya Nehri havzasından Ekim 1995 ve Eylül 1996 arasında alınan su numunelerindeki mevsimsel organoklorlu pestisit kalıntıları, ($\mu\text{g}/\text{mL}$) [33]

Pestisit adı	Ekim 1995 ortalaması	Şubat 1996 ortalaması	Mayıs 1996 ortalaması	Ağustos 1996 ortalaması
Alfa-BHC	0,226	0,158	1,878	1,877
Beta-BHC	0,298	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹
Lindan	0,183	Yok ¹	Yok ¹	Yok ¹
Aldrin	0,239	Yok ¹	0,093	Yok ¹
Dieldrin	1,346	Yok ¹	0,045	0,117
Endrin	2,738	0,092	0,162	0,063
Heptaklor	2,555	Yok ¹	0,325	Yok ¹
Heptaklor epoksit	0,441	Yok ¹	0,112	Yok ¹
op'DDT	1,013	0,068	0,096	0,001
pp'DDT	1,879	0,069	0,175	0,086
op'DDD	1,765	0,093	0,168	Yok ¹
pp'DDD	1,676	0,071	0,04	0,042
pp'DDE	0,825	Yok ¹	0,382	1,117

Yok¹: Tespit edilebilen sınır değer altında

Bir diğ er analiz, Göksu Deltası'ndan alınan su ve tortu numuneleri üzerinde yürütülmüştür. Çalışmanın sonuçlarına göre, Göksu Deltası'ndaki su örneklerinde 13 organoklorlu pestisit ve bunların kalıntıları tespit edilmiştir [34]. Elde edilen bulgular Çizelge 3.10'da verilmektedir.

Çizelge 3.10. Göksu Delta'sında su ve tortu numunelerindeki organoklorlu pestisit kalıntı düzeyleri, ($\mu\text{g}/\text{mL}$) [34]

Pestisit adı	Su ortalama Numune sayısı: 24	Tortu ortalama Numune sayısı: 24
Alfa-BHC	0,058	0,687
Beta-BHC	0,006	0,63
Lindan	0,007	0,164
Aldrin	0,049	0,690
Dieldrin	0,036	0,044
Endrin	0,021	0,033
Heptaklor	0,015	1,377
Heptaklor epoksit	0,019	0,244
op' DDT	0,050	0,041
pp' DDT	0,024	0,553
op' DDD	0,046	0,220
pp' DDD	0,057	0,195
pp' DDE	0,025	0,579

Türkiye'nin Karadeniz kıyısında bulunan evsel ve sınai deş arj noktası konumundaki nehir ve çaylar dahil 42 kaynakta 1993 yılının üç mevsimi süresince pestisit ve PCB ölçümleri yapılmıştır [29]. Lindan, heptaklor, heptaklor epoksit, aldrin, dieldrin, endrin, pp'DDE, op'DDE, op'DDD, op'DDT ve pp'DDT dahil 11 pestisidin deriş imi ölçülmüştür. Ölçümü yapılan organoklorlu pestisitlerin deriş imi, nehir ve çayların

bazılarında ölçülebilir sınır değerlerinin altında yer almıştır. Heptaklor ve aldrin derişimi büyük debili nehirlerin birkaçında da ölçülebilir sınır değerlerinin altında bulunmuştur. Her bir nehir ve çaydan gerçekleşen pestisit akışı Çizelge 3.11’de verilmektedir. Sakarya Nehrinin, bu çalışmada yer verilen kaynaklar arasında her türlü pestisit için açık arayla en büyük kaynak olduğu görülmektedir. Bu aslında beklenen bir durumdur, zira Sakarya Nehri Karadeniz’in batı kesiminde yer almakta ve drenaj havzası Türkiye’nin kuzeybatısındaki verimli ovaları kapsamaktadır. Sakarya Nehrini Kızılırmak ve Yeşilirmak Nehirleri izlemektedir. Bu iki nehir de yüksek debiye sahip olmalarına karşın, doğu Karadeniz kesiminde yer almakta olup, drenaj havzaları Türkiye’nin batı bölgeleri kadar yoğun tarım faaliyeti yapılmayan İç Anadolu Bölgesini kapsamaktadır. Diğer çaylar, bölgede yoğun tarımsal ve sanayi faaliyetin bulunmayışı nedeniyle Karadeniz’e yapılan pestisit deşarjında önemli rol oynamamaktadır. Karadeniz’e Türk kaynaklı 12 ton heptaklor, 11 ton aldrin, 31 ton dieldrin, 180 ton endrin ve 500 ton DDT deşarjı yapılmaktadır [5]. Sakarya nehri, en önemli pestisit kaynağı konumundadır [29].

Organoklorlu pestisitler son derece kararlı ve inatçı bileşikler olup çevre açısından incelendiğinde insan kaynaklı kirleticiler olduğu görülür [35]. İnsan kaynaklı bu kirleticilerden yine en büyük zararı insanlar görmektedir. Örneğin Benin Cumhuriyetinin kuzey kısmında 1999 yılında 50 kişi pestisit zehirlenmesi sonucu ölmüş, 2000 yılında ise 67’si ölümcül 206 pestisit zehirlenmesi meydana gelmiştir [36].

Yabani hayvanlar, böcekler ve balıklar pestisitler nedeniyle ölmektedir [37]. WHO’nun 1990 yılında yayınladığı rapora göre dünyada yıllık yaklaşık 3 milyon pestisit zehirlenme vakası gerçekleşiyor ve bunun 220 000’i ölümlle sonuçlanıyor [38]. Pakistan’ın Multan şehrindeki Nishtar Hastanesindeki Zehirlenme Merkezine başvuran 578 hastanın 278’ine pestisitlerin neden olduğu anlaşılmıştır [39].

Çizelge 3.11. Türkiye'nin Karadeniz kıyısında yer alan nehir ve diğer akarsulardan yapılan pestisit deşarjı, (kg/yıl) [5]

Pestisit adı	Hepta klor	Aldrin	Dieldrin	Endrin	pp'DDE	op'DDE	op'DDD	op'DDT
Sakarya nehri	<11200	8400	25300	112000	21000	296000	105000	29000
Guluc çayı	2200	110	680	500	50	610	340	750
Neyren çayı	90	22	55	75	13	90	95	90
Kilimli çayı	9,6	<1	3,7	<3	0,1	7,1	4,1	9,7
Çatalağzı çayı	90	41	<30	27	24	<24	<30	<30
Filyos nehri	2400	<1700	310	200	670	1200	210	420
Bartın çayı	740	18	70	42	29	95	24	52
Kızılırmak nehri	<23000	920	3500	53000	840	14000	7800	23300
Yeşilirmak nehri	92	330	420	8700	170	3400	860	1400
Miliç çayı	310	43	13	<12	<2	<3	<2	<3
Civil çayı	30	1,7	<4	<24	200	<4	<5	<5
Melet çayı	500	170	131	940	420	700	340	940
K. Güre çayı	3,9	1,1	1,7	3,2	8,6	1,7	1,3	2,9
Aksu çayı	6100	740	110	220	35	170	270	330
Tabakhane çayı	50	2,3	12	15	4,6	16	21	18
Değirmen-dere çayı	11	<500	20	<620	4	230	90	290

Pestisit tayini yöntemleri

Pestisit tayin yöntemleri tayin edilecek pestisit türüne ve pestisit içinde bulunduğu maddeye göre değişiklikler göstermektedir. Pestisit tayinlerinde en çok kullanılan analitik yöntemler kromatografik yöntemlerdir [40,41]. Mevcut bulunan pestisitlerin % 60'ı gaz kromatografi (GC) yöntemi ile tayin edilebilmektedir. Özellikle elektron yakalama dedektörlü (ECD) GC cihazları organoklorlu pestisit analizi için kullanılan en yaygın yöntemdir [42]. GC cihazında ECD dedektör dışında pestisit türüne bağlı olarak kütle dedektörü, azot-fosfor dedektörü ve alevli iyon dedektörü gibi farklı dedektörler kullanılmaktadır. Bunun dışında bazı pestisitlerin tayini için sıvı kromatografi yöntemi, ince tabaka kromatografi yöntemi, UV-GB spektrofotometrik yöntem ve voltametrik yöntem gibi farklı yöntemler de bulunmaktadır [43,44].

Pestisitleri buldukları maddeden ayırmak ve derişik hale getirmek amacıyla soxhlet, çalkama-ayırma hunisi, ultrasonik, mikrodalga, süper kritik akışkan ve basınçlı sıvı gibi farklı özütleme yöntemleri kullanılmıştır [42].

Organoklorlu pestisit içeren su numunelerinde kullanılan özütleme yöntemlerinden birisi değişken faz özütleme yöntemidir. Bu yöntemde C18 silika jel kolonlar kullanılmaktadır. Bu yöntemde önce C18 kartuşlar metanol ve saf su kullanarak aktif hale getirilir ardından 1 L numune vakum altında dakikada 10 mL geçecek şekilde kartuşlardan geçirilir ve heksan kullanarak pestisitler organik faza alınır sonra döner buharlaştırma cihazında 1 mL hacmine düşölüp florosil ile temizlenir. Bu yöntemde bulunan geri kazanım değerleri % 70 ile % 130 arasında değişmektedir [39].

Zweig'in yönteminde ise süzölmüş 900-950 mL su numunesi 1 L'lik ayırma hunisine alınır, ardından 25 mL heksan eklenir . Bu işlem 3 defa tekrarlanarak özütleme yapılır. Toplanan özütler 0,5 g susuz sodyum sülfattan geçirilerek heksan içerisindeki su giderilir. Ardından döner buharlaştırma cihazında 50 °C'da 1-2 mL hacmine kadar düşürölür [45, 46].

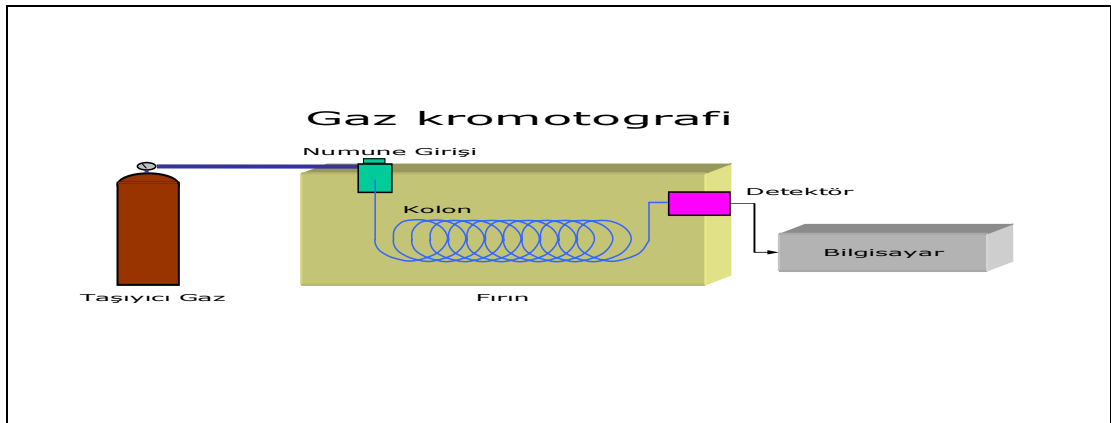
Toprak, tortu, doku ve gıda numunelerinde ise farklı özütleme yöntemleri kullanılmaktadır. Örneğin toprak numuneleri için ultrasonik çözücü özütlemesi [42] uygulanan yöntemlerden biridir.

3.2. Gaz Kromatografisi

Gaz kromatografisi (GC), doğal olarak buharlaşabilen veya kolayca gaz haline dönüşebilen bileşikler için oldukça yararlı bir yöntemdir. Yüksek ayırma gücü, çok az miktarda madde gereksinimi, çok kısa sürede ve doğru analiz gibi özelliklerinden dolayı yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. İlaçların birçoğu, çeşitli organik moleküller ve bazı inorganik bileşikler bu yöntemle analiz edilebilir. GC'de maddelerin sabit fazla etkileşiminden faydanılarak ayırım sağlanır ve sıklıkla iki tip sabit faz kullanılır. Birincisi Gaz-katı kromatografisi (GSC) diğeri ise katı destek üzerine sıvı kaplanmış olan gaz-sıvı kromatografisi (GLC)'dir. GSC'de aynı materyal

hem sabit hem de hareketli faz olarak rol alır. Bu tip sabit faz diğer fazlar gibi geniş şekilde kullanılmaz çünkü polar maddelerin ayrılması ve gaz haline geçişi bu tür kolonlarda az olur. GLC’de ise katı destek maddesi hidrokarbonlar, florakarbonlar ve sıvı kristaller gibi maddelerle kaplanır. Yaygın olarak kullanılan katı madde ise eritilmiş silikadır ve bu madde kapiler kolonun iç yüzeyine kaplanmıştır. Bu tip kolonların avantajı sabit fazla etkileşiminin iyi olmasıdır [47].

GC cihazının Şekil 3.4’de görüldüğü üzere temel olarak beş bileşeni vardır. Bunlar; hareketli faz kaynağı olarak gaz tüpü, numune enjektörü, kolon, dedektör ve dedektöre gelen bilgileri otomatik olarak kaydeden bilgisayardır. Bu sistemler kullanıcıya daha kesin ve yeterli araştırma yapması için tasarlanmıştır. Hareketli faz azot, helyum, hidrojen ve argon gibi gazlardır. Analiz sonuçlarının tekrarlanabilir olması ve uygun kolon aktivitesi için taşıyıcı gaz yüksek saflıkta olmalıdır. Kural olarak gaz kromatografisinde kullanılan gazların kuru ve % 99,9 saflıkta olması istenir [48].



Şekil 3.4. Gaz Kromatografisi

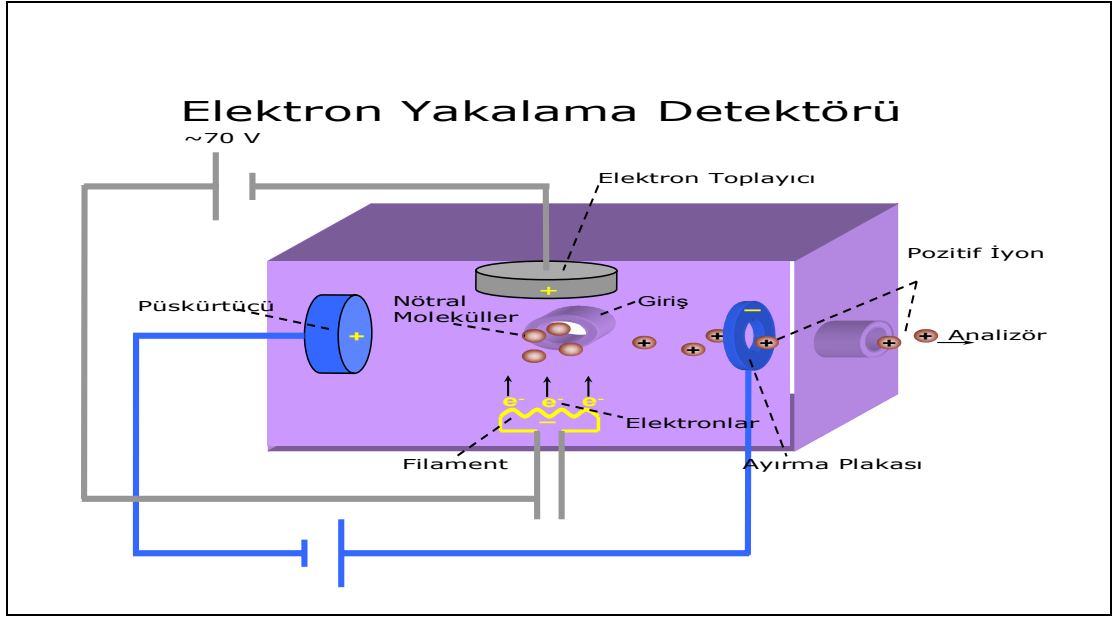
Kolon verimi, numunenin uygun miktarda ve buhar halinde "bir defada" verilmesini gerektirir. Yavaş enjeksiyon veya fazla miktarda numune verilmesi, pik genişlemesine ve düşük ayırma gücüne neden olur. Cihazın enjektör kısmı, elastik yapıdaki septumu içerir ve septum enjeksiyon bloğunun önemli bir parçasıdır. Sistemi sızıntılardan korur ve enjekte edilen şırınganın iğnesi tarafından delinir, yani enjeksiyon iğnesinin bu bölüme

batırılması ile sağlanır. Dolayısıyla septum deforme olabilen bir parçadır. Bu sebeple her 100 enjeksiyondan sonra değiştirilmesi gerekir [48,49].

Gaz kromatografide iki tür kolon kullanılır; dolgulu ve kılcal (açık boru) kolonlar. Bugüne kadar çalışmaların büyük bir çoğunluğu dolgulu kolonlar ile gerçekleştirilmiştir. Ancak son zamanlarda durum hızla değişmektedir ve görüldüğü kadarı ile dolgulu kolonlar, bazı özel uygulamalar hariç, yerlerini daha verimli ve hızlı kılcal kolonlara terk etmektedir. Kromatografik kolonların boyları 2-50 m veya daha büyük olabilir. Paslanmaz çelikten, camdan, erimiş silisten veya teflondan kolonlar yapılabilir. Bu kolonlar, ısı kontrolü yapılan bir fırına yerleştirilebilmeleri için 10-30 cm çapında spiraller haline getirilirler. En az hata ile çalışabilmek için, 0,1°C duyarlılıkla kontrol edilmesi gereken bir başka önemli parametre kolon sıcaklığıdır. Bu nedenle kolon, sıcaklığı kontrol edilebilen bir bölmeye yerleştirilir. En uygun kolon sıcaklığı numunenin kaynama sıcaklığına ve istenen ayırma verimine bağlıdır. Kabaca, numunenin ortalama kaynama sıcaklığının biraz üstünde bir sıcaklıktaki kolondan maddelerin çıkma süresi 2-30 dakika arasında değişebilir. Çok geniş bir kaynama noktası aralığındaki numuneler için sıcaklık programlaması yapmak gerekir. Sıcaklık programlamasında kromatografik ayırma devam ederken kolon sıcaklığı sürekli veya basamaklar halinde artırılır [50].

GC'de kullanılan dedektörler, Alev İyonlaşma Dedektörü (FID), Termal İletkenlik Dedektörü (TCD), Kükürt Kemilüminesans Dedektörü (SCD), Atomik Emisyon Dedektörleri (AED), Termiyonik Dedektörler (TID) ve Elektron-Yakalama Dedektörü (ECD)'dir. Bunlardan halojen içeren maddelerin seçimli olarak tayinine imkân verdiği için elektron yakalama dedektörü çevre numunelerinin analizinde çok yaygın kullanılan dedektör durumundadır. Özellikle pestisitlerin, poliklorobifenillerin tayininde kullanılmaktadır. Şekil 3.5'de gösterildiği gibi kolondan çıkan gazlar bir β yayıcısının (genelde Ni-63) üzerinden geçirilir. β tanecikleri genellikle azot olan taşıyıcı gazı iyonlaştırarak çok sayıda elektron oluşmasına neden olur. Organik maddelerin yokluğunda dedektörde bulunan bir çift elektrot arasında belli bir akım meydana gelir. Kolondan elektron yakalama özelliği

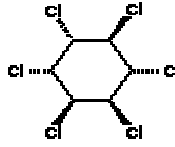
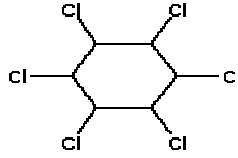
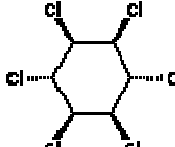
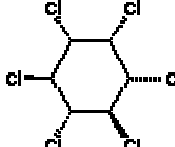
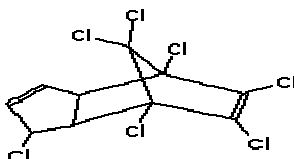
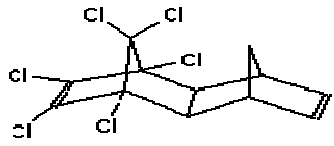
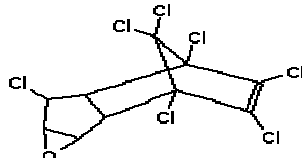
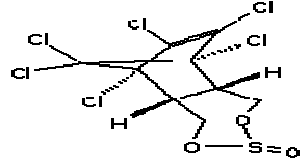
olan organik madde gelmesi halinde elektronların bir kısmı tutulur ve elektrotlarda akım düşmesi gözlenir [47].



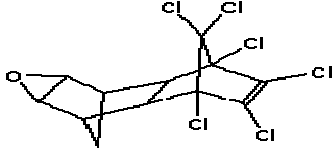
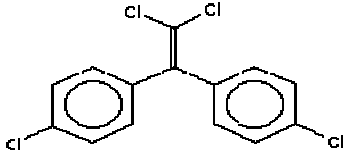
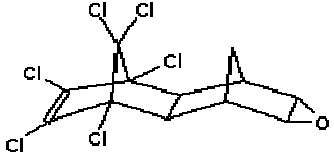
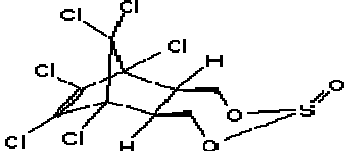
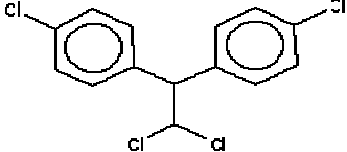
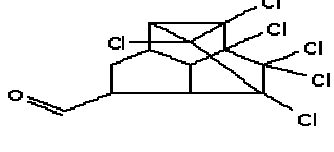
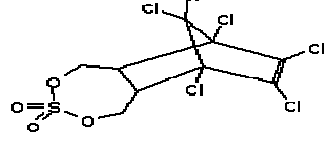
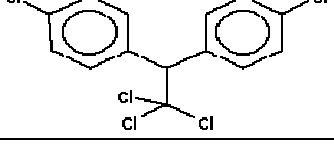
Şekil 3.5. Elektron-Yakalama Detektörü (ECD)

Elektron yakalama detektörü seçicidir ve elektronegatif fonksiyonel grup içeren moleküllere karşı (halojenler, peroksitler ve nitro grupları) çok duyarlıdır. Aminlere, alkollere ve hidrokarbonlar gibi fonksiyonlu gruplara karşı duyarlı değildir. Bu detektörün önemli bir uygulama alanı klorlu pestisitlerin belirlenmesi ve tayinidir. Elektron-yakalama detektörü çok duyarlıdır ve seçici olması büyük avantajdır [51]. Çizelge 3.12.'de elektron-yakalama detektörü ile tespit edilebilen organoklorlu pestisitlerin kimyasal yapısı verilmiştir.

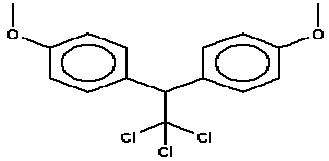
Çizelge 3.12. İzlenen Organoklorlu Pestisitler

Etkili Madde Adı	Kimyasal Formülü	Mol Kütle (g/mol)	Kimyasal Yapısı
Alfa-BHC	$C_6H_6Cl_6$	290,83	
Beta-BHC	$C_6H_6Cl_6$	290,83	
Gama-BHC	$C_6H_6Cl_6$	290,83	
Delta-BHC	$C_6H_6Cl_6$	290,83	
Heptaklor	$C_{10}H_5Cl_7$	373,32	
Aldrin	$C_{12}H_8Cl_6$	364,91	
Heptaklor Epoksit	$C_{10}H_5Cl_7O$	389,32	
Endosülfan 1	$C_9H_6Cl_6O_3S$	406,92	

Çizelge 3.12.(Devam) İzlenen Organoklorlu Pestisitler

Etkili Madde Adı	Kimyasal Formülü	Mol Kütle (g/mol)	Kimyasal Yapısı
Dieldrin	$C_{12}H_8Cl_6O$	380,91	
4,4' -DDE	$C_{14}H_8Cl_4$	318,02	
Endrin	$C_{12}H_8Cl_6O$	380,91	
Endosülfan 2	$C_9H_6Cl_6O_3S$	406,92	
4,4' -DDD	$C_{14}H_{10}Cl_4$	320,04	
Endrin Aldehit	$C_{12}H_8Cl_6O$	380,91	
Endosülfan Sülfat	$C_9H_6Cl_6O_4S$	422,92	
4,4' -DDT	$C_{14}H_9Cl_5$	354,48	

Çizelge 3.12.(Devam) İzlenen Organoklorlu Pestisitler

Etkili Madde Adı	Kimyasal Formülü	Mol Kütlesi (g/mol)	Kimyasal Yapısı
Metoksiklor	C ₁₆ H ₁₅ Cl ₃ O ₂	345,65	

3.3. Bazı Pestisit Kirliliği Çalışmaları

2009 yılında Lesego ve arkadaşları Okavango Deltası'nda pestisit tayin yöntemi olarak katı faz mikro özütleme yöntemi ve elektron yakalama dedektörlü gaz kromatografi cihazı kullanarak yaptıkları çalışmada su örneklerinde 0,0005 ile 0,032 µg L⁻¹ pestisit kalıntısı tayin etmişlerdir. Tespit edilen organoklorlu pestisitlerden 4,4'-DDD ve 4,4'-DDE'nin derişiminin Avrupa Birliği içme suyu sınır değeri olan 0,1 µg L⁻¹'den çok daha fazla olduğu görülmüştür [52].

Yapılan diğer bir çalışmada elektron yakalama dedektörlü gaz kromatografi ile birlikte yüksek çözünürlüklü jel kromatografi yöntemi kullanılarak soya fasulyesinde pestisit kalıntısı araştırılmıştır. Yapılan çalışmada jel kromatografi yönteminin etkin ve geçerli bir yöntem olduğu ve gaz kromatografi analizi öncesi yağ bileşiklerinin uzaklaştırılması için kullanıldığı belirtilmiştir. Çalışılan yedi pestisit türü için farklı çeşit soya fasulyelerinde 9 ile 46 µg kg⁻¹ arasında kalıntı tespit edilmiştir [53].

Tayland'da doğal su yolları ve kaynakları tarım, sulama ve atıksu deşarjında kullanılmaktadır. Organoklorlu pestisit kullanımının yoğun olduğu Mae Klong Nehri boyunca 2003-2005 yılları arasında 20 çeşit pestisit için sediman örnekleme yapılmıştır. Katı-sıvı özütleme teknikleri ve elektron yakalama dedektörlü gaz kromatografi cihazının kullanıldığı çalışmada 4,12 ile 215,09 µg g⁻¹ arasında pestisit kalıntısı tespit edilmiştir. Bu durum doğal su yollarının kirletildiğini, pestisit içerdiğini ve uzun dönem projelerle izlenmesi gerektiğini göstermektedir [54].

Organoklorlu pestisitlerin tayini için yapılan diğer bir çalışmada son derece kolay ve etkili bir yöntem olarak sıvı faz mikro özütme sistemi ile elektron yakalama dedektörlü gaz kromatografi cihazı kullanılarak su örneklerinde 11 çeşit pestisit tayini yapılmıştır. Yapılan çalışmada tayin sınırı 7-19 ng L⁻¹ tespit edilmiştir. Bu yöntemin organoklorlu pestisitlerin su örneklerinde tayini için geçerli ve başarılı olduğu belirtilmiştir [55].

Serrano ve arkadaşları Batı Akdeniz'de (İspanya Açıkları), doğal ortamında ve ağ kafesçiliği yapılan çiftliklerde çupra balığı üzerinde poliklorlubifenilleri ve organoklorlu pestisitleri araştırmışlar ve her iki ortamda da bu maddelerin kalıntılarına rastlamışlardır. En yüksek miktarları balıkların karaciğerlerinde yumurtlama dönemi öncesi sonbahar mevsiminde tespit etmişlerdir. Doğal deniz ortamındaki balıklarda çiftlik balıklarına göre çok daha fazla oranda poliklorlubifeniller ve DDT kalıntılarında rastlanmış olup bu durum balıkların doğal ortamının ve yiyeceklerinin kirletildiğini göstermektedir [56].

İspanya kıyılarında yapılan diğer bir çalışmada katı faz özütme yöntemi ve GC MS/MS kullanarak su örneklerinde 80 çeşit pestisit analizini yapabilen bir yöntem geliştirmişlerdir. Bu yöntemde özütmede kullanılan kartuşlar, numune hacmi ve çözücüler katı faz özütme sonuçlarını etkilerken kütle spektrometre koşulları hassaslığı ve seçiciliği artırmaktadır. Yöntemin geri kazanımı %70-110 arasında ve en düşük kalibrasyon noktasında tekrarlanabilirlik %20'nin altında olarak hesaplanmıştır [57].

Wong ve arkadaşları heksaklorobenzen ve 3 izomeri pestisit için herbal ortamında referans malzemeler hazırlamışlar ve hazırlanan bu referans malzemelerle 70 laboratuvarın katılımıyla karşılaştırma deneyi düzenlemişlerdir. Katılımcı laboratuvarlar referans değerlerden % -2,7 ile %-14,1 arasında sapma göstermişlerdir. Karşılaştırma deneyinde çok fazla katılımcı laboratuvar olmasından dolayı karşılaştırma deneyi sonuçları referans değerinin hesaplanmasında kullanılmamıştır. Bunun yerine, derişimi bilinen referans standartlar kullanılmıştır. Bu durum herbal

ortamında üretilen bu referans malzemenin kalite kontrol ve karşılaştırma denemelerinde kullanılabilceğini göstermektedir [58].

Günümüzde yasal olarak kullanılmakta olan 85 pestisit türü için sedimanda yapılan başka bir çoklu kalıntı yönteminde mikrodalga özütlemenin ardından jel kromatografi, karbon ve alumina katı faz özütleme kartuşları veya aktif olmayan floril kolonu ile numunelerin temizleme işlemi yapılmıştır. Örnekler elektron yakalama dedektörlü ve iyon-tuzaklı kütle spektrometre içeren gaz kromatografi cihazı kullanılarak analiz edilmiştir. Yöntemin tayin sınırı kuru kütlede 0,6 ile 8,9 µg/kg aralığında tespit edilmiştir [59].

Organik çözücülü ince tabakaların yerleştirildiği liflerin (fiber) ara yüz olarak kullanıldığı, sıvı faz mikro özütleme sisteminde farklı buhar basınçlarına sahip çözücüler üzerine çalışılmış ve yüksek buhar basıncına sahip sikloheksan gibi çözücülerde daha başarılı özütleme yapıldığı gözlemlenmiştir [60].

Turco ve arkadaşları Akdeniz'de bulunan Messina Boğazı'nda yaşayan levrek balıkları ile Akdeniz'de ağ kafesçiliği yapılan çiftliklerde yetiştirilen levrek balıklarında organoklorlu pestisit ve poliklorlubifenillerin analizlerini elektron yakalama dedektörlü ve kütle spektrometre içeren gaz kromatografi cihazı ile yapmışlardır. Yapılan araştırma sonucunda doğal ortamında yaşayan balıklardaki DDT oranının çiftlik balıklarından yüksek çıktığını gözlemlemişlerdir [61].

Gaz kromatografi ve kütle spektrometre kullanılarak 46 farklı pestisit türünün analizinde çok farklı polariteye ve kimyasal yapıya sahip pestisitlerin analizinde kullanılan katı faz mikro özütleme yönteminin geliştirilmesi için yapılan çalışmada üç farklı yapının ve parametrenin özütlemeye etkisi çalışılmıştır. Seçilen koşullar 60 µm kalınlığında polidimetilsiloksan/divinilbenzen lif (fiber), 45 dakika özütleme zamanı ve 60 °C sıcaklık olacak şekildedir. Tayin sınırı, doğruluk ve tekrarlanabilirlik açısından çalışılan 46 pestisidin 29 tanesi için yöntem geçerli bulunmuştur. Deneye katılan laboratuvarlar uluslararası standart ISO/IEC/17025'e uygun olup belirsizlik hesabı yapılmıştır. Yöntemin tayin sınırı 4 ile 17 ngL⁻¹ arasındadır. Yöntemin

doğruluğu laboratuvarlar arası karşılaştırma denemesi yapılarak değerlendirilmiştir [62].

Güney Kıbrıs iç yüzeysel sularının kirletici önceliği 76/464/EEC sayılı Avrupa Birliği Direktifine göre değerlendirildiği ve rapor edildiğinden Güney Kıbrıs Çevre Bakanlığı ve Kıbrıs Üniversitesi işbirliği ile ilgili direktifteki pestisit, uçucu ve yarı uçucu organik bileşikler içeren 30 tehlikeli maddenin 59 yüzeysel su örnekleme noktasında tayini yapılmıştır. En çok heksaklorobenzen ve heptaklor pestisitleri tespit edilmiştir [63].

Vagi ve arkadaşları Yunanistan kıyılarında deniz sedimanında 17 çeşit organoklorlu pestisit türü için çoklu kalıntı yöntemi geliştirmişlerdir. Yöntemin temelinde ultrasonik sıvı özütlemesine dayanmaktadır. özütleme süreci çözücü türü, miktarı ve süresi denenerek geliştirilmiştir. Ultrasonik özütlemeye en yüksek geri kazanım örneğin iki defa 20 dakika ve 5 mL diklorometan ile özütlenmesiyle elde edilmiştir. Organoklorlu pestisitlerin analitik analizinde ise elektron yakalama dedektörlü gaz kromatografi cihazı kullanılmış ve tayin sınırı kuru kütlede 0,1 ile 1 ng g⁻¹ arasında tespit edilmiştir. Araştırmacılar yöntemin güvenli bir özütleme sonucu verdiğini ve çözücü tüketimini azalttığını belirtmişlerdir [64].

Brezilya yer altı suyunda yapılan çalışmada 18 adet organoklorlu pestisit katı faz mikro özütleme sistemi ve elektron yakalama dedektörlü gaz kromatografi cihazı kullanarak tespiti yapılmıştır. Katı faz mikro özütleme sisteminde en uygun koşulların belirlenmesinde iyonik şiddet, karıştırma hızı, adsorbsiyon süreleri ve pH parametreleri etkili olmuştur. Geliştirilen yöntem ile Brezilya yer altı suları incelenmiş ve ulusal sınır değer üzerinde organoklorlu pestisit kalıntısı bulunmuştur [65].

4. DENEYLER

Organoklorlu pestisit saptanması amacıyla Mogan Gölü'nü besleyen derelerden 4 örnekleme noktası, Mogan Gölü'nden 5 olmak üzere toplam 9 örnekleme noktası seçilmiş ve bu noktalardan Şubat –Ağustos 2006 tarihleri arasında her ay su örnekleri alınarak örneklerde 17 adet pestisidin gaz kromatografi yöntemi ile tayini yapılmıştır. İki aylık örneklerde de bazı ağır metallerin tayini ICP-OES ile yapılmıştır. Örneklerin alındığı bölgelerin yerleri ve koordinatları Çizelge 4.1'de verilmiştir

Çizelge 4.1. Örnekleme noktaları ve koordinatları

Örnek no	İstasyon Adı	Koordinatlar	
1	Gölcük Dere	N39°46,303'	E032°46,407'
2	Yavrucak Dere	N39°41,687'	E032°44,520'
3	Çölova Dere	N39°41,151'	E032°46,469'
4	Sukesen Dere	N39°47,445'	E032°48,190'
5	Mogan Gölü 1	N39°47,414'	E032°47,855'
6	Mogan Gölü 2	N39°47,219'	E032°47,919'
7	Mogan Gölü 3	N39°46,411'	E032°47,683'
8	Mogan Gölü 4	N39°45,378'	E032°47,310'
9	Mogan Gölü 5	N39°45,476'	E032°47,032'

4.1. Kullanılan Cihaz ve Malzemeler

4.1.1. Gaz kromatografi cihazı (Hewlet packard model 5890)

- Ni 63 kaynaklı elektron yakalama dedektörü (ECD)
- Kapiler kolon (Alltech Econo-Cap SE -54; 30 m * 0,32 mm *0,25 µm)

4.1.2. Vakum manifoldu (Alltech 16-Port Vacuum Manifold)

Alltech marka 16 girişli basınç göstergeli vakum manifoldu.

4.1.3. C₁₈ SPE kartuşu (Alltech Extract-clean Hi-flow C₁₈, 1000 mg)

Alltech marka 1000 mg'lık, 6 mL hacminde katı faz özütleme kartuşu.

4.1.4. ICP-OES (İndüktif olarak eşleşmiş plazma optik emisyon spektrometresi) cihazı

Varian Vista MPX-Axial model ICP-OES cihazı.

4.1.5. pH metre

WTW 350i model ve dijital pH metre ve kombine cam elektrot.

4.1.6. Çözünmüş oksijen tayin cihazı

WTW OXI 340 model çözünmüş oksijen ve oksijen doygunluğu ölçüm cihazı.

4.1.7. İletkenlik (EC) ölçme cihazı

WTW EF 340 model elektriksel iletkenlik ve tuzluluk ölçüm cihazı.

4.1.8. Ultra saf su cihazı

18,2 $\mu\Omega\text{cm}^{-1}$ direncinde saf su üretebilen Millipore marka Milli-Q Plus -185 model saf su cihazı.

4.1.9. Genel laboratuvar cihaz ve malzemeleri

- Analitik terazi
- Ayarlanabilir otomatik pipetler (Brant)
- Özütleme için gerekli cam malzemeler (pipet, beher, erlen).

4.2.Kullanılan Kimyasal Malzemeler

4.2.1. Organoklorlu pestisit standart maddesi (Supelco katalog no: 47913)

1 mL'lik 17 bileşikli sertifikalı organoklorlu pestisit standardı, alfa-beta-gama-delta BHC, heptaklor, heptaklor epoksit, aldrin, endosülfan1-2, 4,4, -DDE-DDT-DDD, endrin aldehit, endrin, dieldrin ve endosülfan sülfat bileşiklerinin herbirinden 250 µg/mL, metoksiklordan ise 1000 µg/mL içerir.

4.2.2. Performans deneme standardı (J.T. Baker katalog no: PPM-508)

1 mL'lik sertifikalı performans deneme standardı 40 ng/mL delta BHC içerir.

4.2.3. Metanol

J.T BAKER marka 2,5 L'lik cam şişede GC saflıkta.

4.2.4. Etil asetat

J.T BAKER marka 2,5 L'lik cam şişede GC saflıkta.

4.2.5. n-Heksan

CARLO ERBA marka 2,5 L'lik cam şişede GC saflıkta.

4.2.6. Saf su

Ultra saf su cihazı ile üretilen ve direnci $18,2 \mu\Omega\text{cm}^{-1}$ olan saf su.

4.2.7. Ağır metal stok çözeltileri

Merck marka $1000 \mu\text{g/mL}$ 'lik Al, As, B, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Mo, Ni, Pb ve Zn içeren stok çözelti kullanıldı. Metallerin daha düşük derişimdeki çözeltileri stok çözeltilerin seyreltilmesiyle hazırlanmıştır.

4.3. Gaz Kromatografisi ile Orgonoklorlu Pestisit Tayini

Analizlerde kullanılan gaz kromatografi cihazı Resim 4.1'de verilmiştir.



Resim 4.1. Analizlerde kullanılan gaz kromatografi cihazı

4.3.1. Gaz kromatografisinin deneysel şartları

Organoklorlu pestisit standart çözeltileri ve numunelerden elde edilen özütler Ni⁶³ kaynaklı elektron yakalayıcı dedektör bulunan Hawlett Packard 5890 Series II Gaz Kromatografi cihazına otomatik olarak numune verme sistemi ile enjekte edilmiştir. Analizlerde 30 metre uzunluğunda 0,32 mm çapında 0,25 µm film kaplı Alltech marka Econo-Cap SE -54 kapiler kolon kullanılmış ve diğer analiz şartları aşağıda belirtildiği şekilde sabit tutulmuştur.

Enjeksiyon giriş sıcaklığı	: 250 °C
Fırın (Kolon) programı	: Başlangıç 70 °C, 2 min
1. Basamak	: (10 °C/min) 180 °C, 0 min
2. Basamak	: (1 °C/min) 205 °C, 6 min
3. Basamak	: (6 °C/min) 280 °C, 2 min
Dedektör sıcaklığı	: 300 °C
Yardımcı gaz (Azot) akış hızı	: 30 mL/min
Taşıyıcı gaz (Helyum) akış hızı	: 1 mL/min
Bölüntü oranı (Split)	: 1/50
Enjeksiyon	: Otomatik
Enjeksiyon Hacmi	: 2 µL

4.3.2. Pestisit analizi için su numunelerinin alınması ve hazırlanması

Bütün cam malzemeler ve numune alma şişeleri yıkandıktan sonra kullanılacak çözücü ile (heksan) çalkalandı. Daha sonra sıcak su ve deterjanla yıkanıp çeşme suyu ve damıtık suyla çalkalanıp, kurutuldu ve 350 °C'da organik maddelerin bozunması için 1 saat ısıtıldı. Sonra heksan ile çalkalayıp kuruttuktan sonra alüminyum folyo ile ağızları kapatıldı.

Numuneler bir litrelik renkli cam şişelere alındı. Numuneler alınırken yüzeyden, dipten ve ortadan alınarak karıştırıldı ve numune şişesi bu karışımdan dolduruldu. Numune şişesi kesinlikle numuneyle çalkalanmamıştır.

4.3.3. Pestisit analizi için su numunelerinin özütlenmesi

Pestisitlerin su ortamından ayrılmasını ve organik faza alınmasını sağlamak amacıyla katı faz özütleme işlemi uygulandı. Alınan su numuneleri soğutucu kaplar ile laboratuvara getirilip en kısa sürede C₁₈ kartuşlar kullanarak katı faz özütleme yöntemi ile özütlendi. Özütleme işlemi yapıncaya kadar numuneler + 4 °C'da soğutucuda saklandı. Katı faz özütleme için kullanılan kartuşlar 1000 mg'lık ve 6 mL hacminindedir. C₁₈ kartuşlar kullanılarak yapılan katı faz özütleme yöntemi aşağıdaki şekilde uygulanmıştır;

Sistemin şartlandırması

- Sistem (C₁₈ kartuşları ve bunların takılı olduğu vakum manifoldu) önce GC saflıkta 10 mL heksan sonra 10 mL etil asetat ile yıkanarak şartlandırıldı ve kartuşlardan iki-üç dakika sadece hava geçirerek artan çözücüler uzaklaştırıldı.
- Ardından sistemden 5 mL metanol ve 5 mL saf su geçirildi.

Örneğin sistemden geçirilmesi

- İçerisine % 1 oranında metanol eklenmiş su numunesi dakikada 20 mL hızla sistemden geçirildi.

Yıkama

Sistemden önce 10 mL saf su, ardından 10 mL (20:80) metanol-su karışımı geçirildi.

Pestisitlerin organik faza alınması

- Kartuşlarda kalan suyun giderilmesi için kartuşlardan 30 dakika hava geçirildi.
- 2 mL heksan-etil asetat karışımı kullanarak örnek 2 mL'lik şişelere alındı, şişelerde 1 mL'den fazla karışım toplanırsa vakum manifoldunun çalışması devam ettirilerek hacim 1 mL'ye düşürüldü.

Sonuçların güvenilirliği için tanık ve laboratuvar kontrol standartları her ay yapılan numune gruplarıyla birlikte analiz edildi. Ayrıca geri kazanım hesaplanması ve alıkonma zamanlarında herhangi bir kaymanın olup olmadığını anlamak için iç standartlar kullanıldı. Analizlerde kullanılan vakum manifoldu ve C₁₈ kartuşlar Resim 4.2'de verilmiştir.



Resim 4.2. Analizlerde kullanılan vakum manifoldu ve C₁₈ kartuşlar

4.3.4 Pestisit bileşenlerinin GC'deki alıkonma sürelerinin belirlenmesi

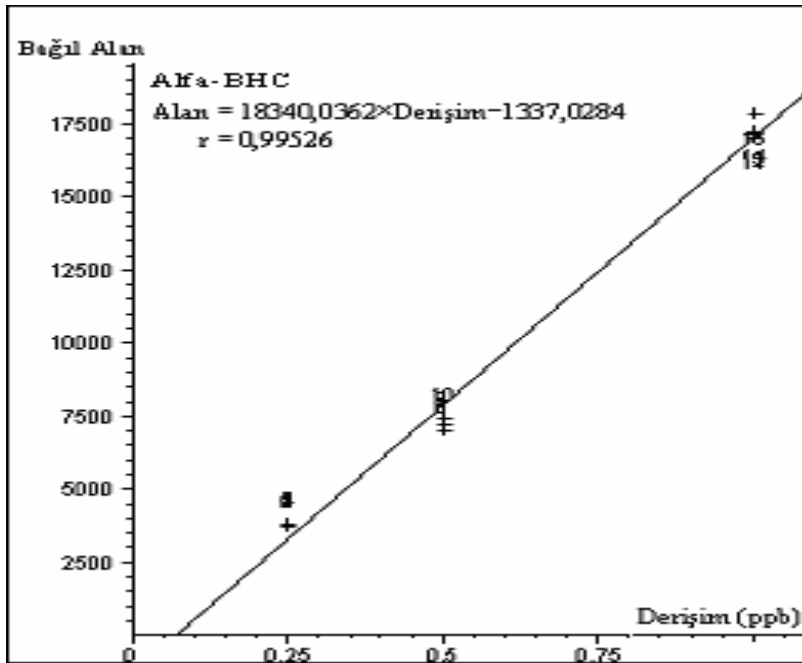
Öncelikli olarak standartların kolondaki alıkonma sürelerini belirlemek için 17 farklı pestisit içeren sertifikalı standart çözelti GC'de analiz edildi ve 17 bileşiğin GC'deki tespit edilen alıkonma süreleri, standardın sertifikası ve üretici firmanın katalogları ile karşılaştırıldı. Çalışılan deneysel şartlarda belirlenen alıkonma süreleri ve standartların adları Çizelge 4.2'de verilmektedir.

Çizelge 4.2. Analizde kullanılan standart maddedeki bileşikler ve deneysel olarak belirlenen alıkonma süreleri

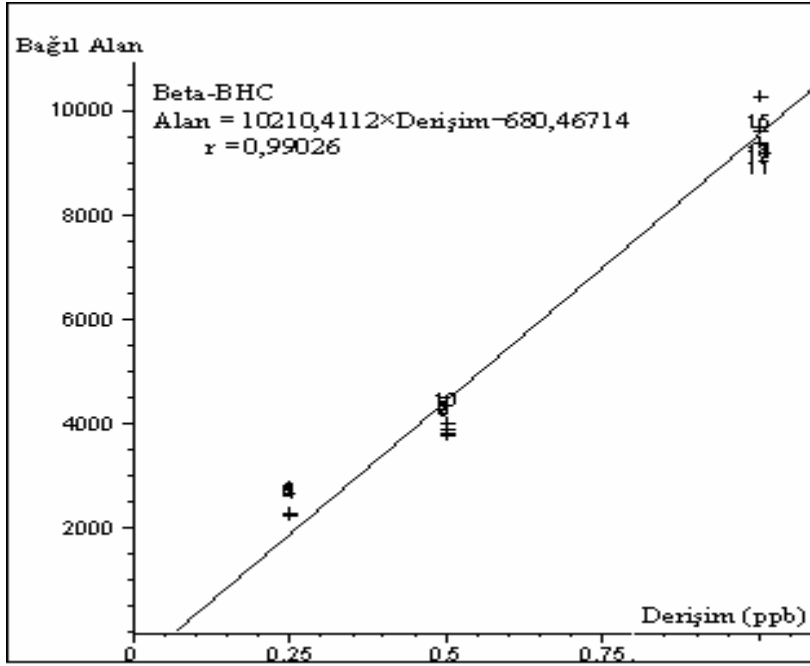
Etkili madde adı	Alıkonma süresi (min)
Alfa-BHC	19,110
Beta-BHC	20,407
Gama-BHC	20,761
Delta-BHC	22,053
Heptaklor	25,329
Aldrin	28,009
Heptaklor epoksit	31,545
Endosülfan 1	35,142
Dieldrin	37,987
4,4' -DDE	38,168
Endrin	40,500
Endosülfan 2	41,722
4,4' -DDD	43,757
Endrin aldehit	44,477
Endosülfan sülfat	47,272
4,4' -DDT	48,049
Metoksiklor	52,741

4.3.5. Kalibrasyon eğrilerinin oluşturulması

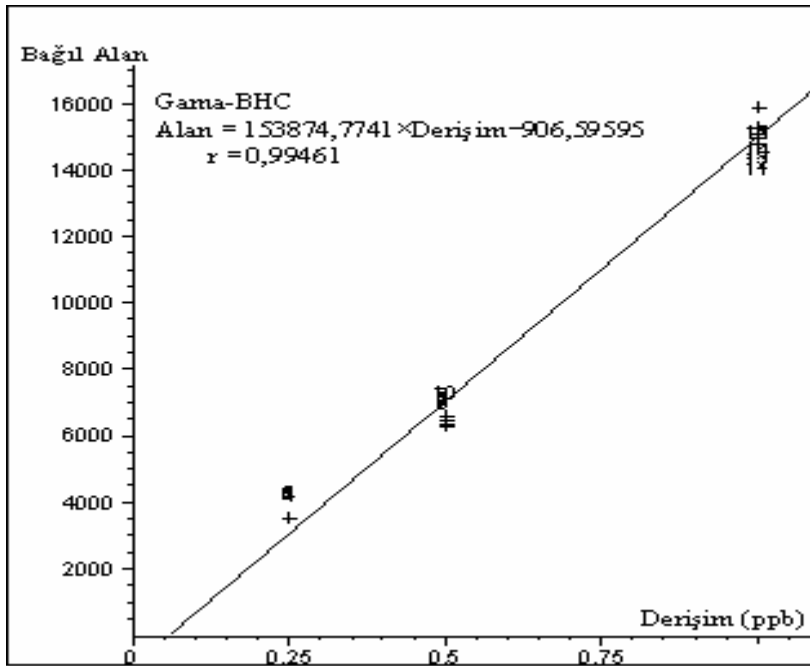
Kalibrasyon eğrilerini oluşturmak için 250 mg/L'lik stok çözülden (karışım) heksan ile seyreltme yapılarak 0,10, 0,50 ve 1,00 µg/L'lik standart çözeltiler hazırlandı. Hazırlanan bu standartlar bölüm 4.3.1'de belirtilen şartlarda beşer defa 2 µL enjekte edildi ve Şekil 4.1-Şekil 4.17'de verilen kalibrasyon eğrileri elde edildi ve tüm pestisit analizlerindeki hesaplamalarda bu kalibrasyon eğrileri kullanıldı.



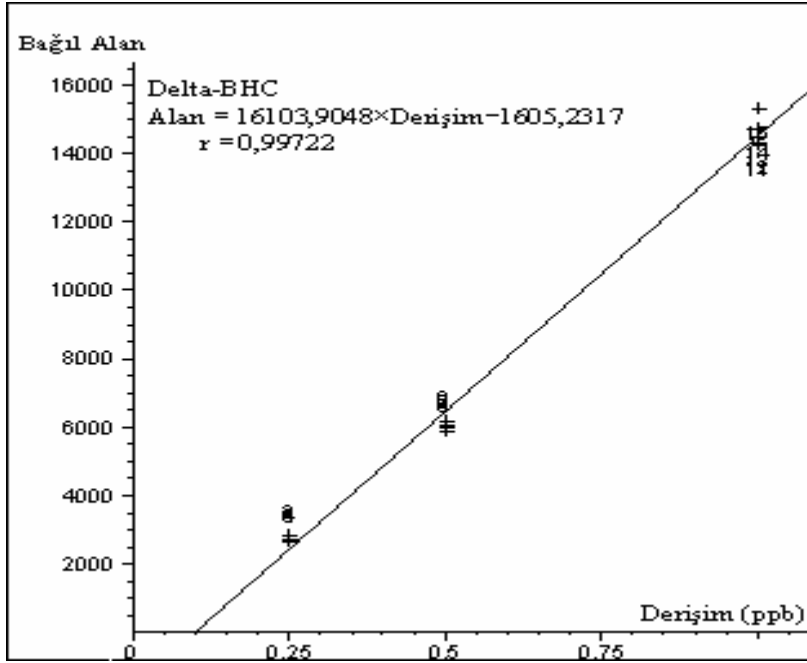
Şekil 4.1. Alfa-BHC için oluşturulan kalibrasyon eğrisi



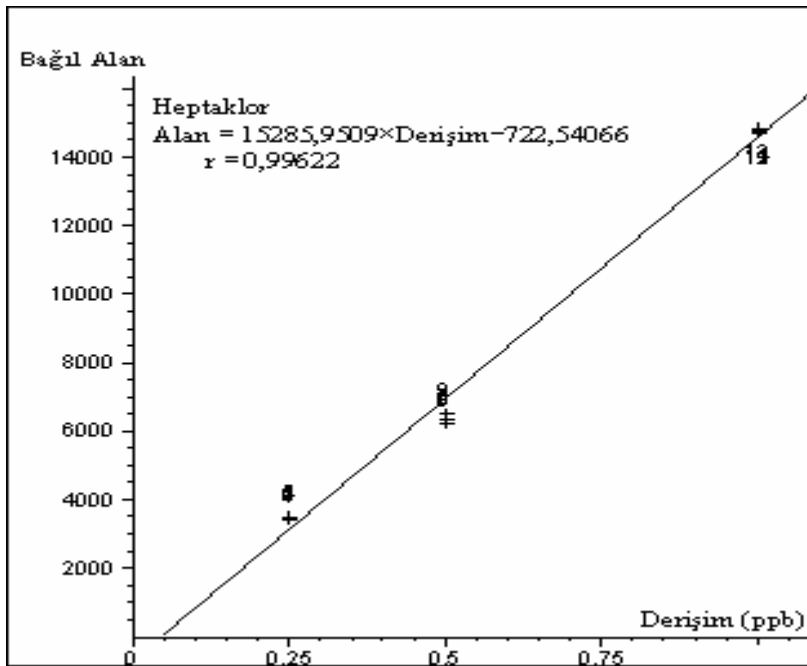
Şekil 4.2. Beta-BHC için oluşturulan kalibrasyon eğrisi



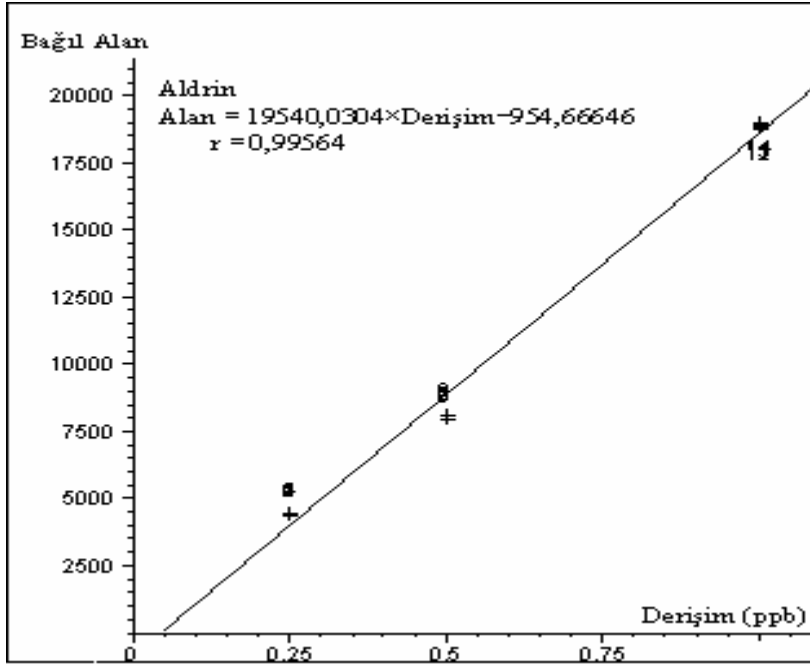
Şekil 4.3. Gama-BHC için oluşturulan kalibrasyon eğrisi



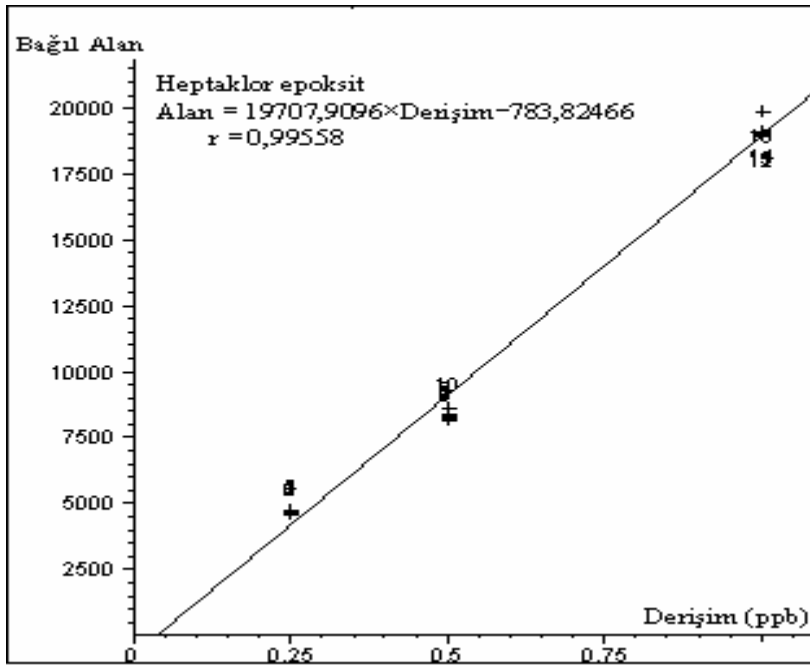
Şekil 4.4. Delta-BHC için oluşturulan kalibrasyon eğrisi



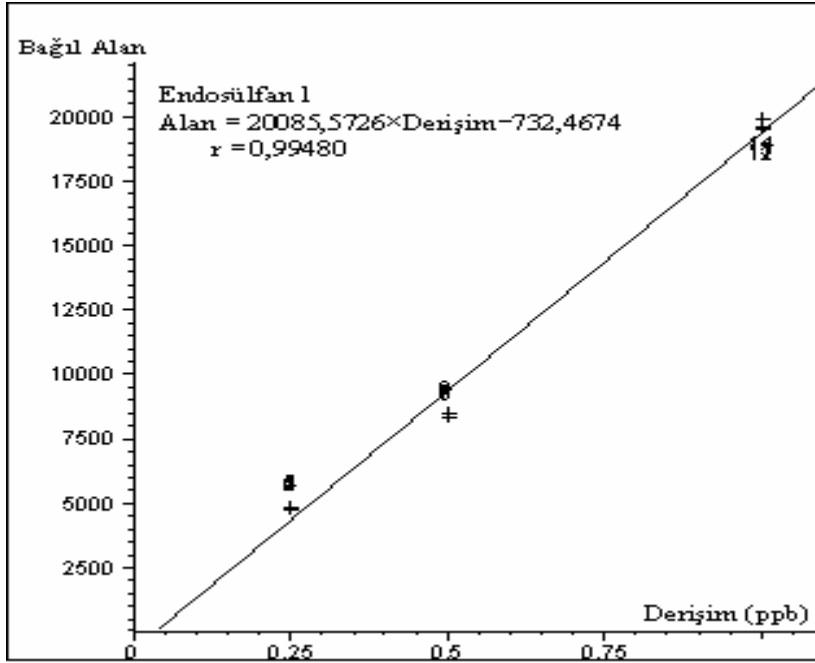
Şekil 4.5. Heptaklor için oluşturulan kalibrasyon eğrisi



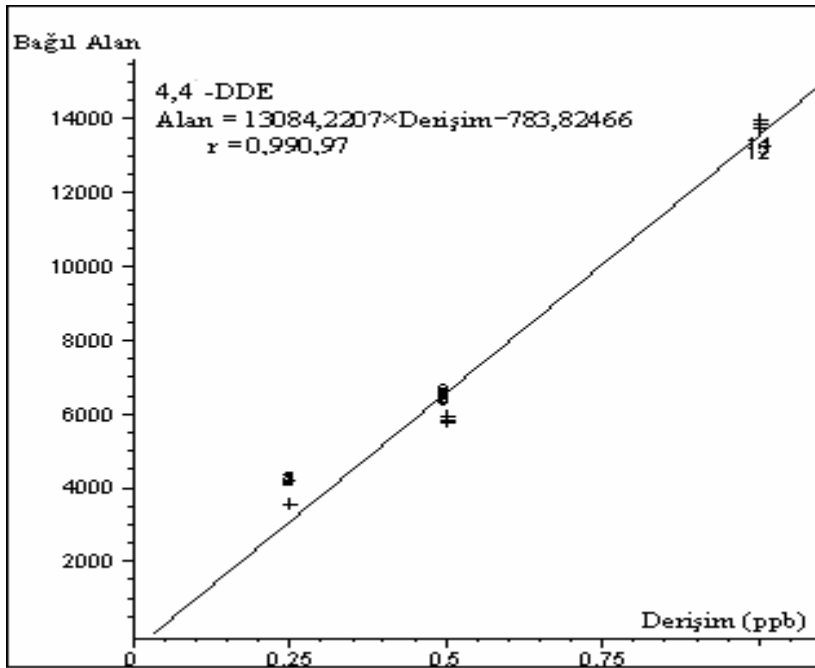
Şekil 4.6. Aldrin için oluşturulan kalibrasyon eğrisi



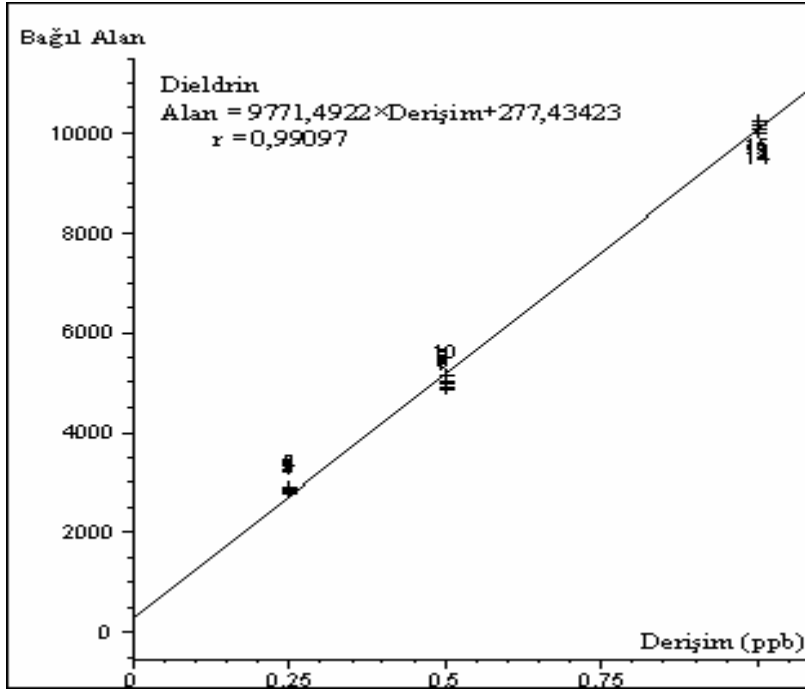
Şekil 4.7. Heptaklor epoksit için oluşturulan kalibrasyon eğrisi



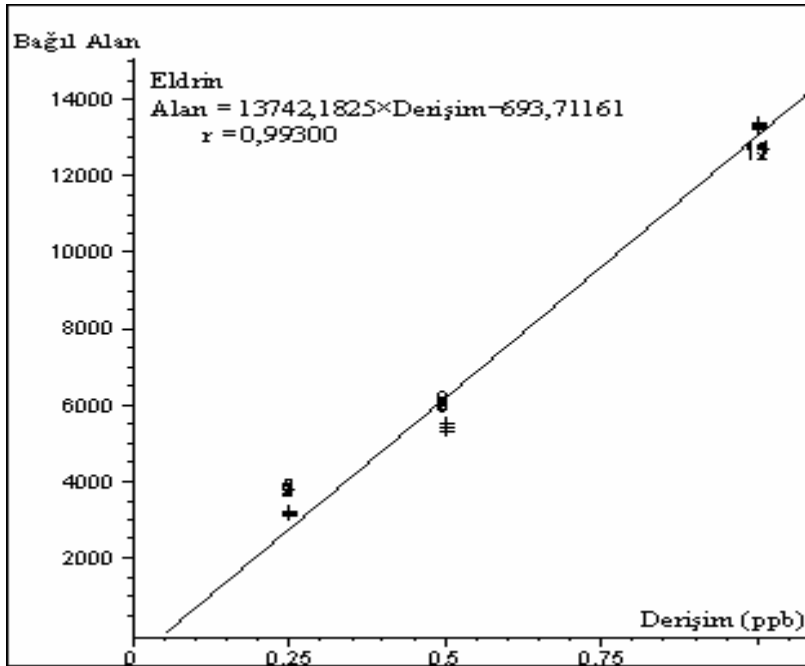
Şekil 4.8. Endosulfan 1 için oluşturulan kalibrasyon eğrisi



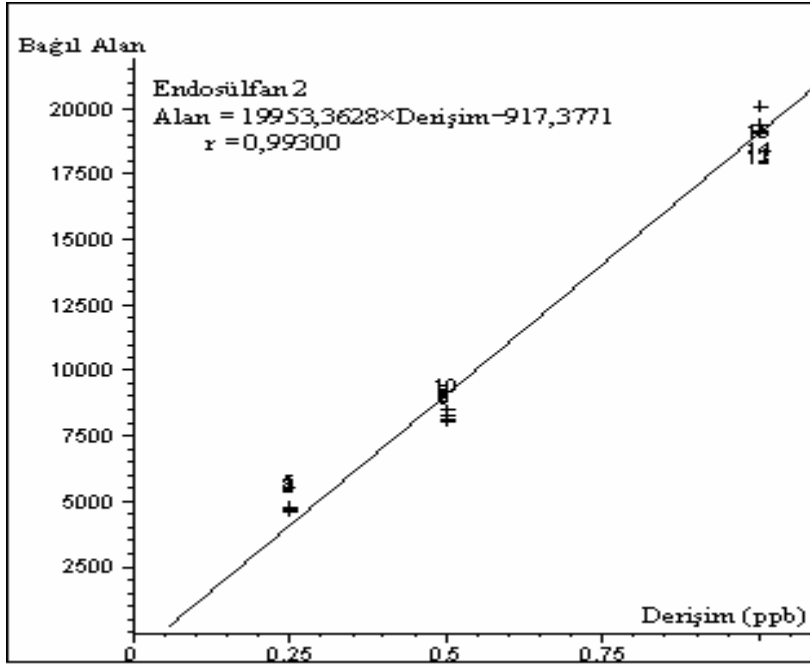
Şekil 4.9. 4,4-DDE için oluşturulan kalibrasyon eğrisi



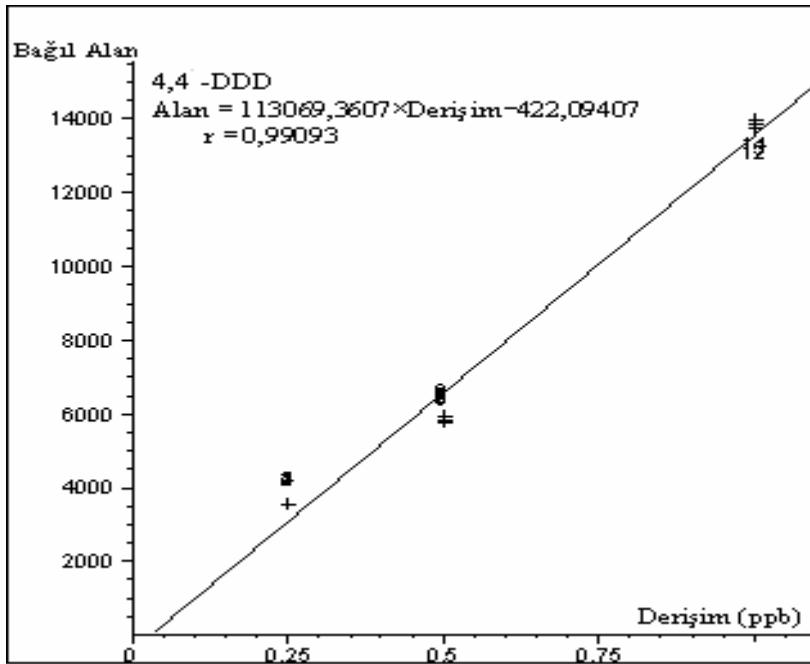
Şekil 4.10. Dieltrin için oluşturulan kalibrasyon eğrisi



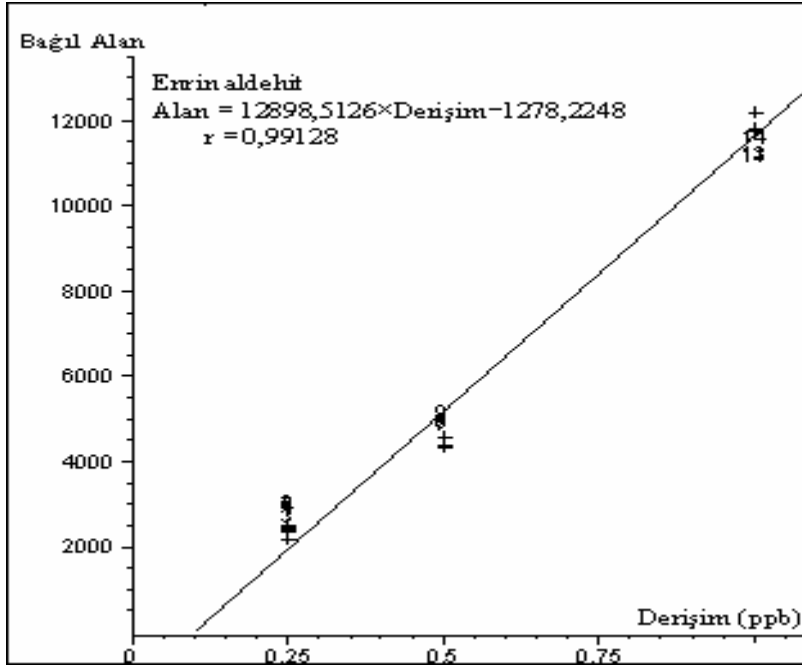
Şekil 4.11. Eldrin için oluşturulan kalibrasyon eğrisi



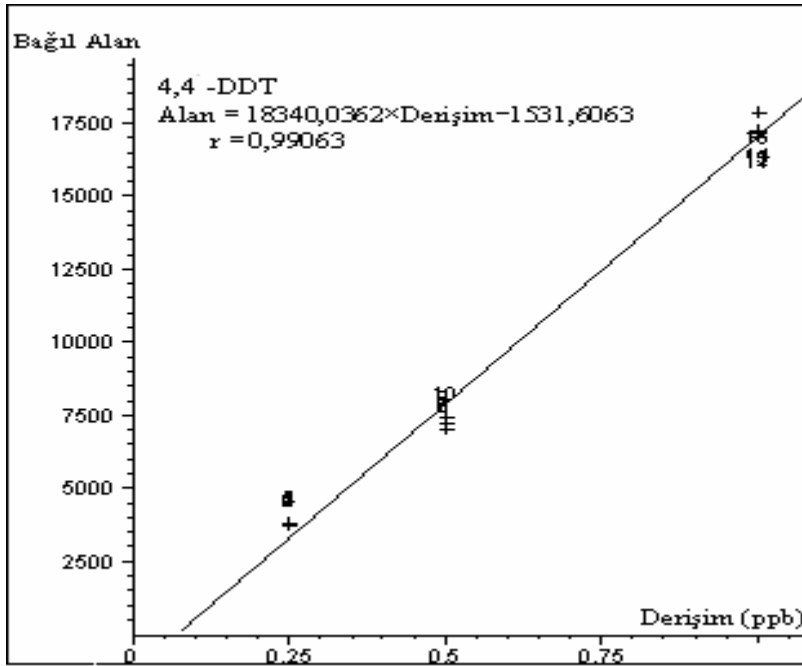
Şekil 4.12. Endosulfan 2 için oluşturulan kalibrasyon eğrisi



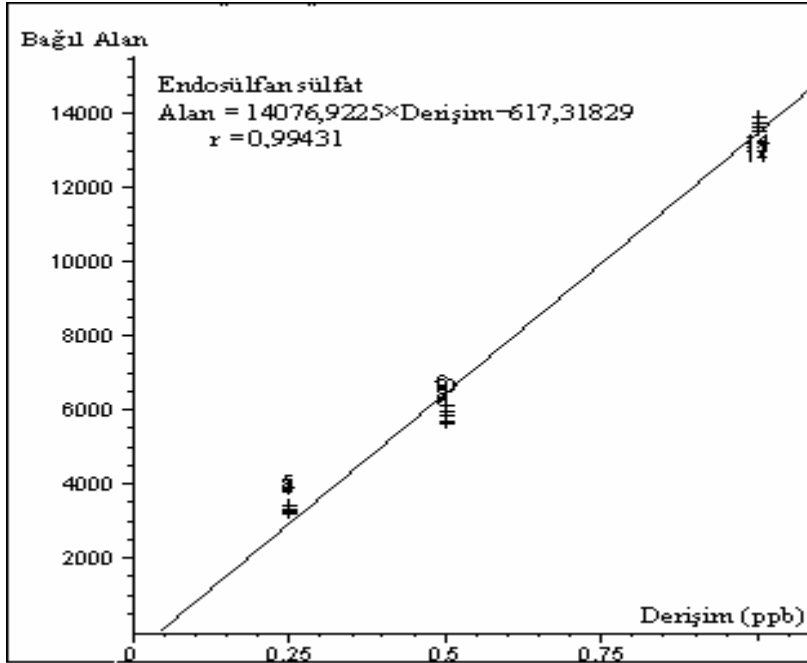
Şekil 4.13. 4,4-DDD için oluşturulan kalibrasyon eğrisi



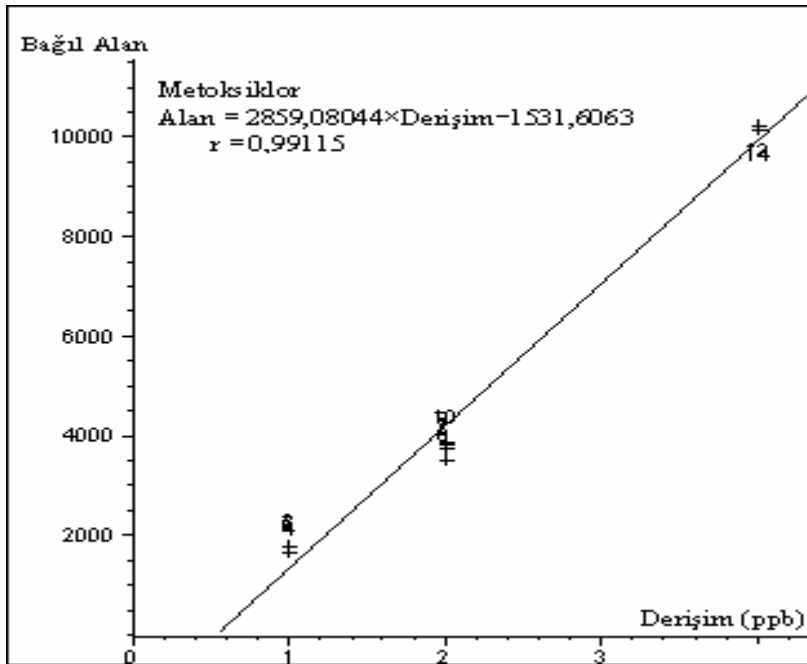
Şekil 4.14. Endrinaldehit için oluşturulan kalibrasyon eğrisi



Şekil 4.15. 4,4-DDT için oluşturulan kalibrasyon eğrisi

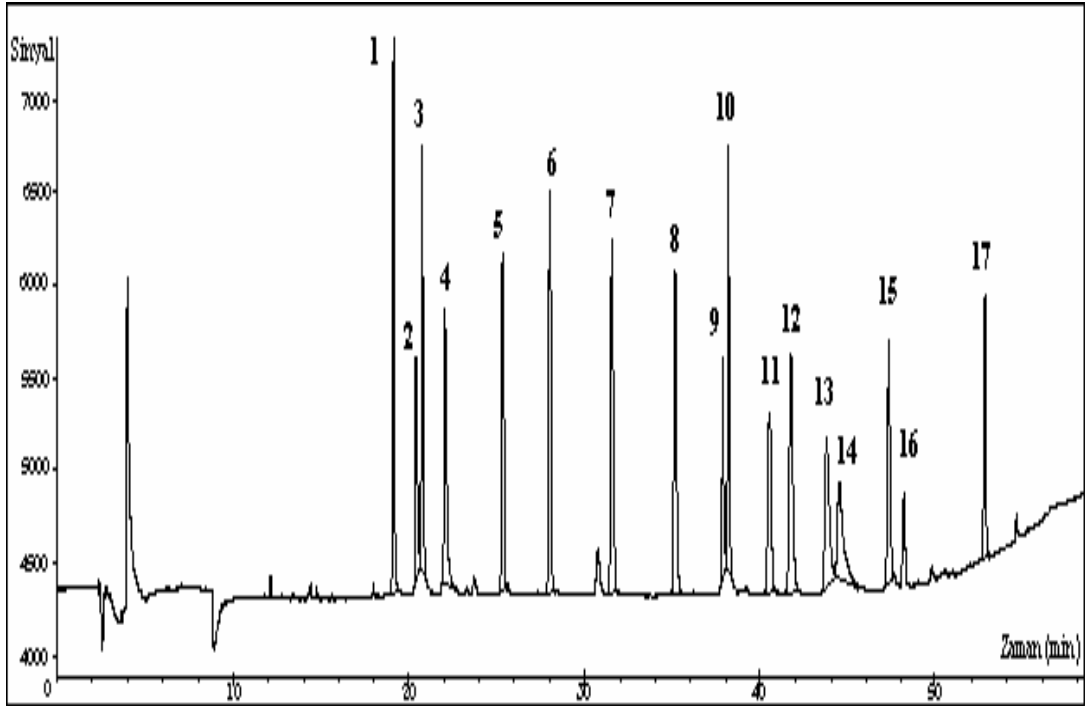


Şekil 4.16. Endosülfan sülfat için oluşturulan kalibrasyon eğrisi



Şekil 4.17. Metoksiklor için oluşturulan kalibrasyon eğrisi

Kalibrasyon için stok çözeltilerden hazırlanan 1,00 µg/L'lik standart çözelti için elde edilen kromotogram Şekil 4.18' de verilmektedir.



Şekil 4.18. Hazırlanan 1,00 µg/L'lik standart çözelti için elde edilen GC spektrumu [Alfa-BHC (1), Beta-BHC (2), Gama-BHC (3), Delta-BHC (4), Heptaklor (5), Aldrin (6), Heptaklorepoksit (7), Endosülfan 1 (8), Dieldrin (9), 4,4'-DDE (10), Endrin (11), Endosülfan 2 (12), 4,4'-DDD (13), Endrin Aldehit (14), EndoSülfan Sülfat (15), 4,4'-DDT (16), Metoksiklor (17)]

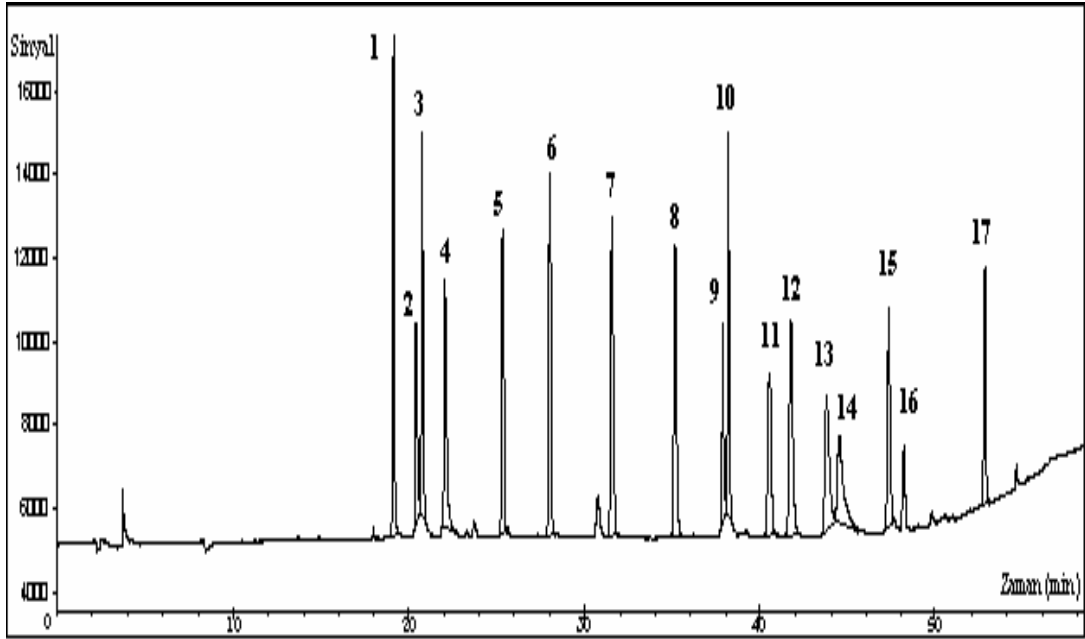
4.3.6. Standart çözeltilerle doğruluk kontrolü

1 L'lik saf su içerisinde yine stok çözeltiden 25 µg/L'lik bir pestisit karışımı çözeltisi hazırlandı ve katı faz özütleme ile ön işleme yapıldı. Özütlemeyen sonra GC ile 3 defa analiz yapıldı ve 17 bileşenin herbiri için geri kazanım hesabı yapıldı. Geri kazanım için hazırlanan standartlardan elde edilen kromotogram Şekil 4.19'de verilmektedir. Tayin edilen her bir pestisit için hesaplanan % geri kazanım değerleri Çizelge 4.3'de verilmektedir.

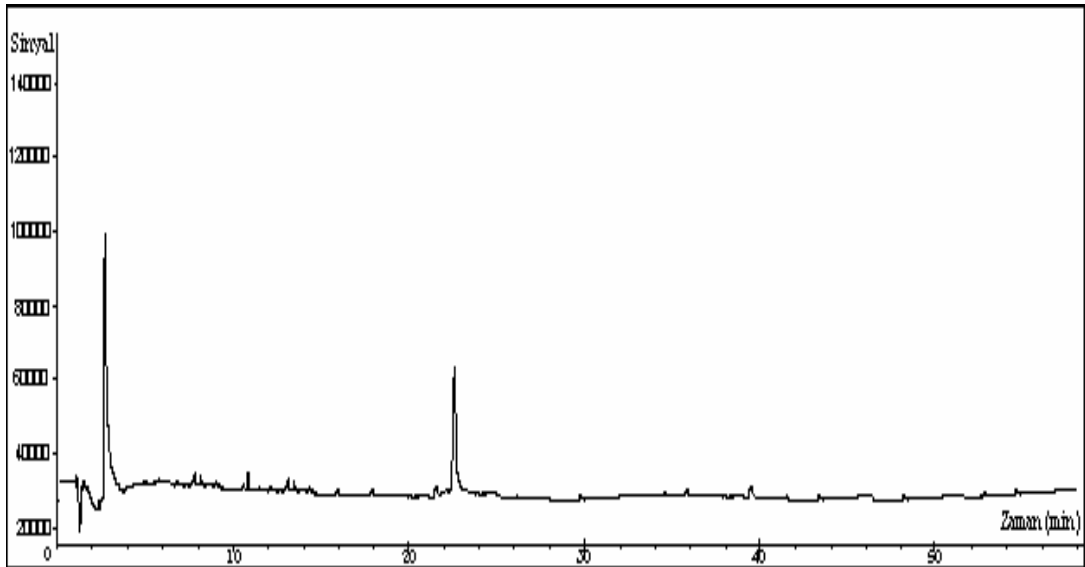
Çizelge 4.3. Tayin edilen pestisitlerin geri kazanım değerleri

Etkili madde adı	İlave edilen (µg/L)	Bulunan (µg/L)	% Geri kazanım
Alfa-BHC	25,0	20,3	81,3
Beta-BHC	25,0	21,5	85,8
Gama-BHC	25,0	20,7	82,6
Delta-BHC	25,0	23,8	95,2
Heptaklor	25,0	20,0	79,8
Aldrin	25,0	17,5	69,8
Heptaklor epoksit	25,0	20,6	82,2
Endosülfan 1	25,0	21,1	84,6
Dieldrin	25,0	15,8	63,0
4,4' -DDE	25,0	19,3	77,2
Endrin	25,0	22,7	90,9
Endosülfan 2	25,0	21,6	86,4
4,4' -DDD	25,0	21,2	85,0
Endrin aldehit	25,0	20,5	81,8
Endosülfan sülfat	25,0	22,6	90,2
4,4' -DDT	25,0	22,8	91,0
Metoksiklor	100,0	92,2	92,2

Ayrıca alıkonma zamanlarında herhangi bir kaymanın olup olmadığını anlamak için 100 µg/L'lik Delta-BHC iç standart olarak kullanıldı. 1 L'lik saf suda hazırlanan 100 µg/L'lik Delta-BHC'nin ön işlemden sonra elde edilen kromotogramı Şekil 4.20'de verilmektedir.

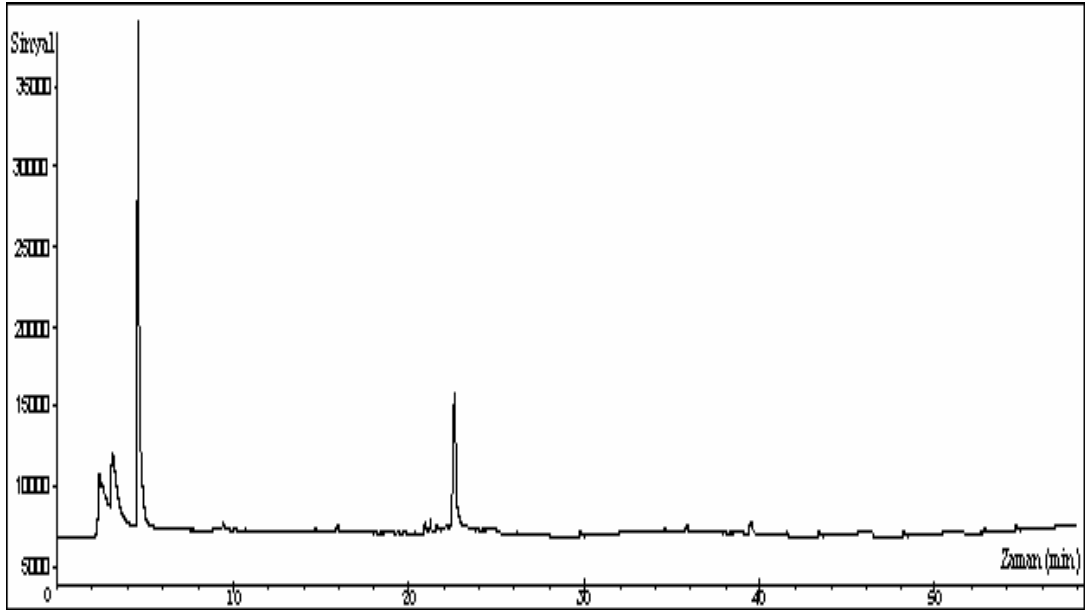


Şekil 4.19. Geri kazanım hesabı için hazırlanan 25 µg/L'lik çözeltisi ile elde edilen GC spektrumu [Alfa-BHC (1), Beta-BHC (2), Gama-BHC (3), Delta-BHC (4), Heptaklor (5), Aldrin (6), Heptaklorepoisit (7), Endosulfan 1 (8), Dieldrin (9), 4,4' -DDE (10), Endrin (11), Endosulfan 2 (12), 4,4' -DDD (13), Endrin Aldehit (14), EndoSulfan Sülfat (15), 4,4' -DDT (16), Metoksiklor (17)]



Şekil 4.20. Hazırlanan 100 µg/L'lik Delta-BHC (21,212 min) çözeltisi ile elde edilen GC spektrumu

40 µg/L'lik Delta-BHC içeren sertifikalı performans deney çözeltisi ile cihaz ve kalibrasyonu kontrol edildiğinde yapılan 6 ölçümün ortalaması standart sapması ile birlikte $40 \pm 0,41$ µg/L olarak hesaplanmıştır. Performans deney çözeltisi için elde edilen kromotogram Şekil 4.21'de verilmiştir.



Şekil 4.21. Sertifikalı 40 µg/L'lik Delta-BHC (21,998 min) performans deney çözeltisi için elde edilen GC spektrumu

5. SONUÇLAR

Mogan Gölü'ndeki pestisit ve ağır metal kirlenmesinin aylık olarak belirlenmesi için Şubat 2006' dan Ağustos 2006'ya kadar her ay düzenli olarak gölü besleyen su kaynaklarından dört ve göl içinden beş olmak üzere 9 değişik noktadan su numunesi alınarak analiz edilmiştir. Çizelge 5.1-Çizelge 5.15'de 7 aylık süre içerisinde elde edilen analiz sonuçları verilmektedir.

Gölü besleyen su kaynaklarından ve gölden toplanan su numunelerinde, organoklorlu pestisitler yanında, pH, sıcaklık, çözülmüş oksijen ve elektriksel iletkenlik parametreleri de ölçülmüştür. Ayrıca 2 aylık süre boyunca bazı metal derişimleri ölçülmüştür. Çizelge 5.8 ve Çizelge 5.9'da Haziran ve Temmuz aylarında yapılan ağır metal analiz sonuçları verilmiştir.

Çizelge 5.1. 20.02.2006 tarihinde Mogan Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinin pH, sıcaklık, çözülmüş oksijen ve iletkenlik değerleri

İSTASYON	pH	Sıcaklık °C	ÇO (mg/L)	İletkenlik (µS/cm)
Gölcük Dere	8,72	4,5	10,6	1300
Yavrucak Dere	8,53	4,5	10,2	1200
Çölova Dere	8,85	5,3	11,3	2800
Sukesen Dere	8,92	7,8	10,3	1100
Mogan Gölü 1	9,02	7,6	6,65	1760
Mogan Gölü 2	9,10	7,4	6,86	1800
Mogan Gölü 3	9,11	7,8	7,14	1950
Mogan Gölü 4	9,10	7,9	7,12	2050
Mogan Gölü 5	8,95	7,1	8,2	1885

Çizelge 5.2. 23.03.2006 tarihinde Mogan Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinin pH, sıcaklık, çözülmüş oksijen ve iletkenlik değerleri

İSTASYON	pH	Sıcaklık °C	ÇO (mg/L)	İletkenlik (µS/cm)
Gölcük Dere	8,16	9,50	12,23	1120
Yavrucak Dere	8,51	9,20	13,47	606
Çölova Dere	8,56	11,80	11,78	2460
Sukesen Dere	8,69	12,50	11,18	552
Mogan Gölü 1	9,06	9,60	7,26	2600
Mogan Gölü 2	9,08	9,90	8,04	3100
Mogan Gölü 3	9,12	9,20	7,56	2900
Mogan Gölü 4	9,08	9,80	7,45	3050
Mogan Gölü 5	9,02	8,90	8,8	2800

Çizelge 5.3. 20.04.2006 tarihinde Mogan Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinin pH, sıcaklık, çözülmüş oksijen ve iletkenlik değerleri

İSTASYON	pH	Sıcaklık °C	ÇO (mg/L)	İletkenlik (µS/cm)
Gölcük Dere	8,47	9,60	6,70	978
Yavrucak Dere	8,26	7,80	6,40	686
Çölova Dere	8,45	7,90	5,60	2440
Sukesen Dere	8,62	8,60	5,40	586
Mogan Gölü 1	8,45	9,50	5,60	2340
Mogan Gölü 2	8,66	9,80	6,30	2325
Mogan Gölü 3	8,78	10,60	6,80	2340
Mogan Gölü 4	8,36	10,10	6,20	2220
Mogan Gölü 5	8,90	10,20	7,20	2320

Çizelge 5.4. 15.05.2006 tarihinde Mogan Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinin pH, sıcaklık, çözülmüş oksijen ve iletkenlik değerleri

İSTASYON	pH	Sıcaklık °C	ÇO (mg/L)	İletkenlik (µS/cm)
Gölcük Dere	8,16	17,5	8,7	845
Yavrucak Dere	8,26	11,9	9,1	656
Çölova Dere	8,35	17,9	9,2	825
Sukesen Dere	8,54	20,6	10,6	640
Mogan Gölü 1	Numune Alınamadı	Numune Alınamadı	Numune Alınamadı	Numune Alınamadı
Mogan Gölü 2	8,62	15,6	7,7	2220
Mogan Gölü 3	8,61	15,5	7,7	2216
Mogan Gölü 4	8,52	15,6	7,6	2240
Mogan Gölü 5	8,49	15,6	7,5	2260

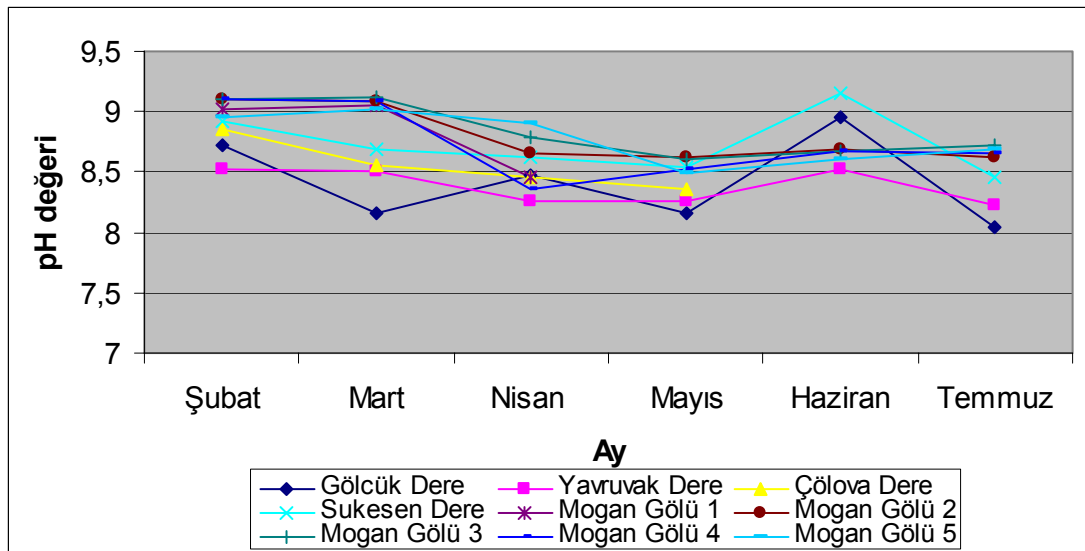
Çizelge 5.5. 15.06.2006 tarihinde Mogan Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinin pH, sıcaklık, çözülmüş oksijen ve iletkenlik değerleri

İSTASYON	pH	Sıcaklık °C	ÇO (mg/L)	İletkenlik (µS/cm)
Gölcük Dere	8,95	17,8	9,6	720
Yavrucak Dere	8,53	17,2	8,56	620
Çölova Dere	Numune Alınamadı	Numune Alınamadı	Numune Alınamadı	Numune Alınamadı
Sukesen Dere	9,15	21,5	13,77	674
Mogan Gölü 1	Numune Alınamadı	Numune Alınamadı	Numune Alınamadı	Numune Alınamadı
Mogan Gölü 2	8,69	22,7	3,46	3200
Mogan Gölü 3	8,68	22,3	3,93	3190
Mogan Gölü 4	8,68	21,5	3,77	3180
Mogan Gölü 5	8,61	21,5	3,73	3180

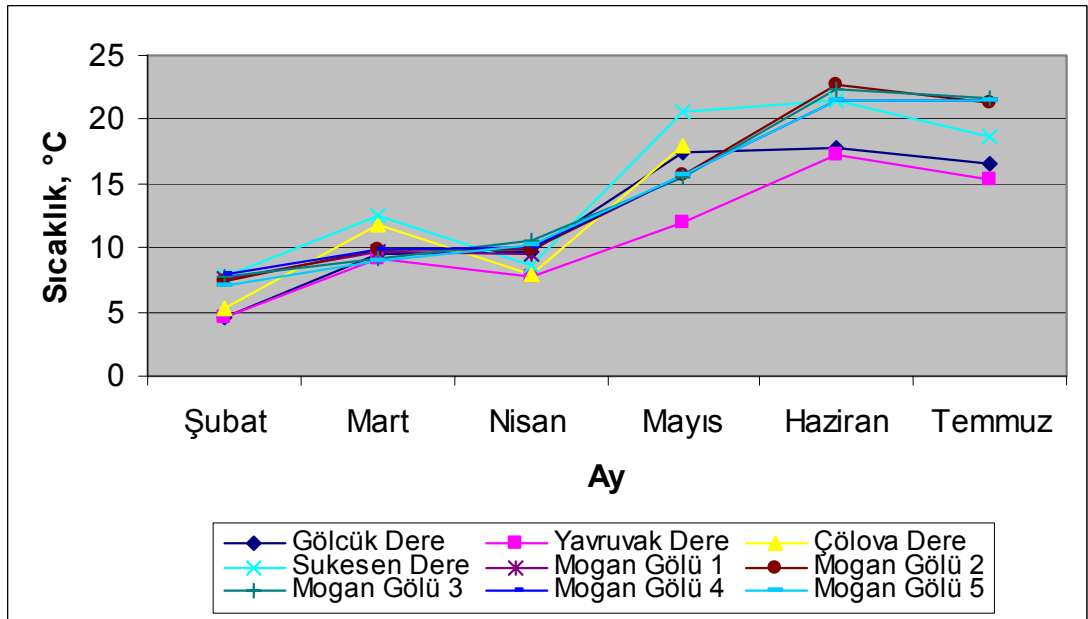
Çizelge 5.6. 17.07.2006 tarihinde Mogan Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinin pH, sıcaklık, çözülmüş oksijen ve iletkenlik değerleri

İSTASYON	pH	Sıcaklık °C	ÇO (mg/L)	İletkenlik (µS/cm)
Gölcük Dere	8,04	16,6	9,6	802
Yavrucak Dere	8,22	15,3	9,5	590
Çölova Dere	Numune Alınamadı	Numune Alınamadı	Numune Alınamadı	Numune Alınamadı
Sukesen Dere	8,45	18,6	8,5	755
Mogan Gölü 1	Numune Alınamadı	Numune Alınamadı	Numune Alınamadı	Numune Alınamadı
Mogan Gölü 2	8,62	21,3	7,5	2620
Mogan Gölü 3	8,73	21,6	7,9	2610
Mogan Gölü 4	8,65	21,5	7,8	2615
Mogan Gölü 5	8,69	21,5	8,1	2620

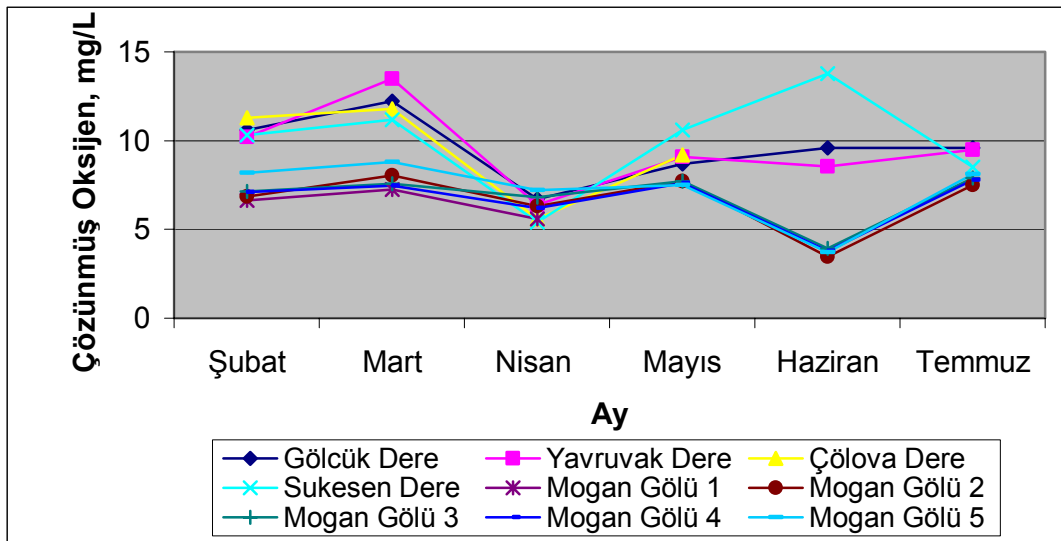
Su numunelerinin analiz sonuçları kullanılarak pH, sıcaklık, çözülmüş oksijen ve iletkenlik değerleri için Şekil 5.1-Şekil 5.4'deki grafikler oluşturulmuştur.



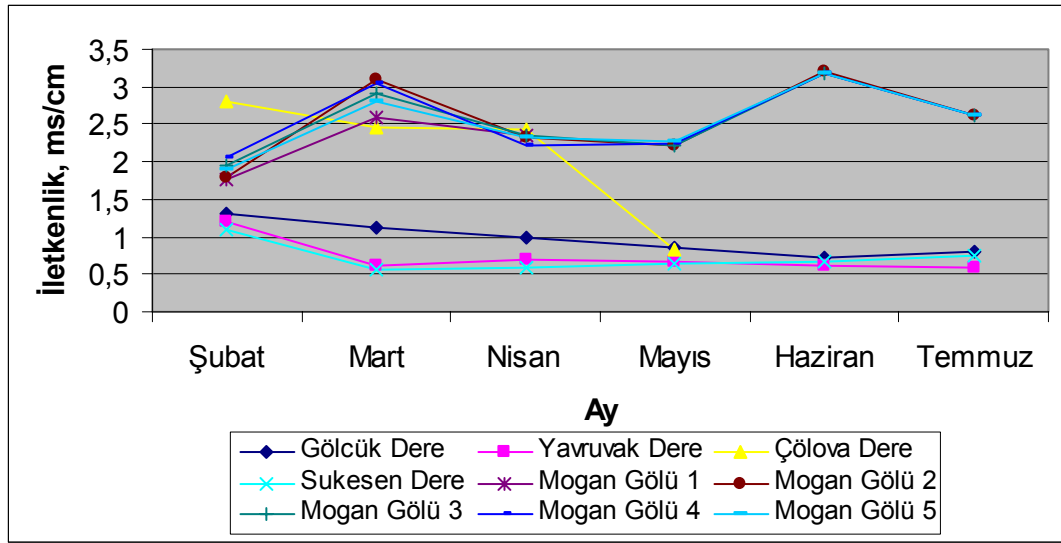
Şekil 5.1. Su numunelerinin aylara göre pH değerlerinin değişimi



Şekil 5.2. Su numunelerinin aylara göre sıcaklık değerlerinin değişimi



Şekil 5.3. Su numunelerinin aylara göre çözünmüş oksijen değerlerinin değişimi



Şekil 5.4. Su numunelerinin aylara göre iletkenlik değerlerinin değişimi

Pestisit analizlerinin maliyetinin yüksek olması, analiz esnasında kullanılacak sarf malzemesinin sınırlı olması, bu tür analizlerde kullanılacak kimyasal maddelerde istenilen saflıkta (GC saflıkta) kimyasal madde bulma imkanının sınırlı olması v.b. nedenlerle havzada yapılan çalışmada pestisit analizleri yedi aylık bir dönemde yapılabilmektedir. Havzanın tarım potansiyeli ve pestisitlerin kalıcılık durumları göz önüne alınarak standardı temin edilebilen 17 farklı organoklorlu pestisit kirliliği araştırılmıştır. Bu araştırma ve ölçümler sonucunda gölü besleyen derelerde ve gölde değişik pestisit türleri gözlenmiş ve derişimleri belirlenmiştir. Gözlenen organoklorlu pestisitler Çizelge 5.10'dan Çizelge 5.15'e kadar verilmektedir. Ayrıca yapılan bu analizlere ait kromotogramlardan bazıları Şekil 5.5-Şekil 5.7'de verilmektedir. Çizelge 5.7'de ise EPA yöntem 508'e göre GC'de okunabilen en küçük sınır değerler (LOD) verilmiştir.

Çizelge 5.7. GC’de okunabilen en küçük sınırlar değerler [66]

Etkili Madde Adı	En Küçük Sınır Değer (µg/L)
Alfa-BHC	0,01
Beta-BHC	0,02
Gama-BHC	0,01
Delta-BHC	0,01
Heptaklor	0,01
Aldrin	0,01
Heptaklor Epoksit	0,01
Endosülfan 1	0,02
Dieldrin	0,02
4,4' -DDE	0,02
Endrin	0,02
Endosülfan 2	0,02
4,4' -DDD	0,02
Endrin Aldehit	0,02
Endosülfan Sülfat	0,02
4,4' -DDT	0,02
Metoksiklor	0,1

Çizelge 5.8. 15.06.2006 tarihinde Mogan Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinin ağır metal analiz sonuçları¹, (mg/L)

Element	Mogan1	Mogan2	Mogan3	Mogan4	Mogan5	Gölcük Dere	Yavrucak Dere	Çölovası Dere	Sukesen Dere
Al	N. Alınmadı	TSA	0,181 ± 0,003	TSA	TSA	0,214 ± 0,002	0,68 ± 0,06	N. Alınmadı	0,329 ± 0,002
As	N. Alınmadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınmadı	TSA
B	N. Alınmadı	1,44 ± 0,03	1,87 ± 0,04	2,34 ± 0,04	2,35 ± 0,04	0,33 ± 0,05	0,94 ± 0,02	N. Alınmadı	0,156 ± 0,005
Ba	N. Alınmadı	0,108 ± 0,002	0,082 ± 0,002	0,049 ± 0,001	0,056 ± 0,001	0,154 ± 0,003	0,149 ± 0,003	N. Alınmadı	0,085 ± 0,001
Cr	N. Alınmadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınmadı	TSA
Fe	N. Alınmadı	0,024 ± 0,001	0,091 ± 0,001	0,039 ± 0,001	0,055 ± 0,001	0,221 ± 0,003	0,442 ± 0,003	N. Alınmadı	0,170 ± 0,001
Mn	N. Alınmadı	TSA	0,030 ± 0,001	TSA	0,021 ± 0,001	TSA	0,020 ± 0,001	N. Alınmadı	TSA
Mo	N. Alınmadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınmadı	TSA
Ni	N. Alınmadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınmadı	TSA
Pb	N. Alınmadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınmadı	TSA
Zn	N. Alınmadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınmadı	0,012 ± 0,001

¹ Sonuçlar 3 ölçümün ortalamasıdır (Ortalama ± standart sapma), TSA: Tayin sınırının altında

Çizelge 5.9. 17.07.2006 tarihinde Mogan Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinin ağır metal analiz sonuçları¹, (mg/L)

Element	Mogan1	Mogan2	Mogan3	Mogan4	Mogan5	Gölcük Dere	Yavrucak Dere	Çölovası Dere	Sukesen Dere
Al	N. Alınmadı	0,068 ± 0,001	0,08 ± 0,05	TSA	TSA	0,345 ± 0,003	0,67 ± 0,06	N. Alınmadı	0,425 ± 0,002
As	N. Alınmadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınmadı	TSA
B	N. Alınmadı	3,21 ± 0,03	3,23 ± 0,02	3,18 ± 0,06	3,24 ± 0,05	0,418 ± 0,006	0,092 ± 0,003	N. Alınmadı	0,218 ± 0,004
Ba	N. Alınmadı	0,040 ± 0,001	0,039 ± 0,001	0,040 ± 0,001	0,041 ± 0,001	0,155 ± 0,003	0,126 ± 0,001	N. Alınmadı	0,153 ± 0,001
Cr	N. Alınmadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınmadı	TSA
Fe	N. Alınmadı	0,079 ± 0,001	0,050 ± 0,001	0,037 ± 0,001	0,028 ± 0,001	0,390 ± 0,001	0,65 ± 0,03	N. Alınmadı	0,280 ± 0,003
Mn	N. Alınmadı	0,024 ± 0,001	0,027 ± 0,001	0,032 ± 0,001	0,034 ± 0,001	TSA	0,042 ± 0,001	N. Alınmadı	TSA
Mo	N. Alınmadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	0,006 ± 0,001	N. Alınmadı	TSA
Ni	N. Alınmadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınmadı	TSA
Pb	N. Alınmadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınmadı	TSA
Zn	N. Alınmadı	0,011 ± 0,001	TSA	0,010 ± 0,001	TSA	TSA	TSA	N. Alınmadı	0,014 ± 0,001

¹ Sonuçlar 3 ölçümün ortalamasıdır (Ortalama ± standart sapma), TSA: Tayin sınırının altında

Çizelge 5.10. 20.02.2006 tarihinde Mogan Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinin pestisit analiz sonuçları¹, (µg/L)

Pestisit adı	Mogan1	Mogan2	Mogan3	Mogan4	Mogan5	Gölcük Dere	Yavrucak Dere	Çölovası Dere	Sukesen Dere
Alfa-BHC	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	0,022 ± 0,001	TSA	TSA	TSA
Beta-BHC	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Gama-BHC	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Delta-BHC	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	0,028±0,001	TSA	TSA	TSA
Heptaklor	0,014 ± 0,001	0,016 ± 0,001	0,025 ± 0,001	0,065 ± 0,004	0,022 ± 0,001	0,060 ± 0,004	0,029 ± 0,002	0,022 ± 0,001	0,020 ± 0,001
Aldrin	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Heptaklor Epoksit	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Endosülfan1	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Dieldrin	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
4,4 -DDE	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Endrin	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	0,150 ± 0,008	TSA	TSA	TSA
Endosülfan2	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	0,030 ± 0,002	TSA	TSA	TSA
4,4 -DDD	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Endrin Aldehit	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	0,070 ± 0,004	TSA	TSA	TSA
Endosülfan Sülfat	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	0,035 ± 0,002	TSA	TSA	TSA
4,4 -DDT	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	0,140 ± 0,007	0,029 ± 0,002	0,160 ± 0,008	0,195 ± 0,009
Metoksiklor	TSA	TSA	0,160 ± 0,008	TSA	TSA	0,95 ± 0,02	TSA	TSA	TSA
Toplam	0,014 ± 0,001	0,016 ± 0,001	0,185 ± 0,008	0,065 ± 0,004	0,022 ± 0,001	1,48 ± 0,02	0,058 ± 0,003	0,182 ± 0,008	0,215 ± 0,009

¹ Sonuçlar 3 ölçümün ortalamasıdır (Ortalama ± standart sapma), TSA: Tayin sınırının altında

Çizelge 5.11. 23.03.2006 tarihinde Mogan Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinin pestisit analiz sonuçları¹, (µg/L)

Pestisit adı	Mogan1	Mogan2	Mogan3	Mogan4	Mogan5	Gölcük Dere	Yavrucak Dere	Çölovası Dere	Sukesen Dere
Alfa-BHC	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Beta-BHC	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Gama-BHC	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Delta-BHC	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Heptaklor	TSA	0,035 ± 0,002	0,055 ± 0,003	0,037 ± 0,002	0,045 ± 0,003	0,080 ± 0,004	0,038 ± 0,003	0,024 ± 0,001	0,026 ± 0,001
Aldrin	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Heptaklor Epoksit	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Endosülfan1	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Dieldrin	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
4,4 -DDE	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Endrin	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Endosülfan2	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	0,040 ± 0,003	TSA	TSA	TSA
4,4 -DDD	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Endrin Aldehit	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Endosülfan Sülfat	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	0,045 ± 0,003	TSA	TSA	TSA
4,4 -DDT	TSA	0,080 ± 0,004	TSA	TSA	TSA	0,110 ± 0,006	0,031 ± 0,002	0,22 ± 0,01	0,25 ± 0,01
Metoksiklor	TSA	TSA	0,180 ± 0,009	TSA	TSA	0,80 ± 0,02	TSA	TSA	TSA
Toplam	TSA	0,115 ± 0,004	0,235 ± 0,009	0,037 ± 0,002	0,045 ± 0,003	1,08 ± 0,02	0,069 ± 0,004	0,24 ± 0,01	0,28 ± 0,01

¹ Sonuçlar 3 ölçümün ortalamasıdır (Ortalama ± standart sapma), TSA: Tayin sınırının altında

Çizelge 5.12. 20.04.2006 tarihinde Mogan Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinin pestisit analiz sonuçları¹, (µg/L)

Pestisit adı	Mogan1	Mogan2	Mogan3	Mogan4	Mogan5	Gölcük Dere	Yavrucak Dere	Çölovası Dere	Sukesen Dere
Alfa-BHC	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Beta-BHC	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Gama-BHC	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Delta-BHC	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Heptaklor	0,027 ± 0,001	0,045 ± 0,003	0,055 ± 0,003	0,025 ± 0,001	0,040 ± 0,002	0,075 ± 0,004	0,045 ± 0,003	0,036 ± 0,002	0,016 ± 0,001
Aldrin	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Heptaklor Epoksit	TSA	TSA	TSA	0,015 ± 0,001	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Endosülfan1	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Dieldrin	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
4,4 -DDE	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Endrin	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Endosülfan2	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	0,025 ± 0,001	TSA	TSA	TSA
4,4 -DDD	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Endrin Aldehit	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Endosülfan Sülfat	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
4,4 -DDT	TSA	0,060 ± 0,004	TSA	TSA	TSA	0,180 ± 0,008	0,036 ± 0,002	0,145 ± 0,007	0,180 ± 0,008
Metoksiklor	TSA	TSA	0,112±0,006	TSA	TSA	0,42 ± 0,01	TSA	TSA	TSA
Toplam	0,027 ± 0,001	0,105 ± 0,003	0,167 ± 0,007	0,040 ± 0,001	0,040 ± 0,002	0,70 ± 0,01	0,081 ± 0,003	0,181 ± 0,007	0,196 ± 0,008

¹ Sonuçlar 3 ölçümün ortalamasıdır (Ortalama ± standart sapma), TSA: Tayin sınırının altında

Çizelge 5.13. 15.05.2006 tarihinde Mogan Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinin pestisit analiz sonuçları¹, (µg/L)

Pestisit adı	Mogan1	Mogan2	Mogan3	Mogan4	Mogan5	Gölcük Dere	Yavrucak Dere	Çölovası Dere	Sukesen Dere
Alfa-BHC	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Beta-BHC	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Gama-BHC	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Delta-BHC	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Heptaklor	N. Alınamadı	0,036 ± 0,002	0,044 ± 0,003	0,015 ± 0,001	0,033 ± 0,002	0,056 ± 0,003	0,029 ± 0,002	0,023 ± 0,001	0,014 ± 0,001
Aldrin	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Heptaklor epoksit	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Endosülfan1	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Dieldrin	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
4,4' -DDE	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Endrin	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Endosülfan2	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
4,4' -DDD	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Endrin aldehit	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Endosülfan Sülfat	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
4,4' -DDT	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Metoksiklor	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
Toplam	N. Alınamadı	0,036 ± 0,002	0,044 ± 0,003	0,015 ± 0,001	0,033 ± 0,002	0,056 ± 0,003	0,029 ± 0,002	0,023 ± 0,001	0,014 ± 0,001

¹ Sonuçlar 3 ölçümün ortalamasıdır (Ortalama ± standart sapma), TSA: Tayin sınırının altında

Çizelge 5.14. 15.06.2006 tarihinde Mogan Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinin pestisit analiz sonuçları¹, (µg/L)

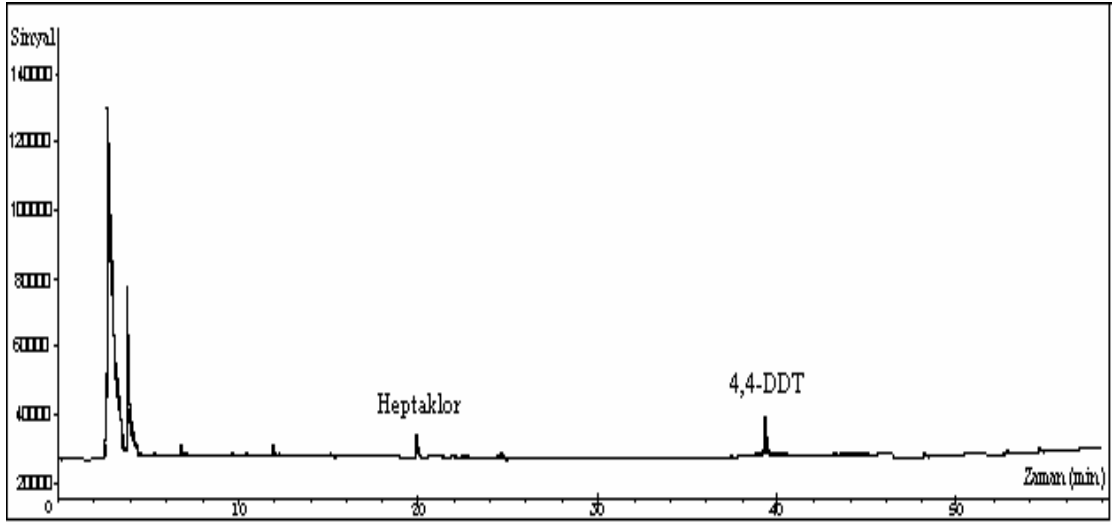
Pestisit adı	Mogan1	Mogan2	Mogan3	Mogan4	Mogan5	Gölcük Dere	Yavrucak Dere	Çölovası Dere	Sukesen Dere
Alfa-BHC	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınamadı	0,010 ± 0,001
Beta-BHC	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınamadı	TSA
Gama-BHC	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınamadı	TSA
Delta-BHC	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınamadı	TSA
Heptaklor	N. Alınamadı	0,011 ± 0,001	0,013 ± 0,001	0,018 ± 0,001	0,012 ± 0,001	TSA	0,010 ± 0,001	N. Alınamadı	0,010 ± 0,001
Aldrin	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınamadı	TSA
Heptaklor Epoksit	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınamadı	TSA
Endosülfan1	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınamadı	TSA
Diieldrin	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınamadı	TSA
4,4' -DDE	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınamadı	TSA
Endrin	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınamadı	TSA
Endosülfan2	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınamadı	TSA
4,4' -DDD	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınamadı	TSA
Endrin aldehit	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınamadı	TSA
Endosülfan Sülfat	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınamadı	TSA
4,4' -DDT	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınamadı	TSA
Metoksiklor	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınamadı	TSA
Toplam	N. Alınamadı	0,011 ± 0,001	0,013 ± 0,001	0,018 ± 0,001	0,012 ± 0,001	TSA	0,010 ± 0,001	N. Alınamadı	0,020 ± 0,001

¹ Sonuçlar 3 ölçümün ortalamasıdır (Ortalama ± standart sapma), TSA: Tayin sınırının altında

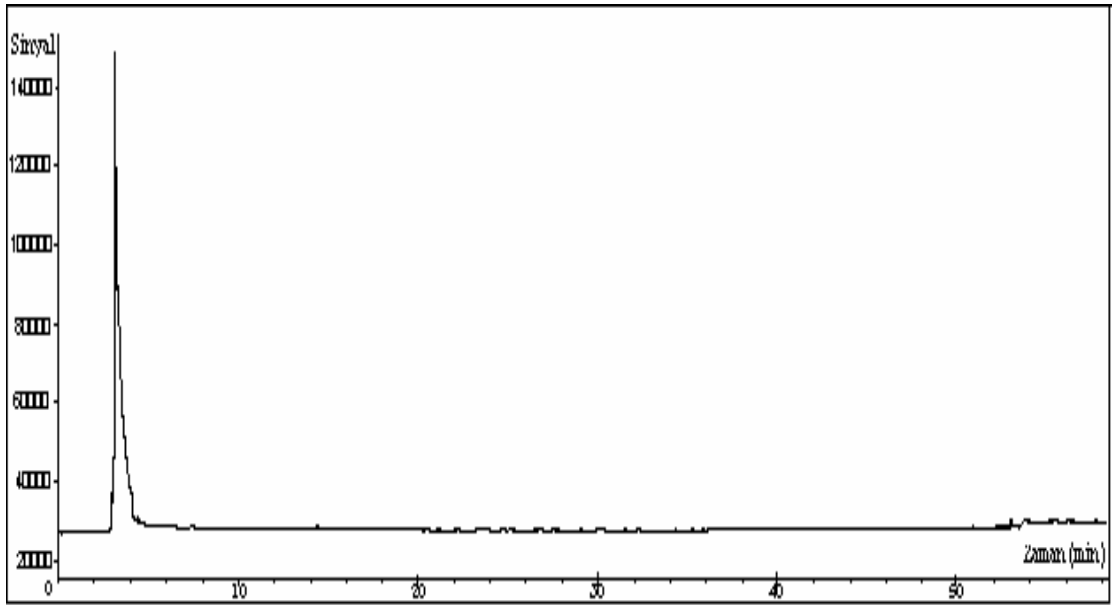
Çizelge 5.15. 17.07.2006 tarihinde Mogan Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinin pestisit analiz sonuçları¹, (µg/L)

Pestisit adı	Mogan1	Mogan2	Mogan3	Mogan4	Mogan5	Gölcük Dere	Yavrucak Dere	Çölovası Dere	Sukesen Dere
Alfa-BHC	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınamadı	TSA
Beta-BHC	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınamadı	TSA
Gama-BHC	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınamadı	TSA
Delta-BHC	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınamadı	TSA
Heptaklor	N. Alınamadı	TSA	0,011 ± 0,001	0,012 ± 0,001	TSA	TSA	TSA	N. Alınamadı	0,022 ± 0,001
Aldrin	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınamadı	TSA
Heptaklor Epoksit	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınamadı	TSA
Endosülfan1	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınamadı	TSA
Dieldrin	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınamadı	TSA
4,4 -DDE	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınamadı	TSA
Endrin	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınamadı	TSA
Endosülfan2	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınamadı	TSA
4,4 -DDD	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınamadı	TSA
Endrin Aldehit	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınamadı	TSA
Endosülfan Sülfat	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınamadı	TSA
4,4 -DDT	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınamadı	TSA
Metoksiklor	N. Alınamadı	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA	N. Alınamadı	TSA
Toplam	N. Alınamadı	TSA	0,011 ± 0,001	0,012 ± 0,001	TSA	TSA	TSA	N. Alınamadı	0,022 ± 0,001

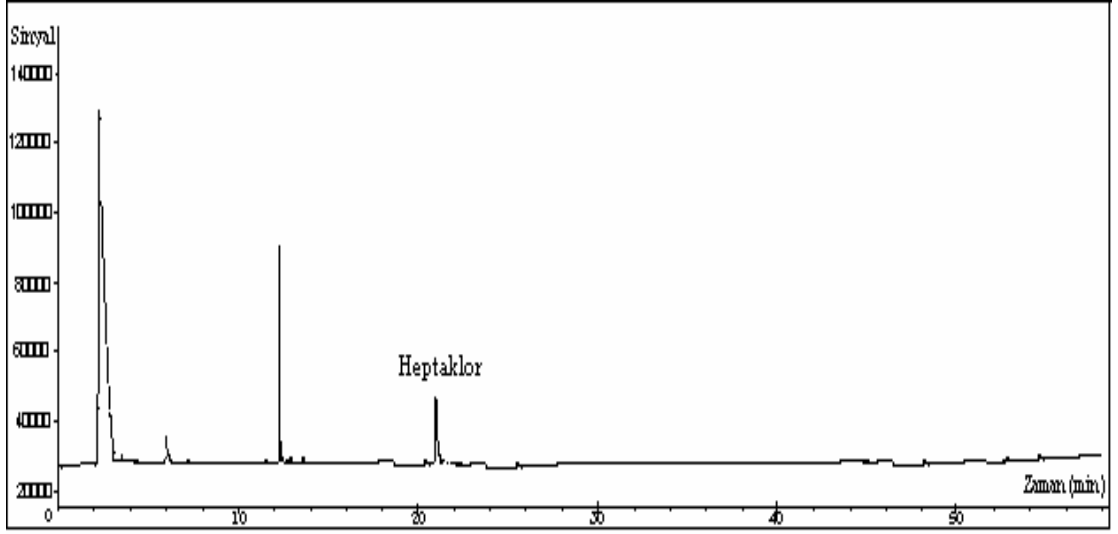
¹ Sonuçlar 3 ölçümün ortalamasıdır (Ortalama ± standart sapma), TSA: Tayin sınırının altında



Şekil 5.5. 20.02.2006 tarihinde Çölovası Deresi örnekleme noktasından alınan numunenin GC spektrumu



Şekil 5.6. 23.03.2006 tarihinde Moğon Gölü 1. örnekleme noktasından alınan numunenin GC spektrumu



Şekil 5.7. 20.04.2006 tarihinde Mogon Gölü 5. örnekleme noktasından alınan numunenin GC spektrumu

5. SONUÇ ve TARTIŞMA

Pestisitler doğrudan veya dolaylı yollarla insan ve çevresine olumsuz etkiler göstermektedir. Toksikologlara göre bugün insanlar kimyasal maddelerin oluşturduğu bir okyanus içinde yaşamak zorunda kalmışlardır. 1986 yılında pestisitler de dâhil olmak üzere bilinen kimyasal maddelerin sayısı iki milyonu aşmıştır. Pestisitler canlılara karşı farklı toksik etkiler göstermektedir. Buna rağmen genel bir kural olarak bitki koruma ilaçlarının insanlar ve hayvanlar için zehirli olduğu kabul edilmektedir. Zira bir ekosistem içerisindeki bütün canlı organizmalar dikkate alınır, bu ekosisteme sokulan pestisitlerin bazı gruplara doğrudan zehirli etkileri olmasa bile sonradan bunlara dolaylı şekilde toksik olması mümkündür. Bitki koruma ilaçlarının çevredeki dolaşımı çok yönlü ve karmaşık bir yapıya sahiptir. Örneğin tarla, bahçe ve orman ağaçlarının hastalık veya zararlılara karşı ilaçlanması sırasında ilaç zerreleri havaya, toprağa, yağmurlarla yeraltı sularına ve dolayısıyla su ekosistemine karışabilmektedir. Pestisitlerin başlangıçta hayat kurtaran ürünler olarak görülüyor olmasına karşın, daha sonra yapılan çalışmalar bunun tersine bir duruma işaret etmiştir. Özellikle organoklor içeren pestisitlerin çevrede kalıcı özellik gösteren bir kimyasal yapısı bulunmaktadır. Bu pestisitler, organizmalarda veya atmosferde birikim yapmaktadır. Bu maddeler ayrıca üremeye ilgili sorunlara, sakat doğumlara, bağışıklık ve endokrin sistemlerinde yıkıma yol açmakta olup, kansere neden olabilmektedir. Organoklorlu pestisitler, zararlılarla mücadele konusunda güçlü kimyasal maddeler olmakla beraber, bu bileşiklerin hem doğadaki çevre dengesini bozması, hem de çeşitli canlılara verdiği zararlardan dolayı, insan ve çevre sağlığını tehdit ettiklerinden pek çok ülkede kullanımları tamamen yasaklanmış veya kısıtlanmış durumdadır.

Türkiye’de organoklorlu pestisitlerin kullanımı 1945 yıllarına kadar uzanmaktadır. Bu bileşiklerin kullanımlarına 1983 yılında getirilen kısıtlamalardan önce özellikle tarımda geniş kullanım alanları bulmuşlardır. Bugüne kadar yurdumuzda su, sediment ve insan biyoizleme çalışmalarında bu bileşiklere rastlanması, ülkemizde kullanımlarının olmamasına rağmen, halen bu bileşiklere maruziyetin devam ettiğini ortaya koymaktadır.

Bu nedenle bu çalışmada daha önce pestisit kirliliği araştırması yapılmayan Mogan Gölü ve gölü besleyen su kaynaklarında 7 aylık süre boyunca organoklorlu pestisit kirliliği araştırması yapılmıştır.

Pestisit yanında çevre açısından önemli olan bazı su parametreleri (pH, çözünmüş oksijen, sıcaklık ve iletkenlik) 7 aylık süre boyunca, gölün ağır metal kirliliği ise 2 aylık süre boyunca ölçülmüştür.

2006 Haziran ve Temmuz aylarında ICP-OES cihazıyla yapılan metal analizleri bölgede önemli bir metal kirliliği olmadığını göstermiştir. Fakat Mogan Gölü ve gölü besleyen su kaynaklarına bakıldığında Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine (Tablo 1: Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri) göre bor içeriği oldukça fazla olup, bu sular dördüncü sınıf (>1 mg/L) su kalite sınıfındadır.

Kirlilik seviyesi tespitinde önemli parametreler olan çözünmüş oksijen, iletkenlik, pH ve sıcaklık açısından Mogan Gölü ve gölü besleyen su kaynaklarına bakıldığında iklim ve hava sıcaklığına bağlı salınımlar tespit edilmiştir.

Suların elektriksel iletkenliği, iyonların sudaki varlığına, toplam derişimine, hareketliliklerine, değerliklerine ve sıcaklığa bağlıdır. Sudaki iyonların derişimi arttıkça elektriksel iletkenlik de artar, dolayısıyla elektriksel iletkenlik ölçümleri sudaki toplam iyon derişimi hakkında iyi bir gösterge oluşturur. Yedi aylık dönem boyunca elde edilen iletkenlik analiz sonuçları arasında hava sıcaklığına, yağış miktarına bağlı olarak farklılıklar gözlenmiştir. Bu farkların neden olduğu hakkında kesin sonuçlar vermek oldukça güçtür çünkü 7 aylık dönem boyunca mevsime bağlı olarak düzenli bir artış veya azalma gözlenmemiştir.

Yüzey sularının sıcaklığı, coğrafi konum, yükselti, mevsim, günün değişik saatleri, akarsu debisi, derinlik ve kirletici kaynaklardan karışan atık özelliklerine bağlı olarak değişir. Suların sıcaklığı, kapsamı geniş olan bir parametredir ve belli bir standart sıcaklık önermek güçtür. Dolayısıyla çalışma sonunda elde edilen sıcaklık bulgularını kirlilik parametresi olarak değerlendirmek oldukça güçtür.

Kirlenmiş suların çoğunda pH çevre açısından izin verilen ölçüler içinde bulunur bu yüzden pH değerini elverişli pH olarak vermek olanaksızdır. Ancak pH'daki küçük bir değişme bile deniz ve göl sularının normal tamponluk sisteminde köklü değişmelere neden olur ve potansiyel veya gerçek karbon dioksit dengesizlikleri ortaya çıkar. Dengesizlik suda yaşayan canlılar için öldürücü olabilir. Ayrıca pH diğer maddelerin zehirliliğini etkileyerek dolaylı etkilerde bulunur. Bu yüzden Mogan Gölü'nde tayin edilen değişken pH değerlerinin su ve çevresinde yaşayan canlılar için olumsuz etkileri olacağı söylenebilir.

Çok kirlenmiş sularda renk kırmızı, kirlenmiş sularda renk sarı, az kirlenmiş sularda renk yeşil ve yüksek kaliteli sularda ise renk mavi olur. Mogan Gölü'nde genellikle görülen yeşil renk göl suyunda görülen kirlenmenin başka bir göstergesidir.

Oksijen miktarı yaz aylarında havaların ısınmasıyla beraber düşüşe geçmiştir. Yaz aylarında göl suyunun ısınmaya başlamasıyla suyun oksijeni tutma özelliği azalmış ve su içindeki oksijen seviyesi düşmüştür. Göl içinde bulunan alglerle genel olarak kıyılarda yerleşmiş bulunan yeşil köklü bitkiler, sudaki canlılar için önemli ölçüde oksijen sağlamasına rağmen bunların geceleri oksijen tükettiği göz önüne alınsa Mogan Gölü'nde özellikle sıcak yaz geceleri oksijen miktarının oldukça düştüğü söylenebilir. Yaz aylarında Mogan Gölü'nde meydana gelen balık ölümleri de bu düşüncüyü desteklenmektedir.

Bu araştırmada elektron yakalama dedektörlü gaz kromatografi cihazı kullanılarak sularda pestisit tayinleri yapılmıştır. Yapılan çalışmada gölde ve gölü besleyen su kaynaklarında analizi yapılan 50 numunenin % 96'sında $0,03 \pm 0,01$ µg/L heptaklor, % 28'inde $0,13 \pm 0,02$ µg/L 4,4' -DDT, %12'sinde $0,44 \pm 0,03$ µg/L metoksiklor, % 6'sında $0,032 \pm 0,004$ µg/L endosülfan 2, % 4'ünde $0,040 \pm 0,003$ µg/L endosülfan sülfat, %2'sinde $0,022 \pm 0,001$ µg/L alfa- BHC, , %2'sinde $0,028 \pm 0,001$ µg/L delta-BHC, %2'sinde $0,150 \pm 0,008$ µg/L endrin ve %2'sinde $0,070 \pm 0,004$ µg/L endrin aldehit gözlenmiştir.

Çalışma sonunda elde edilen bulgular Mogan Gölü ve gölü besleyen derelerde önemli bir organoklorlu pestisit kirliliği olmadığını göstermiştir. Bulunan değerler ulusal sınır değerlerin oldukça altındadır. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine (Çizelge 1: Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri) göre toplam pestisit içeriği oldukça az olup, göl suyu pestisit açısından birinci sınıf ($< 0,001$ mg/L) su kalite sınıfındadır.

Pestisit kullanımını yasaklamak veya tamamen kaldırmak bugünkü şartlar altında mümkün değildir. Ancak bazı tedbirler almak suretiyle pestisitlerin toprak kirliliği, su kirliliği ve çevre sağlığı açısından yarattığı sorunları en aza indirmek mümkündür. Bu amaca ve su kaynaklarının korunmasına yönelik tedbirleri şu şekilde özetleyebiliriz:

-Birim alana ve bitkiye uygulanacak pestisit dozu ve uygulama sayısı en düşük düzeye indirilmelidir.

-Biyolojik ve kimyasal olarak çabuk parçalanabilen, parçalanma ürünleri kendisinden daha zehirsiz olan, parçalandığı zaman toprak, su, bitki, gıda gibi ortamlarda en az artık bırakan pestisitler kullanılmalı ve yeni bulunan pestisitlerde bu özellikte olması istenmelidir.

- Tarımda kullanılan pestisit çeşidi azaltılmalı, tabii pestisitlerin elde edilmesi ve kullanılması yolundaki çalışmalara ağırlık verilmelidir.

- Mekanik ve biyolojik mücadele metotları üzerindeki araştırmalar hızlandırılmalı, mücadelenin ekonomik yönü tek faktör olmaktan çıkartılmalıdır.

-Organik tarım uygulamalarına ve çiftçi eğitimine ağırlık verilmelidir.

-Göle taşınan sediman yükünün azaltılması amacıyla havzada bulunan kum ocakları kontrol altına alınmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Dikmen, B., “Uluabat Gölü ve gölü besleyen su kaynaklarında organoklorlu pestisit kirliliğinin araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 1-30 (1999).
2. Dönmez, K.D., “Ankara’ da yaşayan bireylerden sağlanan anne sütlerinde klorlu hidrokarbon pestisit kalıntı düzeylerinin belirlenmesi”, Doktora Tezi, **Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 1-15 (2003).
3. Çok, İ., Bilgili, A., Yarsan, E., Bağcı, C., Burgaz, S., “Organochlorine pesticide residues levels in human adipose tissue of residents of Manisa (Turkey), 1995-1996”, **Bull. Environ. Contam. Toxicol.**, 61: 311-316 (1998).
4. Çok, İ., Bilgili, A., Özdemir, M., Bilgili, N., Burgaz, S., “Organochlorine pesticide residues in human breast milk from agriculture regions of Turkey”, **Bull. Environ. Contam. Toxicol.**, 59: 577-582 (1997).
5. Acara, A., “Unido-POP’ler Projesi”, **GF/TUR/03/008**, Ankara, 48-50, 108-111 (2005).
6. Ayaş, Z., Barlas, N.E., Kolankaya, D., “Determination of organochlorine pesticide residues in water and sediment samples in inner anatolia in Turkey”, **Bull. Environ. Contam. Toxicol.**, 59: 577-582 (1997).
7. Barlas, N.E., “Determination of organochlorine pesticide residues in aquatic systems and organisms in upper Sakarya Basin, Türkiye”, **Bull. Environ. Contam. Toxicol.**, 62: 278-285 (1999).
8. TC Çevre Bakanlığı Çevre Kirliliğini Önleme Ve Kontrol Gn. Md. Çevre Referans Lab., “Mogan- Eymir Gölleri ve Çevresi Su Kirliliği İnceleme Raporu”, **Ankara**, 10-80 (2003).
9. Erdemli, A., “Mogan ve Eymir Göllerinin Mevcut Durumu”, **Mogan ve Eymir Gölleri 1. Çevre Kurultayı**, Ankara, 51-55 (1995).
10. Yerli S.V., “Mogan Özel Çevre Koruma Bölgesi Biyolojik Zenginlikleri ve Ekolojik Yönetim Planı”, **ÖÇKK 2002 Raporu**, Ankara, 20-25 (2002).
11. Stevens, H.H., Ficke, J.F., Smoot, G.F., “Water temperature influential factors, field measurement and data presentation”, **U.S. Geological Survey**, USA, 1: 65 (1975).
12. McNeely, R.N., Neimanis, V.P., Dwyer, L., “A guide to water quality parameters: Inland Waters Directorate”, **Water Quality Branch**, Ottawa, Canada, 88 (1979).

13. WHO, "Guidelines for drinking water quality", Volume 1, **WHO Publ.**, Geneva, Switzerland, 130 (1984).
14. Hem, J.D., "Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water-Supply Paper 2254", **U.S. Geological Survey**, USA, 22304: 263 (1985).
15. Uslu, O., Türkman, A., "Su Kirliliği ve Konrtolü", **Başbakanlık Çevre Genel Md. Yay. Eğitim Dizisi**, 1: 364 (1987).
16. Tchobanoglous, G., Schroeder, E., "Water Quality: Characteristics, Modelling, Modification", **Addison- Wesley Publ. Comp.**, 768 (1985).
17. Gökçay, C. F., "Çevre mikrobiyolojisi- Atık suların Arıtılması ve Alıcı Ortam Deşarjı Kurs Notları", **ODTÜ Çevre Müh. Böl.**, Ankara 1-20 (1983).
18. APHA-AWWA-WPCF, "Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater", **American Public Health Association**, Washington, USA, 1134 (1981).
19. TS 8108, "Su Kalitesi- Tuzluluk Tayini ", **Türk Standartları Enstitüsü**, Ankara, 1-29 (1990).
20. Gür, K., "Pestisitlerin Tarım Topraklarında Birikimi ve Biyolojik Parçalanması", **S.Ü. Ziraat Fakültesi**, Konya, 45 (1988).
21. Kansu, A., "Genel Entomoloji", **Ankara Basım Sanayi A.Ş.**, Ankara, 88 (1982).
22. Öztürk, S., Özge, N., "Bitki Koruma İlaçları", **Eser Matbaası**, Ankara, 72 (1978).
23. Yücer, M.M., "Ruhsatlı Zirai Mücadele İlaçları", **TİSİT**, İstanbul, 64 (1992).
24. Güvener, A., "Pestisit Kalıntı Sorunları" **I. Ulusal Zirai Mücadele Sempozyumu**, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Zirai Mücadele ve Karantina Gn. Müd., Ankara, 65 (1980).
25. Edwards, C.A., "Pesticide Residues in Soil and Water", **Environ. Pollut by Pesticides**, London, 86 (1973).
26. Temizer, A., "Çevre Kirliliği Yönünden Çukurova Bölgesi Sulama ve Drenaj Kanalları ile Bazı Kuyu Sularında Klorlandırılmış Hidrokarbonlu İnsektisit Kalıntıları Üzerinde Araştırmalar", **I. Ulusal Zirai Mücadele İlaçları Sempozyumu**, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Zirai Mücadele ve Karantina Gn Md, Ankara, 43 (1980).

27. Haktanır, K., S., Arcak, “Çevre Kirliliği”, *A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No:1503*, Ankara, 43 (1998).
28. Konar, A., “Çevre-Gıda-İnsan İlişkisi ve Önemi”, *Çevre Genel Müdürlüğü*, Adana, 80 (1990).
29. Tuncer, G., “Land-based Sources of Pollution along the Black Sea Coast of Turkey:”, *Mar. Pollut. Bull.*, 36: 409- 423 (1998).
30. Kurt, P.B., Özkoç, H.B., “Concentrations and Annual Loads to the Black Sea”, *Mar. Pollut. Bull.*, 48: 1076-1083 (2004).
31. Geyikçi, S., Büyükgüngör H., “The Research of Pollution Spring Nad Surface Waters caused by Benzene Hexachlor Isomers and Benzen Hexachlor, Pesticides”, *Scientific of Environ.*, 5: 30-46 (2002).
32. Kolankaya D., “The Pollution of Manyas Lake”, *Toxicologist*, 36: 279- 392 (1997).
33. Barlas N., “Yukarı Sakarya Havzasındaki Suda Yaşayan Sistemlerdeki ve Organizmalardaki Organoklorlu Pestisit Kalıntılarının Belirlenmesi”, *Çevre Kirliliği ve Toksikoloji*, 62: 278-285 (1998).
34. Ayas, A., “Determination of Organochlorine Pesticide Residues in Various Environments and Organisms in Göksu Delta, Turkey”, *Aquat. Toxicol.*, 39: 171-181 (1997).
35. Storelli, M.M., Storelli, A., “Polychlorinated biphenyl and organochlorine pesticide residues in *Lophius budegassa* from the Mediterranean Sea in Italy”, *Mar. Poll. Bull.*, 48: 743-748 (2004).
36. Pazou, E.Y., Boko, M., “Organo chlorine and organophosphorous residues in the Queme River catchment in the Republic of Benin”, *Environ. Int.*, 32: 616-623 (2006).
37. Johnson, W., Lavy, T., “Persistence of carbofuran and molinate in flooded rice culture ”, *Environ. Qual.*, 24: 487-493 (1995).
38. WHO/UNEP, “Public health impact of pesticides used in agriculture”, *WHO Publ.*, Geneva, Switzerland, 22 (1990).
39. Tariq, M.I., Shahzad, A., Istiag, H., “Pesticides in shallow ground water of Bahawalnagar, Muzafargarh, D.G. Khan and Rajan Pur districts of Punjab,Pakistan”, *Environ. Int.*, 30: 471-479 (2004).

40. Garcia, M.D.G., Galera, M.M., Martinez, D.B., Gallego, J.G., “Determination of benzoylureas in ground water samples by fully automated on-line preconcentration and liquid chromatography-fluorescence detection”, *J. Chromatograp. A*, 1103(2): 271-277 (2006).
41. Xiao, Q., Hu, B., Yu., C., Xia, L., Jiang, Z., “Optimization of a single-drop microextraction procedure for the determination of organophosphorus pesticides in water and fruit juice with gas chromatography-flame photometric detection”, *Talanta*, 69: 848-855 (2006).
42. Tor, A., Aydın, M.E., Özcan, S., “Ultrasonic solvent extraction of organochlorine pesticides from soil”, *Anal. Chim. Acta*, 559: 173-180 (2006).
43. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araş. Gn. Md., “Ülkemizde kullanılmakta olan pestisit kalıntı analiz metotları”, *Ankara*, 1-67 (1998).
44. Ibrahim, M.S., Al-Magboul, K.M., Kamal, M.M., “Voltammetric determination of the insecticide buprofezin in soil and water”, *Anal. Chim. Acta*, 432(1):21-26 (2001).
45. Zweig, G., “Analytical methods for pesticides and plant growth regulators”, *Academic Press*, 4: 80 (1972).
46. Barlas, N.E., “Determination of organochlorine pesticide residues in water and sediment samples in inner Anatolia in Turkey”, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 69: 236-242 (1998).
47. Nguyen, A.N.D., Sunheimer, R.L., Henry, B.J., “Chromatography in Clinical Diagnosis and Management by Laboratory Methods”, *Henry, B.J. E.*, New York 3:71-72, (2001)
48. Bowers, L.D., Ullman, M.D., Burtis, C.A., “Gas Chromatography in TIETZ TEXTBOOK of Clinical Chemistry”, *Burtis, C.A., Ashwood, E.R. Ed.*, USA, 3:222-237 (1994)
49. Mecit, N., “Gaz Kromatografisi ile Beyin Tümör Dokusunda Yağ Asidi Ölçümleri”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi *Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 1-30 (1999).
50. Hışıl, Y., “Enstrümental Gıda Analizleri”, *E.Ü. Mühendislik Fakültesi*, İzmir, 3:35-40 (2004).
51. Özçimder, M., Demirci, A., “Gaz ve Sıvı Kromatografileri”, *Bilim Yayıncılık*, Kırıkkale, 4:44-50 (2004).

52. Mmualefe, L.C., Torto N., Mapila, P. H., Mbongwe B., “Headspace solid phase microextraction in the determination of pesticides in water samples from the Okavango Delta with gas chromatography-electron capture detection and time-of-flight mass spectrometry”, *Microchem. J.*, 91:239–244 (2009).
53. Presta M.A., Kolberg D.I.S., Wickert C., Pizzutti I.R., Adaime M.B., Zanella R., “High Resolution Gel Permeation Chromatography Followed by GC–ECD for the Determination of Pesticide Residues in Soybeans”, *Chromatographia*, 69:237–241 (2009).
54. Poolpak T., Pokethitiyook P., Kruatrachue M., Arjarasirikoon U., Thanwaniwat N., “Residue analysis of organochlorine pesticides in the Mae Klong river of Central Thailand”, *Journal of Hazardous Materials*, 156: 230–239 (2008).
55. Farahani H., Yamini Y., Shariati S., Reza M., Baghahi S. M., “Development of liquid phase microextraction method based on solidification of floated organic drop for extraction and preconcentration of organochlorine pesticides in water samples”, *Anal. Chim. Acta*, 626: 166–173 (2008).
56. Serrano R., Barreda M., Blanes M.A., “Investigating the presence of organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in wild and farmed gilthead sea bream (*Sparus aurata*) from the Western Mediterranean sea”, *Mar. Pollut. Bull.*, 56: 963–972 (2008).
57. RuizGil L., Gonzalez R.R., Frenich A.G., Vidal J.L.M., “Determination of pesticides in water samples by solid phase extraction and gas chromatography tandem mass spectrometry”, *J. Sep. Sci.*, 31:151 – 161 (2008).
58. Wong Y.C., Wong S.K., Kam T.T., “Preparation of reference material for organochlorine pesticides in a herbal matrix”, *Anal Bioanal Chem.*, 392:1507–1513 (2008).
59. Smalling K.L., Kuivila K.M., “Multi-residue method for the analysis of 85 current-use and legacy pesticides in bed and suspended sediments”, *J. of Chromatograp. A*, 1210:8–18 (2008).
60. Huang S.P., Huang S.D., “Determination of organochlorine pesticides in water using solvent cooling assisted dynamic hollow-fiber supported headspace liquid-phase microextraction”, *J. of Chromatograp. A*, 1176:19–25 (2007).
61. Turco V.L., Bela G.D., Pera L.L., Conte F., Macri B., Dugo G., “Organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyl residues in reared and wild *Dicentrarchus labrax* from the Mediterranean Sea (Sicily, Italy)”, *Environ. Monit. Assess*, 132:411–417 (2007).

62. Gonzalez E.B., Grana E.C., Guimaraes A., Goncalves C., Lorenzo S.M., Alpendurada M.F., "Optimization and validation of a solid-phase microextraction method for simultaneous determination of different types of pesticides in water by gas chromatography–mass spectrometry", *J. of Chromatograp. A*, 1141:165–173 (2007).
63. Fatta D., Michael C., Michaelidou S.C., Christodoulidou M., Kythreotou N., Vasquez M., "Pesticides, volatile and semivolatile organic compounds in the inland surface waters of Cyprus", *Desalination*, 215:223–236 (2007).
64. Vagi M.C., Petsas A.S., Kostopoulou M.N., Karamanoli M.K., Lekkas T.D., "Determination of organochlorine pesticides in marine sediments samples using ultrasonic solvent extraction followed by GC/ECD", *Desalination*, 210:146–156 (2007).
65. Junior J.L.R., Poppi N.R., "Determination of organochlorine pesticides in ground water samples using solid-phase microextraction by gas chromatography-electron capture detection", *Talanta*, 72:1833–1841 (2007).
66. Munch J.W., "Method 508 Determination of Chlorinated Pesticides in Water By Gas Chromatography With an Electron Capture Detector", *Environ. Protect. Agency*, Cincinnati, OHIO (1995).

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ÖZTÜRK, Ömer
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 11.03.1980 Ankara
Medeni hali : Evli
Telefon : 0 (312) 207 52 65
Faks : 0 (312) 207 66 95
e-mail : omerozturkom@gmail.com

Eğitim

Derece tarihi	Eğitim Birimi	Mezuniyet
Lisans	İstanbul Teknik Üniversitesi/ Kimya Bölümü	2002
Lise	Ankara Aydınlıksevler Lisesi	1997

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2004-2009	Çevre ve Orman Bakanlığı	Uzman

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Resim, Bilgisayar teknolojileri, Basketbol, Balık tutmak ve Tiyatroya gitmek