

**ANKARA AYAŞ İLÇESİNDEKİ İÇME VE SULAMA SULARINDA  
ORGANOKLORLU PESTİSİTLERİN KROMATOĞRAFİK TAYİNİ**

**ÖZGE ERDEM**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ÇEVRE BİLİMLERİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AĞUSTOS 2010**

**ANKARA**

Özge ERDEM tarafından hazırlanan ANKARA AYAŞ İLÇESİNDEKİ İÇME VE SULAMA SULARINDA ORGANOKLORLU PESTİSİTLERİN KROMATOĞRAFİK TAYİNİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Beytiye ÖZGÜN .....

Tez Danışmanı, Kimya Anabilim Dalı

Yrd. Doç. Dr. Meltem YILMAZ .....

Tez Danışmanı, Çevre Bilimleri Anabilim Dalı

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

Prof. Dr. Nermin ERTAN .....

Kimya Anabilim Dalı, Gazi Ü.

Prof. Dr. Beytiye ÖZGÜN .....

Kimya Anabilim Dalı, Gazi Ü.

Doç. Dr. A. Çağlan KARASU BENLİ .....

Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Gazi Ü.

Yrd. Doç. Dr. Beril SALMAN AKIN .....

Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Gazi Ü.

Yrd. Doç. Dr. Meltem YILMAZ .....

Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Gazi Ü.

Tarih: 17/08/2010

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

Prof. Dr. Bilal TOKLU .....

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.

Özge ERDEM

**ANKARA AYAŞ İLÇESİNDEKİ İÇME VE SULAMA SULARINDA  
ORGANOKLORLU PESTİSİTLERİN KROMATOĞRAFİK TAYİNİ  
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Özge ERDEM**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Ağustos 2010**

**ÖZET**

Bu çalışmada, Ankara İli, Ayaş İlçesi, Asartepe Baraj Gölü ve baraj gölü çevresindeki çeşme sularından alınan örneklerde, bazı organoklorlu pestisitlerin kalıntı seviyeleri araştırılmıştır. Ayaş, Türkiye'nin önemli bir sebze ve meyve üretim merkezidir ve Asartepe Barajı, bölgedeki tek sulama suyu barajı olup, pestisit kirliliği açısından daha önce hiçbir araştırma yapılmamıştır. Su örnekleri, baraj gölü üzerinde belirlenen noktalardan, yağışlı ve kurak dönemi yansıtması için, Mayıs ve Ağustos aylarında alınmıştır. Su örneklerindeki organoklorlu pestisitlerin belirlenmesinde sıvı-sıvı özütlemesini takiben GC-ECD kullanılmıştır.

Baraj sularında, her iki dönemde,  $\alpha$ -BHC,  $\beta$ -BHC,  $\gamma$ -BHC,  $\delta$ -BHC, heptaklor, heptaklorperoksit, aldrin, dieldrin, DDD, DDE, DDT, endosülfan-I, endosülfan-II, endrin aldehit pestisitleri belirlenmiştir. Çeşme sularında Mayıs ayında,  $\alpha$ -BHC,  $\beta$ -BHC,  $\gamma$ -BHC,  $\delta$ -BHC, heptaklor, heptaklorperoksit, aldrin, dieldrin, DDD, DDE ve Ağustos ayında,  $\alpha$ -BHC,  $\beta$ -BHC,  $\gamma$ -BHC,  $\delta$ -BHC, heptaklor, heptaklorperoksit, aldrin, dieldrin, DDD, DDE, DDT, endosülfan-I, endosülfan-II, endrin pestisitleri gözlenmiştir. Gerek baraj sularında gerekse içme sularında, organoklorlu pestisit miktarı, Avrupa Birliği 76/464/EEC 2006/11/EC 'Tehlikeli maddelerin sucül çevreye deşarjı ile oluşan kirlilik' direktifi ve 80/778/EEC 'İçme suyu' direktifinde belirtilen maksimum seviyeleri aşmıştır.

**Bilim Kodu** : 903.1.126  
**Anahtar Kelimeler** : Organoklorlu pestisit, Asartepe Baraj Gölü, içme suyu, sulama suyu, GC-ECD  
**Sayfa Adedi** : 88  
**Tez Yöneticisi** : Prof. Dr. Beytiye ÖZGÜN  
: Yrd. Doç. Dr. Meltem YILMAZ

**CHROMATOGRAPHIC DETERMINATION OF ORGANOCHLORINE  
PESTICIDES IN DRINKING AND IRRIGATION WATER IN AYAS  
COUNTY OF ANKARA**

**(M. Sc. Thesis)**

**Özge ERDEM**

**GAZİ UNIVERSITY  
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

**August 2010**

**ABSTRACT**

**In this study, some organochlorine pesticides residue levels were studied in the province of Ankara, Ayas County, Asartepe Dam Lake and drinking fountains around the dam lake. Ayas is an important production center of vegetables and fruits of Turkey and Asartepe Dam Lake is the only irrigation water dam in the region and no research has been done before in view of pesticide pollution. Water samples have been taken from designated points on the dam lake, in May and August to reflect the rainy and dry periods. A liquid-liquid extraction followed by GC-ECD was used to determine organochlorine pesticides in water samples.**

**In both periods,  $\alpha$ -BHC,  $\beta$ -BHC,  $\gamma$ -BHC,  $\delta$ -BHC, heptachlor, heptachloroperoxide, aldrin, dieldrin, DDD, DDE, DDT, endosulfan-I, endosulfan-II, endrin aldehyde have been determined in dam lake samples. In May,  $\alpha$ -BHC,  $\beta$ -BHC,  $\gamma$ -BHC,  $\delta$ -BHC, heptachlor, heptachlorperoxide, aldrin, dieldrin, DDD, DDE and in August  $\alpha$ -BHC,  $\beta$ -BHC,  $\gamma$ -BHC,  $\delta$ -BHC, heptachlor, heptachlorperoxide, aldrin, dieldrin, DDD, DDE, DDT, endosulfan-I, endosulfan-II, endrin pesticides have been observed in fountains water samples. Pesticide residue levels in both of dam and fountains water samples were found to be higher than the limit values determined by European Commission**

**76/464/EEC-2006/11/EC ‘On pollution caused by certain dangerous substances discharged into the aquatic environment of the community directive’ and 80/778/EEC ‘Drinking water directive’.**

**Science Code : 903.1.126**

**Key Words : Organochlorine Pesticides, Asartepe Dam Lake, fountain water, irrigation water, GC-ECD**

**Page Number: 88**

**Adviser : Prof. Dr. Beytiye ÖZGÜN**

**: Asist. Prof. Dr. Meltem YILMAZ**

## TEŞEKKÜR

Çalıőmalarımnda ilgisini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren, değerli danıőman hocam Prof. Dr. Beytiye ÖZGÜN'e sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

Benden desteğini ve ilgisini hiç eksik etmeyen, beni yüreklendiren, sabırla dinleyen, yardımcı danıőman hocam Yrd. Doç. Dr. Meltem YILMAZ'a teőekkürü bir borç bilirim.

Son olarak, hayat boyu beni destekleyen, hep yanımda olan anneme, babama, kardeőime ve sevgili eőime teşekkür ederim.



## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xii
SEKİLLER DİZİNİ.....	xiv
RESİMLER DİZİNİ .....	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvi
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Pestisitlerin Tanımı ve Tarihçesi.....	3
2.2. Pestisitlerin Sınıflandırılması.....	5
2.2.1. Biyolojik hedeflerine göre pestisitler.....	6
2.2.2. Bileşimindeki etkili madde grubuna göre pestisitler.....	6
2.2.3. Biyolojik dönemlere göre pestisitler.....	7
2.3. Pestisitlere Karşı Direnç Oluşumu Mekanizmaları.....	7
2.4. Organoklorlu Pestisitler.....	8
2.4.1. Yapı ve etkileri.....	8
2.4.2. Organoklorlu pestisitlerin sınıflandırılması.....	9
2.5. Pestisitlerin Taşınması.....	12
2.6. Pestisitlerin Bozunma Mekanizması.....	15
2.6.1. Fotokimyasal bozunma.....	16

**Sayfa**

2.6.2. Kimyasal bozunma.....	16
2.6.3. Biyolojik bozunma.....	17
2.7. Pestisitlerin Toprak, Su ve Hayvanlar Üzerine Olan Etkileri.....	19
2.8. Pestisitlerin İnsanlar Üzerine Olan Etkileri.....	21
2.8.1. Pestisitlerin insanlar üzerine akut etkileri.....	21
2.8.2. Pestisitlerin insanlar üzerine kronik etkileri.....	21
2.9. Dünya’da ve Türkiye’de Pestisit Kullanımı.....	22
2.10. Literatür Bilgileri.....	30
3. MATERYAL YÖNTEM.....	34
3.1. Çalışma Alanının Tanımı.....	34
3.1.1. Asartepe Baraj Gölü.....	34
3.1.2. Ekonomik potansiyel.....	36
3.1.3. İlhan Çayı.....	39
3.1.4. Bölgenin iklimi.....	39
3.2. Su Örnekleri.....	39
3.3. Kullanılan Cihazlar.....	43
3.4. Kullanılan Kimyasallar.....	43
3.5. Yöntem.....	44
3.5.1. Fiziksel ve kimyasal analizler.....	44
3.5.2. Organoklorlu pestisit analizleri.....	44
3.6. Kullanılan Araç Gereçlerin Temizliği.....	44
3.7. Su Örneklerinin Özütlemesi.....	44
3.8. Kromatografik Analiz Koşulları.....	45

**Sayfa**

4. BULGULAR VE DEĞERLENDİRMELER.....	47
4.1. Fiziksel ve Kimyasal Analizler.....	47
4.1.1. Asartepe Baraj Gölünün sulama suyu kriterlerinin değerlendirilmesi..	48
4.1.2. Çeşme suyu örneklerinin içme suyu kriterlerinin değerlendirilmesi....	54
4.1.3. Çeşme suyu örneklerinde sulama suyu kriterlerinin değerlendirilmesi.....	60
4.2. Organoklorlu Pestisit Analizleri.....	64
4.2.1. Çeşme suyu örneklerinde organoklorlu pestisit analizlerinin değerlendirilmesi.....	64
4.2.2. Asartepe Baraj Gölü örneklerinde organoklorlu pestisit analizlerinin değerlendirilmesi.....	68
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	73
KAYNAKLAR.....	79
EKLER.....	86
EK-1 İçme ve sulama su analizlerinde kullanılan yöntemler.....	87
ÖZGEÇMİŞ.....	88

## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

<b>Çizelge</b>	<b>Sayfa</b>
Çizelge 2.1. Klorlu hidrokarbon insektisitlerin toprakta biyolojik olarak ayrışma zamanları.....	18
Çizelge 2.2. AB ülkelerinde 1993–1995 tüketimlerine göre hektara isabet eden ortalama pestisit miktarları.....	23
Çizelge 2.3. Tehlikeli Maddeler Direktifi Liste-1 tehlikeli maddeler için çevresel kalite standartları.....	24
Çizelge 2.4. Tehlikeli Maddeler Direktifi Liste-2 tehlikeli maddeler için çevresel kalite standartları.....	25
Çizelge 2.5. Tehlikeli Maddelerin Su ve Çevresinde Neden Olduğu Kirliliğin Kontrolü Yönetmeliği Ek-1 Listesi çok tehlikeli maddeler.....	28
Çizelge 2.6. Tehlikeli Maddelerin Su ve Çevresinde Neden Olduğu Kirliliğin Kontrolü Yönetmeliği Ek-2 Listesi daha az tehlikeli maddeler.....	29
Çizelge 2.7. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik (b) bendi kimyasal parametreler.....	30
Çizelge 3.1. Dünya’da domates üretimi yapan ülkeler.....	37
Çizelge 3.2. Ayaş bölgesi ortalama aylık yağış ve ısı dağılımı (1975-2008).....	39
Çizelge 3.3. İçme suyu örnekleri için numaralandırma.....	42
Çizelge 3.4. Asartepe Baraj Gölü su örnekleri için numaralandırma.....	43
Çizelge 4.1. Sulama sularının sınıflandırılmasında esas alınan kalite parametreleri.....	47
Çizelge 4.2. Asartepe Baraj Gölü su numunelerinin fiziksel ve kimyasal parametreleri.....	48
Çizelge 4.3. Çeşme suyu numunelerinin içme suyu kriterleri parametreleri. ....	55
Çizelge 4.4. Çeşme suyu numunelerinin sulama suyu kriterleri parametreleri.....	61

<b>Çizelge</b>	<b>Sayfa</b>
Çizelge 4.5. Baraj Gölü çevresindeki çeşmelerden alınan su numunelerinde seçilen organoklorlu pestisitlerin minimum, maksimum ve toplam derişim değerleri(ppb).....	65
Çizelge 4.6. İçme suyu numunelerindeki pestisitlerin yağışlı dönemde ölçüm noktalarına göre derişimleri (ppb).....	66
Çizelge 4.7. İçme suyu numunelerindeki pestisitlerin kuru dönemde ölçüm noktalarına göre derişimleri (ppb).....	67
Çizelge 4.8. Asartepe Baraj Gölü'nden alınan su numunelerinde seçilen organoklorlu pestisitlerin minimum, maksimum ve toplam derişim değerleri (ppb).....	69
Çizelge 4.9. Baraj numunelerindeki pestisitlerin yağışlı dönemde ölçüm noktalarına göre derişimleri (ppb). ....	70
Çizelge 4.10. Baraj numunelerindeki pestisitlerin kuru dönemde ölçüm noktalarına göre derişimleri (ppb).....	71

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Difenilalifatik yapısında organoklorlu pestisitler.....	10
Şekil 2.2. Siklodien yapısında organoklorlu pestisitler .....	11
Şekil 2.3. Benzen türevi organoklorlu pestisitler .....	12
Şekil 2.4. Pestisitlerin doğada taşınımı.....	15
Şekil 2.5. DDT'nin biyolojik bozunma ürünleri.....	18
Şekil 2.6. Yıllara göre pestisit kullanım miktarları.....	27
Şekil 3.1. Asartepe Baraj Gölü'ne ait yer buldurma haritası.....	40
Şekil 3.2. Asartepe Baraj Gölü uydu görüntüsü üzerinde örnek alma noktaları.....	41

**RESİMLERİN LİSTESİ**

<b>Resim</b>	<b>Sayfa</b>
Resim 3.1. Asartepe Baraj Gölü mansap panoramik görünüm.....	34
Resim 3.2. Asartepe Baraj Gölü sol sahil görünümü.....	35
Resim 3.3. Asartepe Baraj Gölü sağ sahil görünümü.....	35
Resim 3.4. Asartepe Baraj Gölü'nde balıkçılık faaliyetleri .....	38
Resim 3.5. Asartepe Baraj Gölü kıyıdan 4 m ilerisinden su örneklerinin alınışı.....	41
Resim 3.6. Asartepe Baraj Gölü kıyıdan 4 m mesafeden su örneklerinin alınışı.....	42
Resim 3.7. Analizlerde kullanılan gaz kromatografisi cihazı.....	46

## SİMGELER VE KISALTMALAR

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

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
$\alpha$	Alfa
$\beta$	Beta
$\gamma$	Gama
<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
<b>AB</b>	Avrupa Birliği
<b>BGD</b>	Bitki gelişimi düzenleyicileri
<b>BHC</b>	Benzenheksaklorür
<b>DDA</b>	Diklordifenilasetik asit
<b>DDD</b>	Diklordifenildikloretan
<b>DDE</b>	Diklordifenildikloretilen
<b>DDT</b>	Diklordifeniltrikloretan
<b>DSİ</b>	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
<b>HCH</b>	Hekzalklorosikloheksan
<b>GC</b>	Gaz kromatografi
<b>MCPA</b>	2-metil-4-klorfenoksi asetik asit
<b>PCB</b>	Poliklorlubifenil
<b>SAR</b>	Sodyum absorpsiyon oranı
<b>2,4-D</b>	Diklorfenoksi asetik asit



## 1. GİRİŞ

Dünya genelinde yaşanan en önemli sorunlardan biri, çevre kirliliği, sanayileşme ve iklim değişiklikleri nedeniyle, tarım alanlarının azalması ve elde edilen verimin azalmasına karşılık, nüfusun giderek artması dolayısıyla, beslenme ihtiyacının yeterince karşılanamamasıdır. Mevcut tarımsal alanların mümkün olan en iyi şekilde değerlendirilerek verimin artırılması için çeşitli yöntemler denenmiştir. Kimyasal mücadele yöntemi, bu yöntemlerin başında gelmektedir. Günümüzde tarım ilaçları kullanmadan üretim yapılması durumunda ürün miktarında % 65 oranında kayıp olacaktır [1].

Kimyasal mücadele ilaçlarının kullanılması, yüksek kalite ve miktarda ürün elde edilmesini sağlar, kolay uygulanabilirlik sunar, kısa zamanda sonuç verir, geniş alanlara uygulanabilir ve nispeten düşük maliyetlidir. Ancak bu üstünlüklerinin yanı sıra, pestisit kalıntılarının çevrede yarattığı olumsuz etkiler de, dikkatlerden kaçmamalıdır. Pestisitlerin bilinçsiz kullanılmasıyla doğal dengenin bozulması, toprak, su ve havada kirliliğe neden olması, besinlerde kalıntı bırakması, zararlıların zamanla direnç oluşturması gibi sakıncaları vardır [2].

Pestisitler, çevrede uzun süre aktif kalmaları, biyolojik birikme eğilimleri ve hedef olmayan türlere olan etkileri sağlık ve ekosistem açısından büyük tehlike oluşturmaktadır. Bu yüzden pestisitlerin besinlerde ve çevrede izlenmeleri ve gözetimleri, sağlığın korunması, çevresel değerlendirme ve kirlilik kontrolü için gereklidir. Çevredeki kirleticilerin teşhisi, tanımlanması ve derişiminin ölçülmesi yalnızca kirlenmenin kapsam ve etkilerini değil, aynı zamanda mevcut ve yeni kirlilik kontrol önlemlerinin etkinliğinin daha iyi anlaşılması yönünden önemlidir [3].

Literatür araştırması yapıldığında, Türkiye'nin önemli tarım alanlarından birini oluşturan, Ankara'nın Ayaş İlçesinin su ve toprak organoklorlu pestisit yüküne yönelik bir çalışma yapılmadığı görülmektedir. Bu bakımdan tez çalışmasında hedef olarak bu bölge seçilmiştir. Türkiye, Dünya domates ekim alanlarının % 4,39'unu

oluşturmakta ve Dünya’da ekim alanı bakımından beşinci sırada bulunmaktadır. Üretim bakımından ise % 7,84’lük payla, üçüncü sırada yer almaktadır. İhracat açısından ise 370 tonla beşinci sırada yer almaktadır [4].

Ayaş İlçesinin nemi, domates üretimi açısından 2007 yılı üretim yüzdelerine göre % 7,84 değeri ile Türkiye’nin, ikinci büyük üretim merkezi olmasıdır.

Bu çalışmanın amacı, Ankara, Ayaş İlçesi, Asartepe Baraj Gölü’nden alınan sulama suyu ve İlhan Köyü’nden alınan içme suyu rneklelerinde, bazı organoklorlu pestisitlerin varlığının tayin edilmesidir.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Pestisitlerin Tanımı ve Tarihçesi

Pestisit, insan ve hayvan vücudu ile bitkiler üzerinde veya çevresinde yaşayan, besin kaynaklarının üretim, depolanma ve tüketimi sırasında besin değerini düşüren ya da zarara uğratan böcek, kemirici, yabancı ot, mantar gibi canlı formlarının yıkıcı etkilerini azaltmak için kullanılan tüm kimyasal maddelerin ortak adıdır [5].

Pestisitler, tarım aktiviteleri dışında, insan sağlığını tehdit eden sıtma gibi önemli sağlık sorunları yaratan sivrisineklerle mücadeleden, evsel pest mücadelesi, ormancılık, peyzaj, tütsüleme ve kereste korumacılığı, endüstriyel böcek kontrolü, inşaat sektörü, sucul organizmaların kontrolü, gıda saklanması ve toplum hijyeni gibi birçok amaçla, farklı alanlarda kullanılmaktadır. Bahsedilen tüm bu geniş kapsamda ve uzun yıllar boyunca kullanılan pestisitler, bugün çevreye fazlasıyla yayılmış durumdadır ve birçoğu tehlikeli kabul edilen kirletici maddelerdendir [6].

Pestisit olarak kullanımı bilinen ilk maddeler, fungusit olarak kullanılan kükürt ve yine fungusit ve insektisit olarak kullanılan arsenik, bakır ve demir tuzları gibi inorganik maddelerdir. Çinliler tarafından M.Ö. 1000 yıllarında fumigant olarak kullanılan sülfürün, 1800'lü yıllarda Avrupa'da fungusit olarak kullanıldığı, günümüzde de önemli bir pestisit olarak kullanılmaya devam edildiği bilinmektedir. Onaltıncı yüzyılda, Japonlar tarafından balina yağı ve sirke karışımı ve Çinliler tarafından arsenik içeren bileşikler, onyedinci yüzyıl sonlarında, tütün yapraklarından elde edilen sıvı, ondokuzuncu yüzyılda, bakır sülfat, kireç gibi maddeler pestisit olarak kullanılmıştır [7-9].

1940'lı yıllara kadar zararlı böceklerin kontrolünde kullanılan doğal bileşikler daha sonra kararsız olmaları ve pahalı üretimleri nedeniyle yerini yapay bileşiklere bırakmıştır. İsviçreli kimyacı Paul Mueller, 1939 yılında, diklordifenil trikloretan yani DDT'nin pestisit özelliklerini belirlemiştir ve araştırmacı bu buluşu nedeniyle Nobel bilim ödülü kazanmıştır. DDT İkinci Dünya Savaşı sırasında askerlerde bit ve

pire gibi parazitlere karşı da kullanılmıştır. Savaş sonrasında tarımsal zararlılara karşı kullanılmaya başlanmış ve büyük başarı elde edilmiştir. DDT'nin böcek öldürücü olarak büyük başarı sağlaması, tarımsal ilaç sanayisinde önemli gelişmelerin başlamasına sebep olmuştur. Ardından DDT analogu olan metoksiklorun da çok sayıda insekte karşı etkili olduğu bulunmuştur [6,10].

1941 yılında heksaklorcikloheksan (HCH)'nin insektisit özelliği belirlenmiştir. 1943 yılında fenoksi herbisit diklorfenoksi asetik asit (2,4-D) ve organoklorlu insektisit parathion pazara sunulmuş, 1945 yılında klordan ilk kalıcı organoklorlu siklodien insektisit olarak kabul edilmiştir. Bunu 1950'li yıllarda dieldrin ve aldrin gibi insektisitler takip etmiştir [7,11].

Pestisit kullanımının çevrede oluşturabileceği risklerle ilgili ilk endişeler ve araştırmalar, sentetik pestisitlerin keşfiyle beraber başlamıştır. Örneğin, Cottam ve Higgins 1946 yılında DDT'nin balıklara, kuşlara ve yaban hayatına olan doğrudan ve dolaylı etkisini çalışmıştır. Ancak, pestisit kullanımının çevrede oluşturduğu riskleri 1962 yılında yayınlanan "Sessiz Bahar (Silent Spring)" adlı yapıtında ele alan Amerikalı yazar Rachel Carson kamuoyunda geniş bir ilgi uyandırmıştır. Carson kitabında; sınırsız pestisit kullanımına ilk kez tüm boyutlarıyla dikkatleri çekerken özellikle DDT, dieldrin ve aldrin gibi organoklorlu pestisitlerin kuşlar ve balıklar üzerindeki olumsuz etkilerini vurgulamıştır. DDT'ye karşı direnç gelişimi, hedef olmayan türler üzerinde olumsuz etkileri, canlıların yağ dokularında birikimi gibi konulara değinilmiştir [12,13].

Nitekim yapılan araştırmalar sonucunda fizikokimyasal özellikleri nedeniyle kalıcı özelliğe sahip organoklorlu pestisitler, çok sayıda kuş ve balık ölümlerine neden olmuş, besin zincirinin en sonunda bulunan insanoğluna daha da yoğunlaşmış olarak ulaşmıştır. Sonraki yıllarda ise bazı ülkelerde kullanımlarına kısıtlamalar getirilmiş, bazı ülkelerde tamamen yasaklanmıştır. ABD'de DDT'nin kullanımı 1971 yılında yasaklanmış, 1974-1984 yılları arasında İngiltere'de gönüllü olarak terk edilmesi yoluna gidilmiş, günümüzde tümüyle yasaklanmıştır. Ülkemizde ise dieldrin 1971, aldrin, klordan ve heptaklor, 1979 yılında tamamen yasaklanmış, DDT ve BHC'nin

kullanımına 1978 yılında kısıtlama getirilmiş ve 1985 yılında ise tamamen yasaklanmıştır [6,7].

Günümüzde özellikle gelişmiş ülkeler pestisitleri daha bilinçli ve kontrollü kullanmaktadır. Bunu sağlayabilmek için, AB ülkelerinde ve ABD’inde birçok yasa çıkarılmış, resmi örgütler kadar, sivil toplum örgütleri de bu yönde söz sahibi duruma gelmişlerdir. Modern pestisit uygulamasında, çevreye zarar vermeyecek düzeyde ve gerçekten gerekli olduğunda kullanım prensibi benimsenmiştir. Bunun bir sonucu olarak, başta ABD olmak üzere, gelişmiş ülkelerde “düşük risk” ya da “doğa dostu” pestisitler tercih edilir olmuştur. Örneğin, ABD Çevre Koruma Örgütü (EPA), böyle pestisitlerin hem ruhsatlandırmasını kolaylaştırmış ve hem de kullanılmalarını teşvik etmeye başlamıştır [14].

Pestisitlerin gerek çevre, gerek sağlık ve gerekse ekonomik açıdan meydana getirebileceği olumsuzlukları azaltmak için tüm gelişmiş ülkelerde pestisitler sıkı kontrol altında tutulmaktadır. Bu denetimlerdeki sivil toplum örgütlerinin baskısı, konuyu daha da ciddi kılmıştır. Bunun için de, örneğin; AB Ülkeleri Perakendecileri Tarım Ürünleri Çalışma Grubu, İyi Tarım Uygulamaları protokolü (EUROPGAP)’nü 1 Ocak 2004’te yürürlüğe koymuşlardır. Bu protokol ile AB perakendecileri, raflarına koydukları ürünlerin müşterilerine zararlı olmayacağına dair garanti ve güvence vermektedirler. EUROPGAP sertifikası, yabancı perakendecilerin üreticinin ürünü satın alması açısından bir garantidir [14].

## **2.2. Pestisitlerin Sınıflandırılması**

Pestisit sınıflandırmaları çeşitli kriterlere göre şu şekilde yapılabilir [15,16].

1. Biyolojik hedeflerine göre
2. Bileşimindeki etkili madde grubuna göre
3. Biyolojik dönemlere göre

### **2.2.1. Biyolojik hedeflerine göre pestisitler**

1. Böcekleri öldürenler (insektisitler)
2. Mantar öldürenler (fungusitler)
3. Bakterileri öldürenler (bakterisitler)
4. Örümcek ve akarları öldürenler (Akarisitler)
5. Yabancı otları öldürenler (herbisitler)
6. Nematodları öldürenler (nematisitler)
7. Kemiricileri öldürenler (rodentisitler)
8. Salyangozları öldürenler (Mollustisitler)
9. Yosunları öldürenler (Algisitler)

### **2.2.2. Bileşimindeki etkili madde grubuna göre pestisitler**

1. Anorganik pestisitler
  - a) Arsenikli pestisitler
  - b) Civalı pestisitler
  - c) Florürlü pestisitler
  - d) Bakırlı pestisitler
  - e) Elementer kükürt
2. Sentetik organik pestisitler
  - a) Organoklorürler
  - b) Organofosfatlar
  - c) Organosülfürler
  - d) Karbamatlar
3. Doğal organik pestisitler
  - a) Rotenonlar
  - b) Pyrethrum
  - c) Nikotin
  - d) Allethrin

### 2.2.3. Biyolojik dönemlere göre pestisitler

1. Larvisit (Larvaları öldürenler)
2. Ovisit (Yumurtaları öldürenler)
3. Adultisit (Ergin böcekleri öldürenler)
4. Ovalarvisit (Yumurtaları ve larvaları öldürenler)

### 2.3. Pestisitlere Karşı Direnç Oluşumu Mekanizmaları

Tarım zararlıları, iklim değişiklikleri, hastalık, başka türlerle rekabet gibi birçok çevresel faktörle nesillerinin devamını sağlamak için mücadele halinde iken pestisitler de onları zorlayıcı diğer bir unsur olmuştur. Güçlü bireyler, popülasyonlar, sürekli olarak değişen bu koşullara genetik olarak adapte olmak için direnç geliştirmişlerdir [17].

Direnç oluşumu ve gelişmesi bir seçicilik olayıdır. Bir popülasyon içindeki pestisite dayanıklı olmayan bireyler ayıklanarak, dirençli bireyler genlerini sonraki nesillere aktarmakta böylece dirençli bireylerin popülasyon içinde yüzdeleri artarak direnç problemi de gün geçtikçe artmaktadır. Aynı pestisit aynı popülasyon üzerinde sık kullanılmasıyla direnç oluşumu da hız kazanmaktadır [15].

Pestisit direncinin artması her geçen yıl birim alanda daha fazla kimyasal kullanımına yol açmakta ve dolayısıyla zararlı türler kadar yararlı türlerin de yok olması gibi ciddi ekolojik problemler yaratmaktadır [18].

Pestisitlere karşı direnç oluşumu ilk olarak 1946 yılında karasineklerde, *Musca domestica*, DDT direnci ile gündeme gelmiştir ve o zamandan beri zararlı böceklerin kontrolünde büyük sorunlar görülmektedir. 1984 yılında böcek ve akarların 447'den fazla türünün bir veya daha fazla insektisit türüne karşı direnç gösterdiği raporlanmıştır. Önemli bir diğer örnek de, Colorado patates böceğinin, *Leptinotarsa decemlineata*, tüm ana insektisit sınıflarına karşı direnç kazandığının saptanmasıdır [19,20].

Pestisitlerin yoğun ve bilinçsiz kullanımı sonucu artan pestisit direnci; özel, davranışsal, yapısal, fizyolojik ve çapraz direnç olmak üzere 5'e ayrılmaktadır. Özel direnç, zararlının bireysel özelliği nedeniyle ortaya çıkan dirençliliktir. Örneğin aynı takımın aynı familyasında bulunan iki böcekten birisi bir pestisite duyarlı iken diğerinde dirençlilik görülebilir. Davranışsal direnç, yeni nesil zararlıların pestiside temasını sağlayan mekanizmadan kaçınmalarıdır. Örnek olarak sivrisineklerin ilaçlanan bölgelerde dinlenmemesi ve üreme alanlarını değiştirmesi verilebilir. Yapısal direnç, zararlının vücut özelliklerinden kaynaklanan dirençtir. Zararlı vücudunun ilaçla temasının az olması veya ilacın etki göstereceği yere taşınmasının engellenmesi şeklinde adaptasyon geliştirir. Fizyolojik direnç, zararlının pestisite karşı bağışıklık kazanmasıdır. Örneğin dış iskelet pestiside karşı daha az geçirgen olabilir, zararlı pestisiti vücudunda depolayabilir veya zarar görmeden atabilir. Çapraz direnç, bir grup pestiside karşı gelişen direncin diğer gruplardaki pestisitlere karşı da oluşmasıdır. Buna en iyi örnek; DDT'ye dirençli bazı karasinek ve sivrisinek ırklarının, *Musca domestica* ve *Culicidae longiareolata*, kullanılan pyretroidlere karşı da direnç göstermeleridir [21].

Pestisitlere karşı tarımsal zararlıların direnç oluşturmasında problem oluşturan en önemli durum, zararlının uygulanan pestisite karşı direnç kazanırken bunlardan beslenen böceklerin aynı direnci gösterememesi durumunda zararlının biyolojik olarak büyük bir üstünlük sağlaması ve sayılarının büyük ölçüde artmasıdır. Böyle durumlar ekolojik dengenin bozulmasını tetiklemektedir. Direnç gelişimini azaltmak için aynı bölgede farklı ilaçlar kullanmak ya da birbirine yakınlığı olmayan pestisitleri karıştırarak kullanmak, sadece zararlılarının üreme dönemlerinde ilaçlama yapmak etkili olmaktadır [21,22].

## **2.4. Organoklorlu Pestisitler**

### **2.4.1. Yapı ve etkileri**

Tarımsal savaşta ilk kullanılan sentetik organik insektisitler, karbona klor bağlanması ile elde edilen organoklorlu pestisitlerdir [23].



Organoklorlu insektisitler, çevrede uzun süre bozulmadan kalabilirler, lipitte çözünebilirler, biyotransformasyonları ve biyolojik parçalanmaları çok yavaştır, bu nedenle, çeşitli canlıları da biyomagnifikasyona uğrayarak, olumsuz etkiler gösterirler ve besin zinciri ile insana kadar ulaştıkları sonradan belirlenmiştir [24].

Organoklorlu insektisitler asiklik çeşitli hidrokarbonların klorlanması ile elde edilmişlerdir. Önemli ölçüde yağda çözünme özelliklerinden dolayı sinirsel toksisiteleri yüksektir. Organoklorlu insektisitler suda çözünmezler, organik çözücülerde, mineral, bitkisel ve hayvansal yağlarda çözünürler. Bu özellikleri yüzünden organik klorlu insektisitler çevrede uzun süre kalır, insan ve hayvan yağlarında ve diğer dokularda toplanmasına neden olur. Özellikle evcil hayvanların sütünde birikmeleri insan sağlığı yönünden önem taşımaktadır. Günümüzde bu gruptan kullanılan en önemli insektisit endosülfandır [25].

#### **2.4.2. Organoklorlu pestisitlerin sınıflandırılması**

Klorlu hidrokarbon grubu insektisitler, kimyasal yapılarına göre 3 sınıfta toplanırlar [26].

1. Difenilalifatikler
2. Siklodienler
3. Benzen türevleri

##### Difenilalifatikler

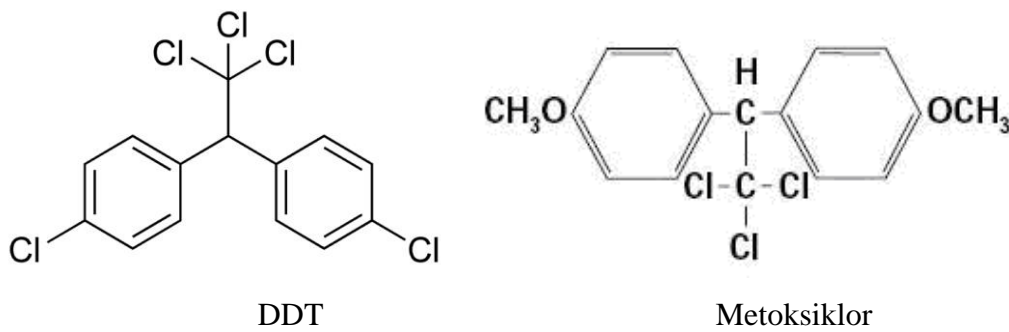
Bu grubun en iyi bilinen ve en kötü ünü olan pestisiti diklordifeniltrikloreten (DDT), muhtemelen en çok işe yarayan insektisit olarak kabul edilecektir [27].

1847'de Othmar Zeidler tarafından ilk kez sentez edilmekle beraber, insektisit özelliği ancak 1936'da Paul U. Müller tarafından gösterilmiştir. DDT'nin keşfiyle zirai üretimde kökten bir değişiklik olmuş, birim alandan alınan ürün miktarı artmıştır. Buna rağmen DDT'nin büyük çevre sorunlarına, hayvan popülasyonlarında

azalmaya sebep olduğu bilinmektedir. 1970'lerin başından itibaren DDT kullanımı yasaklanmış olmasına rağmen etkileri halen devam etmektedir [24,28].

DDT kronik toksisite açısından önemlidir. Adsorbsiyondan sonra DDT karaciğerde diklorodifenildikloroetilen (DDE), diklorodifenildikloroetan (DDD), diklorodifenilasetikasit (DDA)'ya metabolize olur. DDE; çok dayanıklıdır ve insektisit aktivitesi yoktur. Kararlılığı nedeniyle çevre kirleticisi olarak önem taşır. DDD; insektisit aktivite gösterir, organizmada birçok ara reaksiyonlardan (dekloranma, hidrojenlenme, hidroliz, dehidrojenlenme, yükseltgenme) sonra polar metabolit olan DDA'ya dönüşür. DDT'nin sistematik etki yeri sinir sistemidir. DDT'ye maruz kalan insanlarda göğüs kanseri, lösemi, pankreas kanseri riski artmaktadır [24,29,30].

Metoksiklor, DDT'nin analogu olup, aromatik halkaya bağlı klorlar yerine metoksi (-OCH<sub>3</sub>) grupları geçmiştir. Böylece elde edilen bileşiğin memelilerde toksisitesi çok daha düşük ve daha az dayanıklıdır. Bu nedenle DDT'ye göre, daha az çevre sorunu yaratmaktadır [24].



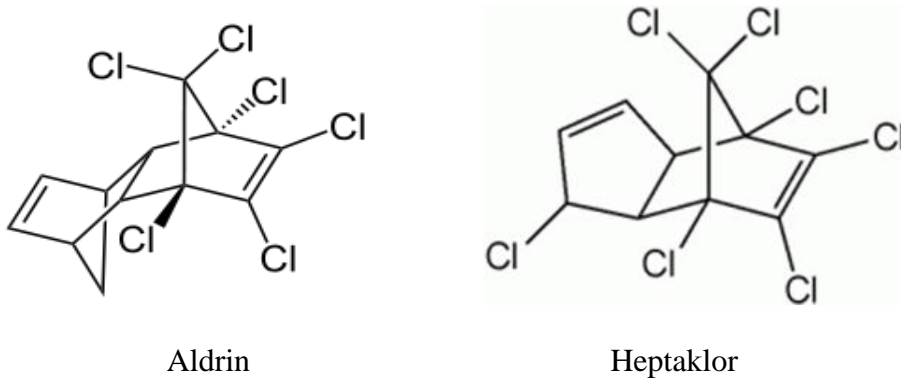
Şekil 2.1. Difenilalifatik yapısında organoklorlu pestisitler

### Siklodienler

Bu gruba, aldrin, dieldrin, endrin, heptaklor, klordan örnek verilebilir. Dieldrin, aldrinin epoksit şeklidir. Klorlu siklodien insektisitlerinin biyotransformasyonları son derece yavaştır. Aldrin ve heptaklor yükseltgenerek dieldrin ve heptaklor epoksitide

dönüşmektedir. Bu metabolitlerin de lipidlerde çözünürlüğü yüksektir. Sinir sistemi üzerinde zehirli etkileri vardır. Kronik zehirlenmelerde başlıca etkilerini karaciğer hücreleri üzerinde gösterirler. DDT'ye benzer şekilde aldrin ve dieldrinin hayvanlarda hormonal dengeyi bozarak üremeyi azalttıkları gözlenmiştir [24].

Klorlu siklodien insektisitlerden dieldrin ve aldrin savaş sürecinde tasarlanmış ve 1950'ler ve 1960'larda geniş kapsamlı kullanılmışlardır. Klorlu siklodien insektisitlerinin biyotransformasyonları son derece yavaştır. Aldrin ve heptaklor oksidasyonla dieldrin ve heptaklor epoksidi dönüşürler. Bu metabolitler de lipide çözünürler. Kronik zehirlenmede başlıca etkilerini karaciğer hücreleri üzerinde gösterirler [24].



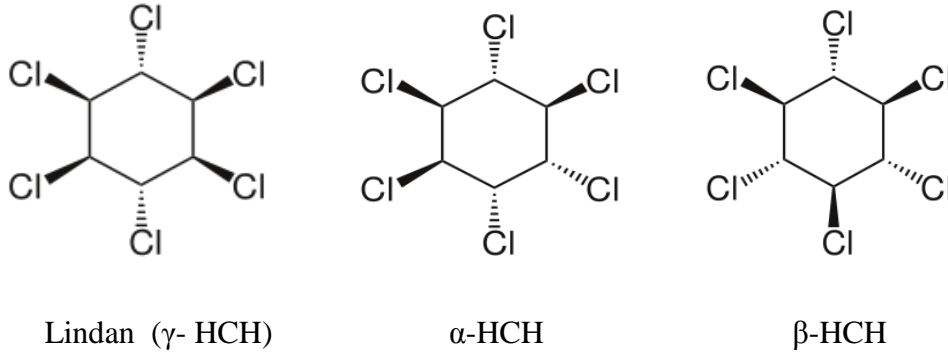
Şekil 2.2. Siklodien yapısında organoklorlu pestisitler

### Benzen Türevleri

Teknik olarak benzenheksaklorür (BHC) yada heksaklorsikloheksan (HCH) olarak bilinen bu insektisitler klorlu sikloheksanların izomerik karışımı olarak üretilmiştir. Alfa, beta, gama, delta ve epsilon izomere ayrılırlar. Gama izomeri, lindan olarak bilinir ve Hindistan, Çin, Afrika ve Güney Amerika'da çok fazla kullanılmaktadır. BHC, ışığa, yüksek sıcaklığa, sıcak suya ve asite karşı dayanıklıdır, ama alkali ortamda deklorlanır [30].

Lindan BHC'nin saf izomerinin adı olup, diğer stereoizomerlerinin insektisit aktivitesi yoktur veya çok düşüktür. BHC izomerleri arasında en toksik etkiye sahip olan

lindanın etkisi DDT'ye benzemektedir. Ancak toksisitesi, izomerlere göre bazı farklılıklar gösterir. Lindan ile ilgili yapılan bazı çalışmalarda toplam BHC değeri ölçülmüş, en yüksek kalıntı miktarı günlük tükettiğimiz et, tavuk ve balıkta bulunmuştur [24,30].



Şekil 2.3. Benzen türevi organoklorlu pestisitler

## 2.5. Pestisitlerin Taşınması

Pestisitler taşınırken ilk olarak duman makinelerinden ya da basınçlı kutulardan havaya püskürtme yolu ile atmosfere karışmaktadır. Pestisitlerin atmosferdeki hareketini, parçacıkların büyüklüğü, dağılan hacim, hava akımının hızı, havanın sıcaklığı gibi faktörler etkilemektedir. Pestisitler havadaki toz partiküllerine bağlanarak kilometrelerce uzaklara gidebilmekte ve havadaki diğer kimyasallarla birleşerek ikincil kirleticileri oluşturabilmektedir [6].

Atmosfere partikül ve buhar halinde karışan insektisitler yağışlarla havadan temizlenmekte ve buradan akarsu, çay, göle taşınmakta ve toprakta birikmektedir. Ayrıca atmosferdeki gaz ve diğer partiküllere tutunmak suretiyle de toprakta birikebilmekte ve buradan da yer üstü ve yer altı sularına taşınmaktadır [31].

Doğrudan toprak yüzeyine veya bitki üzerine uygulanan pestisitlerin taşınmasında ise buharlaşma, yüzey akışı, toprağa sızma ve adsorpsiyon gibi faktörler rol oynamaktadır. Buharlaşma, toprak, su ve bitki yüzeyinde olmaktadır ve pestisit buharlaşmasını etkileyen en önemli faktör onun buharlaşma basıncıdır. Ayrıca

yüksek sıcaklık, düşük nisbi nem ve hava hareketi buharlaşmayı hızlandıran çevresel faktörlerdir. Toprak partikülleri tarafından kuvvetli şekilde absorbe edilmiş pestisitlerin buharlaşma olasılığı çok daha azdır. Bu nedenle toprağın fiziksel ve kimyasal yapısı, pestisit formülasyonu tipi buharlaşmayı etkileyen faktörlerdendir [32].

Pestisit yüzey akışıyla taşınmasında, arazinin eğim ve yapısı, toprağın nemi, erozyon durumu ve yağış gibi faktörler etkilidir. Pestisitler genellikle ilaçlamadan sonra şiddetli ve sürekli yağın yağmurlarla daha fazla taşınırlar. Pestisitlerin toprak yüzeyinden toprak içine doğru hareketi toprağa sızma olarak ifade edilir. Bu sızıntı sonucu pestisitler taban suyuna kadar inebilmektedir. Toprağa sızma, pestisit fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlıdır. Bu özellikler; toprak partikülleri tarafından pestisiti adsorbe edebilme oranı, toprağın suyu geçirgenlik oranı, pestisit kalıcılığı veya ömrü, uygulama dozu, yöntemi ve süresi, toprak yapısını değiştiren toprak işleme yöntemleri, ilaçlanan arazinin ilaçlama sonrası sulanması veya yağın alması olarak sıralanabilir [32].

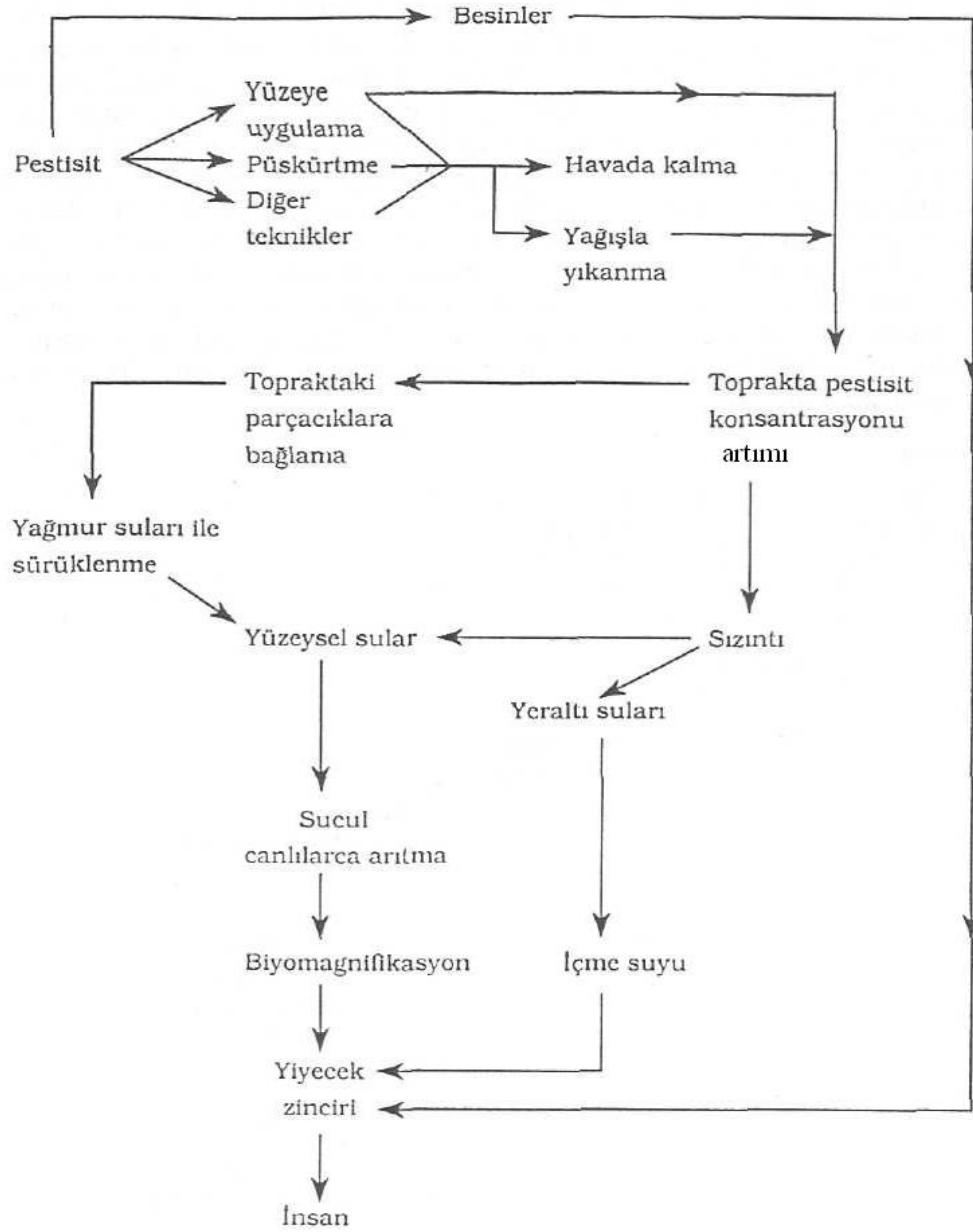
Kimyasalların toprak organik ve inorganik madde yüzeyinde adsorpsiyonu, adsorbe eden ve adsorbe edilen özelliklerine bağlıdır. Pestisitlerin toprak sistemleri tarafından adsorpsiyonunda, pestisit fiziko-kimyasal yapısı, toprak reaksiyonu, kolloid değişim yüzeylerindeki katyonların yapısı, toprak nem içeriği ve sıcaklık doğrudan etkili olurken, substrat olarak toprağın fiziksel özellikleri ve dış ortamın iklim koşulları dolaylı yoldan etki etmektedir [33,34].

Absorpsiyon ise pestisitlerin bitki ve hayvanlar tarafından alınmasıdır. Hedef organizma veya hedef olmayan organizmalar tarafından pestisit absorpsiyonu, pestisit etki maddesine, formülasyon tipine, fiziksel ve kimyasal özelliklerine, uygulama dozuna, doğadaki parçalanma oranına, hedef olan veya olmayan organizmanın fizyolojik ve biyokimyasal yapısına, çevre koşullarına ve toprağın fiziksel ve kimyasal yapısına bağlıdır [32].

Toprak yüzeyinde bir insektisit biriktiği zaman tekrar buharlaşarak atmosfere karışabilmekte ve bu şekilde tamamen parçalanmaya kadar atmosfer ve toprak yüzeyi arasında hareket etmektedir [35].

1960'lı yıllara kadar pestisitlerin neden olduğu kirliliğin lokal bir problem olduğu düşünülmekte ve doğada uzun süre kalabilen insektisitlerin taşınımının çok az olduğuna inanılmaktaydı. DDT ve diğer organoklorlu bileşiklerin arktik ve antartik balık ve memelilerin vücudunda bulunması bu görüşü değiştirmiştir. İnsektisitlerin yağışlarla ve rüzgarla hiç ilaçlanmayan alanlara taşındığı ortaya çıkarılmıştır. Günümüzde özellikle atmosferin, insektisitlerin taşınmasında canlı rol oynadığı, ilaçlanan bölgelerden çok uzaklara taşınmasına ve oralarda birikmelere neden olduğu bilinmektedir. Atmosferde bulunan insektisitlerin başında en çok organoklorlu bileşiklerden DDT,  $\alpha$ -HCH,  $\gamma$ -HCH (lindan), heptaklor, dieldrin gelmektedir [31].

Pestisitlerin doğada taşınımı Şekil 2.4'de görülmektedir.



Şekil 2.4. Pestisitlerin doğada taşınımı [6]

## 2.6. Pestisitlerin Bozunma Mekanizması

Pestisitlerin toprak sistemi içinde ayrışmalarına neden olan olaylar sırası ile fotokimyasal bozunma, kimyasal bozunma ve biyolojik bozunmadır. Tanımlanan üç ayrı bozunma süreci ayrı ayrı meydana gelebildiği gibi genellikle iki veya üç mekanizmanın birlikte etkisi sonucu oluşmaktadır.

### **2.6.1. Fotokimyasal bozunma**

Pestisitlerin fotokimyasal bozunması havada ve suda yaygın olarak görülse de, en önemli olanı toprakta gerçekleşendir. Işık enerjisi toprak tarafından güçlü bir şekilde absorblanır ve sonuçta toprağın yüzeye yakın yerinde küçük bir fotokimyasal ayrışma gerçekleşir. Bu olay özellikle kuru toprakta ve ince tabakalarda güneş ışığına maruz kalındığında görülmektedir [36].

Bu tür ayrışma tümüyle toprak yüzeyi ile sınırlandığından, toprak bünyesine dahil olmayan veya kapillar su yükselişini takiben tekrar toprak yüzeyine gelen bileşiklerin etki altında kalması olasıdır [37].

DDT gibi bazı pestisitler, toprak yüzeyinde, güneş ışması nedeniyle aktive olarak yavaş bir şekilde fotokimyasal ayrışmaya maruz kalırlar. Bu tür doğrudan gün ışığı etkisi ile meydana gelen ayrışmalar, toprak tarafından oluşturulan katalizlenmelerden daha az önemlidir [37].

### **2.6.2. Kimyasal bozunma**

Birçok pestisit türünün kimyasal olaylarla ayrışabileceği belirlenmiştir. Bunu oluşturan kimyasal reaksiyonlar toprak bileşenleri tarafından katalizlenen ve katalizlenmeyen reaksiyonlar olarak sınıflandırılabilir. Birinci gruba giren kimyasal ayrışma reaksiyonları; hidroliz, yükseltgenme, izomerleşme, iyonlaşma ve tuz oluşumundan ibarettir. Topraklar tarafından oluşturulan katalizlenme olaylarında özellikle topraklar asit karakterli ise, silikat kil fraksiyonu önemli rol oynamaktadır [37].

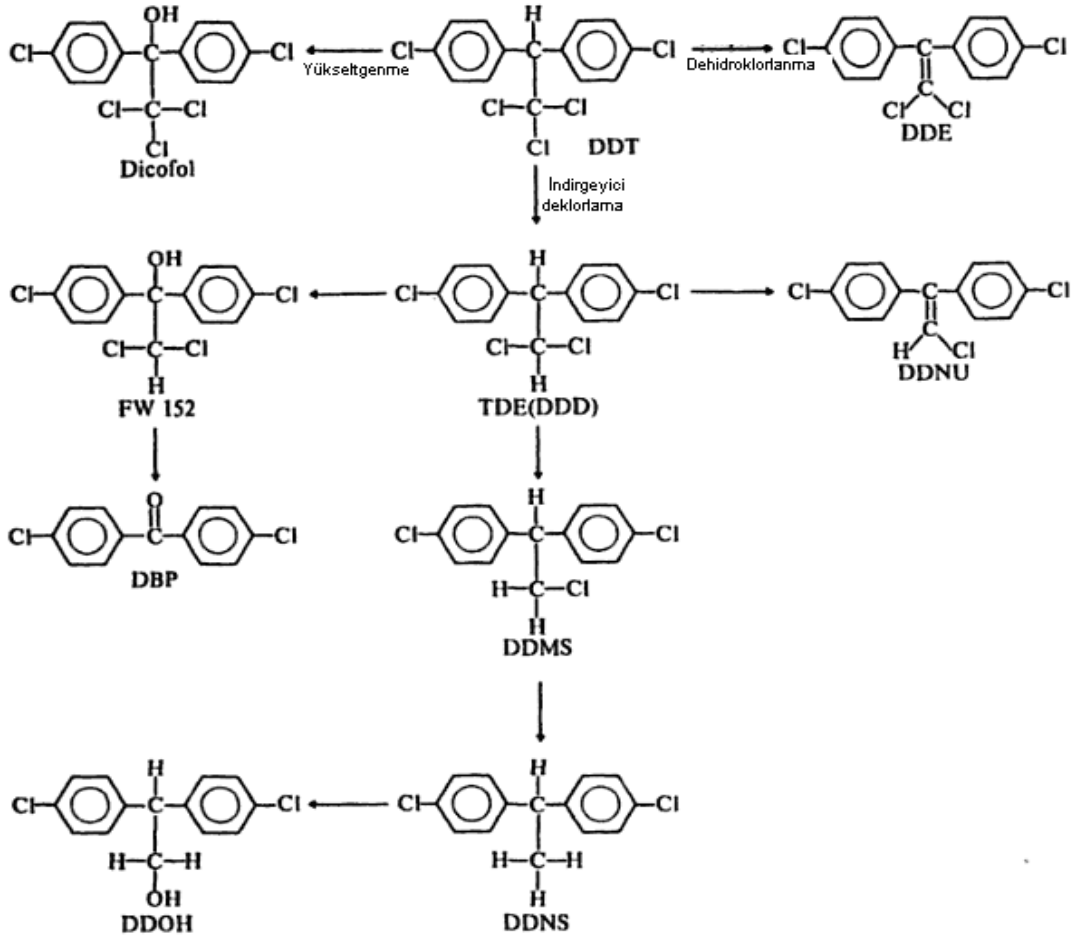
Toprak bileşikleri tarafından ayrışma olaylarının katalizlenmesi genellikle kil minerallerinin yüzeyleri yakınındaki hidrojen iyonu derişiminin yükselmesi ile ilişkilendirilir. Buna ilave olarak demir oksitler ve amorf alumina gibi toprak bileşenleri de ayrışmayı katalizlemektedir. Diğer taraftan ortamdaki organik madde, kimyasal ayrışmayı geciktirebilir veya durdurabilir. Toprak katalizörlerinin etki



mekanizması tam olarak açıklığa kavuşmamıştır. Katalitik etkiler büyük ölçüde pestisit tabiatına bağlıdır. Bir pestisit bileşiğinin ayrışmasında katalitik etki yapan bir toprak faktörü, başka bir pestisit ayrışmasını geciktirici etki yapabilmektedir [37].

### **2.6.3. Biyolojik bozunma**

Bu tür bozunma, mikroorganizmalar tarafından kontrol altında tutulmaktadır. Bu olay toprakta normal biyolojik aktiviteyi etkileyen toprak sıcaklığı, nem kapsamı, organik madde varlığı, pH gibi faktörlerin etkisindedir. Pestisit moleküllerinin içerdiği bazı polar gruplar, mikroorganizmalar için etki noktalarını oluştururlar. Bunlar;  $-OH^-$ ,  $-COO^-$ ,  $-NH_2$  ve  $-NO_2$  gruplarıdır. 1980'lere kadar yoğun kullanılmış ve araştırılmış olan klorlu hidrokarbonlardan DDT toprakta ayrışmaya karşı oldukça dirençlidir. DDT'nin mikrobiyal ayrışması sırasında yine ortam koşullarına dirençli olan DDE oluşmaktadır [37].



Şekil 2.5. DDT'nin biyolojik bozunma ürünleri [36]

Çizelge 2.1. Klorlu hidrokarbon insektisitlerin toprakta biyolojik olarak ayrışma zamanları [37]

İnsektisit	% 95'inin ayrışması için gereken zaman (yıl)	Ortalama Yıl
Aldrin	1-6	3,0
Klordan	3-5	4,0
DDT	4-30	10,0
Dieldrin	5-25	8,0
Heptachlor	3-5	3,5
Lindan	3-10	6,5
Telodrin	2-7	4,0

## 2.7. Pestisitlerin Toprak, Su ve Hayvanlar Üzerine Olan Etkileri

Pestisitler, toprağa doğrudan uygulama ile ya da hava yolu ile yapılan ilaçlamaların yağmurlarla yıkanarak toprağa düşmesi gibi dolaylı yollar ile toprağa ulaşmaktadır. Sonbaharda düşen yapraklardan ve bitki kalıntılarından göz ardı edilemeyecek kadar pestisit toprağa düşmektedir [38].

Bilindiği gibi toprak mikroorganizmaları bitkisel ve hayvansal artıkları parçalayarak başta azot olmak üzere, fosfor, kükürt gibi besin elementleri ile CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>O oluşturarak toprak dengesinin devamını sağlamaktadır. Bununla beraber, atmosferdeki serbest azotu sabitleyerek toprağa ya da bitkiye azot sağlamaktadır. Bunun gibi toprakta birçok yararlı faaliyet gösteren toprak mikroflorası üzerine insektisitler etkili olarak onların yararlı etkilerini yerine getirmelerine engel olur [24, 39].

Tarım alanlarının ilaçlanmasıyla, DDT ve benzeri pestisitler toprakta birikir. Normal olarak ilaçlanmış çiftlik arazilerindeki toprakların 15-20 kg/ha DDT taşıdığı tespit edilmiştir. Verimli, işlenmiş topraklar çok daha fazla canlı unsur içerdiği için zehirlerin toprakta birikmesi son derece tehlikelidir. Bir kg zengin çiftlik toprağı 1 trilyon bakteri, 200 milyon mantar, 25 milyon alg, 15 milyon protozoa ve daha pek çok canlı içerir. Bu canlılar toprak için hayati önem taşımaktadır. Topraktaki çevrim ve faaliyetleri bu organizmalar sağlarlar. Biriken zehrin bu organizmalara etkisi tam olarak bilinmemektedir. Bununla beraber ABD’de yapılan araştırmalar bazı organoklorlu hidrokarbonların topraktaki nitrifikasyona engel olduğunu göstermiştir. 10 sene önce toksafen ile ilaçlanmış topraklarda termitler yaşayamamaktadır [23].

Pestisitlerin zararlı böceklere olduğu kadar hedef olmayan organizmalar üzerinde de olumsuz etkileri vardır. Fakat bu etkiler farklılıklar göstermektedir. Bu konu üzerinde yapılan çalışmalarda görülmüştür ki faydalı böcekler kabul ettiğimiz predatör ve parazitler, insektisitlerden daha fazla etkilenmektedir. Çünkü faydalı böcekler insektisitlerden hem doğrudan, hem de besinleri olan zararlı böceklerin

öldürülmesi sebebiyle dolaylı olarak etkilenmektedir. Birçok pestisit doğrudan faydalı böceğe toksik etkisi, konukçuya göre daha yüksektir [35].

Pestisitlerin topraktaki kalıcılığını etkileyen başlıca faktörler; toprak dokusu, toprak sıcaklığı ve nemi, toprak organik maddesi, kation değişim kapasitesi, toprak pH'sı, pestisit uçuculuğu, ve adsorpsiyon kapasitesi, bitki kökleri ile pestisit alınma ve yıkanması ve toprakların mikrobiyal aktivitesidir [40,41].

Topraktan çeşitli şekillerde sulara taşınan pestisitlerin sulardaki çeşitli canlılara olumsuz etkileri vardır. Örneğin balıklarda hastalıklara karşı direnç azalması, üreme bozuklukları ve beslenme bozukluklarına neden olmaktadır. Bazı pestisitler balık larvalarının yavaş gelişmesine, solungaç ve karaciğerlerinin zarar görmesine yol açar. Bazı pestisitler balıklarda enzim faaliyetlerini de etkiler. İlk zamanlarda ilaçlara karşı direnç gösteren balıkların daha sonra dokularında daha fazla miktarda kalıntı birikmekte ve bu balıklarla beslenen kuşlar ve insanlar da bu biriken kalıntıları kendi vücutlarına almakta ve vücutlarındaki kalıntı miktarı artmaktadır [42].

Zararlılarla mücadelede hatalı ilaç uygulamaları ve bilinçsizce kullanılan bazı pestisitler, tohumla beslenen kuşlar başta olmak üzere, böcekçil ve yırtıcı kuş türlerinin sayısında önemli azalmalara neden olmaktadır. Pestisit kalıntılarında en çok etkilenen kuş türleri ötücü kuşlardır. Bunları balıkçıl karakterde olan kuşlar izlemektedir. Aynı şekilde güçlü bir yapıya sahip olmasına karşın kartallar, pestisit kalıntılarında en çok etkilenen kuş türleridir [35,43].

İnsanların dikkatsizliği ve hayvan davranışları bazen çiftlik hayvanlarının zehirlenmesi ile sonuçlanır. Sığır, köpek, kedi ve atlar en fazla zehirlenen hayvanlardır [44].

Ayrıca verim düşüklükleri, aldığı yemden gerekli ölçüde yararlanamama ve bunun sonucu olarak yeterli kiloyu kazanamama durumları ortaya çıkmaktadır. Yavru atma, dölleme bozuklukları, üreme kapasitelerindeki düşüklüklere rastlanmaktadır [39].

## **2.8. Pestisitlerin İnsanlar Üzerine Olan Etkileri**

Pestisitlerin insanlar üzerinde birçok olumsuz etkisi vardır. Pestisitlerin her insan üzerinde etkisi farklı olabilmektedir. Çünkü etkilenimin dozunu belirleyen birçok faktör vardır. Yaş, cins, ırk, sosyoekonomik durum, beslenme düzeni, sağlık durumu, etkilenim süresinin uzunluğu ve biçimi, pestisit derişimi, pestisitlerin etkisi altında kalan kişilerin etkilenimlerini ve sonuçlarını önemli boyutlarda değiştirmektedir [6].

### **2.8.1. Pestisitlerin insanlar üzerine akut etkileri**

Pestisitlerin akut etkileri irritasyondan, dermatite, sistemik emilişe bağlı olarak ölüme kadar değişmektedir. Solunum ve kardiyovasküler sistem hastalığı olanlar pestisit etkilenimine daha duyarlıdırlar. Astımı veya şiddetli alerjisi olanlar da daha yüksek tepki düzeyine sahiptir [6].

Dünyanın birçok ülkesinde pestisitlerden zehirlenmeler bazen facia niteliğinde olabilmektedir. Örneğin, 1984 yılında Hindistanda Union Carbide pestisit fabrikasında meydana gelen kazada 200 000 kişi zehirlenmiş ve bunların en az 2 500'ü ölmüştür. 1970 den sonra Asya'da "yeşil devrim" diye adlandırılan pirinç yetiştirilmesinde yenilikler sonucu fazla miktarda insektisit kullanılmasıyla, erkeklerde ölüm oranının % 27 arttığı belirtilmiştir [27].

Kaliforniya'da 1982-1991 yılları arasında 548 kişinin mevinfos zehirlenmesi olduğu bildirilmiştir. Bunlardan 68'i bir günden fazla hastanede kalmıştır [44].

### **2.8.2. Pestisitlerin insanlar üzerine kronik etkileri**

Pestisitlerin insanlar üzerine kronik etkileri; kanser, doğum defektleri, nörolojik etkiler, epilepsi ve parkinsonizm artışı, hipertansiyon, fertilitte azalması ve kısırılık olarak sıralanabilir [45].

Son yapılan çalışmalar mesleki ve çevresel olarak pestisit etkileniminde kalan kişilerde kanser riskinde artış olduğunu göstermektedir. Özellikle non hodgkin lenfoma, lösemi, karaciğer kanseri, testis kanseri, beyin kanseri, akciğer kanseri riskinde önemli artış olduğu belirlenmiştir. Bu hastalıkların görüldüğü gruplar; tarım işçileri, böcek kontrol operatörleri, pestisit imalat işçileridir. Yeni Zelanda'da ve İsveç'te non hodgkin lenfoma, Avustralya, Finlandiya ve Yeni Zelanda'da multiple myeloma, İngiltere, Waller ve İsveç'te testis kanseri, İsveç'te karaciğer kanseri, İtalya'da beyin kanseri, Batı Almanya'da ise akciğer kanseri artışı görülmüştür [46].

ABD'de doğum infant mortalite ve morbidite nedenleri arasındaki doğum defektleri % 3-7 dir. Tarım işçilerinin çocuklarında kol ve bacaklıklarında rahatsızlıkların yüksek olduğu belirlenmiştir [47].

## **2.9. Dünya'da ve Türkiye'de Pestisit Kullanımı**

Dünyada özellikle gelişmiş ülkeler başta olmak üzere, bütün ülkelerde 1980'li yılların başlarına kadar tarımsal üretimde, birim alan verimini yükselterek artırmak ve bu yolla üretim maliyetini azaltmak, başlıca tarım politikası hedefi olmuştur. Ancak yoğun pestisit kullanımının doğal kaynaklar ve insan sağlığı üzerindeki doğrudan ve dolaylı olumsuz etkileri, 1980'li yıllardan sonra gelişmiş ülkelerden başlayarak bütün dünyada en önemli kalkınma ve çevre sorunu olarak ortaya çıkmıştır [48].

Doğu Avrupa'da 1945-1985 yılları arasında pestisit kullanımı her on yılda iki katına çıkmıştır. Dünyadaki kullanımın % 20'si ABD'dedir [49].

Çizelge 2.2. AB ülkelerinde 1993–1995 tüketimlerine göre hektara isabet eden ortalama pestisit miktarları (kg/ha)

Ülkeler	Pestisit tüketimi (kg/ha)
Almanya	2,6
Avusturya	4,0
Belçika	1,2
Danimarka	1,7
Finlandiya	1,2
Fransa	5,6
Hollanda	13,8
İngiltere	6,4
İrlanda	8,0
İspanya	2,3
İsveç	4,4
İtalya	9,3
Lüksemburg	4,4
Portekiz	6,0
Yunanistan	13,5

Çizelgede görüldüğü gibi, Hollanda ve Yunanistan AB'nin en yoğun, Belçika ve Finlandiya ise en az pestisit tüketen ülkeleridir [50].

Dünya'da son yıllarda pestisitlerin neden olduğu riskler nedeniyle, özellikle gelişmiş ülkelerde daha bilinçli ve kontrollü kullanılmaya başlanmıştır. Bunu sağlayabilmek için, örneğin Avrupa Birliği ülkelerinde ve Amerika Birleşik Devletleri'nde birçok yasa çıkarılmış, resmi örgütler kadar, sivil toplum örgütleri de bu yönde söz sahibi olmuşlardır [51,52].

Artık gelişmiş ülkeler pestisitlerin çevre ve sağlık açısından risklerini ciddi biçimde değerlendirmektedir. Bu nedenle, bir yandan pestisitleri çok bilinçli ve kontrollü kullanırlarken, diğer yandan da riskli pestisitlerin kullanımlarını sınırlamak ya da tamamen durdurmak yönüne gitmektedirler [50].

Avrupa Birliği içme sularında her bir organoklorlu pestisit derişimi için 0,1 µg/L, toplam pestisit derişimi için 0,5 µg/L ve maksimum aldrin, dieldrin ve heptaklor

epoksit için 0,03 µg/L sınır değeri belirlemiştir. Yüzeysel suları için ise 1 µg/L sınır değeri belirlenmiştir [53,54].

Çizelge 2.3'de ve Çizelge 2.4'de Avrupa Birliği'nin 76/464/EEC Direktifinde yer alan pesitistlerin yüzeysel sularda bulunması gereken yıllık ortama sınır değerlerin yer aldığı tablolar görülmektedir.

Çizelge 2.3. Tehlikeli Maddeler Direktifi Liste-1 tehlikeli maddeler için çevresel kalite standartları

Madde	Tüm İçmesuları Çevre Kalite Standartı (yıllık ortalama µg/L)	Kıyı Suları Çevre Kalite Standartı (yıllık ortalama µg/L)	Sediment
Civa(toplam)	1	Uygulanabilir değil	Durgun (bozulma yok)
Civa (çözünmüş)	Uygulanabilir değil	0,3	Durgun (bozulma yok)
Kadmiyum (toplam)	5	Uygulanabilir değil	Durgun (bozulma yok)
Kadmiyum (çözünmüş)	Uygulanabilir değil	2,5	Durgun (bozulma yok)
Karbontetraklorür	12	12	Uygulanabilir değil
Toplam DDT	0,025	0,025	Durgun (bozulma yok)
Pentaklorofenol	2	2	Durgun (bozulma yok)
Aldrin	0,01	0,01	Durgun (bozulma yok)
Endrin	0,005	0,005	Durgun (bozulma yok)
Hekzaklorobenzen	0,03	0,03	Durgun (bozulma yok)
Hekzaklorobütadien	0,1	0,1	Durgun (bozulma yok)
Kloroform	12	12	Uygulanabilir değil
1,2-dikloroetan	10	10	Uygulanabilir değil
Trikloroetien	10	10	Uygulanabilir değil
Pentakloroetilen	10	10	Uygulanabilir değil
Triklorobenzen	0,4	0,4	Durgun



Çizelge 2.4. Tehlikeli Maddeler Direktifi Liste-2 tehlikeli maddeler için çevresel kalite standartları

Madde	Çevre Kalite Standartı Tipi	Tüm İçmesuları Çevre Kalite Standartı (µg/L)	Kıyı Suları Çevre Kalite Standartı (µg/L)
1,1,1-Trikloroetan	yıllık ortalama	100	100
1,1,2-Trikloroetan	yıllık ortalama	400	300
2,4-D (ester)	yıllık ortalama	1	1
2,4-D	yıllık ortalama	40	40
2,4-Diklorofenol	yıllık ortalama	20	20
2-Klorofenol	yıllık ortalama	50	50
4-Kloro-3-metil fenol	yıllık ortalama	40	40
Arsenik (çözünmüş)	yıllık ortalama	50	25
Atrazin ve Simazin	yıllık ortalama	2	2
Azinfos-metilen	yıllık ortalama	0,01	0,01
Bentazon	yıllık ortalama	500	500
Benzen	yıllık ortalama	30	30
Bifenil	yıllık ortalama	25	25
Bor (çözünmüş)	yıllık ortalama derişim	2000	7000
Kloronitrotolüen	yıllık ortalama	10	10
Krom (çözünmüş)	yıllık ortalama	sertliğe bağlı	15
Bakır (çözünmüş)	yıllık ortalama	sertliğe bağlı	5
Cyfluthrin	yüzde 95'lik derişimi	0,001	0,001
Demeton	yıllık ortalama	0,5	0,5
Dichlorvos	yıllık ortalama	0,001	0,04
Dichlorvos	maksimum	-	0,6
Dimethoate	yıllık ortalama	1	1
Endosülfan	yıllık ortalama	0,003	0,003
Fenitrothion	yıllık ortalama	0,01	0,01
Fluofuron	yüzde 95'lik derişimi	1	1
Demir (çözünmüş)	yıllık ortalama	1000	1000
Kurşun (çözünmüş)	yıllık ortalama	sertliğe bağlı	25
Linuron	yıllık ortalama	2	2
Malathion	yıllık ortalama	0,01	0,02
Mecoprop	yıllık ortalama	20	20
Mevinphos	maksimum	0,02	-
Naftalin	yıllık ortalama	10	5
Nikel (çözünmüş)	yıllık ortalama	sertliğe bağlı	30

Türkiye' de II. Dünya savaşından sonra başlayan pestisit kullanımında gelinen son nokta yıllık 35 000 ton pestisit olup yıllık maliyeti 300 milyon ABD dolarıdır [50].

Ülkemizde pestisit tüketimi etkili madde olarak, 1979'a göre 2002 yılında % 45,29'luk bir artış göstermiştir. Bu artışa karşın ülkemizde pestisit tüketimi gelişmiş ülkelere göre oldukça düşüktür. Ancak, yoğun tarım yapılan Akdeniz, Ege

gibi bölgelerin tüketimi Türkiye ortalamasının çok üzerindedir. Türkiye’de genel olarak az pestisit tüketilmesine karşın, en yoğun tüketilen pestisitler çevre ve sağlık açısından önemli riskler taşımaktadır [50].

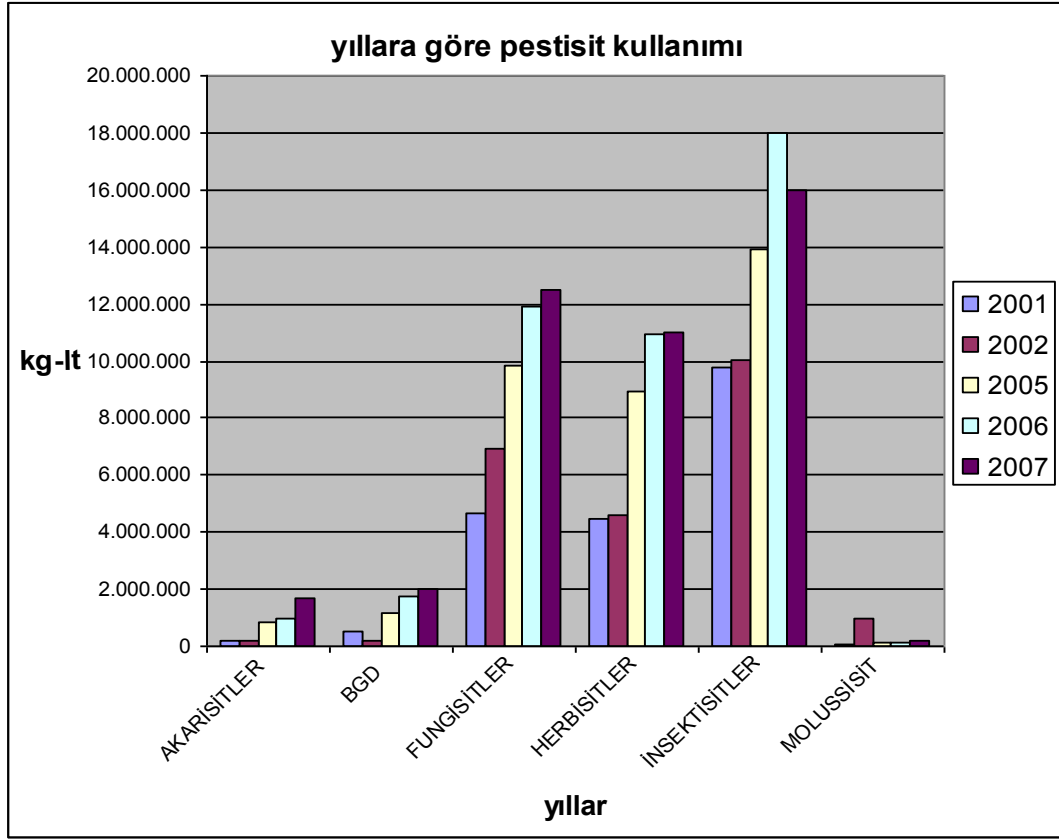
Türkiye’de ilaç kullanımı yukarıda da belirtildiği gibi daha çok polikültür tarımın yapıldığı Akdeniz ve Ege Bölgelerinde yoğunlaşmaktadır. Türkiye’de yıllık pestisit tüketiminin % 40’ı Adana, İçel ve Antalya olmak üzere üç ilde yoğunlaşmaktadır. İzmir ve çevresi de bu rakamlara dahil edildiğinde bu oran % 65’i aşmaktadır [50].

Türkiye’de pestisit kullanımı, gelişmiş ülkelerle karşılaştırıldığında oldukça düşük düzeydedir. Nitekim hektara etkili madde olarak pestisit kullanımı Türkiye’de 0,63 kg iken, ABD’de 3,5 kg, İtalya’da 7,6 kg, Yunanistan’da 6 kg, Fransa’da 4,4 kg, Hollanda’da 17,5 kg ve Almanya’da 4,4 kg’dır [55].

Pestisit kalıntıları açısından yapılan çalışmalar, gelişmiş ülkelere oranla Türkiye’de oldukça azdır. Elde edilen sonuçlara göre, bitkisel ürünlerimizde tolerans üstü pestisit kalıntısı içerenlerin sayısı az olmasına karşın, AB ülkelerine giden ürünlerimizin uygun bulunmayan partilerinde pestisit kalıntısı önemli bir sorun olarak görülmektedir [55].

Yetiştirilen ürüne göre ilaç kullanımı incelendiğinde pamuğun % 20,4, hububatın % 19,7, sebzenin % 16,2, meyvenin % 12,7, turunçgillerin % 6,8 pay aldığı görülmektedir. Türkiye’de tarımsal ilaç kullanımı içinde Antalya’nın önemli bir yeri vardır. Antalya tarımda 2009 yılı itibari ile toplam tarımsal ilaç kullanım miktarı 5 725 853 kg/L’dir. Bunun % 37’si nematosit ve fumigantlardan, % 23’ü insektisitlerden, % 20’si fungusitlerden, % 2,5’i, kışlık ve yazlık yağlardan, % 8’i herbisitlerden, % 7’si akarisitlerden ve % 1’i ise diğerlerinden oluşmaktadır [2,56].

Şekil 2.6’da yıllara göre pestisit kullanım miktarları satış değerleri esas alınarak belirlenmiştir [57].



Şekil 2.6. Yıllara göre pestisit kullanım miktarları [57]

Ülkemizde pestisit kullanımında kontrolü geliştirmek amacıyla çeşitli yasal düzenlemeler yapılmıştır. Bu ilgili yasalar şunlardır;

- Kanunlar; Umumi Hıfzıssıhha Kanunu (Kanun No: 1593), Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Kanunu (Kanun No: 6968)
- Tüzükler; Gıda Maddelerinin ve Umumi Sağlığı İlgilendiren Eşya ve Levazımın Hususi Vasıflarını Gösteren Tüzük (18.10.1953 gün ve 8236 sayılı Gazete), Uluslararası Sağlık Tüzüğü (Karar Sayısı:7/5578), Zirai Mücadele İlaç ve Aletleri Hakkında Nizamname
- Yönetmelikler; Zirai Mücadelede Kullanılan Pestisit ve Benzeri maddelerin Ruhsatlandırılması Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik (8 Eylül 1995 gün sayılı Resmi Gazete), Zirai Mücadele İlaçlarının Toptan ve Perakende

Satılması İle Depolanması Hakkında Yönetmelik (21 Ağustos 1996 Tarih ve 2273 sayılı Resmi Gazete)

- Genelgeler; 8. Temmuz 1983 gün ve 5677 sayılı Pestisitler hakkında Daimi ve Eki Formlar, 26.12.1983 gün ve 5719 sayılı Pestisitler hakkında Genelge

Ayrıca yine Çevre ve Orman Bakanlığı'nın "Tehlikeli Maddelerin Su ve Çevresinde Neden Olduğu Kirliliğin Kontrolü Yönetmeliği" ile su ortamında bulunması gereken pestisitlerin sınır değerleri belirlenmiştir.

Organoklorlu pestisitler tehlikeli maddeler sınıfına giren ve su ortamında bulunması belirlenen sınır değerler Çizelge 2.4 ve Çizelge 2.5'de görülmektedir. Çizelge 2.5'de yer alan tabloda yer almayan parametrelerin değerleri envanter çalışması ile belirlenecektir.

Çizelge 2.5. Tehlikeli Maddelerin Su ve Çevresinde Neden Olduğu Kirliliğin Kontrolü Yönetmeliği Ek-1 listesi çok tehlikeli maddeler

<b>Tehlikeli Madde Adı</b>	<b>Kalite Kriterleri</b>
	-İç Yüzeysel sular -Haliç Suları -Haliç Suları Dışındaki İç Kıyı Suları -Bölgesel Sular
Heksaklorosikloheksan (HCH)	-İç Yüzeysel sular: 100 ng/L -Haliç suları ve iç deniz sularında: 20 ng/L
DDT	10µg/L (izomer para-para DDT için) 25 µg/L(Toplam DDT için)
Heksaklorbenzen	0.03µg/L
Aldrin	10 ng/L
Dieldrin	10 ng/L
Endrin	5 ng/L

Çizelge 2.6. Tehlikeli Maddelerin Su ve Çevresinde Neden Olduğu Kirliliğin Kontrolü Yönetmeliği Ek-2 listesi daha az tehlikeli maddeler

Grup İsimleri	Tehlikeli Madde İsimleri	Kalite Kriterleri	
		Deniz, Kıyı ve Haliç Sularına(4)	İç Yüzey Sulara (5)
Pestisitler	Alachlor Chlorophenvinphosphus Chloropyriphosus Duron	-	-
	Endosulfan	0,0002 mg/L	-
	Isoproturone	-	-
	Trifluralin	0,011 mg/L	-
	Dichlorvos	0,00007 mg/L	-
	Mevinphos	0,0006 mg/L	-
	Azinphos-methyl	0,0002 mg/L	-
	Atrazin	12,6 mg/L	--
	Malathion	0,0018 mg/L	-

Ülkemizde içme sularında bulunmasına izin verilen parametrelerin sınır değerleri ‘insani tüketim amaçlı sular hakkında yönetmelik’ te belirtilmiştir. Buna göre içme sularında pestisitlerin sınır değeri 0,1 µg/L aldrin, dieldrin, heptaklor, heptaklor epoksit için 0,03 µg/L’dir.

Çizelge 2.7’de ise İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik’te pestisitler için belirlenen sınır değerler görülmektedir.

Çizelge 2.7. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik (b) bendi kimyasal parametreler

Parametre	Parametrik değer	Birim	Notlar
Akrilamid	0.1	µg/L	Not-1
Antimon	5.0	µg/L	
Arsenik	10	µg/L	
Benzen	1.0	µg/L	
Benzo (a) piren	0,010	µg/L	
Bor	1	mg/L	
Bromat	10 (içme-kullanma suları için 31 Aralık 2007 yılına kadar 25 µg/L olarak uygulanır)	µg/L	Not 2
Kadmiyum	5,0	µg/L	
Krom	50	µg/L	
Bakır	2	mg/L	Not 3
Siyanür	50	µg/L	
1,2-dikloreten	3,0	µg/L	
Epikloridin	0,10	µg/L	Not 1
Florür	1,5	mg/L	
Kurşun	10 (içme-kullanma suları için 31 Aralık 2012 tarihine kadar 25 µg/L olarak uygulanır)	µg/L	Not 3 ve 4
Cıva	1,0	µg/L	
Nikel	20	µg/L	Not 3
Nitrat	50	mg/L	Not 5
Nitrit	0,50	mg/L	Not 5
Pestisitler	0,10	µg/L	Not 6 ve 7
Toplam pestisitler	0,50	µg/L	Not 6 ve 8
Polisiklik aromatik hidrokarbonlar	0,10	µg/L	Belli bileşiklerin konsantrasyon toplamı; Not 9
Selenyum	10	µg/L	
Tetrakloreten ve trikloreten	10	µg/L	Belli parametrelerin konsantrasyon toplamı
Trihalometanlar-toplam	100 (içme-kullanma suları için 31 Aralık 2012 tarihine kadar 150 µg/L olarak uygulanır)	µg/L	Belli bileşiklerin konsantrasyon toplamı; Not 10
Vinil Klorür	0,50	µg/L	Not 1

## 2.10. Literatür Bilgileri

Doong ve arkadaşları (2008), Tayvan'ın Gao-Ping Deresi'nden aldıkları su ve sediment örneklerinde kalıcı organik kirleticileri ve ağır metalleri araştırmışlar ve bu

kirleticilerin kaynağını belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırma sonucunda aldrin ve toplam HCH sediment örneklerinde sıklıkla bulunmuştur. Ayrıca toplam HCH 0,37-36,3, toplam siklodien 0,21-19 ve toplam DDT 0,44-188 ng/g olarak belirlenmiş ve yöntem olarak SPE-GC seçilmiştir. Toplam organoklorlu pestisit derişimi sedimentlerde 0,12-47,4 ng/g olarak bulunmuştur [58].

Poolpak ve arkadaşları (2008), Tayland'ın merkezinde bulunan Mae Klong Deresi'nde 20 organoklorlu pestisiti, 2003-2005 yılları arasında kuru ve yağışlı dönemlerde olmak üzere alınan sediment örneklerinde katı-sıvı ekstrasyonunu takiben GC cihazı kullanılarak belirlemiştir. İlk yıl toplam Organoklorlu pestisit derişimi sediment örneklerinde 4,12-214,9 µg/g aralığında ve ikinci yıl 3,26-215 µg/g aralığında bulunmuştur. Özellikle yazın yani kuru sezonda iki yılda yüksek organoklorlu pestisit kalıntısına rastlanmıştır. Heptaklor epoksit ençok rastlanan pestisit olmuştur. Aldrin ve dieldrin derişimi sıra ile 0,001-2,38 µg/g, 0,001-0,17 µg/g olarak belirlenmiştir. DDT ve HCH derişimi de hafif yüksek bulunmuştur, bu da yakın zamanda bir kullanımı işaret etmektedir [59].

Li ve arkadaşları (2008), Çin'in atık su arıtma tesisinin olumsuz etkisinde olan Gaobeidian Gölü'nde, sediment, zooplankton, balık ve kaplumbağalardan aldıkları örneklerde GC-(mikro-ECD) yöntemiyle organoklorlu pestisit ve PCB derişimini araştırmışlardır. DDT derişimi su dışında baskın görülmüştür. Suda DDT derişimi 6,22 ng/l ve HCH derişimini 18 ng/l ile UEPA limit değerlerinin altında fakat PCB derişimi 20,8 ng/l ile limit değerlerin üstünde bulunmuştur. Organoklorlu pestisitler ve PCB sucul organizmalarda yüksek oranda bulunmuştur. β-HCH suda ve sedimentte en fazla görülen pestisit olmuştur. Suda görülen yüksek p,p-DDT/DDT oranı (0,8) Çin'de uzun süre önce yasaklanmasına rağmen yakın zamanda kullanıldığını göstermektedir [60].

Wei ve arkadaşları (2008), Hong Kong'ta bulunan Pearl Deresi'nden aldıkları 4 m'lik iki sediment tabakasında organoklorlu pestisit ve PCB miktarını belirleyerek geçmişten günümüze gelen kirliliği saptamayı amaçlamışlardır. Analizlerde Soxhlet ekstraksiyonunu takiben GC-ECD cihazı kullanılmıştır. Alınan örneklerde, DDT

türevleri, HCH ( $\gamma$ - $\alpha$ ), HCB, PCB gözlenmiştir. Aldrin ve dieldrin gibi diğer pestisitler belirlenebilecek limit değerlerin altında kalmıştır. Yapılan incelemede her iki örnekte de DDT kullanımı 1950'li yıllarda artmaya başlamış ve 1970'li yıllarda en yüksek halini almış ve 1980'li yıllarda azalmaya başlamış ve günümüzde de tamamen kullanımının sonlanmadığı gözlenmiştir. HCH'nin ise kullanımı 1980'li yıllarda başlamış ve günümüzde oldukça azalmıştır [61].

Aydın ve arkadaşları (2004), Konya ana tahliye kanalında belirlenen 6 noktada su ve sediment numunelerinde katı-sıvı ekstraksiyonu ve sıvı-sıvı ekstraksiyonunu takiben GC-ECD cihazı ile organoklorlu pestisitleri araştırmışlardır. Suları yağışlı dönemlerde Tuz Gölü'ne taşınan ana tahliye kanalında lindan, heptaklor ve aldrin derişiminin hat boyunca giderek artarak son noktada lindan 7,87, heptaklor 16,08 ve aldrin 4,34  $\mu\text{g/l}$  ölçülürken p,p-DDD, pp-DDT miktarı ise düşük değerde tespit edilmiştir. Atık su ve sediment numuneleri karşılaştırıldığında ise sediment numunelerinde organoklorlu pestisit derişiminin daha fazla olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmada Türkiye'de kullanımı yasak olan lindan, mirex, aldrin, heptaklor, DDE, DDD, DDT ve dieldrin gibi organoklorlu pestisitler saptanmıştır [62].

Zhou ve arkadaşları (2006), Çin'in Qiantang Deresi'nde 13 organoklorlu pestisiti yüzey suyu ve sediment örneklerinde 4 mevsimde numune olarak araştırmışlardır. Yöntem olarak katı faz ekstraksiyonunu takiben GC-ECD cihazı seçilmiştir. Toplam organoklorlu pestisit derişimi suda 7,68-269,4 ng/L, sedimentte 23,11-316,5 ng/L olarak bulmuşlardır. Organoklorlu pestisitler içinde sedimentte HCH, DDT ve heptaklor, suda ise lindan, heptaklor baskın olanlardır. Yaz ve sonbahar mevsimi kirliliğin en fazla gözlemlendiği mevsimler olmuştur. Suda DDT derişimi 8,11 ng/L, HCH 75,2 ng/L olarak bulunmuştur. Yapılan bu çalışma organoklorlu pestisit varlığının suda ve sedimentte hala devam ettiğini göstermiştir [63].

Mualefe ve arkadaşları (2009), Botswana'da Dünya'nın en büyük Ramsar sulak alanlarından olan Okavango Deltasından aldıkları su örneklerinde GC-ECD ve GC-ToF-MS yöntemleri ile pestisit araştırmışlardır. Yapılan çalışmada numunelerde Heksaklorbenzen, klordan, DDD ve DDE bulunmuştur. Pestisit derişimi 2,4-61,4



$\mu\text{g/L}$  aralığında bulunmuştur ve bu değer Avrupa Birliği İçme Suyu Direktifi değerinin ( $0,1 \mu\text{g/L}$ ) çok üzerindedir [53].

Turgut (2003), 2002-2003 yıllarında Küçük Menderes Nehrinde GC cihazı ile organoklorlu pestisitler ve ağır metal araştırmış ve nehrin uzun süredir kullanımının yasak olmasına rağmen organoklorlu pestisitler tarafından kirlendiğini belirlemiştir. DDT, DDD, DDE birçok numunede bulunmuştur. Toplam DDT'ler arasında DDD en fazla bulunandır. Organoklorlu pestisitler içinde heptaklorepoksit için en yüksek derişim  $281 \text{ ng/L}$  tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda pestisit kalıntı düzeyi dünyadaki kirlenmiş birçok nehre göre daha düşük bulunmuştur [64].

Kurt ve Özkoç (2004), Orta Karadenizde Ordu-Sinop arası 6 noktadan 1999-2000 yılları arası deniz suyu ve midye örneklerinde Organoklorlu pestisit ve PCB araştırmışlardır. Deniz suyunda ve midyelerde organoklorlu pestisit kalıntısı saptanmıştır. Organoklorlu pestisit derişimi özellikle derelerin denize bağlantısı olduğu yerlerde ve büyük şehirlerin bulunduğu alanlardan alınan örneklerde yüksek çıkmıştır. Araştırmada yasaklanan organoklorlu pestisitlerin bulunması yasa dışı bir kullanım olduğu sonucunu göstermiştir [65].

Darko ve arkadaşları (2008), Gana Bosomtwi Gölünde; balıkta, sedimentte ve suda organoklorlu pestisit kalıntısı araştırmışlar ve yöntem olarak sediment ve balık örnekleri için Soxhlet ekstraksiyonunu ve su örnekleri için katı faz ekstraksiyonunu takiben GC-ECD kullanmışlardır. Araştırmada örneklerde % 82 suda, % 98 sedimentte ve % 58 balıkta olmak üzere DDE baskın çıkmıştır. DDE'nin diğerlerine göre fazla bulunması geçmişten gelen bir kullanıma işaret etmektedir. Genel olarak Organoklorlu pestisit derişimi düşük düzeyde bulunmuştur. Aldrin ve dieldrin su örneklerinde bulunmazken sediment ve balık örneklerinde gözlemlenmiştir. Bu da yine geçmişe dayalı bir kullanımdan kaynaklanmaktadır. Endosülfan derişimi sedimentte en yüksek ( $14,4 \text{ ng/g}$ ) bulunmuş, suda bunun yarısı kadar bulunurken balıkta ise 10 kat daha fazla bulunmuştur. Bu durum suya karışan pestisit balıklarda birikim yapmalarından kaynaklanmaktadır [66].

### 3. MATERYAL YÖNTEM

#### 3.1. Çalışma Alanının Tanımı

##### 3.1.1. Asartepe Baraj Gölü

Barajın gövde hacmi	:	408 000 m <sup>3</sup>
Akarsu yatağından yüksekliği	:	50 m
Normal su kotunda göl hacmi	:	20 hm <sup>3</sup>
Normal su kotunda göl alanı	:	2 km <sup>2</sup>

Ankara İli, Ayaş İlçesi, Çanılı Beldesi sınırları içerisinde, İlhan Çayı üzerinde sulama amaçlı olarak kurulmuş olan, toprak gövde dolgu baraj gölü, 1975’de DSİ Genel Müdürlüğü tarafından inşa edilmiştir. Asartepe sulaması 1983 yılında faaliyete başlamış olup, sulama şebekesinin işletme, bakım ve yönetimi 1996 yılında Asartepe Sulama Birliği’ne devredilmiştir. Çoğunluğunda sulu tarım yapılan bölgede, yaklaşık olarak 2 850 hektarlık bir alana sulama hizmeti vermektedir [67,68].



Resim 3.1. Asartepe Baraj Gölü mansaptan panoramik görünüm

Asartepe Barajı'nda toplanan su, İlhan Çayı aracılığı ile İlhan köyüne kadar (14 km) getirilmektedir. Köy yakınındaki regülatör yardımıyla su, isale hattına alınmakta ve kanallarla dağıtılmaktadır [68].



Resim 3.2. Asartepe Baraj Gölü sol sahil görünümü



Resim 3.3. Asartepe Baraj Gölü sağ sahil görünümü

Arasartep̄e Barajı çevresinde bulunan köylerin atık suları, kontrolsüz olarak İlhan ayı'na ve doğrudan gle boşaltılmakta, bu da gölde kirlilik oluşuma neden olmaktadır.

Baraj gölü çevresinde örnek alınan dört eşme, yol üstü eşmeleridir. Bu çeşmelerin suları kaynak suyu olup, içme suyu olarak kullanılması yanında, sulama suyunun yetersiz olduğu dönemlerde sulama suyu olarak da kullanılmaktadırlar.

### **3.1.2. Ekonomik potansiyel**

Asartep̄e Baraj Gölü çevresinde, halkın geçim kaynakları, tarım ve hayvancılığa dayanmakta olup, yaş meyve ve sebze yetiştiriciliği önemli bir potansiyele sahiptir.

#### Tarım

Ayaş İlçesinde tarım önemli bir yer tutmaktadır ve toplam 2 309 aile çiftçilikle uğraşmaktadır. Tarımda aile başına düşen arazi 251 dekar olup, hububat, bakliyat, sebze, meyve ve şekerpancarı yetiştirilmektedir. Özellikle sebze ve meyve üretimi önemli miktarlara ulaşmıştır. Sebzelerden özellikle domates (90 000 dekar alanda), meyvecilikte ise özellikle kiraz (50 200 ağaç), elma (44 775 ağaç) dut (25 400 ağaç) retimi önemli yer tutmaktadır. Ankara'nın sebze-meyve ihtiyacının %40'ı buradan karşılanmaktadır [69].

İlçede iklime uyan bütün sebze ve meyveler yetiştirilmekle birlikte, pazarlarda aranılan Ayaş domatesi ve Ayaş dutu üretimi ön planda tutulmaktadır. Ayaş domatesi kalitesi, lezzeti bakımından yurt içinde ve yurt dışında büyük rağbet görmektedir. Ayaş domatesi, ince kabuklu ve sulu olmasıyla ünlüdür [70].

Dünya'da domates üretimine bakıldığında dünya genelinde yaklaşık olarak 126 milyon ton domates üretilmektedir. lkelere göre domates üretim miktarları izelge 3.1.'de görülmektedir [70].

Çizelge 3.1. Dünya'da domates üretimi yapan lkeler

Dünya Domates Üretimi Yapan İlk 10 Ülke		
	Ülke	(Ton)
1	Çin	33 645 000
2	USA	11 500 000
3	Türkiye	9 919 673
4	Hindistan	8 585 800
5	Mısır	7 550 000
6	İtalya	6 025 613
7	İran	5 000 000
8	İspanya	3 615 000
9	Brezilya	3 364 438
10	Meksika	2 900 000
	Dünya	126 246 708

Çizelge 3.1’de görüldüğü gibi ülkemiz domates üretiminde 3. sırada yer alırken ihracatta 370 613 tonla 5. sırada yer almaktadır. Ayaş ilçesi ise domates üretiminde Türkiye’de ikinci sıradadır.

En önemli domates ihracatı yaptığımız ülkeler Rusya, Romanya ve Bulgaristandır. Rusya’ya yapılan ihracat tek başına domates ihracatının % 60’ını oluşturmaktadır. 2008-2009 sezonunun Türkiye için iyi bir sezon olacağı tahmin edilirken 2008 haziran ayında Rusya’ya gönderilen ürünlerde pestisit kalıntısı fazla olduğu için ithalat yasağı getirilmiştir [70].

İlçe sınırları içinde bulunan Asartepe Barajı ile Ayaş Sulama Göleti İlçe tarımına önemli katkıda bulunmaktadır. Fakat tarım faaliyetlerinde kullanılan pestisitler topraktan yağmurlarla yıkanarak İlhan Çayıyla göle taşınmaktadır.

## Hayvancılık

Ayaş ilçesinde hayvancılık ekonomiye katkı sağlayan diğer bir unsurdur. Ankara'ya ismini veren Ankara Keçisi diye adlandırılan Tiftik Keçisi üretimi, yetiştirilmesi bakımından Ayaş'ın yeri önemlidir ve yıllık tiftik üretimi 10 ton, yapağı üretimi ise 36 ton civarındadır. İlçede 41 100 küçükbaş hayvan ve 9 384 adet büyükbaş hayvan yetiştirilmektedir. Günlük üretimi 60 ton olan süt ilçe ekonomisi için önemli yer tutmaktadır. Ankara'nın süt ihtiyacının % 60'ı Ayaş ilçesinden karşılanmaktadır. Ayrıca kümes hayvancılığı ve arıcılık da yapılmakta olan diğer hayvancılık faaliyetlerindedir. İlçede 2 230 adet arı kovanı mevcuttur [69].

Bölgede Asartepe Baraj gölünde balıkçılık yapıldığı da yapılan arazi çalışmaları sırasında gözlemlenmiştir.



Resim 3.4. Asartepe Baraj Gölü'nde balıkçılık faaliyetleri

### 3.1.3. İlhan Çayı

Asartepe barajının üzerine kurulduğu İlhan Çayı, hidrografik olarak incelendiğinde, yazları suyunun oldukça azaldığı görülmektedir. Yaz mevsiminde kollarının kuruduğu bilinmektedir, sadece Ilıca ve İçmece deresi, yazın da aktiftir. İlhan çayının debisi, yazın saniyede yaklaşık 500 litredir [71].

### 3.1.4. Bölgenin iklimi

Ayaş Bölgesinde, Orta Anadolu karasal iklimi etkisini göstermektedir. Sıcak geçen yaz mevsiminde, en sıcak aylar, Temmuz ve Ağustos'tur. Kışlar soğuk ve yağışlıdır ve en soğuk aylar Ocak ve Şubat aylarıdır.

Ayaş Bölgesinin, Devlet Meteoroloji İşlerince belirlenen en güncel yağış ve sıcaklık dağılımı bilgileri Çizelge 3.2'de sunulmuştur [72].

Çizelge 3.2. Ayaş bölgesi ortalama aylık yağış ve ısı dağılımı (1975-2008)

Aylar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Yağış (mm)	40	32,1	36,1	51,7	49,4	32,8	14,4	12,2	17,8	30	37,6	41,1	395,2
Isı (°C)	0,4	1,9	6	11,2	15,9	19,9	23,4	22,9	18,5	12,9	6,6	2,3	11,8

### 3.2. Su Örnekleri

Tez çalışmasında organoklorlu pestisit kalıntı miktarlarının belirlenmesinde kullanılan su numuneleri; Asartepe Baraj Gölünde on noktadan ve Baraj Gölü çevresinde bulunan köylerin içme suyu ihtiyacını sağlayan dört çeşmeden, Mayıs 2009 yağmurlu dönem ve Ağustos 2009 kurak dönem olarak alınmıştır.

Baraj Gölünden numune alınırken, su yüzeyinin karelere bölünmesiyle elde edilen ağın köşe noktalarından, 0,5 metre yüzey altından olmak üzere su numuneleri

alınmıştır. Kıyıya yakın noktalarda numuneler ekman kepçesi ile kıyından, gölün derin bölgelerindeki noktalarında örnekler kayıkla göl üzerinden, 1,5 lt'lik koyu renk cam şişelerle, iki-üç kere örnek suyuyla yıkandıktan sonra alınmıştır. Alınan su örnekleri, buz içine konarak, soğuk zincirle laboratuvara taşınmış ve hemen analizler yapılmıştır. Örnekler, özütleme işlemine kadar + 4 °C'de saklanmıştır.

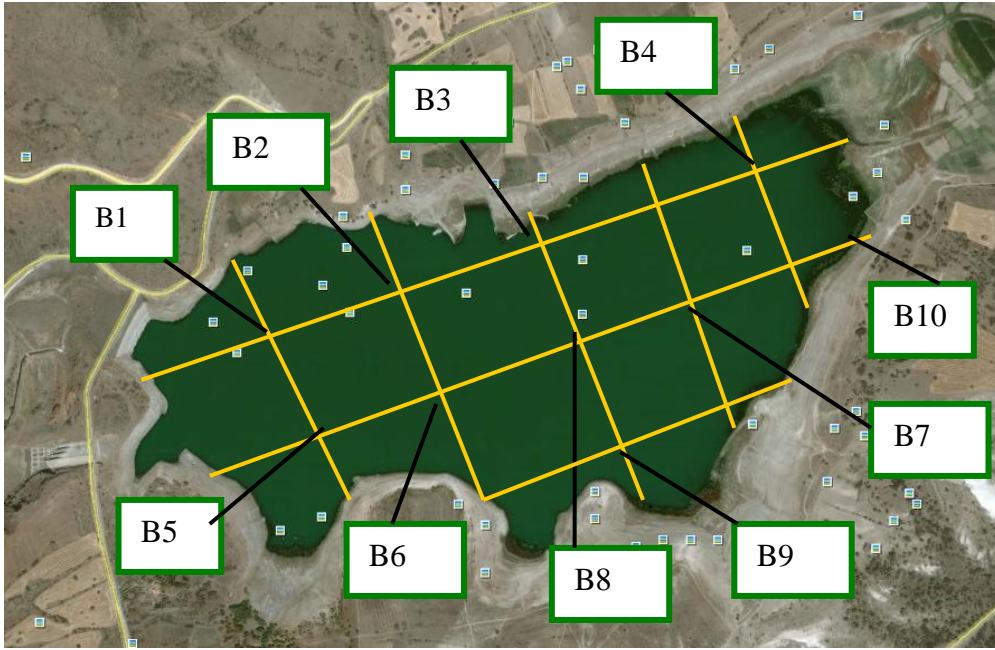
Çeşme suyu örnekleri de aynı şekilde 1,5 lt'lik koyu renk cam şişelerle, iki-üç kere örnek suyuyla yıkandıktan sonra alınarak özütleme işlemine kadar + 4 °C'de saklanmıştır.

Asartepe Baraj Gölü'ne ait yer buldurma haritası Şekil 3.1'de, baraj gölünden numune alım noktaları ise Şekil 3.2'de görülmektedir.



Şekil 3.1. Asartepe Baraj Gölü'ne ait yer buldurma haritası





Şekil 3.2. Asartepe Baraj Gölü uydu görüntüsü üzerinde örnek alma noktaları



Resim 3.5. Asartepe Baraj Gölü kıyıdan 4 m ilerisinden su örneklerinin alınışı



Resim 3.6. Asartepe Baraj Gölü kıyından 4 m mesafeden su örneklerinin alınışı

Çizelge 3.3. İçme suyu örnekleri için numaralandırma

<b>Asartepe Baraj Gölü Çevresi Çeşme Suları</b>	<b>Örnekleme Numarası</b>
Kartal Çeşmesi	İ1
Karayolları Çeşmesi	İ2
Orta Bereket Çeşmesi	İ3
Akkaya Çeşmesi	İ4

Çizelge 3.4. Asartepe Baraj Gölü su örnekleri için numaralandırma

<b>Asartepe Baraj Gölü Suları</b>	<b>Örnekleme Numarası</b>
Su girişi kıyıdan 4 m mesafe	B1
Balıkçılık yapılan kıyı bölgesi 4m ilerisi	B2
Atıksu karışım noktası kıyıdan 4 m ilerisi	B3
Memba sol tarafı kıyıdan 10 m ilerisi	B4
Derin bölge memba sol tarafı kıyıdan 20 m ilerisi	B5
Derin bölge memba sağ tarafı kıyıdan 10 m ilerisi	B6
Derin bölge memba sağ tarafı kıyıdan 20 m ilerisi	B7
Derin bölge orta hat kıyıdan 30 m ilerisi	B8
Derin bölge orta hat kıyıdan 10 m ilerisi	B9
Su çıkışı sol memba dolu savak 0,5 m yüzey altı	B10

### 3.3. Kullanılan Cihazlar

Yapılan çalışmada; döner buharlaştırıcı (Heidolph Laborata, 4002 HB Control, Almanya), gaz kromatografisi, GC (Perkin Emler Precisely, Clarus 500, ABD), gaz kromatografi kolonu (SGE, BPX-5, kapiler kolon; uzunluk: 30 m, iç çap: 0,32 mm, film kalınlığı 0,25 µm, Avusturya), etüv (Memmert, UNB 400, Almanya), hassas terazi (Precisa, XB 620 M, İsviçre) cihazları kullanılmıştır.

### 3.4. Kullanılan Kimyasallar

Yapılan çalışmada GC saflıkta; n-Heksan (Merck), susuz sodyum sülfat, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Sigma Aldrcih), NaCl (Sigma Aldrcih), kimyasalları kullanılmıştır.

### **3.5. Yöntem**

#### **3.5.1. Fiziksel ve kimyasal analizler**

Su örneklerinde çeşitli fiziksel ve kimyasal parametreler ölçülmüştür. Bu parametrelerin ölçümleri, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Toprak-Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü laboratuvarlarında yapılmıştır (bkz. Ek-1).

#### **3.5.2. Organoklorlu pestisit analizleri**

Kromatografi yöntemi pestisit analizlerinde kullanılan en uygun yöntemdir. Kompleks pestisit karışımlarındaki pestisitlerin ayrılması ve miktarlarının belirlenmesinde sıklıkla kullanılan bir tekniktir. Su örneklerinin analizinde, pestisitlerin önce uygun bir organik çözücüye çekme işlemi yapılmıştır. Bu yöntemi seçerken, özellikle büyük hacimlerdeki su örneklerinin analizine olanak sağlamasına ve çekme aşamasında kullanılan çözücünün organoklorlu pestisit kalıntılarını çözmesine dikkat edilmiştir. Organoklorlu pestisit kalıntılarının varlığı ve miktarının saptanması için gaz kromatografisi uygulanmıştır.

### **3.6. Kullanılan Araç Gereçlerin Temizliği**

Analizlerde kullanılan tüm cam malzemeler, önce asetonda çalkalanmıştır. Daha sonra sıcak su ve deterjanla yıkanmıştır. Bol su ve ardından saf su ile durulanmıştır. Volumetrik olmayan malzemeler, alüminyum folyo ile kaplanarak, 150 °C'de 3 saat boyunca etüvde kurutulmuştur. Volumetrik malzemeler ise, deneylerden önce, asetondan geçirilerek kullanılmıştır.

### **3.7. Su Örneklerinin Özütlemesi**

İçme sularının özütlemesinde; 250 ml'lik rodajlı cam musluklu, teflon tıpalı ayırma balonuna, 35 ml su örneği alınmış ve 6 gr NaCl örneğe eklenerek iyice çözünmesi

sağlanmıştır. Daha sonra 2 ml heksan ilave edilerek, 20 dakika çalkalanmıştır. Çalkalanan örnek, 5 dakika dinlendirilmiş ve faz ayrımı beklenmiştir. Üst kısımda kalan heksan fazı ayrılarak örnek içindeki suyu uzaklaştırmak amacıyla, üzerine daha önceden etüvde kurutulmuş  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  eklenen filtre kâğıdından geçirilmiştir. Örnekler yaklaşık 2 ml kalana kadar çözücü uzaklaştırılmıştır.

Asartepe Baraj Gölü sularının özütlemesinde ise; 1000 ml'lik ayırma balonuna 500 ml su örneği alınmış, üzerine 15 gr NaCl eklenerek çözülmüştür. Üzerine 50 ml heksan ilave edilerek 20 dakika kadar çalkalanmış faz ayrımı beklenmiştir. Heksan fazı 100 ml'lik erlene ayrılarak, suya tekrar 30 ml heksan eklenerek 5 dakika çalkalanmıştır, faz ayrımı için beklenmiş, heksan fazı tekrar erlene alınmıştır. Son kez suya 20 ml heksan eklenerek 5 dakika çalkalandıktan sonra faz ayrımı için 10-15 dakika beklenmiş üstteki heksan fazı erlene alınmıştır. Ayrılan örneğin susuzlaştırılması için, örnek,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  eklenen filtre kâğıdından geçirilmiştir. Örnekler yaklaşık 2 ml kalana kadar çözücü uzaklaştırılmıştır.

### **3.8. Kromatografik Analiz Koşulları**

Organoklorlu pestisit standart çözeltileri ve numunelerden elde edilen özütler, elektron yakalayıcı dedektör bulunan Perkin Elmer Precisely Clarus 500 Gaz Kromatografisi cihazına enjekte edilmiştir. Analizlerde 30 m uzunluğunda 0,32 mm çapında 0,25  $\mu\text{m}$  film kaplı SGE-BPX-5 kapiler kolon kullanılmış ve diğer analiz şartları belirtildiği şekilde sabit tutulmuştur.

Enjeksiyon giriş sıcaklığı	:	270 °C
Fırın (Kolon) programı	:	
Başlangıç	:	150 °C, 0 dak
1. Basamak	:	230 °C, 30 dak ( 45 °C / dak )
2. Basamak	:	280 °C, 5 dak ( 30 °C / dak )
Dedektör sıcaklığı	:	300 °C
Yardımcı gaz (Azot) akış hızı	:	30 mL/dak
Taşıyıcı gaz (Helyum) akış hızı	:	1 mL/dak
Enjeksiyon Hacmi	:	1 µL



Resim 3.7. Analizlerde kullanılan gaz kromatografisi cihazı

## 4. BULGULAR VE DEĞERLENDİRMELER

### 4.1. Fiziksel ve Kimyasal Analizler

Çalışmamızda ilk olarak, Ankara'nın Ayaş İlçesi Asartepe Baraj Gölü ve göl çevresinde bulunan çeşitli içme ve kullanma suyu sağlanan çeşmelerde, fiziksel ve kimyasal parametreler araştırılmıştır.

Sulama suyu analizlerinin değerlendirilmesinde kullanılan Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliğine göre belirlenen sınıflandırma kriterleri aşağıda çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Sulama sularının sınıflandırılmasında esas alınan kalite parametreleri

Kalite kriterleri	Sulama suyu sınıfı				
	I. Sınıf su (çok iyi)	II. Sınıf su (iyi)	III. Sınıf su (kullanılabilir)	IV. Sınıf su (ihtiyatla kullanılmalı)	V. sınıf su (zararlı) uygun değil
EC <sub>25</sub> x10 <sup>6</sup> µS/cm	0-250	250-750	750-2000	2000-3000	> 3000
Değişebilir Sodyum Yüzdesi (% Na)	< 20	20-40	40-60	60-80	> 80
Sodyum Adsorbsiyon oranı (SAR)	< 10	10-18	18-26	> 26	-
Sodyum karbonat kalıntısı (RSC) meq/L	> 1.25	1.25-2.5	> 2.5	-	-
Klorür (Cl <sup>-</sup> ), meq/L	0-4	4-7	7-12	12-20	> 20
Sülfat (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ) meq/L	0-4	4-7	7-12	12-20	> 20
Toplam tuz derişimi (ppm)	0-175	175-525	525-1400	1400-2100	> 2100
Bor derişimi (ppm)	0-0.5	0.5-1.12	1.12-2.0	> 2.0	-
Sulama suyu sınıfı *	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>1</sub> S <sub>2</sub> , C <sub>2</sub> S <sub>2</sub> , C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>1</sub> S <sub>3</sub> , C <sub>2</sub> S <sub>3</sub> , C <sub>3</sub> S <sub>3</sub> , C <sub>3</sub> S <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>1</sub> S <sub>4</sub> , C <sub>2</sub> S <sub>4</sub> , C <sub>3</sub> S <sub>4</sub> , C <sub>4</sub> S <sub>4</sub> , C <sub>4</sub> S <sub>3</sub> , C <sub>4</sub> S <sub>2</sub> , C <sub>4</sub> S <sub>1</sub>	-
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> veya NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/L	0-5	5-10	10-30	30-50	> 50
Fekal Koliform ** 1/100 mL	0-2	2-20	20-100	100-1000	> 1000

#### 4.1.1. Asartepe Baraj Gölünün sulama suyu kriterlerinin değerlendirilmesi

Asartepe Baraj Gölü'nden alınan su örneklerinin verileri Çizelge 4.2'de sunulmuştur.

Çizelge 4.2. Asartepe Baraj Gölü su numunelerinin fiziksel ve kimyasal parametreleri

PARAMETRELER	NUMUNE ALMA NOKTALARI									
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
pH	8,61	8,77	7,79	9,87	8,71	8,18	8,46	8,69	8,83	8,81
Elektriksel iletkenlik 20 °C, (µS/cm)	395	399	394	392	389	387	393	386	396	398
Sodyum (me/L)	0,80	0,83	0,77	0,82	0,78	0,80	0,84	0,81	0,76	0,79
Potasyum (me/L)	0,18	0,16	0,19	0,20	0,17	0,18	0,17	0,19	0,18	0,18
Kalsiyum (me/L)	1,42	1,41	1,42	1,43	1,42	1,42	1,44	1,41	1,40	1,43
Magnezyum (me/L)	2,01	2,00	2,01	2,02	2,00	2,02	2,03	2,02	2,01	2,00
Katyonlar toplamı (me/L)	4,41	4,40	4,38	4,45	4,39	4,42	4,48	4,43	4,35	4,40
Karbonat (me/L)	0,57	0,57	0,57	0,57	0,56	0,57	0,58	0,58	0,56	0,57
Bikarbonat (me/L)	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,26	3,25	3,25	3,24	3,25
Klorür (me/L)	0,50	0,53	0,50	0,49	0,48	0,50	0,49	0,50	0,51	0,50
Sülfat (me/L)	0,09	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Bor (ppm)	0,22	0,22	0,24	0,21	0,21	0,22	0,22	0,21	0,23	0,22
Bakiye Sodyum Karbonat (me/L)	0,39	0,41	0,39	0,37	0,39	0,39	0,36	0,4	0,39	0,39
SAR	0,610	0,587	0,588	0,624	0,596	0,610	0,638	0,619	0,582	0,603
Tuzluluk ve alkalilik sınıfı	T <sub>2</sub> A <sub>1</sub>	T <sub>2</sub> A <sub>1</sub>	T <sub>2</sub> A <sub>1</sub>	T <sub>2</sub> A <sub>1</sub>	T <sub>2</sub> A <sub>1</sub>	T <sub>2</sub> A <sub>1</sub>	T <sub>2</sub> A <sub>1</sub>	T <sub>2</sub> A <sub>1</sub>	T <sub>2</sub> A <sub>1</sub>	T <sub>2</sub> A <sub>1</sub>

#### pH

Sucul canlılar ve suyun sulamada kullanılabilmesi açısından en önemli parametrelerden biri pH değeridir. Birçok kimyasalın çözünürlüğünü, reaksiyonlarını ve toksisitelerini pH değeri etkilemektedir. Yüzey sularının pH değerleri, pek çok



faktörün etkisi altında değişmekle birlikte, 4,0-9,5 arasındadır. Tatlı sularda, sucul canlılar için en uygun pH değeri ise, 6,5-8,5 arasında değişmektedir. 25 °C’de pH 7 nötralliği ifade ederken, pH değeri azaldıkça asidik şartlar artmakta, pH değeri arttıkça alkali şartlar artmaktadır. Su ortamlarının korunması için pH’ı 6.5– 9.0 aralığında olmalıdır [73].

Asartepe Baraj Gölü sularında en yüksek pH B4’de 9,87 bulunurken, en düşük pH B3’de 7,87 bulunmuş ve ortalama pH 8,67 olarak hesaplanmış olup, buna göre baraj gölünün bazik karakterde olduğu söylenebilir. Baraj suyunun yüksek pH’a sahip oluşu Ayaş bölgesinde balıkçılık faaliyetlerini sınırlandırıcı bir unsurdur.

### Elektriksel İletkenlik

Elektriksel iletkenlik, suyun elektrik akımını iletebilme özelliğinin sayısal olarak ifadesidir. Su analiz sonuçları verilirken mikrosiemens/cm ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) cinsinden 25 °C sıcaklıktaki değeri hesaplanarak belirtilir. Sudaki iyonların derişimi arttıkça elektriksel iletkenlik de artar, dolayısıyla elektriksel iletkenlik ölçümleri sudaki toplam iyon derişimi hakkında iyi bir göstergedir. Doğal haldeki yüzey sularının elektriksel iletkenliği 50 – 1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  arasında değişir [74].

Tüm baraj sularında elektriksel iletkenlik sınır değerlerin altında olup, ortalama olarak 393  $\mu\text{S}/\text{cm}$  bulunmuştur. Buna göre baraj suları elektriksel iletkenlik açısından II. sınıf su kalitesi sınıfına girmektedir.

### Sodyum

Sulama suyu kalitesi sınıflandırması bakımından sodyum, en önemli iyonlardan birisidir. Çoğu ağaç bitkileri ve diğer ağaçsız bitkiler düşük sodyum derişimlerine karşı özellikle hassastır. Sodyum derişiminin yüksek olduğu sulama sularıyla toprağın sulanması genellikle toprağın sodyumca zenginleşmesine neden olur. Bitki de suyla beraber alınan sodyum, bitkinin terlemesiyle yapraklarda birikir ve sodyum sınırı aşıldığında bitkide hasar görülür. Sodyum zehirliliği kalsiyum varlığında

azalmaktadır. Orta derecede kalsiyum verilmesi sodyum zehirliliğini azaltacağı gibi, kalsiyum derişiminin arttırılması zehirlenmeyi tamamen önleyebilmektedir. Sodyumun etkisi, sodyum ve kalsiyum iyonlarının derişimine bağı olduğundan, zehirliliğin mantıklı bir değerlendirilmesi sodyum absorpsiyon oranı (SAR) değerine bakarak yapılmaktadır [73].

Baraj suyu örneklerinde sodyum miktarı örnekleme noktalarına göre 0,76-0,83 me/L aralığında değişmektedir.

### Potasyum

Bitki büyümesinde gerekli bir besin maddesi olduğundan sulama suyunda bulunması istenir. Ancak sulama suyu içinde miktarı çok fazla olmamalıdır. Baraj suyu örneklerinde potasyum değeri düşük düzeyde bulunmuştur. Örneklerde potasyum miktarı ölçüm noktalarına göre 0,16-0,2 me/L aralığında değişmektedir.

### Kalsiyum

Kalsiyum bitki büyümesi için gerekli bir iyondur. Sulama suyunda belirli miktarlarda bulunması istenir fakat fazlası bitkiler için zararlıdır. Suda bulunan kalsiyumun toprakta çökmesi durumunda aşırı biriken kalsiyum bitkilerde sararmaya yol açmaktadır. Ayrıca diğer bazı besin elementlerinin alınmasını engellenir [73].

Baraj suyu örneklerindeki kalsiyum miktarı 1,40-1,44 me/L aralığında değişmektedir.

### Magnezyum

Magnezyumun az miktarı bitki büyümesi için gereklidir. Sulama suyunda 24 mg/L derişime kadar magnezyum bulunması ciddi bir sakınca yaratmaz. Bundan fazlası zararlıdır [73].

Baraj suyu örneklerinde magnezyum derişimi bu eşik değerden düşük olduğundan sulama için uygundur. Örneklerde magnezyum miktarı 2,0-2,03 me/L aralığında değişmektedir.

#### Katyonlar Toplamı

Sulama sularında genellikle sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum tuzları bulunur. Sodyum içeriği yüksek sularla sulama yapıldığında sodyum, kalsiyum ve magnezyumla yer değiştirerek toprağın yapısını ve geçirimliliğini olumsuz yönde etkiler ve alkali toprakların oluşmasına yol açar [75].

Baraj suyu örneklerinde katyonlar toplamı bu iyonların derişimine göre 4,35-4,48 me/L aralığında değişmektedir.

#### Karbonat ve Bikarbonat

Sulamanın yağmurlama şeklinde yapıldığı durumlarda çok düşük derişimlerdeki  $\text{HCO}_3$  bile meyvalı bitkilerde ve fidelerde önemli bir sorun oluşturur. Normal sularda karbonat miktarı bikarbonata oranla çok düşüktür. Suda karbonatın fazla bulunması, sodyum yüzdesinin yüksekliğini gösterir. Suyu bazik duruma getirir. Suyun sınıflandırılmasında bikarbonat derişimi sınıflandırma kriteri olarak kullanılır. Bikarbonat derişimi 0-0,15 me/L aralığında iyi su, 0,15-8,5 me/L aralığında orta kalitede su, 8,5 me/L'den büyük olduğunda düşük kalitede su olarak sınıflanmaktadır [76].

Baraj suyu örneklerinde bikarbonat derişimi 3,24-3,26 me/L aralığında değişmekte olup bu sınıflandırmaya göre orta kalitede su sınıfına girmektedir.

### Klorür

Yıllık bitkilerin düşük klorür derişimlerine hassas olmamalarına karşın, çoğu ağaç bitkileri ve diğer ağaçsız bitkiler çok düşük klorür derişimlerine bile hassastır. Ancak hassas olmayan bitkiler bile yüksek klorür derişimlerinden etkilenir [76].

Baraj suyu örneklerinde klorür konsatrasyonu 0,48-0,53 me/L aralığında ölçülmüş olup, klorür değeri 0-4 me/L aralığında olduğundan I. sınıf su sınıfına girmektedir.

### Sülfat

Sülfat sulama sularında çok karşılaşılan bir anyondur. Kaynakları arasında organik maddelerin aerobik ortamda ayrışması, endüstri atıksuları, asit yağmurları ve magmatik kayalar sayılabilir. Sülfatın zararlı etkisi klorürün yarısı kadardır [74].

Baraj suyu örneklerinde sülfat değeri 0,08-0,09 me/L aralığında ölçülmüş olup 0-4 me/L aralığında olduğundan I. sınıf su sınıfına girmektedir.

### Bor

Bor, bitki büyümesi için küçük derişimlerde gerekli elementlerden biridir. Bor derişimi arttıkça borun zehirlilik etkisi ortaya çıkar, zehirliliğin sorunu genellikle sulama suyundaki borla ilgilidir. Bitki tarafından alınan bor yapraklarda ve bitkinin diğer organlarında birikir. Pek çok hassas bitki yapraklarında bor derişimi 250-300 ppm'i aştığında zehirlenme belirtileri görülebilir [76].

Baraj sularında bulunan bor değeri hepsinde 0-0,5 ppm aralığında olduğundan bor derişimi yönünden I. sınıf su sınıfına girmektedir.

### Bakiye Sodyum Karbonat

Sulama sularında bakiye sodyum karbonat miktarı 2,5 me/L'den fazla ise su, sulamada kullanılamaz. Eğer 1,25-2,5 me/L arasında ise zarar verebilir ve 1,25 me/L'den az ise sulamada emniyetle kullanılabilir. Baraj sularında sodyum karbonat

miktarı 0,36-0,41 me/L aralığında ölçülmüş olup, 1,25 me/L'den düşük olduğundan sulamada kullanmaya uygundur.

### SAR

Sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) suyun sodyum (veya benzer katyonlar) açısından zararlılığının bir ölçüsü olarak kullanılmaktadır. Sodyum, kalsiyum ve magnezyum değerlerine göre hesaplanır. Baraj suyu örneklerinde SAR değeri 0,582-0,624 aralığında bulunmuş olup, değerler 10'dan küçük olduğundan I. sınıf su sınıfına girmektedir.

### Tuzluluk ve Alkalilik Sınıfı

Sular, tuzluluk ve alkalilik açısından, ayrı ayrı dört kategoriye ayrılarak incelenir [78].

Tuzluluk sınıfları az, orta, yüksek, çok yüksek tuzlu olarak ayrılmaktadır.

*T<sub>1</sub> (Az tuzlu su)* : Her çeşit bitki sulanmasında kullanılabilir. Toprak çok düşük geçirgenliğe sahip olmadığı müddetçe toprakta tuzluluk yaratmaz.

*T<sub>2</sub> (Orta tuzlu su)* : Tuzluluğa hassas bitkiler hariç, bütün bitkilerin sulanmasında kullanılabilir. Toprak geçirgenliğinin iyi ve orta derecede olduğu yerlerde özel tuzluluk kontrol tedbirlerine ihtiyaç yoktur.

*T<sub>3</sub> (Yüksek tuzlu su)* : Tuza dayanıklı bitkilerin sulanmasında kullanılabilir. Yeterli geçirgenlik ve drenaj şartlarında dahi özel tuzluluk kontrol tedbirleri gerektirir. Drenajı tam olmayan topraklarda kullanılmamalıdır.

*T<sub>4</sub> (Çok yüksek tuzlu su)* : Normal şartlarda sulamaya uygun değildir. Fakat tuzluluğa çok dayanıklı bitkilerin seçildiği, yıkama ihtiyacının da dikkate alındığı drenajı ve geçirgenliği çok iyi olan topraklarda özel tuzluluk kontrol tedbirleri ile kullanılabilir.

Alkalilik sınıfları az, orta, yüksek, çok yüksek sodyumlu olarak ayrılmaktadır.

*A<sub>1</sub> (Az sodyumlu su)* : Hemen bütün topraklarda sulama için kullanılabilir. Zararlı derecede alkalilik yaratma tehlikesi çok azdır. Bununla beraber, taş çekirdekli meyveler gibi alkaliliğe karşı hassas olan bitkilerin etkilenmeleri mümkündür.

*A<sub>2</sub> (Orta sodyumlu su)* : İnce bünyeli (killi ve yüksek katyon değişim kapasitesine sahip) topraklarda, bilhassa az yıkanma şartlarında hissedilir derecede bir alkalilik tehlikesi ortaya çıkar. Toprakta jips mevcut ise durum daha az tehlikelidir. Bu sular kaba bünyeli (kumlu) ve geçirgenliği iyi olan organik (turbiyer) topraklarda kullanılabilir.

*A<sub>3</sub> (Yüksek sodyumlu su)* : Çoğu topraklarda zararlı derecede bir alkalilik yaratır. İyi drenaj, fazla yıkanma ve organik madde ilavesi gibi özel tedbirler ister. Jips içeren eden topraklarda bu sular tehlikeli bir alkalilik meydana getirmeyebilir. Değişebilir sodyum yerine kalsiyumu yerleştirmek için bazı kimyasal maddelerin ilavesi gerekebilir. Ancak çok yüksek tuzluluğa sahip sularda kimyasal madde ilavesi mümkün olmayabilir.

*A<sub>4</sub> (Çok yüksek sodyumlu su)* : Genellikle sulamada kullanılamaz. Ancak düşük veya orta derecede tuz kapsadığında (T<sub>1</sub>A<sub>4</sub>–T<sub>2</sub>A<sub>4</sub>) toprakta erimiş kalsiyum bulunması halinde veya jips gibi ıslah edici maddelerin uygulanması şartı ile kullanılabilir.

Baraj gölü suyunun tuzluluk ve alkalilik sınıfı, T<sub>2</sub>A<sub>1</sub>'dir. Buna göre baraj suyu II. Sınıf su, iyi su sınıfına girmekte olup, orta tuzlu az sodyumlu su olarak tanımlanarak az hassas bitkiler hariç sulamaya uygundur.

#### **4.1.2. Çeşme suyu örneklerinin içme suyu kriterlerinin değerlendirilmesi**

Çeşme suyu örneklerinde, hem içme suyu, hem de sulama suyu kriterlerine ait fiziksel ve kimyasal parametreler ölçülmüştür. Çizelge 4.3.'de, çeşme sularında araştırılan içme suyu kriterlerinin verileri sunulmuştur.

Çizelge 4.3. Çeşme suyu numunelerinin içme suyu kriterleri parametreleri

PARAMETRELER	NUMUNE ALMA NOKTALARI				İZİN VERİLEBİLECEK MAKSİMUM DEĞERLER
	İ1	İ2	İ3	İ4	
Görünüş	Berrak	Berrak	Berrak	Berrak	Berrak
Koku ve Tad	Kokusuz	Kokusuz	Kokusuz	Kokusuz	Kokusuz
Elektriksel iletkenlik 20 °C, (µS/cm)	310	542	618	220	2500
pH	7,31	7,78	7,94	7,49	6,5<pH<9,5
Organik madde (mg/L)	1,31	0,80	0,81	0,78	5
Toplam Sertlik (Fr.S°)	13,03	28,62	33,06	7,90	
Kalsiyum (mg/L)	30,86	38,57	40,60	14,21	100
Magnezyum (mg/L)	12,75	45,55	54,99	10,42	50
Amonyum (mg/L)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
Sodyum (mg/L)	9,89	3,91	6,67	14,03	200
Potasyum (mg/L)	2,34	2,34	2,34	2,73	12
Bor (mg/L)	0,18	0,26	0,31	0,10	1
Karbonat (mg/L)	0,00	0,00	0,00	0,00	
Bikarbonat (mg/L)	101,47	332,40	384,30	122,46	
Klorür (mg/L)	34,49	10,93	13,66	6,83	250
Sülfat (mg/L)	22,11	9,48	13,35	2,84	250
Nitrit (mg/L)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
Nitrat (mg/L)	20,14	21,15	8,10	6,21	50

### Görünüş

Görünüş sudan alınan numunede tortu olup olmadığıdır. Tortusuz, az tortulu veya tortulu şeklinde belirlenir. Suyun diğer fiziksel özellikleri hakkında ön fikir verir. Bulanıklığı giderici yöntemler tortuyu da giderir [78].

Araştırılan tüm çeşmelerin suları, görünüş olarak, berraktır ve içme suyu olarak kullanıma uygundur.

### Koku ve Tad

İçilecek ve kullanılacak suların sağlık bakımından kokusuz olmaları gerekmektedir. İçme sularına endüstriyel atık suların ve evsel atıksuların karışması koku oluşumuna

neden olabilir. Suda tada sebep olan elementler; çürümüş bitkiler, organik maddeler, çözünmüş gazlar, fenolik bileşikler, çözünmüş tuzlar ve klor fazlasıdır. Koku ve tad birbirleriyle yakından ilgili olmalarına rağmen, kokuya neden olmayan, gazlaşmayan bazı maddeler tad hissi yaratabilir. Demir, magnezyum, sodyum, potasyum, bakır ve çinko tuzları bunlardan bazılarıdır. Halojenler, sülfidler, amonyak, fenoller, krezole birçok hidrokarbonlar ve doymamış organik bileşikler, merkaptanlar, katran ve katran yağları, deterjanlar ve pestisitler tad ve koku yaratan kimyasal maddeler arasındadır [80].

Analizi yapılan çeşme suyu örnekleri kokusuzdur.

### pH

Sucul canlılar ve suyun sulamada kullanılabilmesi açısından en önemli parametrelerden biri pH değeridir. Birçok kimyasalın çözünürlüğünü, reaksiyonlarını ve toksisitelerini pH değeri etkilemektedir. İçme suları için en uygun pH değeri ise, 6,5-8,5 arasında değişmektedir. pH değeri azaldıkça asit şartlar artar; pH değeri arttıkça alkali şartlar artar. Çeşme suyu numunelerinde pH değeri sırasıyla 7,31, 7,78, 7,94 ve 7,49 ölçülmüş olup su örneklerinin pH değeri içme suyu olarak kullanıma uygundur.

### Organik Madde

Toplam organik madde tayini, suda minimum miktarda bulunan ve indirgeyici olan maddelerin ölçümüdür [77].

Yapılan analizlerde organik madde miktarı sırasıyla 1,31, 0,8, 0,81 ve 0,78 mg/L olarak ölçülmüş olup, tüm çeşmelerde organik madde miktarı sınır değerlerin altında bulunmuştur.



### Toplam Sertlik

Sertlik su içinde çözülmüş (+2) değerlikli iyonların yani Ca, Mg, Sr, Fe, Mn derişimlerinin bir sonucudur. Sert sular köpük oluşturmak için çok sabun kullanımı gerektiren sular olarak tanımlanır. Bu sular sıcak halde nakledildikleri boru ve kazan içinde çökelti oluşturarak ısı transferini güçleştirip, akışın hidrolik koşullarını olumsuz etkilemektedir. Ayrıca deride tahrişe neden olmaktadır. Suların sertlik derecelerinin ifade edilmesinde farklı ülkelerde Fransız, Alman ve İngiliz sertlik dereceleri kullanılır. En çok kullanılan Fransız sertliğine göre sular 0-5 arası çok yumuşak, 5-10 yumuşak, 10-20 orta sertlikte, 20-30 sert, 30 üzeri çok sert olarak değerlendirilmektedir [81].

Yapılan değerlendirmede çeşme sularından, İ1 orta sertlikte, İ2 sert, İ3 çok sert, İ4 yumuşak olarak belirlenmiştir.

### Kalsiyum

Sularda kalsiyum magnezyumla birlikte sertliğe yol açar. Sert sular sabun tüketimini artırır, mide ve bağırsak rahatsızlıklarına yol açar. Kalsiyum yer kabuğunda çok fazla bulunan elementlerdendir. Kalsiyumlu sularda karbonat ve sülfat ile çökerek kabuk meydana getirir. Suya kalsiyum iyonu topraktaki alçı ve kalkerin yağmur suları ile çözünmesi yolu ile geçer [81].

Çeşme sularında kalsiyum miktarı sırası ile 30,86, 38,57, 40,6 ve 14,21 mg/L ölçülmüş olup kalsiyum sınır değeri 100 mg/L'nin altında bulunmuştur.

### Magnezyum

Tatlı sularda kalsiyum ve sodyum iyonlarından sonra en çok magnezyuma rastlanır. Magnezyum miktarı fazla olan sular acıdır. Sularda sertliğe yol açan iyonlardandır. Magnezyumlu sular ishal gibi geçiçi bağırsak rahatsızlıklarına yol açar. Uygun miktarda magnezyum sülfat içeren sular içme suyu olarak bazı metabolizma

hastalıklarının önlenmesi amacıyla kullanılır. Doğal suların sertliğinin üçte biri magnezyum iyonlarından ileri gelir. Doğal sularda magnezyum 10-50 mg/lt olarak bulunur. 50 mg/lt den fazlası arzu edilmez [79].

Yapılan incelemelerde İ1, İ2, İ4 nolu çeşmeler magnezyum açısından, TSE 266'ya göre içilebilir niteliktedir. Ancak, İ3 koduyla incelenen Orta Bereket çeşmesi yüksek miktarda magnezyum içerdiğinden dolayı içilemez niteliktedir.

### Amonyum

Suda amonyum ve amonyak olası bakteriyel, kanalizasyon ve hayvancılık atığı kirliliği göstergesidir. Suda bulunması dezenfeksiyonun etkinliğini azaltır, dağıtım sisteminde nitrit oluşumuna, tat ve koku oluşumuna neden olabilir [82].

Çeşme suyu örneklerinin hiçbirinde amonyuma rastlanmamıştır.

### Sodyum

Sodyum tüm gıdalar ve içme suyunda bulunur. İçme suyundaki sodyumun hipertansiyona etkileri araştırılmaktadır. 200 mg/L üzerinde hoşta gitmeyen tad meydana getirir [82].

Çeşme suyu örneklerinde sodyum değeri sınır değerlerin altında olup sodyum yönünden içilmeye uygundur.

### Potasyum

Çeşme suyu örneklerinde ölçülen potasyum değerleri İ1, İ2, İ3'te 2,34 mg/L ve İ4'te 2,73 mg/L olup tümünde potasyum değeri sınır değerler olan 12 mg/L'nin altında olduğundan içilmeye uygundur.

### Bor

Bor, yeraltı suyunda doğal olarak, yüzey sularında endüstriyel kirletici olarak veya tarımsal yüzey akışların ve çürüyen bitki materyallerinin bir ürünü olarak bulunabilir. Ülkemizde suları en çok kirleten toksik elementlerin başında bor gelmektedir. Doğal olarak sulama sularının tümünde bor bulunur ancak, derişimi çok düşüktür [83].

Tüm çeşme suyu örneklerinde bor derişimi 1 mg/L sınır değerlerin altında bulunmuştur.

### Karbonat ve Bikarbonat

Sularda karbonat ve bikarbonat iyonları alkaliniteye neden olur. Bikarbonatlar karbondioksitin topraktaki bazı maddeler üzerindeki faaliyeti sonucu sularda oluşur. İçme sularında 400 mg/L değerine kadar alkalitenin hiçbir zararı yoktur. Yüksek alkalinite lezzet bakımından sakıncalıdır [81].

Çeşme suyu örneklerinde karbonat gözlemlenmezken, bikarbonat değeri içilebilir değerlerdedir.

### Klorür

Klorür tüm doğal sularda çeşitli derişimlerde bulunur. Klorür içeriği, normal olarak, mineral içeriğinin artması ile artar. Evsel atıksular alıcı ortama karıştıklarında, alıcı suların klorür içeriğini artırır. Belirli derişimlerde klorür insanlar için zararlı değildir. 250 mg/L'den yüksek derişimi suya tuzlu bir tat verir [82].

Çeşme suyu örneklerinin tümünde klorür miktarı sınır değerlerin altında bulunmuştur.

### Sülfat

Evsel su kaynaklarındaki sülfat miktarı, yüksek derişimlerde bulunduğunda insanlar üzerinde müsil etkisinden dolayı çok önemlidir. Bu yüzden insani kullanımını göz önünde tutarak sularda üst limit değer olarak 250 mg/L tavsiye edilmektedir. Çeşme suyu örneklerinde sırası ile sülfat miktarı 22,11, 9,48, 13,55 ve 2,84 mg/L ölçülmüş olup sınır değerlerin altındadır [81].

### Nitrit

Nitrit bileşigi son derece kararsız bir azot formu olup, ortamda nitrifikasyon veya denitrifikasyon reaksiyonlarının gerçekleşmekte olduğunu gösterir. Nitrit bir geçiş fazı olduğundan sularda çok az bulunan bir iyondur. Nitrit miktarı yüzeysel sularda 0,1 mg/L'nin altındadır. Nitrit, kimyasal ya da enzimatik olarak aminlerle de reaksiyona girer ve kanserojen olan nitrosaminleri oluşturur [81].

Çeşme suyu örneklerinin hiçbirinde nitrite rastlanmamıştır.

### Nitrat

Suda nitrat derişiminin artmasına neden olan en önemli etkenler tarımsal akışlar ve pis su atıklarıdır. Doğal çevrimde amonyak nitrosomonas bakterileri ile nitrite ve nitrobakter ile nitrate dönüşmektedir. Dolayısı ile suda nitrat bulunması eskimiş bir kirlenmeyi işaret eder. Nitrat derişiminin 10 mg/L'yi aşması, bebeklerde mavi hastalık adı verilen kalp ve dolaşım bozukluğuna neden olmaktadır [81].

Çeşme suyu örneklerinin hepsinde nitrat miktarı sınır değerlerin altındadır.

#### **4.1.3. Çeşme suyu örneklerinde sulama suyu kriterlerinin değerlendirilmesi**

Çeşme suyu örneklerinde araştırılan sulama suyu kriterleri Çizelge 4.4'te sunulmuştur.

Çizelge 4.4. Çeşme suyu numunelerinin sulama suyu kriterleri parametreleri

PARAMETRELER	NUMUNE ALMA NOKTALARI			
	İ1	İ2	İ3	İ4
pH	7,31	7,78	7,94	7,49
Elektriksel iletkenlik 20 °C, (µS/cm)	310	542	618	220
Sodyum (me/L)	0,43	0,17	0,29	0,61
Potasyum (me/L)	0,06	0,06	0,06	0,07
Kalsiyum (me/L)	1,54	1,93	2,03	0,71
Magnezyum (me/L)	1,06	3,80	4,58	0,87
Kasyonlar toplamı (me/L)	3,10	5,95	6,96	2,26
Karbonat (me/L)	0,00	0,00	0,00	0,00
Bikarbonat (me/L)	1,66	5,45	6,30	2,01
Klorür (me/L)	0,97	0,31	0,38	0,19
Sülfat (me/L)	0,46	0,20	0,28	0,06
Bor (ppm)	0,18	0,26	0,31	0,10
Bakiye Sodyum Karbonat (me/L)	0,00	0,00	0,00	0,43
SAR	0,38	0,10	0,16	0,69
Tuzluluk ve alkalilik sınıfı	T <sub>2</sub> A <sub>1</sub>	T <sub>2</sub> A <sub>1</sub>	T <sub>2</sub> A <sub>1</sub>	T <sub>1</sub> A <sub>1</sub>

Çeşme sularında analizi yapılan parametreleri sulama suyu kriterlerine göre şu şekilde değerlendirmemiz mümkündür;

### pH

Araştırılan tüm çeşme sularında, en yüksek pH değerleri İ1 nolu çeşmede 7,31 ve en yüksek İ3 nolu çeşmede 7,94 bulunmuştur. Tüm çeşme suları örnekleri pH değerleri açısından sulama suyu olarak kullanıma çok uygundur.

### Elektriksel İletkenlik

Çeşme suyu örneklerinde en yüksek elektriksel iletkenlik değeri İ3 nolu çeşmede 618  $\mu\text{S}/\text{cm}$  bulunurken en düşük İ4 nolu çeşmede 220  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ölçülmüştür. Bununla birlikte tüm örneklerde elektriksel iletkenlik değeri sınır değerlerin altında bulunmuş olup sulama suyu olarak kullanıma uygundur.

### Sodyum

Çeşme suyu örneklerinde sodyum miktarı en düşük İ2 nolu çeşmede 0,17 me/L ve en yüksek İ1 nolu çeşmede 0,43 me/L olarak ölçülmüş olup çeşme suyu örneklerinin tümü sodyum yönünde az sodyumlu su sınıfına girmektedir.

### Potasyum

Çeşme suyu örneklerinde potasyum değeri İ1, İ2, İ3 nolu çeşmelerde 0,06 me/L ve İ4 nolu çeşmede 0,07 me/L olarak ölçülmüş olup zararlı etki oluşturacak seviyede değildir.

### Kalsiyum

Analizi yapılan çeşme suyu örneklerinde kalsiyum değeri en düşük İ4 nolu çeşmede 0,71 me/L ve en yüksek İ3 nolu çeşmede 2,03 me/L olarak ölçülmüş olup çeşme suyu örneklerinde kalsiyum değeri sulama suyu olarak kullanıma uygundur.

### Magnezyum

Çeşme suyu örneklerinde magnezyum miktarı en düşük İ4 nolu çeşmede 0,87 me/L ve en yüksek İ3 nolu çeşmede 4,58 me/L olarak ölçülmüş olup sulama suyu olarak kullanıma uygundur.

### Katyonlar Toplamı

Çeşme suyu örneklerinde ölçülen katyonlar toplamı değeri kalsiyum magnezyum değerleri de düşük olarak belirlenen İ4 nolu çeşmede 2,26 me/L ve en yüksek İ3 nolu çeşmede 6,96 me/L olarak ölçülmüştür.

### Karbonat ve Bikarbonat

Çeşme suyu örneklerinde karbonat belirlenmemiş olup bikarbonat derişimi en düşük İ1 nolu çeşmede 1,66 me/L ve en yüksek İ3 nolu çeşmede 6,3 me/L olarak belirlenmiş olup bikarbonat derişimi tümünde 0,15-8,5 me/L aralığında bulunmuş olup orta kalitede su sınıfına girmektedir.

### Klorür

Analizi yapılan tüm çeşme suyu örneklerinde klorür en düşük İ4 nolu çeşmede 0,19 me/L bulunurken en yüksek İ1 nolu çeşmede 0,97 me/L ölçülmüş olup, tüm çeşme suyu örneklerinde ölçülen değer 4 me/L'den küçük olduğundan klorür değeri açısından sulamada kullanmaya çok uygundur.

### Sülfat

Sülfat değeri yapılan analizlerde en düşük İ4 nolu çeşmede 0,06 me/L olarak ve en yüksek İ1 nolu çeşmede 0,46 me/L ölçülmüş olup, tüm ölçüm sonuçları 4 me/L'den düşük olduğundan tüm çeşme suyu örnekleri sulama için çok uygundur.

### Bor

Çeşme suyu örneklerinin tümünde bor derişimi 0-0,5 ppm aralığında kaldığından I. sınıf sulama suyu sınıfına girmekte olup sulama için çok uygundur.

### Bakiye Sodyum Karbonat

Bakiye sodyum karbonat değeri İ1, İ2, İ3 nolu çeşmelerde 0,0 olarak ölçülürken, İ4 nolu çeşmede 0,43 me/L olarak ölçülmüştür. Bu değerde 1,25 me/L'den az olduğundan sulamada kullanımı açısından tüm çeşmeler uygundur.

### SAR

Analizi yapılan tüm eşme suyu örneklerinde SAR (Sodyum adsorbsiyon değeri) 10'dan küçük olduğundan eşme suyu örnekleri sulama suyu olarak I. sınıf (çok iyi) su sınıfına girmektedir.

### Tuzluluk ve Alkalilik Sınıfı

İ1, İ2, İ3 nolu eşme suların tuzluluk ve alkalilik sınıfı, T2A1 olup II. sınıf (iyi) su sınıfına girmekte olup İ4 ile incelenen Akkaya eşmesinin tuzluluk alkalilik sınıfı T1A1 olarak bulunmuş olup sulama suyu olarak I. sınıf su olarak belirlenmiştir.

## **4.2. Organoklorlu Pestisit Analizleri**

### **4.2.1. eşme suyu örneklerinde organoklorlu pestisit analizlerinin değerlendirilmesi**

Bu çalışmada, organoklorlu pestisit kalıntı miktarlarının araştırılması için kullanılan su numuneleri; Asartepe Barajı çevresindeki içme ve kullanma suyu sağlayan dört çeşmeden alınmıştır.

eşme suyu örneklerinde belirlenen organoklorlu pestisit verilerinin minimum, maksimum ve toplam derişim değerleri izelge 4.5.'de verilmiştir.



Çizelge 4.5. Çeşmelerden alınan su numunelerinde seçilen organoklorlu pestisitlerin minimum, maksimum ve toplam derişim değerleri (ppb)

PESTİSİTLER	İÇME SUYU		
	Minimum (ppb)	Maksimum (ppb)	Toplam (ppb)
$\alpha$ -BHC	5,2422	34,0832	141,5501
$\beta$ -BHC	7,3415	59,5096	220,6115
$\gamma$ -BHC	3,4260	33,3124	176,5057
$\delta$ -BHC	0,6005	86,9823	237,3947
Heptaklor	37,0873	802,2142	1604,179
Heptaklorperoksit	1,1515	58,2609	86,8666
Aldrin	3,2046	25,7606	53,8662
Dieldrin	1,8298	7,3035	36,8957
4,4'-DDD	9,6972	57,4941	67,1913
4,4'-DDE	3,9733	11,7610	41,939
4,4'-DDT	2,3875	12,8450	15,2325
Endosülfan I	7,1476	33,9725	52,2928
Endosülfan II	-	-	-
Endrin	10,4961	16,7096	27,2057

Yukarıda Çizelge 4.5'de görüldüğü gibi yapılan ölçümlerde en az  $\delta$ -BHC'ye en fazla ise heptaklor rastlanmıştır. Toplam derişimlere baktığımızda en düşük değer DDT ve en yüksek değer yine heptaklor olarak görülmektedir.

Çizelge 4.6. İçme suyu numunelerindeki pestisitlerin yağışlı dönemde ölçüm noktalarına göre derişimleri (ppb)

PESTİSİT	İÇME SUYU ÖLÇÜM NOKTALARI			
	I1	I2	I3	I4
$\alpha$ -BHC	5,2422	24,2225	11,3915	31,4338
$\beta$ -BHC	44,3170	-	19,0141	20,0186
$\gamma$ -BHC	7,9595	7,3415	16,4342	3,4260
$\delta$ -BHC	7,0473	0,6005	7,7051	3,7574
Heptaklor	802,2142	-	400,4042	-
Heptaklorperoksit	7,7359	2,7375	2,1749	7,4248
Aldrin	-	-	12,1173	3,7453
Dieldrin	-	-	7,3035	-
4,4'-DDD	-	-	-	-
4,4'-DDE	-	-	3,9733	10,0000
4,4'-DDT	-	-	-	-
Endosülfan I	-	-	-	-
Endosülfan II	-	-	-	-
Endrin	-	-	-	-

Çeşme suyu örneklerinde en yüksek derişimde olan pestisitten, en düşük derişimde olan pestisite doğru, belirlenen türler şu şekilde sıralanabilir:

Yağışlı dönem sonuçları: Heptaklor (1202,61 ppb) >  $\beta$ -BHC (83,34 ppb) >  $\alpha$ -BHC (72,29 ppb) >  $\gamma$ -BHC (35,16 ppb) > heptaklorperoksit (20,07 ppb) >  $\delta$ -BHC (19,11 ppb) > aldrin (15,86 ppb) > DDE (13,97 ppb) > dieldrin (7,30 ppb)

DDD analizlerde gözlemlenmemiştir.

Çizelge 4.7. İçme suyu numunelerindeki pestisitlerin kuru dönemde ölçüm noktalarına göre derişimleri (ppb)

PESTİSİT	İÇME SUYU ÖLÇÜM NOKTALARI			
	I1	I2	I3	I4
$\alpha$ -BHC	5,707	34,0832	23,9766	5,4933
$\beta$ -BHC	31,6132	12,6592	33,4798	59,5096
$\gamma$ -BHC	33,3124	18,8012	61,3143	27,9166
$\delta$ -BHC	7,4758	49,5617	74,2646	86,9823
Heptaklor	-	193,2345	171,2387	37,0873
Heptakorperoksit	1,1515	1,5603	5,8208	58,2609
Aldrin	3,2046	4,8498	4,1886	25,7606
Dieldrin	18,298	5,1059	-	6,1883
4,4'-DDD	57,4941	9,6972	-	-
4,4'-DDE	4,3597	5,9865	11,761	5,8585
4,4'-DDT	12,845	2,3875	-	-
Endosülfan I	33,9725	7,1476	11,1727	-
Endosülfan II	-	-	-	-
Endrin	-	-	16,7096	10,4961

Çeşme suyu örneklerinden en yüksek derişimde olan pestisitten, en düşük derişimde olan pestisite doğru, belirlenen türler şu şekilde sıralanabilir:

Kurak dönem sonuçları: Heptaklor (401,56 ppb)>  $\delta$ -BHC (218,28 ppb)>  $\gamma$ -BHC (141,34 ppb)> $\beta$ -BHC (137,26 ppb)>  $\alpha$ -BHC (69,26 ppb)>DDD (67,19 ppb)> heptaklorperoksit (66,79 ppb)>endosülfan (52,29 ppb)>aldrin (38 ppb)>dieldrin (29,59 ppb)>endrin (27,20 ppb)>DDT (15,23 ppb)

İçme suları analizlerinde, belirlenen çeşmeler arasında, pestisit kirlilik yükü açısından belirgin bir farklılık görülmemiştir.

Genel olarak sonuçları incelediğimizde, yağışlı dönemde toplam pestisit miktarının daha fazla olduğu saptanmıştır. Özellikle heptaklor derişimi yağışlı dönemde I1 ve I4

numaralı çeşmelerde oldukça yüksek bulunmuştur. Yağışlı dönemde İ3 kodlu çeşmede  $\gamma$ -BHC derişimi diğer çeşmelere göre farklılık gösterirken,  $\delta$ -BHC derişimi İ2 kodlu çeşmede farklılık göstermiştir. Yağışlı dönemde DDD, DDT, endosülfan II örneklerde saptanmazken, kuru dönemde endosülfan II bulunmamıştır.

Kurak dönemde  $\alpha$ -BHC derişimi İ2 ve İ3’de farklılık gösterirken,  $\gamma$ -BHC derişimi İ3 numaralı,  $\delta$ -BHC İ1’de farklı bulunmuştur. Heptaklorperoksit ve aldrin derişimi İ4’de diğer noktalardan farklı bulunmuştur. DDE derişimi ise İ3’de farklılık göstermiştir.

#### **4.2.2. Asartepe baraj gölü örneklerinde organoklorlu pestisit analizlerinin değerlendirilmesi**

Bu çalışmada, organoklorlu pestisit kalıntı miktarlarının araştırılması için kullanılan su numuneleri; Asartepe Barajındaki on noktadan alınmıştır. Asartepe Baraj Gölü içme sularından elde edilen organoklorlu pestisit verilerinin minimum, maksimum ve toplam derişim değerleri Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Asartepe Baraj Gölü’nden alınan su numunelerinde seçilen organoklorlu pestisitlerin minimum, maksimum ve toplam derişim değerleri (ppb)

PESTİSİTLER	ASARTEPE BARAJ GÖLÜ		
	Minimum (ppb)	Maksimum (ppb)	Toplam (ppb)
$\alpha$ -BHC	1,5958	1231,8691	5583,635
$\beta$ -BHC	1,4990	72,2951	525,3404
$\gamma$ -BHC	2,6592	88,9637	369,5983
$\delta$ -BHC	2,7109	99,2201	238,8965
Heptaklor	0,7213	988,6610	7992,941
Heptakorperoksit	0,7213	21,3795	141,2398
Aldrin	1,8153	38,7104	231,8542
Dieldrin	0,8941	10,8504	39,5257
4,4'-DDD	18,2453	37,3574	162,9421
4,4'-DDE	0,9035	44,6145	168,3108
4,4'-DDT	2,0729	8,2692	43,5794
Endosülfan I	11,7984	99,8677	278,9451
Endosülfan II	1,1335	49,3400	148,02
Endrin Aldehit	3,5160	24,0421	197,2512

Çizelge 4.8'de görüldüğü gibi yapılan ölçümlerde en düşük derişim heptaklor ve heptaklorperoksitte gözlemlenirken en yüksek derişim  $\alpha$ -BHC ve heptaklorlarda gözlemlenmiştir.

Toplam derişimleri değerlendirdiğimizde en yüksek derişim Asartepe Baraj Gölü örneklerinde de olduğu gibi heptaklorlarda ve en düşük dieldrin ve DDT'de görülmüştür.

Çizelge 4.9. Baraj numunelerindeki pestisitlerin yağışlı dönemde ölçüm noktalarına göre derişimleri (ppb). (B6 ve B7 numaraları örnekler, analizler sırasında, kontamine olduğundan ölçülememiştir.)

PESTİSİT	NUMUNE ALMA NOKTALARI							
	B1	B2	B3	B4	B5	B8	B9	B10
$\alpha$ -BHC	14,3991	127,1514	375,0819	1231,8691	1,5958	10,1584	30,9888	74,7668
$\beta$ -BHC	27,4744	-	40,5637	72,2951	6,2019	17,8274	5,3327	14,5764
$\gamma$ -BHC	10,5734	4,3208	2,6592	50,7739	15,3684	3,7868	7,8703	31,3711
$\delta$ -BHC	3,2227	3,5862	7,5753	16,7704	4,7527	2,7109	36,9883	5,0999
Heptaklor	167,9209	341,9579	444,3938	100,6099	510,4266	988,661	87,4423	78,8749
Heptakorperoksit	6,9353	-	2,7733	-	-	16,8663	1,4373	21,3795
Aldrin	6,9353	7,1834	-	38,7104	2,4762	9,9272	9,4272	4,9368
Dieldrin	2,8665	0,9035	9,7959	-	2,8893	1,242	-	-
4,4'-DDD	37,3574	-	-	29,4091	-	-	-	-
4,4'-DDE	-	0,9035	2,5122	8,0734	-	44,6145	-	-
4,4'-DDT	-	7,313	-	-	2,0729	-	8,2692	-
Endosülfan I	-	13,8868	-	-	44,331	-	11,7984	22,9655
Endosülfan II	-	-	49,34	-	-	-	-	-
Endrin Aldehit	-	-	-	17,6199	-	44,6145	3,516	-

Su numunelerinde, yağışlı dönemde en yüksek derişimde olan pestisitten, en düşük derişimde olan pestisite doğru, belirlenen türler şu şekilde sıralanabilir;

Yağışlı dönem sonuçları: Heptaklor (2720,28 ppb) >  $\alpha$ -BHC (1866,01 ppb) >  $\beta$ -BHC (184,27 ppb) >  $\gamma$ -BHC (126,72 ppb) > endosülfan I (92,98 ppb) >  $\delta$ -BHC (80,70 ppb) > aldrin (79,59 ppb) > DDD (66,76 ppb) > endrin aldehit (65,75 ppb) > DDE (56,10 ppb) > heptaklorperoksit (49,39 ppb) > endosülfan II (49,34 ppb) > dieldrin (17,69 ppb) > DDT (17,65 ppb)

Çizelge 4.10. Baraj numunelerindeki pestisitlerin kuru dönemde ölçüm noktalarına göre derişimleri (ppb)

PESTİSİT	BÖLGELER									
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
$\alpha$ -BHC	108,787	6,824	12,2556	1,7619	30,3155	35,3091	71,4178	26,852	45,2413	18,2453
$\beta$ -BHC	10,6947	6,0476	7,8184	1,499	8,6792	8,4148	16,5591	10,3549	3,3687	24,7894
$\gamma$ -BHC	49,1499	51,9179	13,2839	12,0756	32,3884	9,8197	9,9212	40,4848	29,6644	88,9637
$\delta$ -BHC	10,0612	9,9336	93,8863	99,2201	10,3363	5,8547	11,9296	14,4006	60,9236	88,9637
Heptaklor	61,8671	414,0989	0,7213	163,99	87,0147	37,2558	86,6753	78,5129	175,5587	201,753
Heptakorperoksit	5,61	9,156	0,7213	-	5,8548	-	0,59	8,8624	4,8875	5,1443
Aldrin	3,1237	1,8153	-	2,5444	7,7796	7,7973	2,649	6,2425	6,3329	5,4608
Dieldrin	-	-	-	2,3132	-	1,5042	1,3829	10,8504	0,8941	5,9434
4,4'-DDD	-	-	29,9601	-	-	-	71,4178	26,4425	-	18,2453
4,4'-DDE	11,4838	-	3,7717	9,6293	6,3459	7,6747	16,5591	10,3549	-	5,9434
4,4'-DDT	-	-	-	-	-	-	9,9212	-	-	-
Endosülfan I	99,8677	35,3091	16,0163	-	-	-	11,9296	-	-	-
Endosülfan II	11,4838	10,1959	-	-	-	-	86,6753	-	1,1335	-
Endrin aldehit	-	-	6,9577	-	6,7385	-	0,5900	24,0421	17,7697	-

Su numunelerinde, kurak dönemde en yüksek derişimde olan pestisitten, en düşük derişimde olan pestisite doğru, belirlenen türler şu şekilde sıralanabilir;

Kurak dönem sonuçları: Heptaklor (1307,44 ppb) >  $\delta$ -BHC (405,50 ppb) >  $\alpha$ -BHC (357 ppb) >  $\gamma$ -BHC (337,66 ppb) > endosülfan I (163,12 ppb) > DDD (146,06 ppb) > endosülfan II (109,48 ppb) >  $\beta$ -BHC (98,22 ppb) > DDE (71,76 ppb) > endrin aldehit (56 ppb) > aldrin (43,74 ppb) > heptaklorperoksit (40,82 ppb) > dieldrin (22,88 ppb) > DDT (9,92 ppb)

Genel olarak sonuçları incelediğimizde, yağışlı dönemde toplam pestisit miktarının daha fazla olduğu saptanmıştır. Özellikle heptaklor derişimi diğer pestisitlere oranla oldukça yüksek bulunmuştur. Yağışlı dönemde B4 ölçüm noktasında  $\alpha$ -BHC derişimi diğer çeşmelere göre farklılık gösterirken,  $\delta$ -BHC derişimi B9 ölçüm noktasında farklılık göstermiştir. Yağışlı dönemde DDD sadece B1 ve B4 nolu ölçüm noktalarında gözlemlenirken, endosülfan II sadece B3 nolu ölçüm noktasında gözlemlenmiştir.

Kurak dönemde  $\alpha$ -BHC derişimi B1 nolu ölçüm noktasında farklılık gösterirken, heptaklor derişimi B3 nolu, endosülfan B7 nolu ölçüm noktasında farklı bulunmuştur. DDT sadece B7 nolu ölçüm noktasında gözlemlenmiştir.



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, kullanımları ülkemiz dahil birçok ülkede yasaklanmış olan organoklorlu pestisitlerle birlikte ruhsatlı olarak kullanılan tek organoklorlu pestisit endosülfan, Asartepe Baraj Gölü ve çevresindeki içme ve kullanma suyu sağlanan dört çeşmeden alınan su numunelerinde araştırılmıştır.

Yapılan çalışmanın ilk bölümünde içme ve kullanma suyu temin edilen çeşmelerde ve Asartepe Baraj Gölü'nden alınan su örneklerinde fiziksel ve kimyasal parametreler incelenmiştir. Araştırma sonucunda Kartal çeşmesi, Karayolları çeşmesi ve Akkaya çeşmesi, araştırılan tüm kriterler açısından, TSE 266'ya göre içilebilir niteliktedir. Ancak, İ3 koduyla incelenen, Orta Bereket çeşmesi, TSE 266'ya göre yüksek miktarda magnezyum içerdiğinden dolayı, içilemez niteliktedir. Çeşme suları sulama suyu olarak kullanıma çok uygun bulunmuştur. Yine Asartepe Baraj Gölü örneklerinde yapılan fiziksel ve kimyasal analizler sonucu, Baraj Gölü suyu ölçülen parametreler açısından sulama suyu olarak kullanıma uygun bulunmuş, su sınıfı bazı parametreler açısından I. sınıf, bazı parametreler açısından II. sınıf olarak bulunmuştur.

Bölgenin ekonomik karakteristikleri incelendiğinde, sebzeçilik, meyvecilik, arıcılık ve hayvancılığın ön plana çıktığı görülmektedir. Sebzeçilik açısından, özellikle domates ve salatalık üretimi ilk sıradadır. Buna ek olarak, meyvecilikte dut, kiraz ve elma yetiştirilmektedir. Bölgenin ekonomisine önemli katkı sağlayan Ayaş domatesleri, ülkemizin domates üretimi bakımından ikinci büyük merkezidir ve Türkiye, Dünya'da domates üretiminde ilk üçe girmektedir. Ayaş domatesi, yaklaşık % 60'ı Rusya'ya olmak üzere, Romanya, Bulgaristan gibi ülkelere ihraç edilmektedir. 2008 yılının haziran ayında, Rusya'ya gönderilen ürünlerin, sınır değerlerin üzerinde pestisit kalıntısı içerdiğinin belirlenmesi üzerine, ürünler ülkemize geri gönderilmiş ve ithalat yasağı getirilmiştir. Bu olaydan sonra, bölgede pestisit kullanımı hakkında çiftçilerin duyarlılığının arttığı ve pestisit kullanımının daha dikkatle gerçekleştirildiği bildirilmiştir [61].

Bölgenin tek sulama suyu barajı olan Asartepe Baraj Gölü, 1975 yılında yapılmıştır, göl hacmi 20 hm<sup>3</sup>'dir ve Baraj Gölü ile 2 850 hektarlık bir alan sulanmaktadır. Göl çevresinde bulunan köylerin atık suları, kontrolsüz olarak İlhan Çayı'na ve doğrudan göle boşaltılmaktadır. Bu durumun, gölün su kalitesini bozarak, insan ve çevre sağlığı açısından, önemli problemler oluşturabileceği aşikârdır. Özellikle gölde devam eden balıkçılık faaliyetleri açısından değerlendirildiğinde, söz konusu durum, acil müdahale edilmesi gereken bir konudur.

Asartepe Baraj Gölü'nde tespit edilen istasyonlardan alınan su numunelerinde, toplam 14 pestisit türü, yağışlı ve kurak dönemde araştırılmıştır. Baraj numunelerini incelediğimizde yağışlı dönemde; heptaklor,  $\alpha$ -BHC ve  $\beta$ -BHC türleri en yüksek, endosülfan II, dieldrin ve DDT türleri ise, en düşük derişimdedir. Kurak dönemde; heptaklor,  $\alpha$ -BHC ve  $\delta$ -BHC türleri en yüksek, heptaklorperoksit, dieldrin ve DDT türleri ise, en düşük derişimdedir. Yağışlı dönemde toplam pestisit konsantrasyonu, kurak dönemdeki pestisit derişiminden daha yüksek bulunmuştur. Bu fark, yağışlı dönemde topraktan pestisitlerin yıkanmasının artmasına bağlıdır.

Görüldüğü üzere, araştırdığımız organoklorlu pestisitlerden, heptaklor ve  $\alpha$ -BHC hem yağışlı hem de kurak dönemde en yüksek miktarda bulunmaktadır. Yağışlı ve kurak olmak üzere her iki dönemde de, toplamda en yüksek organoklorlu pestisit derişimi heptaklorlarda gözlemlenirken, en düşük derişim DDT'ye ait olarak bulunmuştur. Bu pestisitlerden Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı'na, dieldrin 1971, aldrin, heptaklor, 1979 yılında tamamen yasaklanmış, DDT ve BHC'nin kullanımına 1978 yılında kısıtlama getirilmiş ve 1985 yılında ise tamamen yasaklanarak bu pestisitlerin ruhsatları iptal edilerek imali, ithali ve kullanımı durdurulmuştur.

Ayaş Tarım Kredi Kooperatifi ve Ayaş Ziraat Odası'ndan alınan bilgilere göre, bölgede kullanılan tarım ilaçları incelendiğinde, bu çalışmada araştırdığımız pestisit türlerinden birini içeren, sadece tek bir ilaç olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu ilaç, endosülfan etken maddesini içeren, Hektionex 800 WP olup, sebzelerde, bağlarda ve meyve fidanlarında rastlanan, birçok yaprak ve toprak altı zararlısına karşı kullanılmaktadır. Endosülfan dışındaki diğer pestisitlerin, kullanımlarının

yasaklanmış olmalarına rağmen, su örneklerinde bulunuyor olması ise, yasa dışı kullanımların olabileceğini düşündürmüştür.

Avrupa Birliği ülkelerinde içme suyunda her bir pestisit için izin verilen maksimum kalıntı seviyesi 0,1 ppb, yüzey sularında izin verilen maksimum kalıntı seviyesi ise 1 ppb olarak belirlenmiştir [54].

Asartepe Baraj Gölünden alınan su numunelerinde ölçüm noktalarının hemen hemen hepsinde,  $\alpha$ -BHC,  $\beta$ -BHC,  $\gamma$ -BHC,  $\delta$ -BHC, heptaklor, heptakorperoksit, aldrin, dieldrin, DDD, DDE, DDT, endosülfan, endrin aldehit pestisit türleri için, sınır değerlerin aşıldığı görülmüştür. Bulunan organoklorlu pestisitlerin karakterine bakacak olursak Siklodienler>BHC'ler>DDT'ler şeklinde değerlendirme yapmamız mümkündür.

Baraj gölünden alınan su numunelerini iki dönemde inceleyecek olursak, kurak dönemde  $\alpha$ -BHC derişimi azalırken  $\beta$ -BHC,  $\gamma$ -BHC ve  $\delta$ -BHC derişimleri artmıştır. Bu durumun,  $\alpha$ -BHC'nin su ortamında diğer çeşitlerine dönüşmesi nedeniyle olabileceği düşünülmüştür. Benzer şekilde, heptaklor derişimi azalırken, heptaklorperoksit ve dieldrin derişiminde büyük bir değişiklik olmamış, aldrin derişimi azalmıştır. DDT derişimi azalırken DDD ve DDE derişimleri artmıştır. DDT'nin bir kısmının aerobik koşullarda DDE ve anaerobik koşullarda DDD'ye biyolojik olarak parçalanarak dönüşmesi muhtemeldir. Endosülfan I ve II derişimi de artış göstermiştir. Endosülfanın diğer organoklorlu pestisitlere kıyasla, kalıcılığı fazla değildir. Bundan dolayı da kullanımı yasaklanmamıştır. Endosülfan derişiminin artmasının, yeni kullanımlardan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Bölgedeki çiftçi ve zirai mücadele ilacı satışı yapan merkezlerden alınan bilgilere göre, baraj gölünde organoklorlu pestisit kirliliği yükünün, belirlenen sınır değerlerini aşması beklenmemektedir. Ancak, tarım arazilerinde kullanılan zirai mücadele ilaçlarının, topraktan yağışlarla yıkanması sonucu, pestisitlerin baraj gölüne taşınması ile başlayan kirlenme döngüsü, pestisitlerin yarılanma sürelerinin uzun olması, bölgede tek bir sulama suyu barajı olması sebebiyle, diğer tarım

arazilerinin de bu suyla sulanması, söz konusu mahsüllerde ve su canlılarında, bu kimyasalların biyobirikime uğraması, mahsüllerin tüketimi ve balıkçılık sonucu, pestisitlerin insan vücuduna alınması, köylerin atık sularının göle deşarjı vasıtasıyla da, pestisitlerin tekrar göl suyuna girişiyle, devam etmektedir.

Çeşme suyu numunelerini değerlendirdiğimizde ise; bu numunelerde organoklorlu pestisit derişimi sınır değerlerinin çok fazla aşıldığı görülmüştür. Bunun nedeninin, bu çeşmeler civarındaki tarım arazilerinin baraj gölü sularıyla sulanmasıyla göldeki pestisit kirliliğinin yer altı sularına geçmesi ve çeşme sularına taşınması olduğu açıktır. Toplam pestisit derişiminin yağışlı dönemde daha fazla olduğu görülmüştür. Yağışlı ve kurak dönemde organoklorlu pestisit derişimlerinde baraj gölü numunelerindeki benzer değişiklikler çeşme suları içinde gözlemlenmiştir. Farklı olarak DDT yağışlı dönemde hiç bulunmamışken, kurak dönemde Kartal çeşmesi ve Karayolları çeşmesi sularında gözlemlenmiştir. Bu durumun açıklaması, bu çeşmeler civarında, daha çok sebzeçilik yapıldığı bilindiğinden, yeni bir kullanıma ya da başka bir kaynaktan kirliliğın taşınmasına bağlanabilir.

Organoklorlu pestisitler bozunma süreleri çok uzun ve kalıcılığı yüksek pestisitlerdir. Özellikle göl gibi, su sirkülasyonun fazla olmadığı sistemlerde, yoğun tarım çalışmaları yapılan alanlarda, pestisit derişiminin yüksek olması olasıdır. Bu tip sucul ortamların belirli periyotlarla izlenmesi, kirlilik miktarının belirlenerek, takip edilmesi, kirliliğın daha fazla yayılmadan, etkili önlemler alınabilmesini sağlaması açısından önemlidir. Özellikle Asartepe Baraj Gölü gibi balıkçılık yapılan göllerde, sucul canlılardan da örnekler alınarak, pestisit kirlilik yükünün izlenmesi gereklidir.

Çalışma sonucunda, ileride bölgedeki pestisit kirliliğinden kaynaklanabilecek olası problemleri engelleyebilmek için, bazı önlemler alınabileceği önerilmiştir:

1. Çiftçilere, pestisitlerin olumsuz etkileri konusunda eğitim verilmesi ve bu konuda çiftçilerin bilinçlendirilmeleri gereklidir.
2. Zararlılara karşı kimyasal savaş mümkün mertebe tercih edilmemelidir.
3. İlaçlamanın bu konuda eğitim almış uzman kişilerce yapılması sağlanmalıdır.

4. İlaç kullanımında kalıcılığı düşük olan ilaçlar tercih edilmelidir.
5. Yüzeysel sular, yer altı suları ve toprakta pestisit kalıntı düzeyinin düzenli olarak izlenmesi için bu konuda üniversitelerle, Çevre ve Orman Bakanlığı ve Tarım Bakanlığı'nın ortak projeler yürütmesi faydalı olacaktır.
6. Pestisitlerin uygulama şeklinin ve miktarının Tarım Bakanlığı tarafından düzenli olarak denetlenmesi yanlış uygulamaları azaltacaktır.
7. Su ortamına aşırı miktarda ani pestisit girişi durumunda, bu ortamda yaşayan canlıları korumak amacıyla acil müdahale planı oluşturulmalıdır.
8. Tarımsal zararlılara karşı mücadelede, bunların ekonomik zarar seviye ve eşiklerine dikkat edilerek, zararlı sayısı ve oranı belirli bir düzeyde değilse, ilaç kullanmamalıdır.
9. Kullanılmış ilaçların kutuları ve son kullanma tarihi dolan artık pestisitlerin 'Tehlikeli atıkların kontrolü yönetmeliği'ne uygun olarak bertaraf edilmesi sağlanmalıdır.
10. Yetiştirilen ürünlerdeki pestisit miktarını belirlemede belirli bölgelerde laboratuvarlar kurularak, ürünler etkin olarak kontrol edilmelidir.
11. İlaç bayileri denetim altına alınarak, bayilerde bitki koruma mezunları çalıştırılmasının zorunlu tutulması da, dolaylı olarak pestisit kirliliğini azaltacak bir önlem olabilir.
12. Pestisit kirliliği saptanan çeşmelerin, mühürlenmesi sağlanmalıdır.

Sonuç olarak, Ankara İli, Ayaş ilçesi, Asartepe Baraj Gölü ve çevresinde bulunan çeşmelerden alınan su numuneleriyle yaptığımız bu çalışma, bu bölgede yapılan ilk pestisit kirliliği araştırmasıdır. Bu çalışma sonucunda, Asartepe Baraj Gölü ve çeşme sularında, maksimum pestisit derişimi seviyesinin, hem Avrupa Birliği'nin İçme Suyu ve Tehlikeli Maddelerin Su Kaynaklarında Neden Olduğu Kirliliğe İlişkin Direktiflerinde hem de Çevre ve Orman Bakanlığı'nın Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği, Tehlikeli Maddelerin Su ve Çevresinde Neden Olduğu Kirliliğin Kontrolü Yönetmeliği ve Sağlık Bakanlığı'nın İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliğinde belirtilen sınır değerlerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada sunduğumuz veriler ve değerlendirmeler hakkında, Çevre ve Orman

Bakanlığı'na ve Tarım İl Müdürlüğü'ne ayrıntılı olarak bilgi verilmesi planlanmaktadır.

## KAYNAKLAR

1. Öztürk, S., “Tarım İlaçları”, *Ak Basımevi*, İstanbul, 1-551(1997).
2. Özkan, B., Akçaöz, H.V, Karadeniz, F. “An economic analysis of pesticide and fertiliser application in citrus production in Turkey”, *Journal of Agricultural Research*, Tanta University, 28 (3/11): 1008-1019 (2002).
3. Akbal, F., Onar, N., “Pestisit kalıntı analizleri”, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Samsun İl Müdürlüğü. *Tarımsal Çevre ve Su Kirliliği Semineri*, Samsun, 125-164 (2000).
4. Demirci, F., Erdoğan, C., Tatlıdil, F., “Ankara ili, Ayaş ve Nallıhan ilçelerinde domates üretim alanlarında zirai mücadele uygulamaları” *Tarım Bilimleri Dergisi*, Ankara, 11 (4): 422-427 (2005).
5. Meister, R.,T., “Farm chemicals handbook 99”, *Meister Publishing Company*, Willoughby, ABD, 1-990 (1999).
6. Güler, Ç., Çobanoğlu, Z., “Pestisitler”, *T.C. Sağlık Bakanlığı*, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi, No:52, Ankara, 9-43 (1997).
7. Yıldız, M, Gürkan, M. O., Turgut, C., Kaya, Ü., Ünal, G., “Tarımsal savaşta kullanılan pestisitlerin yol açtığı çevre sorunları”, *TMMOB Ziraat Mühendisleri 6. Teknik Kongresi*, Ankara, 649-668 (2005).
8. Klassen, C. D, Amdur, M. O., Doull J., “Casarett and Doull’s Toxicology”, Basic Science of Poisons 6<sup>th</sup> ed., *McGraw-Hill International Editions*, New York, 763-784 (2001).
9. Dağlıoğlu, N., “Akut organofosfatlı pestisit entoksikasyonlarının sıçanlarda deneysel olarak gösterilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi* Adana, 3 (2004).
10. Kuş, S. F., “Afyonkarahisar ili içme suları ile eber ve karamık gölü sularındaki organoklorlu pestisit kalıntılarının belirlenmesi”, *Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Afyonkarahisar, 4-5 (2007).
11. Açar, S., Aydınoğlu, H., Temel, O., İkizunal, K., Ece, H., “Pestisit kullanımının tarihçesi, bugünü ve geleceği”, *Türk Entomoloji Dergisi*, 15(4):247-256 (1991).
12. Cottam, C., Higgins, E., ‘DDT and its effect on fish and wildlife’, *Journal of Economic Entomology*, 39: 44-52 (1946).
13. Carson, R., ‘Silent Spring’, *Mariner Books*, New York, 1-275 (1962).

14. Tarakçı, Ü., Türel, İ., “Halk sağlığı amaçlı kullanılan pestisitlerin güvenilirlik standartlarının karşılaştırılması”, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, Van, 20(1):11-18 (2009).
15. Kaygısız, H., “Tarımda İlaçlı Mücadelenin Temel Prensipleri”, *Hasad Yayınları*, İstanbul, 67-88 (2003).
16. Öztürk, S., Özge, N., “Bitki Koruma İlaçları”, *Hasad Yayınları*, İstanbul, 10-107 (1978).
17. Cygler, M., Schrag, J. D., Susman, J. L., Harel, M., Silman, I., Gentry, M. K, “Relationship between sequence conservation and three dimensional structure in large family of esterases, lipases and related proteins”, *Protein Science*, 2(3): 366-382 (1993).
18. Çakır, Ş., Yamanel Ş., “Böceklerde insektisitlere direnç”, *Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 6(1):21-29 (2005).
19. Kasap, H., Alptekin, D., “Sivrisinekler, vektörlükleri ve kontrolü”, *Türkiye Parazitoloji Derneği*, İzmir,13 (1997).
20. Roush, R. T., McKenzie, J. A., “Ecological Genetics of insecticide and acaricide persistence”, Mississippi State University, *Annual Review of Entomology*, (32): 361-380 (1987).
21. Şanlı, Y., “Veteriner İlaçları Rehberi ve Bilinçli İlaç Kullanım El Kitabı”, *ICC Yayınevi*, Ankara, 1053-1079 (1998).
22. Karpuzcu, M., “Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü” . *Kubbealtı Akademisi Kültür ve Sanat Vakfı Yayınları*, İstanbul, 9. Baskı, 347-348 (2004).
23. Tuncer, C., Akça, İ., Saruhan, İ., “İnsektisitler ve çevreye etkileri”, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Samsun İl Müdürlüğü, *Tarımsal Çevre ve Su Kirliliği Semineri*, Samsun, 125-164 (2000).
24. Vural, N., “Toksikoloji”, *Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları*, No: 73, Ankara, 342 -363 (2005).
25. Dökmeci, İ., “Akut zehirlenmelerde tanı ve tedavi”, Toksikoloji, *Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Farmakoloji Anabilim Dalı*, Nobel Tıp Kitapevi, Edirne, 547 (1994).
26. Blus, L., “Organochlorine pesticides”, Handbook of Ecotoxicology 2<sup>nd</sup> ed., chapter 13, *CRC Pres*, ABD, 313-327 (2003).
27. Ware, G. M., “Fundamentals of Pesticides 3<sup>rd</sup> ed.”, *Thomson Publication*, Tucson, 41 (1991).



28. Beard, J., "DDT and human health", *Science of Total Environment*, 355: 78-89 (2006).
29. Internet : WHO, "Guidelines for drinking-water quality incorporating first addendum", Vol. 1, Recommendations, 3rd ed. [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3rd\\_add1.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rd_add1.pdf) (2010).
30. Dağlıoğlu N., "İnsan cilt altı yağ dokusunda organoklorlu pestisitlerin kalıntı düzeylerinin tespiti", Doktora Tezi, *Çukurova Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 19-21 (2009).
31. Tunçbilek, Ş. A., Ayvaz, A., Saatçi, E., "Pestisitlerin çevreye etkisi ve yayılma yolları", *Atıksu Sempozyumu*, Kayseri, 316-324 (1998).
32. Aksoy, H. M., Demirci, F., "Organik ve inorganik metal tuzlu pestisitlerin çevreye etkileri," T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Samsun İl Müdürlüğü, *Tarımsal Çevre ve Su Kirliliği Semineri*, Samsun, 79-97 (2000).
33. Yen, J. H., Lin, K. H., Wang, Y. S., "Potential of the insecticides acephate and methamidophos to contaminate ground water", *Ecotoxicology And Environmental Safety*, 45:79-86 (1998).
34. Bailey, G. W., White, J. L., "Review of adsorption and desorption of organic pesticides by soil colloids, with implications concerning pesticide bioactivity", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 12: 324-32 (1984).
35. Tutkun, E., "Türkiye çevre sorunları", *Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayınları*, Ankara, 449 (1999).
36. Connell, D. W., Miller, G. J., "Chemistry and Ekotoxicology of Pollution", *Wiley-Interscience*, USA, 162-219 (1984).
37. Haktanır, K., Arcak, S., "Çevre Kirliliği", *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi*, No: 1503, Ankara, 457 (1998).
38. Pimentel, D., "Amounts applied and amounts reaching pests", CRC Handbook of Pest Management Agriculture, 2nd edition, *CRC Press*, 1: 741-750 (1986).
39. Ecevit, O., Mennan, H., Aksoy, H. M., Akça, İ., "Tarımsal mücadele ilaçları ve çevreye olan etkileri", *O.M.Ü. Ziraat Fakültesi*, Dersi Kitabı, No:32, Samsun, 145 (1999).
40. Zeren, O., "Organik fosforlu Carbamatlı ilaçların topraktaki değişimleri," *Çağdaş Tarım Tekniği Dergisi*, 6: 38-45 (1978).
41. Kızılkaya, R., "Pestisitlerin toprakta tutunmaları", *O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(1):131-145 (1997).

42. Zeren, O., “Pestisitlerin çevreyi kirletme sorunu”. *Çağdaş Tarım Tekniği Dergisi*, 3: 45-52 (1978).
43. Tok, H. H., “Çevre kirliliği”. *Trakya Üniversitesi, Ziraat fakültesi, Toprak Bölümü*, Tekirdağ, 401 (1997) .
44. Sunding, D., Zivin, J., “Insect population dynamics, pesticide use and farmworker health”, *American Journal of Agricultural Economics*, 82(3): 527-540 (2000).
45. Tuncer, C., Ecevit, O., “Pestisit kullanımının dolaylı etkileri ve ekonomik önemi”, *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, Samsun, 6(1-2):141-151 (1991).
46. Moses, M., “Pesticide-related health problems and farmworkers”, *AAOHN Journal*, 37(3) :115-130 (1989).
47. Moses, M., “Pesticides”, Maxcy-Rosenau-Last Public Health and Preaentive Medicine, 14. th ed., Wallace, R. B., *Appleton&Lange*, Stamford, 593-607 (1998).
48. Tanrıvermiş, H., “Orta sakarya havzası’nda domates üretiminde tarımsal ilaç kullanımının ekonomik analizi,” *T.C. Tarım ve Köyışleri Bakanlığı, Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü Yayınları*, No:42, Ankara, 9 (2000).
49. WHO, “Public Health Impact of Pesticides Used in Agriculture”, Report of WHO/UNEP Working Group, *WHO*, Geneva, (1989).
50. Delen, N., Durmuşoğlu, E., Güncan, A., Güngör, N., Turgut, C., Burçak, A., “Türkiye’de Pestisit Kullanımı, Kalıntı Ve Organizmalarda Duyarlılık Azalışı Sorunları”, *Türkiye Ziraat Mühendisliği 6. Teknik Kongre*, Ankara, 629-648 (2005).
51. Gullino, M. L., Kuijpers, L. A. M., “Social and political implication of managing plant diseases with restricted fungicides in Europe”, *Annu. Rev. Phytopath.*, 32: 559-579 (1994).
52. Ragsdale, N. N., Sisler, H. D., “Social and political implication of managing plant disease in the United States”, *Annu. Rev. Phytopath.*, 32: 545-557 (1994).
53. Mmualefe, L. C., Torto, N., Huntsman-Mapila, P., 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”, *Microchemical Journal* , 91(2): 239–244 (2009).
54. Sankararamkrishnan, N., Sharma, A. K., Sanghi, R., “Organochlorine and organophosphorous pesticide residues in ground water and surface waters of

- Kanpur, Utar Pradesh, India”, *Environment International*, 31(1):113–120 (2005).
55. Dağ, S. S., Aykaç, V. T., Gündüz, A., Kantara, M., Sisman, N., “Türkiye’de pestisit endüstrisi ve geleceği”, *Türkiye Ziraat Mühendisliği 2. Teknik Kongre*, Ankara, 933-958 (2000).
56. İnternet Kaynağı: Antalya İl Tarım Müdürlüğü, “2009 yılı zirai ilaç tüketimi” [http://www.antalya-tarim.gov.tr/index\\_tr.asp?mn=19&bn=0&in=14](http://www.antalya-tarim.gov.tr/index_tr.asp?mn=19&bn=0&in=14) (2009).
57. İnternet Kaynağı: Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, “Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü Kayıtları”, <http://www.kkgm.gov.tr/genel/birimfaal.html> (2008).
58. Doong, R., Lee, S., Lee, C., Sun, Y., Wu, S., “Characterization and composition of heavy metals and persistent organic pollutants in water and estuarine sediments from Gao-ping River, Taiwan”, *Marine Pollution Bulletin*, 57: 846–857 (2008).
59. 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).
60. Li, X., Zhang, Q., Dai, J., Ganc, J., Zhou, J., Yang, X., Cao, H., Jiang, H., Xu, M., “Pesticide contamination profiles of water, sediment and aquatic organisms in the effluent of Gaobeidian wastewater treatment plant”, *Chemosphere*, 72: 1145–1151 (2008).
61. Wei, S., Wang, Y., Lam, J., C. W., Zheng, G. J., So, M. K., Yueng L. W.Y., Horii, Y., Chen, L.Q., Yu, H., Yamashita, N., Lam P. K.S., “Historical trends of organic pollutants in sediment cores from Hong Kong”, *Marine Pollution Bulletin*, 57:758–766 (2008).
62. Aydın, M. E., Özcan, S., Sari, S., “Konya ana tahliye kanalında su ve sedimentte organoklorlu pestisitler”, *Fresenius Environmental Bulletin*, 13(11b):1303-1308 (2004).
63. Zhoua, R., Zhub, L., Kong, Q., “Levels and distribution of organochlorine pesticides in shellfish from Qiantang River, China”, *Journal of Hazardous Materials*, 152: 1192–1200 (2007).
64. Turgut, C., “The contamination with organochlorine pesticides and heavy metals in surface water in Küçük Menderes River in Turkey, 2000–2002”, *Environmental International*, 29:29-32 (2003).
65. Kurt, P. B., Böke Özkoç H., “A survey to determine levels of chlorinated pesticides and PCBs in mussels and seawater from the Mid-Black Sea Coast of Turkey”, *Marine Pollution Bulletin*, 48:1076-1083 (2004).

66. Darko, G., Akoto, O., Oppong, C., “Persistent organochlorine pesticide residues in fish, sediments and water from Lake Bosomtwi, Ghana”, *Chemosphere*, 72: 21–24 (2008).
67. İnternet : DSİ Genel Müdürlüğü, “Asartepe Barajı” <http://www.dsi.gov.tr/baraj/detay.cfm?BarajID=67> (2010).
68. Tahmaz, P. K., “Asartepe sulama birliği alanında planlı su dağıtım esaslarının belirlenmesi”, Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 31-34 (2006).
69. İnternet : Ayaş Kaymakamlığı, “Ekonomik durum” [http://www.ayas.gov.tr/sayfa\\_goster.asp?h\\_id=167&tur=altkat](http://www.ayas.gov.tr/sayfa_goster.asp?h_id=167&tur=altkat) (2010).
70. Bayrak, S., Kaya, M., “Dünya’da Taze Domates ve İşlenmiş Domates Ürünleri Piyasası Önemli Ülkelerdeki Son Durum”, *Akdeniz İhracatçılar Birlikleri, Araştırma Serisi*, 59 (2009).
71. Canik, B., “Ayaş içmece ve kaplıcasının jeoloji-hidrojeoloji etüdü”, *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 80:137-153 (1973).
72. İnternet : Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü “İl ve ilçelerimize ait istatistikî veriler” <http://www.meteoroloji.gov.tr/> (2010).
73. Günay, A., Ul, M. A., “Sera Bitkilerinin Sulanması”, *Ege Üniversitesi, Bergama Meslek Yüksek Okulu*, Yayın No. 5, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 60-67 (2001).
74. İnternet : Çevre ve Orman Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ölçüm Deneti Dairesi Başkanlığı, “Su ve atık su ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi”, [http://www.lab-cevreorman.gov.tr/hie/su\\_degerlendirme.pdf](http://www.lab-cevreorman.gov.tr/hie/su_degerlendirme.pdf) (2010).
75. Ünlü, A., Çoban, F., Tunç, M. S., “Hazar Gölü su kalitesinin fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreler açısından incelenmesi”, *Gazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 1:119-127 (2008).
76. İnternet : Erdin, E., “Sulama Suyu Sorunlarına Genel Bakış”, Dokuz Eylül Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, <http://web.deu.edu.tr/erdin/pubs/doc144.htm> (2010).
77. Büyükgüngör, H., “Su Analizleri ve Arıtımı Deneyleri”, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü*, Samsun, 21 (1999).

78. İnternet : Malatya İl Özel İdaresi, “Sulama suyu analiz sonuçlarının değerlendirilmesi”, <http://www.malatyailozelidaresi.gov.tr/sonuc/yorum.asp> (2010).
79. İnternet : Edirne Belediye Başkanlığı Su Kanalizasyon Müdürlüğü, “İçme suyu arıtma tesisleri birimi”  
[http://www.edirnezabita.com/sukanalizasyon/icme\\_suyu\\_aritma\\_birimi.htm](http://www.edirnezabita.com/sukanalizasyon/icme_suyu_aritma_birimi.htm) (2010).
80. Güler, Ç., Çobanoğlu, Z., “Su Kirliliği”, *T.C. Sağlık Bakanlığı*, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi, Ankara, 12 (1994).
81. Samsunlu, A., “Çevre Mühendisliği Kimyası”, *Sam-Çevre Teknolojileri Merkezi Yayınları*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul, 143-181 (1999).
82. İnternet : Durusoy, R., “Halk Sağlığı Açısından İçme Kullanma Suyu Analizleri”, Ege Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı Anabilim Dalı, [http://halksagligi.med.ege.edu.tr/seminerler/2006-07/SuAnalizi\\_RD.pdf](http://halksagligi.med.ege.edu.tr/seminerler/2006-07/SuAnalizi_RD.pdf) (2010).
83. Uygan, D., Çetin, Ö., “Bor'un Tarımsal ve Çevresel Etkileri: Seydisuyu Su Toplama Havzası”, *II. Uluslararası Bor Sempozyumu*, Eskişehir, 528 (2004).

**EKLER**

## EK-1. İçme Suyu ve Sulama Suyu Analizlerinde Kullanılan Yöntemler

### **a)Sulama Suyu Analizlerinde Kullanılan Yöntemler**

pH: TS 3263 ISO 10523

Elektriksel İletkenlik: TS 9748 EN 27888

Sodyum, Potasyum, Kalsiyum Magnezyum, Bor: TS EN ISO 11885

Karbonat, Bikarbonat, Tuzluluk ve Alkalilik Sınıfı: SM 2320:B

Klorür, Sülfat: TS EN ISO 10304-1

Bakiye Sodyum Karbonat, SAR : TS EN ISO 17294-2/2003

### **b)İçme Suyu Analizlerinde Kullanılan Yöntemler**

Görünüş, Koku ve Tad: Organoleptik, DEV B1/2 / 1971

pH : TS 3263 ISO 10523

Organik Madde: Titrimetrik Yöntem

Toplam Sertlik: SM 2340 C:2005

Kalsiyum, Magnezyum, Sodyum, Potasyum, Bor : TS EN ISO 11885

Amonyum: Fotometrik Yöntem

Karbonat, Bikarbonat: SM 2320:B

Klorür, Sülfat, Nitrit, Nitrat: TS EN ISO 10304-1

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ERDEM, Özge  
Uyruğu : T.C.  
Doğum tarihi ve yeri : 18.04.1980 Ankara  
Medeni hali : Evli  
Telefon : 0 (312) 207 64 37  
Faks : 0 (312) 207 51 61  
e-mail : ozgeak@mynet.com

### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Ondokuz Mayıs Üniversitesi/ Çevre Müh.	2002
Lise	Batıkent Lisesi	1998

### İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2007-2010	Çevre ve Orman Bakanlığı	Uzman
2006-2004	BTC Petrol Boru Hattı Projesi	Çevre Mühendisi
2003-2004	Çev-Tek Ltd. Şti.	Çevre Mühendisi

### Yabancı Dil

İngilizce

### Hobiler

Seyahat, Müzik