



**T.C.**  
**NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TÜRKİYE'DEKİ ÇAVUŞÇU GÖLÜ'NDEKİ**  
**SAZAN (*Cyprinus carpio* L. 1758)'DA BAZI**  
**ORGANİK KLORLU PESTİSİT**  
**KALINTILARININ ARAŞTIRILMASI**

**Yonca SOYLU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı**

**Ekim-2018**  
**KONYA**  
**Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ KABUL VE ONAYI

Yonca SOYLU tarafından hazırlanan ‘‘Türkiye’deki Çavuşçu Gölü’ndeki sazan (*Cyprinus carpio* L. 1758)’da bazı organik klorlu pestisit kalıntılarının araştırılması’’ adlı tez çalışması .../...../2018 tarihinde aşığıdaki jüri tarafından oy birliğı ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitü Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

### İmza

#### Başkan

Doç. Dr. Gökhan ZENGİN

#### Danışman

Prof. Dr. Gökalp Özmen GÜLER

#### Üye

Doç. Dr. Ceyda ÖZFİDAN KONAĞI

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Ahmet AVCI  
FBE Müdürü

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## **DECLARATION PAGE**

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Yonca SOYLU

23.10.2018

**ÖZET****YÜKSEK LİSANS TEZİ****TÜRKİYE'DEKİ ÇAVUŞÇU GÖLÜ'NDEKİ SAZAN (*Cyprinus carpio* L. 1758)'DA BAZI ORGANİK KLORLU PESTİSİT KALINTILARININ ARAŞTIRILMASI****Yonca SOYLU****Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı****Danışman: Prof. Dr. Gökalp Özmen GÜLER****2018, 78 Sayfa****Jüri****Prof. Dr. Gökalp Özmen GÜLER  
Doç. Dr. Ceyda ÖZFİDAN KONAĞI  
Doç. Dr. Gökhan ZENGİN**

Tüm dünyada kullanıldığı gibi ülkemizde de tarım ürünlerine zarar veren canlıları yok etmek ve kaliteli ürünler elde etmek amacıyla tarımsal mücadelede pestisitler kullanılmaktadır. Pestisit kullanımı ile hedef organizma dışındaki canlılar da zarar görebilmektedir. Başvurulan yaygın ve bilinçsiz uygulamalar; hava, toprak ve su kirlenmesine, bitki ve hayvan sağlığına ve varlığına zarar verebilmektedir. Pestisitlerin insan organizmasına geçmesi ile de insan sağlığı açısından olumsuz etkiler ortaya çıkabilmektedir. Bu çalışmada, Konya ili Sarayönü ilçesi Çavuşçu Gölü'nde bulunan ve yöre halkı tarafından da tüketilen *Cyprinus carpio* L'da organik klorlu pestisit kalıntılarının varlığı araştırılmıştır. Balık numuneleri yaz ve kış mevsimi olmak üzere iki dönemde Çavuşçu Gölü'nden temin edilmiştir. Numunelerde organik klorlu pestisit kalıntılarının var olup olmadığının belirlenmesi için Gaz Kromatografik yöntem kullanılmıştır. Sonuçlara göre, Çavuşçu Gölü'nden toplanmış *Cyprinus carpio* L örneklerinin araştırılan 33 farklı organik klorlu pestisit arasından; Etridiazole, Chloroneb, Tecnazene, Chlorthal dimethyl, Heptachlor exo epoxide isomer B, Methoxychlor, Tetradifon olmak üzere 7 tanesi ile kontamine olduğu bulunmuştur. Bilinçsiz ve aşırı kullanılan pestisitlerin insan sağlığı için bir tehdit oluşturması nedeni ile tüketicilerin sağlığını korumak amacıyla balıklarda organoklorlu pestisit varlığının sürekli izlenmesi, pestisit kullanımına yönelik eğitim verilmesi ve gerekli denetimlerin yapılması gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** *Cyprinus carpio* L., Çavuşçu Gölü, Kromatografi, Organiklorlu pestisitler

**ABSTRACT****MS THESIS****INVESTIGATION OF SOME ORGANOCHLORINE PESTICIDE RESIDUES  
IN CARP (*Cyprinus carpio* L. 1758) FROM CAVUSCU LAKE, TURKEY****Yonca SOYLU****THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF  
NECMETTIN ERBAKAN UNIVERSITY  
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE  
IN MOLECULAR BIOLOGY AND GENETICS****Advisor: Prof. Dr. Gokalp Ozmen GULER****2018, 78 Pages****Jury****Prof. Dr. Gokalp Özmen GÜLER****Assoc. Prof. Dr. Ceyda ÖZFİDAN KONAKÇI****Assoc. Prof. Dr. Gökhan ZENGİN**

As it is used all over the world, pesticides are used in agricultural struggle in order to obtain quality products and destroy the living organisms that damage the agricultural products in our country. The use of pesticides can also damage living things outside the target organism. Common and unconscious practices applied; it can cause air, soil and water pollution, and can damage plant and animal health and existence. When the pesticides are transferred to the human organism, adverse effects may occur in terms of human health. In this study, the presence of organochlorine pesticide residues in *Cyprinus carpio* L. consumed by local people in Cavuscu Lake in Sarayönü-Konya has been investigated. Fish samples were obtained from Cavuscu Lake in two periods, summer and winter seasons. Gas Chromatographic method was used to determine whether or not the presence of organochlorine pesticide residues in the samples. According to results, it was found that the samples of *Cyprinus carpio* L that were collected from Cavuscu Lake was contaminated by 7 different OC pesticides including Etridiazole, Chloroneb, Tecnazene, Chlorthal dimethyl, Heptachlor exo epoxide isomer B, Methoxychlor, Tetradifon among 33 pesticides which were researched. Since unconscious and overused pesticides pose a threat to human health, it is necessary to monitor the presence of organochlorine pesticides in fishes, to provide training for the use of pesticides and to perform the necessary inspections in order to protect the health of consumers.

**Keywords:** *Cyprinus carpio* L., Cavuscu Lake, Chromatography, Organochlorine pesticides

## ÖNSÖZ

“Türkiye’deki Çavuşçu Gölü’ndeki sazan (*Cyprinus carpio* L. 1758)’da bazı organik klorlu pestisit kalıntılarının araştırılması” başlıklı bu yüksek lisans tez projesinde Konya ili Ilgın ilçesindeki Çavuşçu Gölü’nde bulunan *Cyprinus carpio* L.’da yaz ve kış mevsiminde bazı organik klorlu pestisit kalıntılarının bulunup bulunmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu tez çalışması Necmettin Erbakan Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Fizyoloji-Biyokimya Araştırma Laboratuvarı ve Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Fizyoloji-Biyokimya Araştırma Laboratuvarı’nda yürütülmüştür.

Bu tez konusunu veren ve çalışmalarım boyunca bana her konuda yardımcı olan, yol gösteren, desteğini esirgemeyen değerli danışmanım Sayın Prof. Dr. Gökâl Özman GÜLER’e teşekkürlerimi sunarım. Numunelerin analiz öncesi hazırlanması aşamalarında yardımcı olan Doç. Dr. Gökhan ZENGİN’e, Dr. Şengül UYSAL’a ve doktora öğrencisi Ramazan CEYLAN’a teşekkürlerimi sunarım. Çalışmalarım sırasında sınırsız desteğini her zaman hissettiğim sevgili eşim Yunus Emre SOYLU’ya da minnettarlığımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Yonca SOYLU  
KONYA-2018

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>v</b>
<b>ÖNSÖZ .....</b>	<b>vi</b>
<b>İÇİNDEKİLER .....</b>	<b>vii</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ.....</b>	<b>viii</b>
<b>TABLolar DİZİNİ.....</b>	<b>ix</b>
<b>KISALTMALAR .....</b>	<b>x</b>
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ARAŞTIRMASI .....</b>	<b>5</b>
2.1. Pestisit Tanımı .....	5
2.2. Pestisit Tarihçesi ve Kullanımı .....	5
2.3. Pestisitlerin İsimlerinin Belirlenmesi.....	6
2.4. Pestisitlerin Sınıflandırılması.....	7
2.5. Dünyada ve Türkiye’de Pestisit Kullanımı.....	25
2.6. Konya İlinde Pestisit Kullanımı.....	30
2.7. Pestisit Su Sistemlerine Etkisi .....	32
2.8. Çavuşçu (Ilgın) Gölü .....	34
2.9. Cyprinidae Familyası.....	35
2.9.1. Sazan ( <i>Cyprinus carpio</i> L. 1758).....	36
2.10. <i>Cyprinus carpio</i> L. 1758 ve Akuatik Ortamlardaki Bazı Organik Klorlu Pestisit Kalıntıları İle İlgili Yapılan Çalışmalar .....	37
2.10.1. Dünyada yapılan çalışmalar .....	38
2.10.2. Türkiye’de yapılan çalışmalar .....	40
2.10.3. Konya’da yapılan çalışmalar .....	42
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>43</b>
3.1. Çalışmada Kullanılan Numunelerin Temin Edilmesi .....	43
3.2. Çalışmada Kullanılan Numunelerin Ekstraksiyonları .....	43
3.3. Gaz Kromatografik Analizler .....	44
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA .....</b>	<b>46</b>
<b>5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....</b>	<b>53</b>
5.1 Sonuçlar .....	53
5.2 Öneriler .....	54
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>55</b>

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. <i>p,p'</i> -DDT.....	14
Şekil 2.2. Lindan.....	16
Şekil 2.3. Endosülfan .....	19
Şekil 2.4. Aldrin .....	21
Şekil 2.5. Dieldrin .....	22
Şekil 2.6. Klordan .....	24
Şekil 2.7. Yıllara göre pestisit tüketim miktarları.....	27
Şekil 2.8. 2014 yılı bölgeler göre pestisit tüketim oranları (%)......	27
Şekil 2.9. 2014 yılı pestisit tüketim oranlarındaki küresel değişim.....	28
Şekil 2.10. 2014 yılı küresel pestisit kullanım oranları.....	29
Resim 2.1 Ekin alanlarına pestisit uygulaması.....	32
Resim 2.2. Pestisit döngüsünde farklı aşamaları aktaran bir şema.....	33
Resim 2.3. Çavuşçu (Ilgın) Gölü.....	35
Resim 2.4 <i>Cyprinus carpio</i> çizimi.....	36
Resim 3.1. Ekstraksiyon aşamalarından bir resim.....	44

**TABLULAR DİZİNİ**

Tablo 2.1. Bazı önemli ülkelerin pestisit tüketimi.....	29
Tablo 2.2. Türkiye’de pestisit tüketimi.....	30
Tablo 2.3. Göl, gölet ve baraj göllerinde trofik sınırlandırma sistemi sınır değerleri.....	34
Tablo 3.1. Numunelerde araştırılan organik klorlu pestisitler ve hedef iyon ile doğrulama iyonları.....	45
Tablo 4.1. Çavuşçu Gölü’ndeki <i>Cyprinus carpio</i> ’da yaz ve kış mevsiminde araştırılan organik klorlu pestisitler.....	46
Tablo 4.2. Çavuşçu Gölü’nden alınan <i>Cyprinus carpio</i> L. 1758 örneklerinde yaz ve kış mevsiminde saptanan organik klorlu pestisit kalıntı ortalama değerleri (ppb).....	47

## KISALTMALAR

A.B.D.: Amerika Birleşik Devletleri  
 ACGIH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists  
 ATSDR: Agency of Toxic Substances and Disease Registry  
 BCH: beta-Hexachlorocyclohexane  
 CAS: Chemical Abstracts Service  
 CC: *cis*-klordan  
 CHL: Chlordan  
 DDD: Dichlorodipenyldichloroethane  
 DDE: Dichlorodipenyldichloroethylene  
 DDT: Diklorodifeniltri-kloroetan  
 DEP: New Jersey Department of Environmental Protection  
 DOT: Department of Transportation  
 EDS: Endosülfan  
 EEG: Elektroensefalografi  
 FAO: Food and Agriculture Organization  
 FDA: Food and Drug Administration  
 GFEA-U: German Federal Environment Agency, Umweltbundesamt  
 IARC: International Agency for research on Cancer  
 ICSCs: International Chemical Safety Cards  
 IFCS: Intergovernmental Forum on Chemical Safety  
 IRIS: Integrated Risk Informaton System  
 ISO: International Organization for Standardization  
 IUPAC: International Union of Pure and Applied Chemistry  
 HCB: Heksaklorobenzenin  
 HCH: Hexachlorocyclohexane  
 NAS: National Academy of Sciences  
 NIOSH: National Institute for Occupational Safety and Health  
 NJ Health: New Jersey Department of Health and Senior Services  
 WHO: Dünya Sağlık Örgütü  
 OC: Organochlorine  
 OCP: Organochlorine Pesticide  
 OSHA: Occupational Safety and Health Administration  
 OxC: Oksiklordan  
 PANAP: Pesticide Action Network Asia and the Pacific  
 PAH: Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar  
 PCB: Poliklorlu Bifenil  
 POPs: Persistent Organic Pollutants  
 Rt: Retantion time  
 TBARS: Tiyobarbitürik asit reaktif maddeler  
 TİSİT: Tarım İlaçları Sanayici, İthalatçı ve Temsilcileri Derneği  
 TC: *trans*-klordan  
 TN: *trans*-nonaklor  
 US: United States  
 US EPA: United States Environmental Protection Agency

## 1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun ve buna bağlı olarakta ihtiyaçların hızla artışı, her alanda üretim verimliliğini arttırma gerekliliğini getirmiş, bu amaçla yoğun bir şekilde tarımsal mücadelede, halk sağlığı, çevre sağlığı ve veteriner hekimlik alanlarında kullanılan pestisit maddelerinin de aralarında bulunduğu kimyasal maddelerin kullanımını da arttırmıştır. Başvurulan yaygın ve bilinçsiz uygulamalar; hava, toprak ve su kirlenmesine, bitki ve hayvan sağlığına ve varlığına zarar verebilmektedir. Endüstriyel atık şeklinde veya tarımsal alanda aşırı kullanımları sonucu doğaya salınan bu kimyasalların kalıntıları sucul ekosistemi oluşturan su, sediment ve sucul biyolojik ortam gibi kompartmanları kontamine etmekte ve doğrudan veya dolaylı olarak balıklar ve diğer su canlılarında yaygın ölümlere neden olabilmektedirler. İnsan, hayvan ve çevre sağlığının korunması amacıyla gerekli doz ve sürelerde dikkatli bir şekilde kullanılmalıdır (Atmaca, 2016).

Tarım yapmakta hedef, insan ve çevre üzerinde en az zararlı etki ile düşük maliyetli, yüksek kaliteli besin üretmektir. Artan çevre ve insan sağlığı standartları ve maliyetler karşısında tarımın daha üretken ve daha karlı olmasını sağlamak amacıyla zararlılarla mücadelede ekolojik olarak dengeli programlarla tamamlanmış mevcut kimyasal, biyolojik ve rekombinant teknolojilerin en iyi birleşimi kullanılmalıdır. Bu hedefe ulaşmak için yapılan uygulamalar; bilime dayalı sağlam temellere, uygulamalı araştırmalara ve kararlara bağlı olmalıdır (National Research Council, 2000).

Yirminci yüzyılın sonlarına doğru bitki çeşitliliğindeki artışa bağlı olarak çiftçi ve üreticilerin ürünlerdeki kalite ve miktarında da aynı artışı yakalama isteği elbette ki pestisit kullanımı eğrisinde de artışa neden olmuştur. Bunda, ülkemizde görülen insan nüfusundaki artış, köyden kente olan göç, bilinçsiz tüketim v.b. etkenler dikkate değer bir baskı oluşturmaktadır. Bununla ilgili olarak 2005 yılında Türkiye Ziraat Mühendisliği'nin "Türkiye'de Pestisit Kullanımı, Kalıntı ve Organizmalarda Duyarlılık Azalışı Sorunları" başlıklı kongresinde Delen ve arkadaşları ülkemizde pestisit tüketiminin 2002 yılında 1979 yılına oranla %45.29'luk bir artış gösterdiğini açıklamıştır. Etken maddelerdeki tüketimin genel olarak gelişmiş ülkelere karşın oldukça düşük olduğunu ancak entansif tarım yapılan bölgelerimizde tüketimin gelişmiş ülkeler düzeyine ulaştığını göstermişlerdir. Genel olarak az pestisit tüketilmesine karşın, en yoğun tüketilen pestisitlerin çevre ve sağlık açısından önemli riskler taşıdığına ve bu konuda yapılan çalışmaların gelişmiş ülkelere oranla Türkiye'de oldukça az olduğuna

dikkat çekmişler, sonuç olarak tarım ilacı kullanımının gelişmiş ülkeler standartlarında, çok bilinçli ve kontrollü yapılması gerekliliğini savunmuşlardır (Delen ve ark., 2005).

Pestisitlerin çoğu hedef organizma için etkili olurken, hedef olmayan insan ve diğer canlılara da zarar vermektedir. Toprak, hava ve suda yaygın olarak buldukları gibi kentsel alanlarımızdaki hedef olmayan bitki örtüsünde de bulunur. Yararlı toprak mikroorganizmaları ve böceklerden, hedef olmayan bitkilere, balıklara, kuşlara ve diğer vahşi hayvanlara kadar geniş bir aralıktaki bitki ve hayvanlara zarar verebilirler (Singh ve Seneviratne, 2017).

Özellikle doğal parçalanmaya karşı dirençli olması ve yağ dokularında çözünebilme özellikleri organoklorlu pestisitlerin biyo ekosistemde uzun süre birikerek sucul canlılardan insanlara kadar tüm canlılar için zararlı seviyelere ulaşabilmesini sağlamaktadır (Ahmed ve ark., 1998).

1948 yılında insan vücudunda ilk kez organik klorlu pestisit kalıntılarında rastlanmış, toksikolojik açıdan bazılarının zararsız olduğu, bazılarının kanserojen olduğu ve sinir sistemine etkisi olduğu anlaşılmıştır. Kalıntıların en önemli kaynağının gıdalar olması sebebiyle tarım ürünlerinden daha etkili faydalanabilmek, daha verimli ürünler elde edebilmek adına 1960 yılında FAO ve WHO tarafından kurulan “pestisit kalıntıları kodex komitesi”nin yaptığı tanımlamalar ve dayandığı bilimsel veriler ışığında pestisitlerin gıdalarda bulunmasına izin verilen kalıntı değerleri saptanmıştır (Akman ve ark., 2004; Altıkat ve ark., 2009).

Şüphesiz pestisitler son elli yıldır tarım ürünlerinin artışında ve hastalık vektörlerinin kontrolünde yararlı olmuşlardır fakat Rachel Carson’un kitabı Silent Spring (1962) ile bazı pestisitlerin çevreye olan yan etkileri konusunda pestisit kullanıcılarını uyarılmasından itibaren artan eleştiriler olmuştur (Matthews, 2016).

Pestisitler fiziksel, kimyasal ve özdeş özelliklerine göre bir sınıftan diğerine farklılık gösterirler. Bu nedenle pestisitlerin, özelliklerine dayanarak sınıflandırılması ve yapılan çalışmalarla ilgili gruba dahil olması önemlidir. 1980’de Drum tarafından önerilen üç özgün sınıflandırma metodu; (i) giriş moduna dayalı sınıflandırmayı (pestisitlerin hedef organizmaya temas etmesi veya hedef organizmanın içine girmesi durumuna göre değişir; sistemik pestisitler, temas pestisitleri, mide toksik maddeleri, fumigantlar, repellentler bu gruba girer), (ii) pestisit, işlevine ve yok ettikleri zararlı organizmaya dayalı sınıflandırmayı (hedef zararlı organizmaya dayanır ve pestisit yansıttığı aktiviteye göre spesifik olarak isimlendirilir; insektisitler, fungusitler, bakterisitler, herbisitler, rodentisitler, algasitler, akarisitler, larvasitler, mollusitler v.b.

bu gruba girer) ve (iii) pestisitlerin kimyasal bileşimine dayalı sınıflandırmayı (pestisitleri sınıflandırmanın en yaygın ve kullanışlı metodu kimyasal bileşenlerine ve aktif bileşenlerinin yapısına dayalıdır, ilgili pestisitlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin etkisi hakkında bilgi veren nitelikte bir sınıflandırmadır, bu bilgi uygulama yönteminin, uygulama oranının ve uygulama esnasında alınması gereken önlemlerin belirlenmesinde çok yararlıdır) içerir (Yadav ve Devi, 2017).

Çoğunlukla kullanılan, pestisitlerin kimyasal yapısına göre organik ve inorganik pestisit olarak ikiye ayrıldığı sınıflandırmadır. Organik pestisitlerin moleküler sistemleri temelinde karbon molekülüne sahip kimyasallara dayalıdır ve bu kimyasallar, inorganik pestisittekilere oranla genellikle suda kolayca çözünmeyen daha kompleks bir yapıya sahiptir. İnorganik pestisitler çevresel olarak kararlı, genellikle suda kolayca çözünen daha basit bileşiklerdir. İlk kimyasal pestisitlerin inorganik olmasına karşın modern pestisitlerin büyük çoğunluğu organik pestisitleri içermektedir (Eldridge, 2008).

Organik pestisitler kendi aralarında; bitkiler gibi doğal olarak meydana gelen kaynaklardan elde edilen doğal organik pestisitler ve kimyasal sentez ile yapay olarak üretilen sentetik organik pestisitler olarak iki alt gruba ayrılmaktadır. Modern pestisitlerin çoğunluğunu bu sentetik organik pestisitler içermektedir. Organoklorin (klorlanmış hidrokarbonlar) sentezlenmiş ilk pestisit grubunu ifade eder ve iyi bilinen bir insektisit olan DDT bu gruba dahildir (Eldridge, 2008).

Tarımsal üretim, akuakültür ve toplum sağlığındaki faydalarının farkına varıldıkça günden güne artan pestisit kullanımının belirli konsantrasyondan fazlası akuatik organizmalar için toksik etki yapmaktadır. Bu bileşiklerin toksisitesinin seviyesi balık türüne ve pestisit grubuna göre değişmektedir. Suda eriyebilen şekilde formüle edilen pestisitler formülasyonlarından dolayı su içerisinde kısa sürede dağılırlar, toz veya granül formda bulunanlar ise su içerisinde askıda kalarak uzun süre aktif maddelerinin yayılmasına neden olurlar. Balıklar solungaçları vasıtasıyla su ortamından bunları absorbe ederek ya da bulaşık materyalleri besin olarak tüketimi sonucu pestisitle bulaşabilir ya da zehirlenebilir (Toros ve Maden, 1991, Atamanalp ve Yanık, 2001).

Pestisitlerin, kullanılmalarının ekonomik açıdan ve sağlık bakımından faydaları inkar edilemez. Kemiricileri, böcekleri ve diğer pestilleri yok ederken, ayrıca bu hayvanlarla taşınan vektör hastalıklara karşı savaşta kullanılmaları ve gittikçe artan nüfusa karşı zaten yetersiz olan tarım ürünlerini pestillerden korumak ve sonucunda diğer ve çok önemli bir sorun olan açlık ile savaşmak ve hatta ekonomiye büyük fayda sağlamak pestisitlerin faydalarındandır. Pestisitlerin tarım dışında kırsal alanlarda ve

karayollarında yabancı otlara karşı kullanılması, resmi kuruluşlar tarafından sivrisinek ve rodentlere karşı kullanılmaları, ayrıca kişisel alanlarda ve bahçe işlerinde kullanılabilir olması yine faydalarından sayılmaktadır. Pestisitlerin yanlış kullanılmaları ve diğer nedenlerle gittikçe önem kazanan; akut ve kronik zehirlenmeleri çeşitli nedenlerle oluşturabilmek, kullanıldıkları yerlerde toprağı ve suyu kirlettikleri gibi biyolojik ve fiziksel yollarla buldukları yerlerden çok uzak bölgelere kadar taşınmaktadırlar (Vural, 2005).

İstenen zararlıyı kontrol ederken başka hiçbir canlı türüne zarar vermemesi, biyolojik organizmalarla ya da doğal kimyasal ayrışma ile kolayca parçalanan, karbondioksit, oksijen ve su gibi güvenli materyallere dönüşmesi, uygulama alanı neresi ise orada kalabilmesi ve çevreye yayılmaması ideal pestisit niteliklerinden sayılabilir. Ne yazık ki günümüzde kullanılan hiçbir pestisit ideal niteliklere sahip değildir (Raven ve ark., 2012).

Bu yüksek lisans tez çalışmasının amacı; Konya ilinin Ilgın ilçesinde yer alan Çavuşçu Gölü'nde bulunan ve sevilerek tüketilen bir balık türü olan *Cyprinus carpio* L. türündeki bazı organik klorlu pestisit kalıntılarının araştırılmasıdır. Çevre kirliliğı ve insan sağlığı açısından pestisitlerin zararlı etkileri düşünüldüğünde, bu tez çalışmasından elde edilecek veriler oldukça önemlidir. Dünyada ve ülkemizde önemli bir balık türü olan ve sıkça tüketilen *Cyprinus carpio* L. türünün örneklerinde organik klorlu pestisit kalıntılarının incelendiğı pek çok çalışma yapılmasına rağmen Çavuşçu Gölü'nde yapılmış olan bir çalışmaya rastlanılmaması bu tezin önemini arttırmaktadır.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

### 2.1. Pestisit Tanımı

Pestisit Yabancı kaynaklı bir kelime olup, pest=zararlı kelime kökü ile cide=öldürücü kelime kökünün biraraya gelmesiyle pesticide olmak üzere zararlıları öldürücü anlamına gelmektedir (TİSİT, 2014).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ile Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından pestisitlerin tanımı; “Gıda, tarım hammaddeleri, ahşap ve ahşap ürünleri veya hayvan yem maddelerinin üretimi, işlenmesi, depolanması veya pazarlanması esnasında olumsuz etkileyecek veya zarara neden olacak rahatsızlık veren zararlıları, istenmeyen bitki ve hayvan türlerini, insan veya hayvan hastalıklarının taşıyıcılarını da kapsayan herhangi bir haşerenin uzaklaştırılmasına, yok edilmesine veya kontrol edilmesine yönelik kullanılan madde veya maddeler karışımları veya virüsleri de kapsayan mikroorganizmalar; veya hayvanların vücutlarının içerisinde veya üzerinde bulunabilecek böcek, eklembacaklılar veya diğer haşerelerin kontrolünde uygulanan maddeler anlamına gelmektedir. Bu terim; haşarat veya bitki büyüme düzenleyicisi, yaprak dökücü, kurutucu olarak kullanımı amaçlanan maddeleri veya ham meyveleri düzenleyici, seyreltici, erken dökülmesini önleyici etkenleri ve depolanma ve taşınma esnasında ticari malların bozulmadan korunması için bitkilere hasattan önce veya sonra uygulanan maddeleri de kapsamaktadır. Bu terim ayrıca; pestisit istenen performansını tamamlayıcı pestisit sinerjilerini (aynı yönde etki eden maddeleri) ve güvenlik katkı maddesini de (pestisit kendisinin ürüne zarar vermesini engellemek amacıyla katılan madde) kapsamaktadır.” ifadesiyle ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur (FAO, 2010).

A.B.D. Çevre Koruma Ajansı (US EPA) pestisit terimini, herhangi bir zararlının önlenmesine, yok edilmesine, uzaklaştırılmasına, azaltılmasına yönelik herhangi bir madde veya karışım, bitki düzenleyici, yaprak dökücü, kurutucu olarak kullanılmaya yönelik herhangi bir madde veya karışım ve herhangi bir azot sabitleyici olarak göstermiştir (US Government Publishing Office, 2013).

### 2.2. Pestisit Tarihçesi ve Kullanımı

Tarıma başlandığı zamana kadar uzanan pestisit kullanımı toprak verimliliğinin düşmesine paralel olarak zararlı popülasyonunda artışa dayanarak zamanla daha belirginleşmiştir (Muir, 2002).

Ancak modern pestisitlerin kullanımı ve halk sağlığı konusu 19. Yüzyıla dayanır. 1960'larda mantar, böcek ve bakteri kontrolü için kullanılan ilk pestisit jenerasyonu yüksek toksik bileşikleri, arsenik ve hidrojen siyanürü, Bordeaux karışımını (bakır sülfat, kireç ve su) ve sülfürü kapsamıştır. Toksik olmaları ve etkili olmamaları nedeniyle kullanımları bırakılmıştır. İkinci jenerasyon sentetik organik bileşiklerin kullanımını kapsar. İlk önemli organik pestisit Alman bilim adamı Ziedler tarafından 1873'te sentezlenmiş (Othmer, 1996) ve 1939'da İsviçreli kimyager Paul Muller tarafından böcek öldürücü etkisi keşfedilmiş Diklorodifeniltrikloroetan (DDT)'dir. DDT ilk başlarda geniş spektrumlu etkisi, devamlılığı, çözünmezliği, ucuzluğu ve kolay uygulanabilirliği nedenleriyle sihirli olarak anılmıştır (Kenneth, 1992).

DDT'nin başarısının ardından Rachel Carson'ın "The Silent Spring" adlı kitabında çağı "kimyasal yağmur" çağı olarak tanımladığı pek çok diğer kimyasal sentezlenmiştir (Zacharia, 2011).

Tarımda pestisitlerin aşırı kullanımı için iyi bilinen "Yeşil Devrim"den de söz etmek gerekmektedir. II. Dünya Savaşından sonra hızla artmaya başlayan dünya nüfusunun beslenme gereksinimlerinin karşılanması için temelde dar alanda en yüksek düzeyde ürün alınabilmesi için tarım ilaçlarının, kimyasal gübrelerin ve aşırı suyun kullanılmasını kapsayan "Green Revolution (Yeşil Devrim)" olarak adlandırılan bir gelişme yaşanmıştır. Gerçekten de yeşil devrim sayesinde tarımsal üretim belirgin bir biçimde artmıştır. 1970'lere gelindiğinde çevre sağlığının insan sağlığı üzerindeki etkileri araştırılmaya ve tartışılmaya başlanmış, hatalı kullanılan tarım ilaçlarının ve kimyasal gübrelerin insan sağlığına zarar verdiği gösterilmiştir. Zamanında kurtarıcı olarak gösterilen yeşil devrim geride çevre kirliliği gibi ciddi yan etkiler bırakmıştır (Tüysüzöğlü ve Gülsaçan, 2004; Meseri, 2008).

### **2.3. Pestisitlerin İsimlerinin Belirlenmesi**

Pestisitlerin bilinen isimleri, belirlenmeleri için kimyasal yapıları bakımından yeterince bilgi sağlamamaktadır. Kimyagerlerin bir kimyasalı tanımlamakta kullandıkları "sistemik isimlendirme" genellikle uzun ve karmaşık olmasına karşın bilinen milyonlarca kimyasalın spesifik olarak isimlendirilmesinde kullanılması gerekmektedir. International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) ve Chemical Abstracts Service (CAS) tarafından kimyasalların sistemik isimlerinin türetilmesinde kullanılan iki ana sistem vardır. Anlatılan iki sistemik isimlendirmeye örnek olarak sırasıyla isimlendirilen bir insektisite bakacak olursak; IUPAC sistemik ismi: (E)-1-(6-kloro-3-pridilmetil)-N-nitroimidazolidin-2-ylideneamin olan aynı

insektisit CAS sistematik ismi: (2E)-1-[(6-kloro-3-pridinil)metil]-N-nitro-2-imidazolidininin şeklindedir (Zacharia, 2011).

CAS bir kimyasal diğerinden ayırt etmek için her kimyasala sistematik isme ek olarak bir kayıt numarası atar. Örneğin anlatılan kimyasala CAS tarafından atanan kayıt numarası 138261-41-3 şeklindedir (Zacharia, 2011).

Pestisit kullanıcıları için çok uzun ve karmaşık olan sistematik isimler daha çok, pestisit alanında spesifik araştırma yapan uzmanlar tarafından gereken kimyasalın doğru tanımlanması için kullanılmaktadır. Pestisit hakkında okumak, yazmak ve konuşmak için nispeten kısa, kolay ve akılda kalıcı isimler daha yardımcı olmakta rol oynamaktadır. International Organization for Standardization (ISO) tarafından kurallar dahilinde, yanıltıcı olmayan, benzerliği bulunmayan, diğer pestisit ve ilaçlarla karışmayacak onaylanmış isimler hazırlanan kılavuzlarda bulunmaktadır. ISO tarafından onaylı isimler tüm diğer ülkelerde de geçerlidir. Örneğin; sözü geçen (E)-1-(6-kloro-3-pridilmetil)-N-nitroimidazolidin-2-ylideneamin isimli insektisite sistematik isminin bir bölümünden elde edilmiş olan “imidakloprid” ismi verilmiştir (Zacharia, 2011).

#### **2.4. Pestisitlerin Sınıflandırılması**

Pestisit uygulamaları için hedef organizmalara göre sınıflandırma uygundur. Ancak analiz için, benzer yapıdaki bileşiklerin kimyasal yapılarına göre sınıflandırılması daha uygundur (Chau ve Afghan, 1982).

Pestisit kelimesi bazı zararlıları öldürmek için kullanılan insektisitleri, herbisitleri, fungusitleri, rodentisitleri, ahşap koruyucuları, bahçe kimyasallarını ve evsel dezenfektanları ifade eden kapsayıcı bir terimdir. Sentetik pestisitler ihtiyaca bağlı olarak çeşitli şekilde sınıflandırılır (Aktar ve ark., 2009).

Tarım İlaçları Sanayici, İthalatçı ve Temsilcileri Derneği (TİSİT, 2014) sağlıklı, kaliteli ve ekonomik sürdürülebilir tarım için doğru ve sağlıklı bilgi gerekir açıklamasını yaptığı raporda pestisitlerin sınıflandırılmasına çok geniş yer vermiştir, değişik özellikleri dikkate alınarak çeşitli şekillerde sınıflandırılmalarını şöyle sıralamıştır.

Pestisitler;

- Formülasyon şekillerine göre
- Etkiledikleri zararlı gruplarına göre
- Kullanma tekniğine göre

- Etkilediği zararlıların biyolojik dönemlerine göre
- Zararlıların etki yollarına göre
- Toksik özelliklerine göre
- Kontrol ettiği zararlının bulunduğu yere ve konukçunun durumuna göre
- İlacın fiziki haline göre
- Bileşimindeki etkili madde grubuna göre sınıflandırılırlar.

### **1. Pestisitleri formülasyon şekillerine göre sınıflandırma**

- Toz ilaçlar (DP)
- Islanabilir toz ilaçlar (WP)
- Suda çözünen toz ilaçlar (SP)
- Kuru tohum ilaçları (DS)
- Solüsyonlar veya sulu çözeltiler
- Emülsiyon konsantre ilaçlar (EC)
- Akıcı konsantre ilaçlar (SC)
- Yağlar (GS) (Yazlık ve Kışık yağlar)
- Tabletler (TB)
- Granüller (GR)
- Pelletler
- Aerosoller (AE)
- Zehirli yemler (RB)
- Kapsül şekli verilmiş formülasyonlar (Süspansiyonlar (CS))
- Gübre karışımları
- Yağ konsantreleri ve yağ solüsyonları
- Çok düşük hacimli ilaçlamaya uygun sulandırılmadan kullanılan sıvı ilaç formülasyonları
- Gaz halinde olanlar (ve neşredenler)(VP-GA)
- Diğerleri

### **2. Etkiledikleri zararlı gruplarına göre sınıflandırma**

Bunlardan en yaygın olarak kullanılan sınıflandırma şekillerinden biri etkiledikleri canlı gruplarına yönelik yapılan sınıflandırmadır.

- Böcekleri öldüren (İnsektisit)
- Akarları, örümcekleri öldüren (Akarisit)

- Nematodları öldüren (Nematisit)
- Yumuşakçaları öldüren (Salyangozları) (Mollussisit)
- Kemirgenleri öldüren (Rodentisit)
- Kuşları öldüren (Avisit)
- Yaprak bitlerini öldüren (Afsit)
- Fungusları öldüren (Fungusit)
- Fungusların faaliyetini durduran (Fungustatik)
- Yabancı otları öldüren (Herbisit)
- Bakterileri öldüren (Bakterisit)
- Algleri öldürenler (Algisit)
- Kaçırıcılar (Repellentler)
- Çekiciler (Atrakantlar)

### **3. Kullanma tekniğine göre sınıflandırma**

- Doğrudan kullanılan ilaçlar (toz ilaçlar, granüller ve bazı Nematisitler)
- Su veya organik çözücü ile seyreltilerek kullanılan ilaçlar

### **4. Etkilediği zararlının biyolojik dönemine göre sınıflandırma**

- Larva öldüren (Larvisit)
- Yumurta öldüren (Ovisit)
- Hem yumurta hem larva öldürenler (Ovalarvisit)
- Erginleri öldürenlerdir (Adultisit)

### **5. Zararlılara etki yollarına göre sınıflandırma**

Zararlılarda; bu sınıflandırmada pestisitlerin zararlı organizmaya giriş yolu dikkate alınır.

- Mide zehirleri
- Değme (temas) zehirleri
- Solunum (teneffüs) zehirleri

Bitkilerde;

- Sistemikler
- Yarı sistemikler
- Sistemik olmayan türlerdir

### **6. Toksik özelliklerine göre sınıflandırma**

Etkilediği canlılarda meydana getirdiği zehirlenmeler esas alınarak yapılan sınıflandırmadır.

- Fiziksel zehirler
- Protoplazma zehirleri
- Sinir sistemi zehirleri
- Solunum zehirleri
- Antiguagulantlar

### **7. Kontrol ettiği zararlının bulunduğu yere ve konukçunun durumuna göre sınıflandırma**

- Kültür bitkilerindeki zararlılara karşı kullanılanlar
- Orman zararlılarına karşı kullanılanlar
- Kerestelerin korunmasında kullanılanlar
- Depodaki ürüne zarar verenlere karşı kullanılanlar
- Ev böceklerine karşı kullanılanlar
- Hastalık vektörlerine karşı kullanılanlar
- Hayvan ve insanlardaki dış parazitlere karşı kullanılanlar

### **8. İlacın fiziki haline göre sınıflandırma**

- Katı formülasyonlar
- Likit formülasyonlar

### **9. Bileşimindeki etkili madde grubuna göre sınıflandırma**

#### a. İnsektisitler

“Klorlu Hidrokarbonlar”

- Klorlandırılmış Hidrokarbonlar
- Organik fosforlular
- Karbamatlar
- Sentetik Pretroitler
- Benzoyl Üreler
- Bakteriler
- Diğerleri

#### b. Akarisitler

- Halojen ve oksijenliler
- Amin ve hidrazin türevleri
- Dinitrojenal ve esterler
- Kükürtler
- Organik kalaylılar

- Diğerleri

c. Kış mücadele yağları ve yazlık yağlar

- DNOC ammonium
- Yağ
- Yağ+DNOC
- Yazlık yağlar

d. Fumigantlar, nematisitler ve toprak fumigantları

- Fumigantlar
- Nematisitler ve toprak fumigantları

e. Rodentisitler ve mollusitler

- Rodentisitler
- Mollusitler

f. Fungusitler

Koruyucu fungusitler

- Bakırlılar
- Dicarboximitler-Phytalinidler
- Dithiocarbamatlar
- Kalaylılar
- Kükürtlüleri
- Nitro bileşikler
- Diğerleri

Sistemik fungusitler

- Aminler ve amidler
- Benzimidiazoller
- Morphinler
- Pyrimidler
- İmidazoller
- Triazoller
- Diğer sistemik fungusitler

Biyolojik fungusitler

g. Herbisitler

- Penoxy bileşikler
- Karbamatlar

- Üre bileşikleri
- Sulfonyl üreler
- Anilinler
- Amidler ve anilinler
- Benzoik asitler
- Picolinic asitler
- Organik halojen asitler
- Diazinler
- Triazinler
- Benzonitriller
- Siklohexonlar
- İmidazolinonlar
- Triazololler
- Oxadiazoller
- Aminofosfonatlar
- Diğerleri

#### h. Bitki korumada kullanılan diğer maddeler

- Demirli bileşikler
- Böcek cezp ediciler
- Fremonlar
- Bitki gelişim düzenleyiciler
- Auxinler
- Gibberellinler
- Sitokininler
- İnhibitörler ve büyüme gerileticiler
- Diğerleri (TİSİT, 2014)

### **10. Kimyasal yapısına göre pestisitlerin sınıflandırılması**

Buchel, 1983'e göre, pestisitler etken maddelerinin kimyasal yapısına bağlı olarak kimyasal sınıflandırma altında kategorize edilir. Kimyasal sınıflandırma bu alanda detaylı bir şekilde çevre ve pestisit üzerinde çalışan araştırmacılar için bugüne kadar yapılmış en kullanışlı sınıflandırmadır. Bunun nedeni, ilgili pestisitlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri ve etki mekanizmaları ile uygulama şekli ve uygulama esnasında uygulama oranlarına bağlı olarak alınacak önlemlerle ilgili ipucu vermesidir.

Kimyasal sınıflandırmaya bağlı olarak pestisitler dört ana grup altında adlandırılır;

- Organoklorlu pestisitler
- Organofosfatlı pestisitler
- Karbamatlar
- Piretrin ve pretiroidler (Buchel, 1983).

### 10.1. Organik klorlu pestisitler

Organik klorlu pestisitler veya organoklorik pestisitler, beş ya da daha fazla klor atomuna sahip organik bileşiklerdir. Organoklorlular tarım ve toplum sağlığı için kullanılan ilk sentetik organik pestisitlerdir. Bu pestisitlerin çoğu çok çeşitliliğe sahip haşerelerin kontrolünde insektisit olarak geniş bir kullanım alanına sahiptir, kimyasal ve mikrobiyel bozulmaya en dayanıklı grup olduğundan uzun vadeli bir kalıntı etkisi vardır. Organoklorik insektisitler, merkezi sinir sistemine etki ettiği haşereyi paralyze ederek nihai ölümüne neden olurlar (Zacharia, 2011).

Besin ürünlerinde bulunan organik klorlu pestisitler gibi kirleticilerin insanlardaki toksik etkileri görüldükçe artan farkındalıkla beraber kullanımında izin verilen seviyelerdeki sıklıkta gün geçtikçe artmaktadır (Walker, 2009).

Bu analitler doğada kolayca indirgenmediklerinden, lipofilik olmalarından ve vücutta birikmeye olan eğilimlerinden kaynaklı olarak balık ve et gibi yağlı besinlerde yüksek konsantrasyonlarda bulunabilirler (Patel ve ark., 2005).

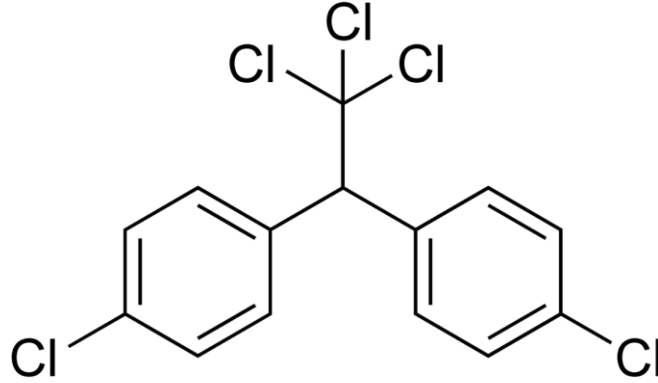
Organizmaların besin ve su tüketimi, solunum ve deri ya da dış iskelet ile temas yoluyla vücutlarına aldıkları bu kimyasal pestisitler vücut bariyerlerini geçerek vücutta metabolize olacakları, depolanacakları dokulara ulaşırlar (Hayo van der Welf, 1996).

Yaygın olarak kullanılan organik klorlu pestisitlerin karakteristik örneklerinden DDT, lindan, endosülfan, aldrin, dieldrin ve bunların kimyasal yapıları aşağıda sunulmuştur (Zacharia, 2011).

#### A. DDT (Diklorodifeniltrikloroetan)

1,1,1-Trikloro-2,2-bis(*p*-klorofenil)etan tarım ürünleri, haşere ve sıtma ve tifüs gibi hastalıkların taşıyıcısı zararlıların kontrolünde geniş ölçüde kullanıma sahip ilk sentetik pestisittir fakat günümüzde sadece birkaç ülkede sıtmayı kontrol amaçlı kullanılmaktadır. DDT karışımı teknik olarak üç formda bulunur; *p,p'*-DDT (85%), *o,p'*-DDT (15%), and *o,o'*-DDT (eser miktarda). Bunların hepsi beyaz, kristalize, tatsız ve neredeyse kokusuz katılardır. DDT ayrıca DDE (1,1-dikloro-2,2-bis(*p*-

klorofenil)etilen) ve DDD (1,1- dikloro -2,2-bis(*p*- klorofenil)etan)'yi de içerir. DDD, zararlıları öldürmek için DDT'ye oranla çok daha az ölçüde kullanılmıştır. DDT doğada oluşmaz (Faroon ve ark.,2002). Şekil 2.1' de DDT'nin kimyasal yapısı görülmektedir (Zacharia, 2011).



Şekil 2.1. *p,p'*-DDT (Zacharia, 2011)

#### i. DDT 'nin çevreye etkileri

Yasaklanmadan önce insektisit olarak kullanılırken havaya, suya ve toprağa nüfuz eden DDT'nin çoğu geçmişten kalan olsa da halen bazı yerlerde kullanıldığından birikmeye devam etmektedir. Su ve toprakta bulunan DDT buharlaşarak havaya karışmakta, sonrasında karada ya da yüzey suyunda tortulanmaktadır. Buharlaşma ve tortulanma pek çok kez tekrarlanmaktadır. Sonuç olarak atmosferdeki çok uzak mesafelere ulaşabilmekte, Kuzey Kutbu ve Antartika'daki bataklıklarda, kar birikintilerinde ve canlılarda varlıkları tespit edilmektedir. Buharlaşmış fazda atmosferde güneş ışınlarından kaynaklanan birçok reaksiyona neden olmaktadır (Faroon ve ark., 2002).

Toprağın sıcaklığına, yapısına, nemine bağlı olarak toprakta yüzyıldan fazla süre kalmakta, mikroorganizmaların etkisiyle yıkılarak buharlaşan kimyasallar havaya karışarak başka alanlara ulaştığında toprağa sıkıca tutunarak yüzey sularına karışmaktadır. Tutundukları kimi toprak parçaları nehirlere, göllere kadar ulaşmaktadır. Bir miktarı yerin altına sızıp yeraltı sularına karışmaktadır. Kimyasalların daha hızlı buharlaştığı, mikroorganizmaların daha hızlı yıktığı tropik bölgelerde, suların altındaki ve nemli topraklarda bu reaksiyonlar çok daha hızlı olmaktadır. Toprakta yetişen bitkiler tarafından, hayvanlar tarafından absorbe edilirler. Yüzey sularındaki zerreçiklere tutunarak taşınmakta, sedimente yerleşerek sudaki organizmalar ya da

balıklar tarafından alınmaktadır. Balıklarda, foklar ve balinalar gibi deniz memelilerinin yağ dokularında sudaki oranlarından binlerce kat yüksek oranlarda birikirler (Faroon ve ark., 2002).

## **ii. DDT 'nin insan sağlığına etkileri ve yapılan çalışmalar**

Kimyasal yapısındaki kararlılığı ve lipofilik yapısı çoğu canlı organizmada yavaşça emilimini sağladığından, çevresel konsantrasyonlarına da bağlı olarak oluşan DDT oranlarının çoğu organizmanın vücudunda birikir. Bu özellikleri sonucu özellikle ekolojik zincirin en üstünde bulunan yırtıcı hayvanların besin zincirinde DDT birikimi oluşmaktadır (IARC/WHO, 1991).

1960'larda ağırlıklı olarak besinlerdeki kalıntılara maruz kalan insan topluluklarında yapılan biyolojik örneklemeler insanların da bu etkiden uzak olmadığını göstermiştir (Walker ve ark., 1954). Bu ekolojik etkinin çarpıcı şekilde artışı, yaygın şekilde kullanılan pestisitlerin olası etkilerine maruz kalan insan toplulukları hakkında artan sorulara neden olmuştur (Carson, 1962).

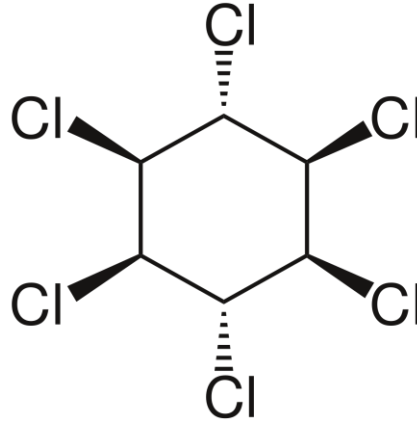
DDT ve metabolitleri doğada ve insan organlarında çok kalıcı olduğundan bu sorular bugünde kalıcılığını korumaktadır. Ne yazık ki bu alandaki metodolojik zorluklar sonucunda epidemiyolojik çalışmalara kadar bu sorular kolayca cevaplanamamıştır (Blondell, 1990). DDT üzerindeki ilk çalışmalar dar kapsamlı ve yetersizdir. 1945'te İngiliz Tıp Dergisi hayvanlar üzerinde yapılan bir incelemede, insani herhangi bir tehlikenin beklenmesinin bir nedeni olmadığı sonucuna varmıştır (Cameron ve Burges, 1945). 1956'da 51 gönüllüden oluşan bir grup 18 ay boyunca her gün yüksek dozda DDT'ye maruz bırakılmış, emilimi ve depolanması konusunda kapsamlı bilgiye ulaşılmış, gönüllülerin kullanılan testlerle veya bir hastalık semptomuyla ilgili şikayeti olmadığı sonucuna varılmıştır (Hayes ve Durham, 1956). 1967'de A.B.D.'de bir kimyasal fabrikasında çalışan ve yüksek maruziyette kalmış 59 işçi üzerinde yapılan araştırmada yağ dokularında yüksek seviyelerde DDT saptanmış, ancak denekler bir kontrol grubuyla karşılaştırılmadığından %8,6'sı diyabet hastası olarak rapor edilmiştir (Laws ve ark., 1967). Kurumlar tarafından kadavralar üzerinde yapılan organoklorin seviyeleri ile kanser üzerine yapılan çalışmalarda, DDT'nin depolanmasında ve mobilizasyonunda hastalık süresince değişiklikler olmuş olabileceği konusunda eleştiriler olmuştur (Unger ve Olsen, 1980).

DDT'ye maruz kalmanın insanlardaki olası yan etkilerine son 25 yıldır epidemiyolojik olarak yapılan daha kesin araştırmalar odaklanmıştır. Bu çevresel çalışmalar DDT gibi spesifik pestisitlerle genel olarak pestisitlerin kalıntılarının

ayrımında zaman zaman yetersiz kalmaktadır. İki ekolojik araştırmanın DDT'nin etkisini spesifik olarak keşfetmek üzere yapıldığı görülmektedir. Bir tanesi Cocco ve Benichou tarafından 1998'de prostat ve testis kanserine bağlı ölümlerle ilişkisini bulmakta başarısızlıkla sonuçlanan, diğeri Cocco, Kazerouni ve Zahm tarafından 2000 yılında karaciğer kanserine bağlı ölümlerdeki artışları ve meme ve rahim kanserlerine bağlı ölüm oranındaki azalışları sunduğu çalışmadır (Cocco ve Benichou, 1998; Cocco ve ark, 2000; Beard, 2006).

### **B. Lindan (Gama-heksaklorosiklo)**

Lindan klorlanmış hidrokarbonlar ailesine ait 1-6 heksaklorosiklonun sekiz izomerinden birisidir. 1950'den beri uyuz ve bitlenme tanılarının tedavisinde kullanılmaktadır. En yaygın preparasyon %1 losyon, solüsyon ya da şampundur (Solomon ve ark., 1977). Toksik etkileri nedeniyle, A.B.D.'de 1995'den sonra permetrin ve malathion alternatif ikinci basamak olarak uygulanmıştır (Wooltorton, 2003). Lindan eklem bacaklıların kitin tabakası tarafından emilir ve benzodiazepin reseptörleri aracılığıyla gama-amino bütrik asit kanallarına karşıt etkir, nöronal stimülasyon, paralize ve yetersiz beslenme nedeniyle dehidrasyon ölümü sonuçlanır (Dollery, 1999). Aşağıda Şekil 2.2' de Lindan'ın kimyasal yapısı görülmektedir (Zacharia, 2011).



Şekil 2.2. Lindan (Zacharia, 2011)

#### **i. Lindan'ın çevreye etkileri**

Lindan uyuz ve bit tedavisi ile ilişkili toksisitesinin yanı sıra çevre kirliliği konusunda da tehlikelidir. Doğada uzun süre kalır ve küresel damıtma (özellikle daha çok kalıcı organik kirletici olan belirli kimyasalların sıcak bölgelerden soğuk bölgelere taşınırken geçirdiği jeokimyasal süreçler) gibi doğal süreçlerle taşınır. Bu olay ile ilgili

modellenen son çalışma, Lindan'ın kıtalararası uzun menzilli taşınmasının kanıtlanmasını sağlamıştır. Son olarak, Lindan'ın lipofilik doğası gıda zincirlerinde toksik biyoakümülyasyona neden olur (Zhang ve ark., 2010). Biyoakümülyasyon, bir kimyasalın mümkün olan tüm yollarla (temas, solunum, besin, kök yoluyla v.b.); biokonsantrasyon, sadece solunum yoluyla akuatik sistemlerde sudan, karasal ortamlarda havadan canlı organizmaya alınmasını ifade eder. Biyomagnifikasyon, bir kimyasalın besin zincirindeki seviye artışına bağlı olarak canlı organizmadaki konsantrasyonundaki artışını ifade eder (Bacci, 1994).

2002'de Kaliforniya'da sağlık ve çevreye etkisinden dolayı farmasötik kullanımı yasaklanan lindanın, ticari bir pestisit olarak kullanımı 2007'de US Environmental Protection Agency (A.B.D. Çevre Koruma Ajansı / US EPA) tarafından yasaklanmıştır (Nolan ve ark., 2011). Kaliforniya'daki bu yasağın uyuz ve bit tedavisinde hiçbir olumsuzluğu olmamış ve farmasötik lindanların ortadan kaldırılması çevresel yararlar sağlamış, kasıtsız oluşan maruziyetlerde önemli derecede azalma olmuştur (Humphreys ve ark., 2008).

FDA (US Food and Drug Administration) hastaların lindan kullanımıyla ilgili daha iyi eğitilmeleri gerekliliğini fark etmiş, 2003 yılında dağıtılmış tüm lindan paketlerinin içeriğindeki reçetelerle beraber bir ilaç rehberi eklemiştir. Bu ek güvenlik önlemine rağmen lindan ile ilgili olumsuz olaylar ve uygunsuz kullanım vakaları devam etmiştir (Juan ve ark., 2004).

Aralık 2007'de FDA, ABD'nin lindan ürünleri üreticisi olan Morton Grove Pharmaceuticals'a gönderdiği uyarı mektubunda 13 ölümün lindan kullanımı ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (FDA, 2007).

2009 yılında, özel olarak muaf tutulan A.B.D.'de uygulanan uyuz ve bit tanılarında ikinci basamak tedavi olarak kullanılmaları dışında Lindan'ın üretimi ve tarım alanındaki kullanımı kalıcı organik kirleticiler hakkındaki Stocholm sözleşmesi ile yasaklanmıştır (Nolan ve ark., 2011).

Tarım alanlarında pestisit olarak kullanılan Lindan'ın yasaklanması çevresel etkisinde azalmaya neden olmuşsa da halen devam etmekte olan medikal kullanımı çevresel kaygılar oluşturmaktadır (Humphreys ve ark., 2008).

## **ii. Lindan'ın insan sağlığına etkileri ve yapılan çalışmalar**

Lindan'ın etki mekanizmasının eklembacaklıları ayıklayamadığının, zehirlenmeye ve insan ölümlerine neden olduğunun ispatı 1953 yılına kadar uzanmaktadır (Danopoulos ve ark., 1953).

Yan etki raporlarının çoğunun içerdiği nörotoksisite Lindan'ın en yaygın yan etkisidir. Lindan lipofilik olduğundan yağ dokusu bakımından zengin olan beyin beyaz maddesine sızabilmektedir. Bu bilgi, gine domuzlarına verilen %1'lik topikal uygulamanın sonunda beyinlerindeki Lindan seviyesinin kanlarındakine oranla 10 kat fazla bulunduğu bir deneyde gözlenmiştir (Davies ve ark., 1983).

FDA ilaca verilen reaksiyonların %70'inin ataksi, uyum bozukluğu, titreme, nöbetler gibi nörolojik kökenli olduğunu ve ölümlü sonuçlanacağını rapor etmiştir (US EPA, 2006; Nolan ve ark., 2011).

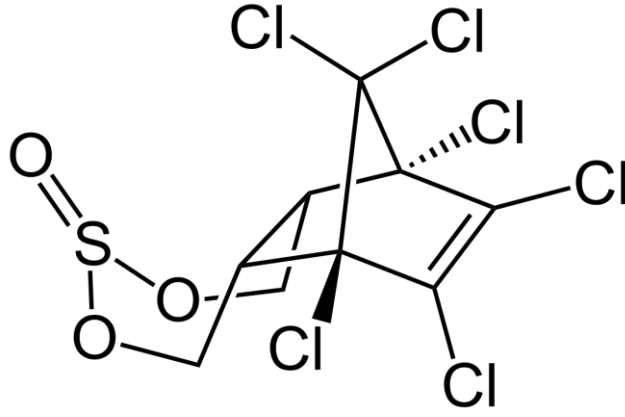
İnsanların Lindan'a kronik maruz kalması; karaciğer fonksiyonunda azalma, kardiyak ritm bozuklukları, değişken menstruasyon gibi ciddi sistemik etkilerle sonuçlanmaktadır. Kardiyak kasın dejenerasyonu, karaciğerin yağ infiltrasyonu, beyin, akciğer ve böbrek damarlarındaki nekroz sonucuna varılması, ölümcül Lindan toksisitesinde yapılan nekropsi çalışmaları bu bulguları desteklemektedir (Wooltorton, 2003). Lipofilik etkisinden dolayı plasenta ve anne sütünde birirmektedir. Lindan kullanımından kaynaklı pek çok aplastik anemi vakası bildirilmiştir (Meinking ve ark., 2002).

### **C. Endosülfan (Thiodan)**

Endosülfan özellikle birçok üründe bulunan yaprak bitlerine, meyve kurtlarına, böceklere, yaprak pirelerine, güve larvalarına, beyazsineklere karşı sınırlı kullanımı olan belirgin bir kokuya sahip, krem-kahverengi renkli kristal ya da tanecik şeklinde görülen bir katıdır. Aynı kimyasalın  $\alpha$ - ve  $\beta$ -endosulfan olarak adlandırılan iki farklı formunun bir karışımı olarak satılmaktadır. Teknik olarak alfa endosülfan (% 64-67) ve beta endosülfan (% 29-32) izomerlerinin bir karışımıdır. Endosülfan pestisit olarak kullanımı sırasında doğrudan toprağa ya da bitkilere uygulanır. Sınırlı kullanım sınıflandırması bu Endosülfan'ın ancak uzman bir pestisit uygulayıcısı tarafından ya da uzman bir pestisit uygulayıcısının doğrudan denetimi altında uygulanmasını gerektirir. Bilinen ticari isimleri arasında Afidan, Beosit, Endocel, Endocide, Endosol, Hildan, Insectophene, Malix, Thifor ve Thionex sayılabilir (GFEA-U, 2007; ATSDR, 2015).

Endosülfan insanlar ve neredeyse tüm organizmalar için yüksek toksisitesi ve çevrede kalıcılık etkisi nedeniyle 60 ülkede kullanımı yasaklanmış, halen dünyada birçok ülkede pamuk, soya, kahve, çay ve sebze gibi ürünler üzerinde yaygın kullanım alanı bulunan bir insektisittir (Watts, 2009).

Endosülfan'ın kimyasal açılımı Şekil 2.3'de verilmiştir (Zacharia, 2011).



Şekil 2.3. Endosülfan (Zacharia, 2011)

### i. Endosülfan'ın çevreye etkileri

IFCS (Intergovernmental Forum on Chemical Safety) 2003'de Endosülfan'ı kalkınmakta olan ekonomilere sahip gelişmekte olan ülkeler için önemli sağlık problemleri oluşturan akut zehirli böcek ilacı olarak tanımlamıştır (IFCS, 2003). Ancak bu tanım artık ne akut etkilerle ve insanlarla ne de gelişmekte olan ülkelerle sınırlı kalmaktadır. Avrupa Birliği risk tabloları aşağıdaki maddeleri kapsamaktadır;

- Çok toksik, çevre için tehlikeli
- Cilt ile teması halinde çok zehirli
- Solunursa çok zehirli
- Yutulursa çok zehirli
- Sudaki organizmalar için çok zehirli, sucul ortamda uzun süreli etkilere neden olabilir (GFEA-U, 2007).

US EPA (U.S. Environmental Protection Agency) 2002 yılında endosülfan maruziyetinin karasal ve sucul ortamlarda hem akut hem de kronik risklere yol açabileceği sonucuna varmıştır (US EPA, 2002).

2007 yılında EPA, Kuzey Kutbu Bölgesi'ndeki gibi uygulandığı yerlerden uzakta olan alanlarında saptanan Endosülfan'ın buluntularına ve biyobirikim potansiyeline dayanarak yerli halkın besinlerdeki Endosülfan maruziyetine dikkat çekmiştir (US EPA, 2007a). Sudaki besin ağlarında Endosülfan'a rastlanması, bileşiğin akuatik organizmalarda önemli ölçüde toplandığı sonucuna bağlı olarak karadaki besin ağında da birikerek çevresel artışına delil oluşturduğunu göstermiştir (US EPA, 2007b). Kuzey yarım kürede hava ve sudaki değişimler sonucu yaşanan göç ve yeni yerleşim süreci boyunca Endosülfan kalıntılarının buharlaşması esnasında küresel olarak geri dönüşüme katıldığını sunmuştur (US EPA, 2007c).

PANAP (Pesticide Action Network Asia and the Pacific)'ın raporunda Watts'ın sunduğu sonuçlar da EPA'nın sonuçlarına benzerdir. Endosülfan kuşlar, arılar, toprak soluncanları ve yararlı böcek ve mikroorganizmalar ile balıklar için aşırı derecede toksiktir ve yoğun balık ölümlerine neden olur. Diğer tüm akuatik organizmaların üreme ve gelişmesi esnasında genotoksisite de dahil olmak üzere birçok kronik etkiye neden olur. Toksisitesi sıcaklığa bağlı olarak artış gösterdiğinden küresel ısınmanın da etkisiyle daha fazla olumsuz etkisi beklenmektedir. Kuzey kutbu ve Antarktika bölgelerinde ve yükseklerdeki ücra dağ göllerinde halen devam eden kullanımı; tüm dünyada toprakta, yer altı ve yüzey sularında, deniz sedimentinde, havada, yağmurda, kar ve buz kütlelerinde, ağaçlık alanlarda ve çim alanlarında çok yaygın şekilde çevreye zarar vermektedir (Watts, 2008).

## **ii. Endosülfan'ın insan sağlığına etkileri ve yapılan çalışmalar**

Endosülfan insan vücudunda fizikokimyasal değişikliklere neden olan bir pestisitir. Maruz kalındığında görülen semptomlar; ciltte, dudaklarda ve tırnaklarda mavileşme, baş ağrısı, baş dönmesi, mide bulantısı, kusma, ishal, solunum yavaşlaması, kasılmalar, bilinç kaybı ve zayıflama olarak sayılmıştır (ICSCs, 1998). Kadınlarda, anne sütünde, plasenta ve göbek kordonunda en yoğun olarak da yağ dokularında ve anne sütünde birikir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda Endosülfan'a uzun süre maruz kalmanın genotoksik etki yapabileceği gözlenmiş, nörotoksik ve immunotoksik etkilerinden dolayı da mental yavaşlamaya ve kemik iliği kanserine yol açabileceği sonucuna varılmıştır (Cerrillo ve ark., 2005).

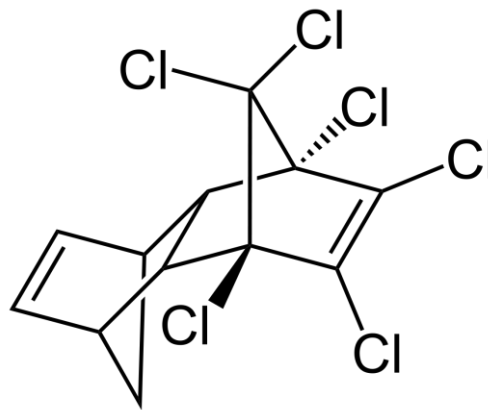
Östrojenik etki ile beraber tiroid bezi de etkilenir. Esasen beyin gelişiminde yardımcı olan sinir hücresi reseptörüne Endosülfan bağlanması sonucu otizm spektrum bozukluğuyla sonuçlanır (Roberts ve ark., 2007). Bir başka etkisi de sitogenetik düzeyde gösterilen hücre başına kromozom sapması yapabilmesidir (Saraswathy ve ark., 2011).

İnsanlar deri teması, sigara veya kontamine yiyecekler yoluyla endosülfana maruz kalırlar. Fetuslar, yeni doğmuş bebekler, yaşlılar, karaciğer, böbrek, immünolojik, hematolojik ve nörolojik hastalıkları olan kişiler Endosülfan'dan etkilenmeye daha yatkındır. İnsan glial ve nöronal hücreleri Endosülfan toksisitesine karşı en hassas yerlerdir. İnsanlar indüklenen bazı nörolojik hastalıklar geliştirebilir ve zarar gören sinir hücreleri yeniden oluşmayabilir (Chan ve ark., 2007). Bağışıklık sistemi, yumurtalık, hormonlar ve enzimler, DNA hasarı ve apoptis üzerinde etkisi vardır (Khan, 2012).

#### D. Aldrin ve Dieldrin

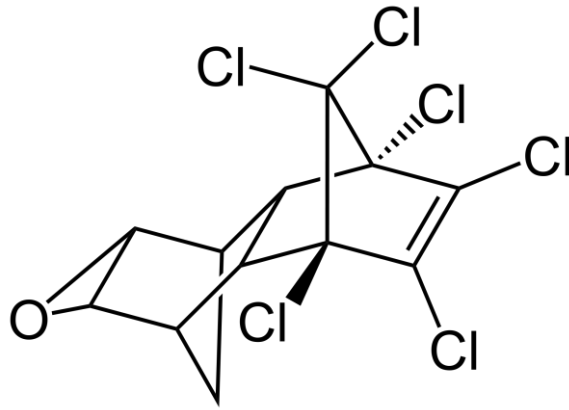
Aldrin ve Dieldrin, klorlanmış siklodenler, mide ve solunum zehirleriyle bağlantılı geniş spektrumlu insektisitlerdir. Aldrin kolayca tüm pestisitlerin en kalıcısı olarak kabul edilen Dieldrin'e dönüştürülür. Bu insektisitlerin uygulanması 1974'de EPA tarafından askıya alınana kadar 20 yılı aşkın zaman tarım faaliyetlerinde yaygın olarak kullanılmıştır, termit kontrolü için kullanımları korunmuştur. Aldrin ve Dieldrin kullanımı çoğu ülkede yasaklanmasına rağmen 1978'e kadar birkaç Avrupa ülkesinde üretilmiştir ve halen dünya çapında kullanım alanı bulunmaktadır (NAS, 1982).

Aldrin ve Dieldrin, DDT'inde içinde bulunduğu çevreye bırakıldıktan sonra, uzun süre bozulmadan kalmak; toprak, su ve özellikle havada meydana gelen doğal süreçlerin sonunda yaygın bir şekilde çevreye dağılmak; besin zincirindeki yüksek seviyelerde yüksek konsantrasyonlarda bulunarak insanların da içinde bulunduğu canlı organizmaların yağ dokularında birikmek; insanlara ve vahşi hayvanlara toksik etki göstermek gibi çeşitli fiziksel ve kimyasal özellikler gösteren POPs (Persistent Organic Pollutants) adı verilen karbon bazlı organik kimyasallar listesine dahildir (Jones ve Vooght, 1999; Jorgenson, 2001). Aldrin'in kimyasal açılımı Şekil 2.4'te, Dieldrin'in kimyasal açılımı Şekil 2.5'te sunulmuştur (Zacharia, 2011).



Şekil 2.4. Aldrin (Zacharia, 2011)

Aldrin kimyasal adı 1, 2, 3, 4, 10, 10-Hexachloro-1, 4, 4a, 5, 8, 8a-hexahydro-1, 4, 5, 8-dimethanonaphthalene, moleküler formülü  $C_{12}H_8Cl_6$  olan organik çözücülerin çoğunda çözünebilir, suda çözünmeyen kahverengi beyaz kristal katıdır (NAS, 1982).



Şekil 2.5. Dieldrin (Zacharia, 2011)

Dieldrin kimyasal adı 1, 2, 3, 4, 10, 10-Hexachloro-6, 7-epoxy-1, 4, 4a, 5, 6, 7, 8, 8a-octahydro-1, 4, 5, 8-dimethanonaphthalene, moleküler formülü  $C_{12}H_8Cl_6O$  olan aromatik hidrokarbonlar, halojenli çözücüler, esterler ve ketonlarda orta derecede çözünen, suda, metanol ve alifatik hidrokarbonlarda çözünmeyen açık renkli, tanecikli kokusuz katıdır (NAS, 1982).

#### i. Aldrin ve Dieldrin'in çevreye etkileri

1950 ve 1970 arasında mısır ve pamukta çok geniş kullanım alanı olan Aldrin ve Dieldrin'in kullanımı 1970'de durdurulduysa da 1972'de EPA termitlerle mücadelede halen kullanıldığını ortaya çıkarmış, 1987'de üreticilerin kendi isteğiyle termit kontrolündeki kullanımını iptal edene kadar kullanımları devam etmiştir (ATSDR, 2002).

Aldrin ve Dieldrin havada yavaşça buharlaşırlar ancak Aldrin Dieldrin'e oranla daha kolay buharlaşır. Toprak, su hatta konutlar gibi termitlerin yok edilmesi için kullanıldığı tüm alanlarda kalır. Ayrıca tehlikeli atıklara yakın olan bitki ve hayvanlarda da bulunur. Her ikisinin de üretimi ve kullanımı yapılmamaktadır. Geçmişte doğaya bırakılan Aldrin ve Dieldrin atık olarak buldukları bölgelerden sızarak halen doğada bulunmaktadır. Güneş ışığı ve bakteriler Aldrin'i Dieldrin'e dönüştürmekte, esas kullanılan maddenin Aldrin olduğu alanlarda dahi artık Dieldrin'e rastlanmaktadır. Aldrin'e oranla toprağa tutunma ve kalıntı süresi daha uzun olduğundan, suda çözünmediğinden ve kolay kolay yüzey sularıyla yıkanamadığından, toprakta veya suda çok yavaş yıkılmaktadır. Bu sebeplerden Dieldrin doğada çoğunlukla toprakta; göl, gölet ve akarsuların diplerindeki sedimentte birikmiş olarak bulunur. Uzak mesafeleri tuttuğu toz parçalarına etki eden rüzgarla kateder. Yüzey sularından veya

topraktan kolayca buharlaşmadığından bitki kök ve yapraklarında birikir, büyük bir miktarı Dieldrin'in bulaştığı materyalleri besin olarak tüketen hayvanların yağ dokularında birikir ancak belirli bir seviyede Dieldrin içeren bu hayvanları da tüketen balık ve hayvanlardaki kalıntı seviyesi yedikleri diğer hayvanlara oranla katbekat fazladır (ATSDR, 2002).

## **ii. Aldrin ve Dieldrin'in insan sağlığına etkileri ve yapılan çalışmalar**

Aldrin ve Dieldrin üzerinde bulunan veriler, her iki kimyasalın insanlarda, hayvanlarda veya her ikisinde de çeşitli sistemik, nörolojik, immünolojik, genotoksik ve/veya tümörijenik, üremede ya da gelişimde yan etki gösterme kapasitesini belgelemiştir (US EPA, 2003).

Aldrin ve Dieldrin'den zehirlenme majör kasılmalar ile karakterize edilirken diğer etkileri; halsizlik, uyumsuzluk, baş ağrısı, baş dönmesi ve gastrointestinal rahatsızlık olarak sayılır. Nöbetler zehirlenmenin diğer semptomları ile daha da ilerler. Ölümle sonuçlanan akut zehirlenmelerin birçoğunun Aldrin ve Dieldrin alımından olduğu rapor edilmiştir (Hayes, 1957; Garrettson ve Curley, 1969; Taylor ve ark., 1979). Kasılma nöbetleri genellikle 30 dakika içinde başlar ve 7 saate kadar sürebilir (NAS, 1982).

Patel ve Rao, 1958'de Dieldrin'i belirli periyodlarla püskürterek uygulayan 297 işçi üzerinde yaptıkları araştırmada, maruziyetin başlamasından 14 ila 154 gün sonrasında baş ağrısı, baş dönmesi, kas seğirmesi, kasılmalar ve bilinç kaybı gibi 20 adet olumsuz etkinin geliştiğini, 17 işçide bu semptomların ikinci uygulama periyoduna kadar gelişmediğini görmüşlerdir.

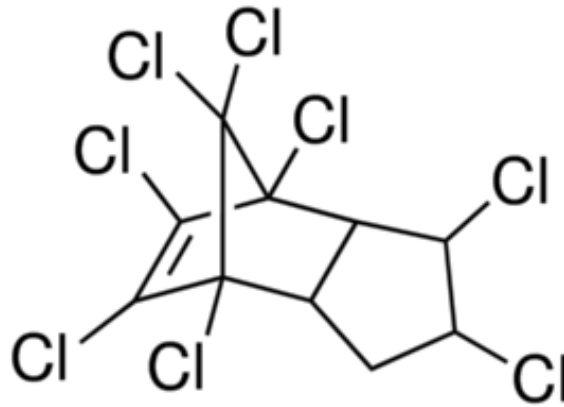
Aldrin ve Dieldrin'e maruz kalan kişilerde daha önceki çalışmalarda olduğu gibi anormal EEG sonuçları saptanmıştır (Taylor ve ark., 1979). Avar ve Czeglédi-Jankó 1970'de, 1 ila 5 yıl Aldrin üretimine dahil olan 40 işçiden semptomları gösteren 3 işçi ve rastgele seçilen 12 işçi olmak üzere toplamda 15 işçi üzerinde maruz kaldıkları son ayda EEG'lerini çekmiş ve fiziksel inceleme yapmışlardır.

İşçilerden dokuzunun EEG'sinde sarsıntılarını gösteren genişliklerde ve frekanslarda artış görülmüş, semptomları gösteren 3 işçide bu sonuçlar maruziyetin sona ermesini takip eden 7 ay boyunca devam etmiştir. Bu periyodun sonunda semptomlar yatışmış ve EEG grafikleri normale dönmüştür (Avar ve Czeglédi-Jankó, 1970).

Aldrin'e maruz kalma derecesini gösterecek çevresel bir inceleme yapılmamıştır (NAS, 1982).

## E. Klordan

Klordan; tek bir kimyasaldan değil, bazıları trans-klordan, cis- klordan, beta-klordan, heptaklor ve trans-nonaklor olmak üzere 10 esas bileşenden meydana gelmiş, saflık derecesine göre rengi şeffaftan kehribara doğru değişen, kokusuz, tadı bilinmeyen, suda çözünmeyen kalın katmanlı bir sıvıdır. Ticari ismi Ortaklor ve Velsicol olarak geçer (ATSDR, 1994). Klordan'ın kimyasal yapısı Şekil 2.6'da gösterilmiştir (Zacharia, 2011).



Şekil 2.6. Klordan (Zacharia, 2011)

1978'den önce tarımsal alanlarda, çim alanlarda ve bahçelerde pestisit olarak kullanılan Klordan'ın kullanımı, besin ürünlerine ve diğer yer-üstü uygulamaları; insan vücut yağında birikerek kanser yapma riski, doğadaki kalıcılığı, vahşi yaşama karşı tehlike oluşturması nedenleriyle sonraki 5 yıl boyunca EPA tarafından engellendi. 1983 ila 1988 yılları arasında sadece evlerdeki termitlere uygulanması onaylandı, 1988'de EPA klordanın termitlerin yok edilmesinde de kullanımını yasakladı (ATSDR, 1994).

### i. Klordan'ın çevreye etkileri

Klordan doğada çok yavaş yıkıma uğrar ve canlı organizmalarda birikir (Hayes ve Laws, 1991). Güneş ışığında veya suda kolayca yıkılmaz. Yapılan çalışmalar toprakta hareket etme potansiyelinin düşüklüğünü göstereceği araştırmacılar yeraltı sularında klordan bulgularına rastlamışlardır (US EPA, 1990).

Klordan karsinojenik etki yapabileceğinden; OSHA (Occupational Safety and Health Administration) tarafından düzenlenen, ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists, DOT (Department of Transportation), NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health), DEP (New Jersey Department

of Environmental Protection), IARC (International Agency for research on Cancer), IRIS (Integrated Risk Informaton System), EPA (United States Environmental Protection Agency) tarafından aktarılan Zehirli Maddeler Listesinde bulunmaktadır. Klordan kuşlar için orta derecede toksik, arılar için toksik, balıklar için çok toksik bir maddedir (NJ Health, 2005).

## **ii. Klordan'ın insan sağlığına etkileri ve yapılan çalışmalar**

Yağda çözünen ve parçalanan Klordan ve metabolitlerinin bulguları hem insanlarda hem hayvanlarda belgelenmiştir. İnsan karaciğerindeki Klordan konsantrasyonları (cisklordan, trans-klordan, oksiklordan, ve trans-nonaklor) farelerdekinden 17 kat daha yüksek çıkmıştır (Mussalo-Rauhamaa, 1991).

Kilburn ve Thornton tarafından 1995'de solunum ve ağız yoluyla Klordan'a maruz kalmış 109 kadın ve 97 erkek üzerinde nörofizyolojik ve nöropsikolojik testlerle yapılan bir çalışmada ruhsal durum profillerinde (gerilim, depresyon, öfke, canlılık, yorgunluk ve karışıklık gibi) referans popülasyona oranla önemli kayda değer farklılıklar gözlenmiş, bu sonuçlar Klordan'a maruz kalan insanlardaki nörolojik etkileri ortaya koymuştur.

Adeshina ve Todd, 1991'de yaptıkları çalışmalarında Klordan'a maruz kalmış işçilerin kanlarındaki oksikloru yağ dokularındakine oranla 1/290 bulmuşlardır.

Taguchi ve Yakushiji, 1988'de, ortalama 1.8 yıl Klordan uygulaması yapılmış konutlarda yaşamış ve Klordan'a hiç maruz kalmamış 15 kadının anne sütü ile Klordan kalıntısı üzerine yaptıkları karşılaştırmalı araştırmada; yaklaşık 2 yıl Klordan uygulaması yapılmış konutlarda yaşayan kadınların sütündeki yağda 0.254 mg/kg Klordan kalıntısı bulurken tüm kadınların sütlerindeki yağda 0.389 mg/kg olarak bulmuşlardır.

Klordan toksisitesinde önemli yeri olan Oksiklordan'ın yağ dokusunda tutulma süresinin daha uzun olmasından ötürü, bunların vücutta nispeten hızlı bir şekilde elimine edildiğine ve ana izomerlerden daha toksik olduğuna inanılmaktadır (Satoh ve Kikawa, 1992).

## **2.5. Dünyada ve Türkiye'de Pestisit Kullanımı**

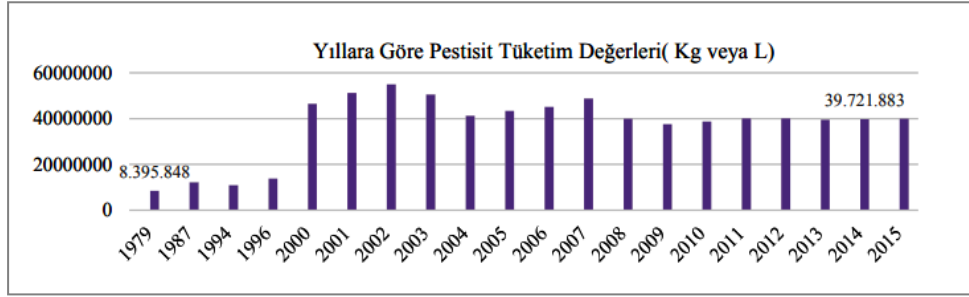
Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de pestisit imalatı ve tüketiminin giderek artmasının ve en yoğun kullanılan yöntemin kimyasal savaşım yöntemi olmasının nedeni; bilinçli ve kontrollü bir biçimde uygulanan kimyasal savaşımın diğer yöntemlere oranla etkinliğinin daha yüksek olması, daha hızlı sonuç vermesi, bitki

gelişiminin isteğe uygun biçimde yönlendirilmesini sağlayabilmesi gibi avantajlara sahip olmasıdır (Delen ve ark., 2010).

Dursun ve ark., 2015 yılında, kimyasal savaş yönteminde, pestisitler (tarım ilaçları) kullanıldığını, Türkiye’de yıllara göre değişmekle birlikte tarım alanlarında kullanılan pestisit miktarının yılda ortalama 30 bin ton civarında olduğunu göstermiştir. Dursun ve ark., kimyasal savaş yönteminin bilinçli ve kontrollü bir biçimde uygulanmasının, pestisit uygulamasının etkinliğini artırdığını; sürüklenme ve akma yoluyla oluşan ilaç kayıplarını azalttığını; buna bağlı olarak çevreye ve insan sağlığına olumsuz etkileri en düşük seviyeye indirdiğini; ancak, yapılan araştırmalarla geri kalmış ve gelişmekte olan çoğu ülkede olduğu gibi ülkemizde de kimyasal savaşın son derece bilinçsiz ve kontrolsüz bir şekilde yürütüldüğünün gösterildiğini sunmuştur. Bilinçsiz ve kontrolsüz ilaç uygulamalarının en önemli sebeplerinin; uygulanan ilaç formülasyonunun yanlış seçilmesi, ilaçlama işleminin uygun zamanda yapılmaması, ilaç uygulama sayısının gereğinden fazla olması, ilaç uygulamasında kullanılan ekipmanın yanlış seçilmesi ve seçilen ekipmanın kalibrasyonunun doğru yapılamaması ve ilacı uygulayan kişinin (operatörün) yeterli deneyime sahip olmaması şeklinde sıralanabileceği sonucuna varmıştır.

Pestisit uygulamalarına yönelik araştırma sonuçları, püskürtülen ilacın oldukça önemli bir kısmının asla hedef yüzeylere ulaşmadığını, hedefe ulaşamayan ilacın ya sürüklenme yoluyla hedef olmayan alanlara taşındığını, ya da hedef alan içerisinde kalsa dahi bitki yüzeyleri yerine toprak üzerinde toplandığını göstermektedir. Ülkemizde her yıl tonlarca ilaç yanlış uygulama teknikleri ile ya da bakımı yapılmamış ayarsız ilaçlama makinaları ile atılmaktadır. Bu sebeple biyolojik etkinlik sağlanamadığı gibi çevreye ve yer altı-yerüstü sularına geri dönüşü olmayan zararlar verilmektedir (Dursun ve ark., 2015).

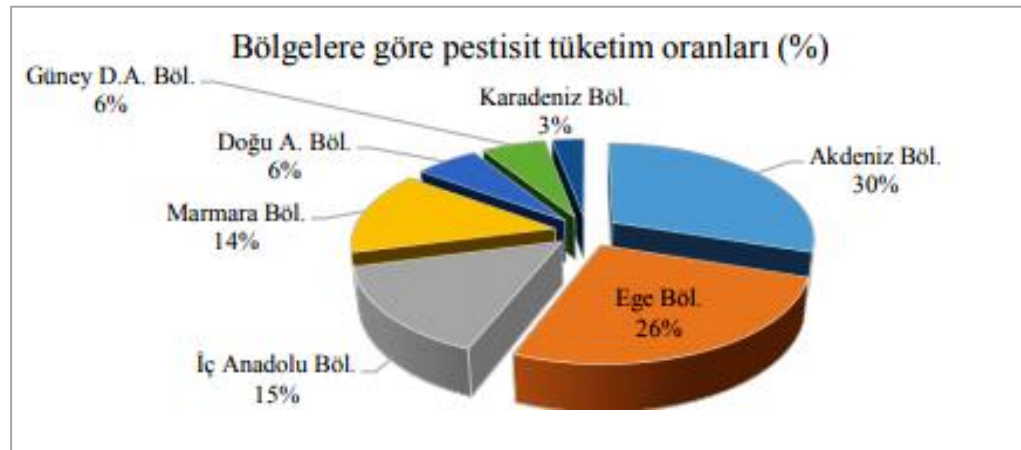
Türkiye’de pestisit kullanımı 1960’lı yıllarda yaygın bir hal almıştır. Türkiye pestisit tüketim artış hızı yıllar itibariyle incelendiğinde, pestisit tüketiminde 1979-1994 yılları arasında yıllık ortalama %2 oranında artış olduğu, 1994-2009 yılları arasında bu oranın yıllık ortalama %16.3 gibi bir artış ile önemli miktarda tüketim potansiyeline ulaştığı görülmektedir. 2009-2014 yılları arasında ise pestisit tüketimi yıllık ortalama %0.4’lük artış göstermiştir. Türkiye pestisit tüketimi, 1979 yılında 8.395.848 Kg veya L iken, 2014 yılında 39.721.883 Kg veya L’ye ulaşmıştır. Yıllık ortalama %11 artış gösteren tüketim, 35 yıllık süreçte 4 kat artmıştır (Arslan, 2016). Yıllara göre pestisit tüketim değerleri Şekil 2.7’de verilmiştir (Delen ve ark., 2005; GTHB, 2015).



Şekil 2.7. Yıllara göre pestisit tüketim miktarları (Delen ve ark., 2005; GTHB, 2015)

Entansif tarım yapılan Akdeniz ve Ege bölgelerinde yoğunlaşan pestisit kullanımının ülke ortalamasının çok üzerinde olduğu ve bu bölgelerde tüketimin gelişmiş ülkeler düzeyine ulaştığı söylenebilir. (Canik ve Yürekli Yüksel, 2012).

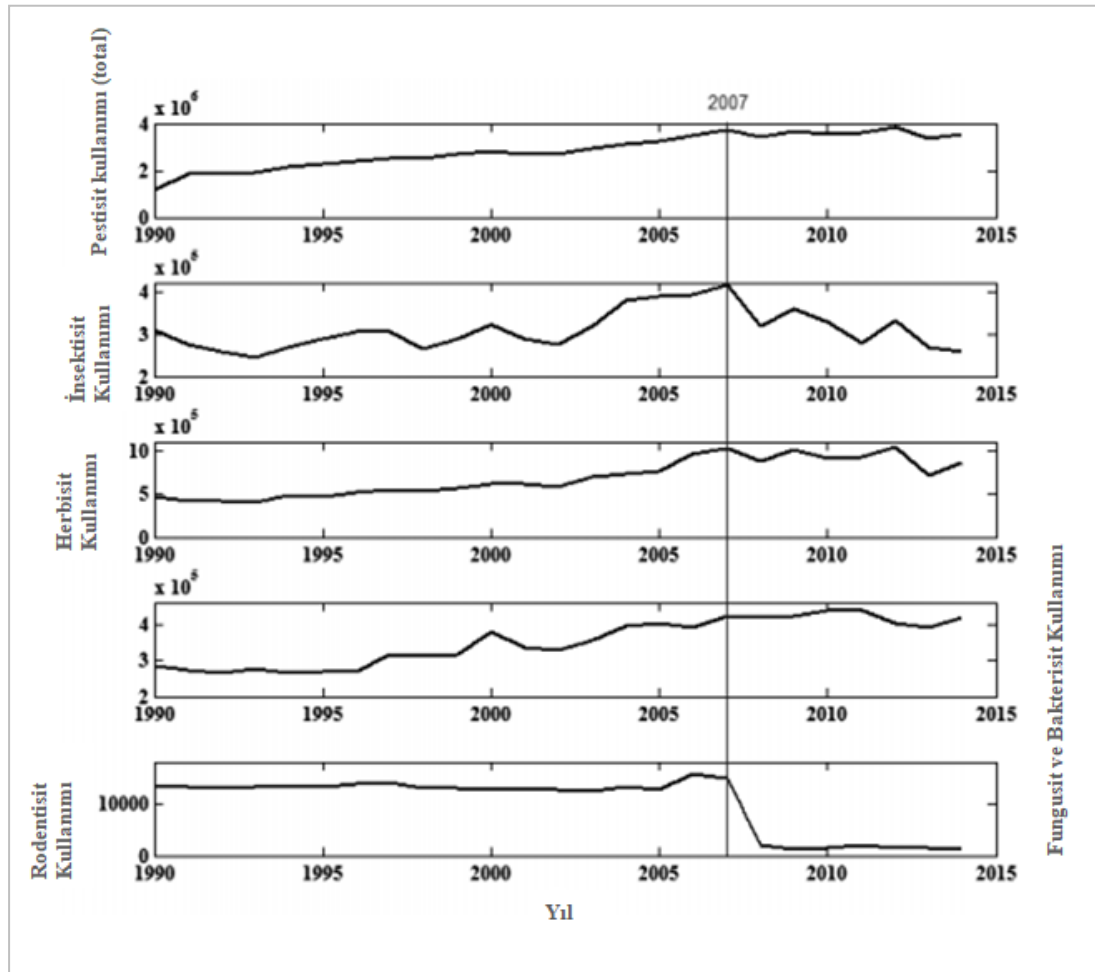
Türkiye’de 2006-2014 yılları arasında pestisit tüketimi incelendiğinde yıllar arasında artış ve azalışlar olmakla birlikte, yılda ortalama 40.698.055 Kg veya L pestisit kullanıldığı görülmektedir. 2014 yılında 39.721.883 Kg veya L tüketim gerçekleşmiştir. Bu miktarın %42’sini fungusitler, %20’sini herbisitler ve %19’unu insektisitler oluşturmaktadır. Aynı yılın verilerine göre, Akdeniz (%30), Ege (%26), İç Anadolu (%15) ve Marmara (%14) Bölgeleri genel olarak ülke pestisit tüketiminin %85’ine sahiptir (Arslan, 2016). Bölgelere göre pestisit tüketim oranları Şekil 2.8’de verilmiştir (GTHB, 2015).



Şekil 2.8. 2014 yılı bölgeler göre pestisit tüketim oranları (%) (GTHB, 2015)

Zhang, 2018’de küresel pestisit kullanımını 1990 ile 2007 arasında artış göstermiş olduğundan ancak 2007’den sonra bu durum değişiklik göstermiş olduğundan dünyada pestisit kullanımının analizini ikiye ayırmıştır.

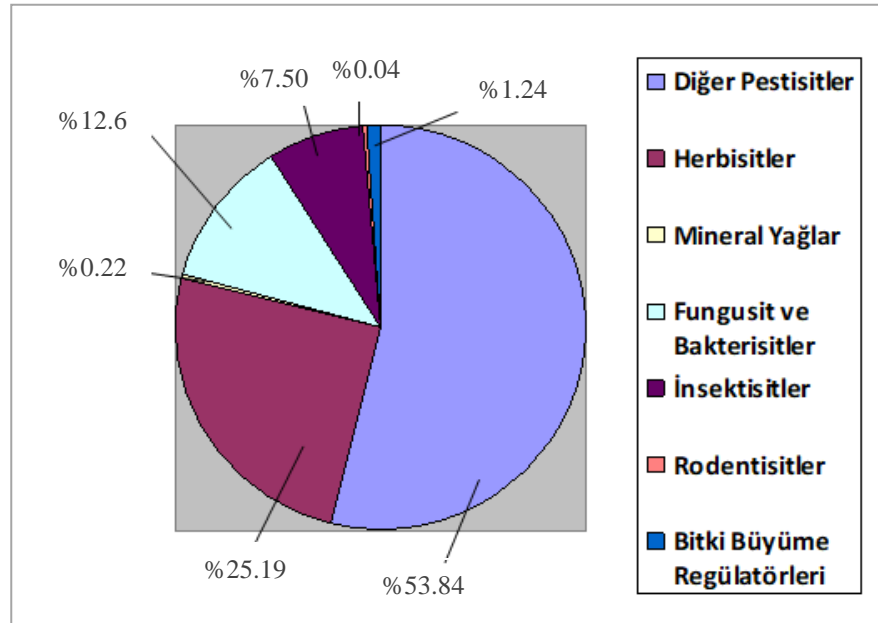
Dünyada insektisit, herbisit, fungusit, bakterisit ve total pestisit kullanımı 1990 ile 2007 yılları arasında önemli derecede artış göstermiştir. İnsektisit kullanımı 2007 yılından sonra ciddi derecede azalma göstermiştir. 1990'dan bu yana bitki büyüme düzenleyicilerinin, amitlerin ve herbisitlerin ve diğer pestisit türevlerinin kullanımı artış gösterirken klorlanmış hidrokarbonlu insektisitlerin kullanımı devamlı olarak bir düşüş göstermiş, karbamat insektisitlerin kullanımı 1990 ile 2007 arasında artmış, 2007'den sonra azalmıştır. Diğer insektisitler 1990 itibariyle artış göstermiştir. Fungusitlerin ve bakterisitlerin kullanımı 1990'dan bu yana artış göstermektedir. Rodentisitlerin kullanımı 1990 ile 2007 yılları arasında artarken 2007'den sonra azalış eğrisi göstermiştir. 2014 yılı pestisit tüketim oranlarındaki küresel değişim Şekil 2.9'da sunulmuştur (Zhang, 2018).



Şekil 2.9. 2014 yılı pestisit tüketim oranlarındaki küresel değişim (Zhang, 2018)

2014 yılında diğer insektisitlerin kullanımının yanı sıra organofosfatlar en çok kullanılan insektisit olmuş, diğer herbisitlerin yanında amitler en çok kullanılan herbisit

olmuş ve inorganikler en çok kullanılan fungusit ve bakterisit olmuştur. Rodentisitlerin kullanımı 1990'dan sonra düşmüştür. 2014 yılı küresel pestisit kullanım oranları Şekil 2.10'da verilmiştir (Zhang, 2018).



Şekil 2.10. 2014 yılı küresel pestisit kullanım oranları (Zhang, 2018)

Dünyada en fazla pestisit tüketimi olan ülkeler arasında Japonya, Almanya ve Fransa ilk sıralarda yer almaktadır (Canik ve Yürekli Yüksel, 2012).

Dünyadaki bazı ülkelerin pestisit tüketim miktarları aşağıdaki tabloda sunulmuştur (Tablo 2.1).

Tablo 2.1. Bazı ülkelerin pestisit tüketimi (Canik ve Yürekli Yüksel, 2012)

	Ülkeler	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
İnsektisit	Almanya	1.380,4	1.308,7	1.412,3	1.038,1	1.201,7	963,3	776,2	1.370,4
	Fransa	3.103,0	2.488,0	2.308,0	2.224,0	2.460,0	2.506,0	2.140,0	2.101,0
	Japonya	27.292,3	26.227,3	23.363,1	24.795,1	22.772,5	22.679,6	24.031,8	22.549,0
Herbisit	Almanya	16.610,8	14.942,2	14.327,9	15.349,5	15.922,9	15.610,3	17.062,8	17.163,7
	Fransa	30.845,0	32.122,0	28.779,0	24.508,0	26.102,0	29.209,0	23.068,0	26.808,0
	Japonya	11.331,7	11.793,1	11.492,8	10.942,4	11.861,5	12.158,1	11.946,7	12.031,6
Fungusit & Bakterisit	Almanya	9.375,9	8.021,9	9.915,8	9.827,4	7.858,4	9.543,2	9.523,4	10.311,7
	Fransa	52.834,0	54.130,0	433.351,0	39.317,0	37.175,0	35.921,0	35.957,0	36.919,0
	Japonya	40.611,9	39.993,2	34.768,5	31.521,0	29.582,8	28.526,2	28.850,7	26.199,0

Türkiye'deki pestisit tüketim miktarları Tablo 2.2'de tabloda sunulmuştur.

**Tablo 2.2.** Türkiye’de pestisit tüketimi (Canik ve Yürekli Yüksel, 2012)

Yıllar	İnsektisit	Fungusit	Herbisit	Akarisit	Rodentisit	Diğer	Toplam
2004	-	-	-	-	-	-	41.223.053
2005	-	-	-	-	-	-	43.362.627
2006	7.628.215	19.899.724	6.955.585	901.999	2.877	9.987.399	45.375.799
2007	21.045.632	16.706.631	6.668.653	966.488	50.925	3.277.315	48.715.644
2008	9.250.719	17.862.861	6.176.508	737.123	351.095	5.613.346	39.991.651
2009	9.913.897	17.395.950	5.960.852	1.532.728	77.610	2.302.300	37.183.337
2010	7.175.831	17.545.584	7.451.591	1.039.739	147.404	5.343.714	38.703.862
2011	6.119.933	18.123.614	7.406.602	1.061.609	421.426	6.977.775	40.110.958

Pestisit kullanılırken, hem ürünün hastalıklar, zararlılar ve yabancı otlara karşı korunması hem de insan ve çevrenin pestisitlerin olumsuz etkilerinden korunması birlikte değerlendirilmelidir. Tarımsal üretimde hastalık, zararlı ve yabancı otları yok ederek büyük yararlar sağlayan bu kimyasallar, zehirlilikleri ve diğer birçok olumsuz etkileri nedeniyle insan ve çevre sağlığı bakımından zararlı maddeler olarak değerlendirilmektedir. Diğer bir ifadeyle tarımsal üretimde dost olan kimyasallar, gıda ve çevre konularında karşımıza düşman olarak çıkmaktadır. Ülkemizde tarım ilacı kullanımının avantajları herkes tarafından bilinmekte ve dikkate alınmakta iken sakıncaları konusunda duyarsız kalınmakta, olumsuz etkilerini azaltacak gerekli önlemler yeterince alınmamaktadır. Bu olumsuz etkilerin öncelikle insan sağlığı ve çevre açısından hem bizimle hem de gelecek kuşaklarla ve ayrıca ilaç kalıntısı nedeniyle geri dönen tarımsal ihraç ürünleri nedeniyle ülke ekonomisi ile doğrudan ilişkili olduğu göz ardı edilmemelidir. Ülkemizde tarımsal üretimde yapılan uygulamalar içinde gelişmenin en az olduğu alanlardan birisi tarımsal ilaç uygulamalarıdır. Oysa tarım ilaçlarının çevreye verdiği zararları en aza indirmenin ve hedef üzerinde gereği kadar ilacın homojen bir şekilde dağıtılmasının yollarından biri de yeni teknolojilerin kullanımını sağlamaktır. Dünyada tarım ilacı uygulama teknolojisinin bu gün geldiği noktada bu zararları tamamen yok etmesi mümkün olmamakla birlikte, kayıpları mümkün olduğunca azaltmak, aynı zamanda ilaçlamadan beklenen başarıyı sağlamak mümkündür (Dursun ve ark., 2015).

## 2.6. Konya İlinde Pestisit Kullanımı

2000 yılında yapılan bir araştırmada, İnan ve Boyraz, Türkiye’nin en büyük yüz ölçümüne sahip olan Konya ilinde tarımsal amaçlı olarak kullanılan arazinin %14’ünde sulu tarım yapıldığından polikültür tarıma geçiş sonucu ortaya çıkan hastalık, zararlı ve

yabancı ot ile mücadelede yapılacak kültürel, yasal, fiziksel, biyolojik ve kimyasal tarımsal savaşım yöntemlerinin tümünden faydalanarak entegre mücadelenin çok daha sağlıklı olmasına rağmen kolay uygulanabilirliği ve sonucun çabuk alınması gibi nedenlerden dolayı ülkemiz genelinde olduğu gibi kimyasal savaşımın tercih edildiğine dikkat çekmiştir.

Tesadüfen seçilmiş 70 çiftçi üzerinde tarım ilacı kullanımı üzerine anket sorularıyla yaptıkları araştırmada; çiftçilerin eğitim yetersizliğiyle paralel olarak zirai mücadelede kullandıkları pestisitlerin dozunu ilacın etiketinde gösterilenden daha fazla kullandıkları, pestisiti tedarik ettikleri bayilerden bilinçsizce tavsiye üzerine edindikleri kimyasalları da beraberinde tükettiklerine yer verilmiştir. Tavsiye üzerine bilinçsizce yapılan bu uygulamaların hastalık ve zararlıların yoğunluğunu istemeden arttırabildiği; araştırmadan, etken maddelerini bilmeden yapılan bu uygulamaların beklenen etkinin elde edilmemesiyle sonuçlanabildiği gösterilmiştir (İnan ve Boyraz, 2002).

İnan ve Boyraz, 2002’de hastalık ve zararlılarla etkili bir kimyasal savaşım yapabilmenin en önemli koşullarından birinin, hastalık bitkiye gelmeden önce zamanında ilaçlamanın yapılabilmesi olduğu ve mücadeleye başlama zamanının deneysel yollarla hastalık etmeniyle ilgili bilgi sahibi olunmasının sonucunda hastalık veya zararlıların çıkışının önceden tahmin edilmesiyle saptanabileceği sunmuştur.

Günümüz koşullarında pestisit kullanımından vaz geçilemeyeceği göz önüne alınarak bu durumun söz edilen olumsuz etkilerini en aza indirme yönünde çiftçilerin bilinçlendirilmesi için daha fazla çalışma yapılması, çevre kirliliğine olan duyarlılıklarının artması, kimyasal mücadelenin yerini alacak alternatif mücadele yöntemleri geliştirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır (İnan ve Boyraz, 2002).

Kalıpçı ve ark. (2011) tarafından Konya’da pestisit uygulayıcısı çiftçilerden rastgele seçilmiş olan toplamda 120 çiftçiye uygulanan yarı yapılandırılmış mülakat yöntemi ile yapılan araştırmada benzer sonuçlara varılmıştır. Çiftçilerin eğitim seviyesinin düşük düzeyde olduğu, çoğunluğun teknik olarak konunun uzmanı olan kişilerden bilgi almadan seçtikleri pestisitlerin uygulama dozunu ve zamanını belirledikleri ya da pestisit uygulaması ile ilgili bilgi kaynaklarının ilaç bayileri olduğu tespit edilmiştir.

Araştırma sonucunda; çiftçilerin kullandıkları pestisitlerin çevreye herhangi bir zararlı etkisinin olmadığı yönünde kanaatleri olduğu, pestisit kalıntılarının doğadaki canlılara nasıl ve ne şekilde bulaşabileceği, çevredeki sirkülasyonu hakkında yeterli bilgilerinin olmadığı belirlenmiştir. Çiftçilerin pestisitlerin kanserojenik ve/veya

ekotoksikolojik etkileri hakkında da yeterli bilgilerinin olmadığı, zihinlerinde pestisitli ürünlerin zararsız olduğu yönünde bir yapılandırma olduğu fikrine varılmıştır (Kalıpçı ve ark., 2011).

### 2.7. Pestisitlerin Su Sistemlerine Etkisi

Sucul ekosistemlerde doğal olarak oluşmayan kimyasal kirletici maddeler toksik maddelerdir. Toksikite, bakteri, bitki, hayvan gibi tüm organizmalarına etki ettiği gibi bu organizmaların hücre ya da organları gibi yapılarına da etki edebilir. Toksik kirliliğe en çok katkıyı herbisitler, pestisitler ve endüstriyel bileşikler yapmaktadır. Tüm yaşamın vazgeçilmez olan suyun kalitesi çok önemlidir ve suyun kalitesinin değişmesi toksinlerin varlığıyla yaşam formlarını beslemek yerine onların zarar görmesiyle sonuçlanabilir. Su kirliliği ile varlığı suya dayanan organizmalar için suyun kimyasal ve fiziksel yapısının yararlı bir durumdan tehlikeli bir duruma değişimini ifade eder. Pestisitler tarımsal ve kentsel alanlarda yaygın kullanılan kimyasallar olduğundan suyun kalitesi konusu ile tamamen ilgilidir (Agrawal ve ark., 2010).

FAO'nun 2017'de sunduğu Tarım Kaynaklı Su Kirliliğine Küresel Bakış raporunda Tarımsal Kirleticiler, Kaynakları ve Etkileri başlığı altında yer alan ekin alanlarına pestisit uygulamasını gösteren resim; Resim 2.1'de sunulmuştur (Mateo-Sagasta ve ark., 2017).



**Resim 2.1** Ekin alanlarına pestisit uygulaması (FAO- IWMI, 2017)

Küresel olarak fungusit ve herbisit kullanımı genel olarak azalırken insektisit kullanımı artmıştır. Çoğunlukla ekin alanlarındaki su kütleleri kirlidir. Su kütlelerinin pestisit konsantrasyonu litre başına düzinelerce miligrama ulaşabilir. Su pestisit kirliliği



arasındaki göller ise “mezotrofik” olarak adlandırılır. Göllerin ötrofikasyon değerlendirilmesinde kullanılan parametre sınır değerleri ve trofik seviye Tablo 2.3’de gösterilmektedir (T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2016).

**Tablo 2.3.** Göl, gölet ve baraj göllerinde trofik sınırlandırma sistemi sınır değerleri (T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2016)

Trofik düzey	Toplam P (µg/L)	Toplam N (µg/L)	Klorofil <i>a</i> (µg/L)	Seki Disk Derinliği (m)
Oligotrofik	≤ 10	≤ 350	< 3.5	> 4
Mezotrofik	10 < TP ≤ 30	350 < TN ≤ 650	3.5 - 9.0	4 - 2
Ötrofik	30 ≤ TP ≤ 100	650 < TN ≤ 1200	9.1 - 25.0	1.9 - 1
Hipertrofik	> 100	> 1200	> 25.0	< 1

- 1- Trofik seviye, oligotrofik seviyeden hipertrofik seviyeye doğru yükselir.
- 2- Analiz sonuçlarında yapılan değerlendirme neticesinde, birden fazla trofik seviyenin çıkması durumunda ağırlıklı olan trofik seviye geçerlidir.
- 3- Analiz sonuçlarında yapılan değerlendirme neticesinde, birden fazla ve her biri farklı trofik seviyenin çıkması durumunda en yüksek trofik seviye geçerlidir.
- 4- Analiz sonuçlarında yapılan değerlendirme neticesinde, iki trofik seviye bulunması durumunda trofik seviyesi yüksek olan geçerlidir (T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2016).

## 2.8. Çavuşçu (Ilgın) Gölü

Çavuşçu Gölü, Konya'nın Ilgın ilçesinin 6 km kuzeyinde yer alan 27 km<sup>2</sup> 1.derece Doğal Sit alanına sahip, deniz seviyesinden yüksekliği 1019 m, yüz ölçümü 1.200 hektar, ortalama derinliği 2–10 m olan etrafı sazlık ve bataklıklarla kaplı tektonik bir tatlı su gölüdür. Batısında Açık Ilıca adı verilen sıcak su kaynağı bulunan göl, Doğanhisar Çayı, Çiğil Deresi ve Bulcuk Çayı gölü ile beslenmektedir, güneyden besleyen Bolasan Çayı Gölü'nün suyu düzenleme yapılarak doğuya çevrilmiştir. Kışın kar ve yağmur ile artan göl suyu, yaz mevsiminde Atlantı ve Ilgın ovalarının tarım arazisi olarak kullanılması nedeniyle çekilme göstermektedir. Suyunun tatlı olması nedeniyle de tabandaki karstik kanallar ile suyunu kaybettiği düşünülmektedir. İki parçadan oluşan tatlı suya sahip bu sığ gölün kuzeyinde kalan kısım Kuru Göl olarak adlandırılır ve sular çekildiğinde iki göl arasında ortaya çıkan kara parçası üstüne sedde yapılmıştır (Leblebici ve Seçmen, 2008).

Çavuşçu (Ilgın) Gölü'nün görüntüsü Resim 2.3’de verilmiştir (T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2016).



**Resim 2.3.** Çavuşçu (Ilgın) Gölü (T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2016)

Ilgın Gölü'nde dört döneme ait izleme sonuçlarına göre değerlendirme yapıldığında gölün trofik seviyesinin hipertrofik olduğu görülmektedir. Ilgın Göl ekosisteminin muhtemel tehditleri; evsel atıksu deşarjları, tarımsal faaliyetlerden kaynaklan kirleticiler, tarımsal amaçlı su kullanımı olarak sıralanabilir (T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2016).

### **2.9. Cyprinidae Familyası**

Dünya balıklarının yaklaşık yüzde sekizini içeren *Cyprinidae* (*carps* ve *minnows*) familyası, 220 cinsinde 2400'den fazla türe sahip, tatlı su balıklarının en geniş ailesi ve omurgalıların en büyük ikinci ailesidir (*Gobiidae* ailesinden sonra). Fosil kanıtlar, Kuzey Amerika, Avrasya ve Afrika'ya özgü bu ailenin Eosen döneminde Asya'da ortaya çıkmış olabileceğini göstermektedir. Çeneleri dişsizdir; yiyeceklerini solungaçları kullanarak bir veya iki sıra olan faringeal dişlerini kullanarak çiğnerler. Genellikle kafalarında bulunmayan geniş pullarla kaplıdırlar, çoğunlukla ağızlarının etrafında bıyıklar bulunur ve adipoz yüzgeçleri yoktur. *Cyprinidae*'ler, 12 mm'lik *Danionella tanslucida*'dan 2.5 m uzunluğundaki *Catlocarpio siamensis*'e kadar geniş bir boyut aralığına sahiptir. Ses dalgalarını artıran ve daha geniş aralıklarda işitsel uyarıları algılamalarına izin veren yüzme kesesini kulağa bağlayan bir kemikçik kümesi olan weber aygıtına sahiptir. Bazıları yüzyıllardır yetiştirilmiş ve avlanmış bu balıklar

insanlar için önemli besin kaynaklarından, sivrisinek gibi zararlıları gidermek için biyokontrol etmenleri olarak kullanılanları da vardır (Nelson, 1994).

### 2.9.1. Sazan (*Cyprinus carpio* L. 1758)

Cyprinidae ailesine ait olan, sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758), familyasına adını veren ve dünyada bilinen en yaygın tatlı su balık türlerinden biridir (Erdem, 1982). Türkiye ve tüm dünyadaki birçok doğal gölde, gölette ve baraj gölünde yaygın dağılıma sahip olan *Cyprinus carpio*'nun Türkiye'deki balıkçılık faaliyetleri açısından önemli bir yeri vardır (Demirkalp, 2007a). Tatlı su ekosistemlerimizde yaygın bir dağılıma sahip olan *Cyprinus carpio* iç pazarımızda önemli bir ticari potansiyele sahiptir (Demirkalp, 2007b).



**Resim 2.4.** *Cyprinus carpio* çizimi (Duane, 2008)

*Cyprinus carpio*'ya ait çizim yukarıda Resim 2.4'de sunulmuştur (Duane, 2008). Grzimek, 1973'de *Cyprinus carpio*'yu, genellikle büyük pullarla örtülü yanlardan biraz basık, uzun vücudunun alt tarafındaki körüklü ve uç durumdaki ağız vücuduna oranla küçüktür. Dişleri yerini alt çenede pürüzlü bir şeride bırakmıştır, dışa doğru çıkıntılı kalın etli dudakları hortum şeklindedir ve ağzının etrafında ikisi uzun dört adet bıyık bulunur. Gayet uzun olan sırt yüzgeci kuyruk yüzgecine yaklaşır, anüs yüzgeci kısadır, göğüs yüzgeçleri karın altına doğrudur, kuyruk yüzgeci iki çatallı olup loplarının ucu hafif yuvarlaktır. Bir bölümü kemikleşmiş olan ilk omurların kulakları yüzme kesesine bağlayan "Weber aygıtı"na sahip balıklar arasında çene dişi bulunmayıp, yutak dişi bulunan balıklar sadece bunlardır. Rengi kahverengi-sarıdan kahverengi-yeşile kadar değişen vücudunun yantarafları açık sarı, karnı gri-kirli beyaz, yüzgeçleri gri kırmızımtrak renktedir şeklinde tanımlamıştır.

Bazı çeşitleri pullu, bazıları tüm puluz (deri sazanı) bazılarında ise az sayıda büyük pullar bulunan (aynalı sazan) sazan (*Cyprinus carpio*) kendi cinsinin tek türüdür.

Üst çenede duyu organı olarak görev yapan iki bıyığıyla dipleri araştırarak bulduğu bitki köklerini solucanları, tohum ve larvaları yerler. Yaşadıkları suya göre büyüklükleri değişirken ortalama 40 cm, 1m uzunluk ve 25 kg ağırlık kazanabilirler. 3-4 yaşlarında eşeyssel olgunluğa erişerek Nisan ayından Haziran ayına kadar yumurtalarını bitkilerin olduğu yerlere bırakırlar (Grzimek, 1973).

Zemini çamurlu ve vejetasyonu bol yerleri tercih eden, ılık su balığı olan sazan, kış döneminde derin yerlerde dinlenmeye çekilir, pek az besin alır veya hiç besin almaz. Zeminde bulunan küçük su canlılarını çamurla birlikte alır sonra çamuru geri atar, bu nedenle zemindeki çamur içinde karakteristik oyuklar açtığı gözlenir. Kültürü yapılan sazanlara bitkisel orjinli ve karma yemler verilir. Çok büyük sazanların bazı küçük balıklarında yedikleri görülmüştür. Beslenme kalite ve miktarı bakımından sazan toleranslı bir balıktır (Atay, 1990).

Sazanın yayılmasında en önemli faktör su sıcaklığıdır, üreme için belirli bir sıcaklık derecesine ihtiyaç olduğundan kuzey bölgelerinde sazanlar nadiren ürerler veya hiç üremezler. Sıcaklığın 18- 20°C'ye ulaşması ile yumurta bırakımı sakin, sığ, bol vejetasyonlu kıyı bölgelerinde başlar ve şeffaf ve yapışkan yumurta bir hafta içinde bırakılır. Bırakılan yumurtalar su içerisindeki bitkilerin üzerine yapışır, çapları 1mm olup su alıp şişerek 1,6mm ye ulaşırlar. Yumurtalar 3-5 günde açılır, çıkan 5 mm kadar olan larvalar 1-3 gün sonra sakin dönemde tutunma organları ile su bitkilerine tutunurlar. Bu süreyi takiben larvalar su yüzeyine çıkarak yüzme keselerini hava ile doldururlar ve yüzme kabiliyeti kazanırlar, besin aramaya başlarlar. Sazan yavruları ilk olarak bitkisel veya hayvansal planktonlar ile beslenirler (algler, rodofitler, küçük crustacea'lar) 18 mm ye ulaştıklarında küçük bentik hayvanlarla beslenmeye başlarlar. Büyümeleri buldukları suyun karakteri (sıcaklık vs.) ile besin arzına sıkı sıkıya bağlıdır. Doğadaki sazanlar havuzlarda kültürü yapılan sazanlara nazaran genellikle yavaş büyür (Atay, 1990).

#### **2.10. *Cyprinus carpio* L. 1758 ve Akuatik Ortamlardaki Bazı Organik Klorlu Pestisit Kalıntıları İle İlgili Yapılan Çalışmalar**

Su ekosistemlerinin kalitesini iyileştirmek istiyorsak hangi çevresel faktörler nedeniyle hangi nehirlerin ve göllerin zarar gördüğünü bilmemiz gerekir. Su kaynaklarının kimyasallar tarafından kirletilmesi ekosistemlerin yok olmasında birincil rolü oynamaktadır (Özmen ve ark., 2008).

Tekrarlanan pestisit kullanımının çevresel etkileri ile ilgili endişeler, uygulanan alandan havaya, diğer alanlara ve su kütlelerine göç edebilen bu etken maddelerin

çevresel akıbeti ile ilgili araştırmaları yönlendirmektedir. Gelişmiş ülkeler için tarımsal pestisitlerin önemi inkar edilemez ancak bu ülkeler için asıl problem birçok çalışmaya göre ortaya çıkan insan sağlığı ve çevresel riskler konularıdır (Ozkara ve ark., 2016).

### 2.10.1. Dünyada yapılan çalışmalar

Çin'in en gelişmiş bölgelerinden Hong Kong ve Güney Çin'deki sanayileşme ciddi derecede çevresel problemlere neden olduğundan değişik balık türlerinde ve sazanlarda organoklorik pestisitlerin kalıntılarının da araştırıldığı bir inceleme 2005'de Çin'de yapışmıştır. Pearl River Delta'sındaki (Tanzhou, Sanjiao, Guangzhou, Shipai, Changan ve Mai Po) balık havuzlarından polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH) ve organoklorik (OC) pestisitlerin analizi için toplanan Tilapia (*Oreochromis mossambicus*), Kocabaş sazan (*Aristichthys nobilis*), Ot sazanı (*Ctenopharyngodon idellus*), Havuz balığı (*Carassius auratus*) and Mandalina balığı (*Siniperca chuatsi*) örneklerinde, ve sedimentte yapılan bu araştırmada DDT'lerin ve PAH'ların en yüksek konsantrasyonlarda biriktiği balık Mandalina balığı olarak bulunmuştur. Genel olarak DDT'lerin ve PAH'ların birikmesinde balıkların organlarındaki lipit içeriğinin önemli bir etkisi olmamıştır (Kong ve ark., 2005).

2007'de İran'ın en büyük sulak alanı olan Shadegan Bataklıkları'ndan, beslenme davranışları baz alınarak toplanan 8 balık türünde Diklorodifeniltrikloroetan (DDT) ve analogları, Heksaklorosikloheksan (HCH) ve Heksaklorobenzen (HCB) gibi organoklorlu pestisitlerin (OCP) ve poliklorlu bifenillerin (PCB) konsantrasyonlarının belirlenmesi amacıyla Davodi ve ark. tarafından yapılan araştırmada organoklorlu pestisitlerin konsantrasyonları poliklorlu bifenillere oranla daha yüksek çıkmıştır.

Organoklorik pestisitlerin en yaygın olan DDT ve toplam DDT'ye %53-88 oranla *p-p'* DDE'nin en yüksek konsantrasyonu sazan (*Cyprinus carpio*)'da tespit edilmiştir. Tüm örneklerdeki organoklorik pestisitlerin konsantrasyon ölçümleri sonucu DDT'ler > HCH'ler > PCB'ler > HCB sıralaması şeklinde belirlenmiştir. HCH'lerin en yüksek konsantrasyonu *Cyprinus carpio*'da tespit edilmiş, Heksaklorosikloheksan izomerleri arasında en baskını da tüm türlerde  $\alpha$  -HCH olarak tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda bazı balık türlerinde EU ve FDA tarafından verilen gıda güvenliği yönergelerini aşan birkaç OC seviyesi hariç balıklardaki OC seviyelerinin nisbeten düşük olduğu sonucuna varılmıştır ( Davodi ve ark., 2011).

Fransa'nın Lorraine bölgesinde bulunan Moselle Nehri havzasındaki balık havuzlarında alınan sediment ve çiftlik balığı türlerinden; *Cyprinus carpio* ve *Perca fluviatilis* örneklerinin kasları üzerinde yapılan çalışmada organoklorik pestisitler; HCB,

HCH ve  $\alpha$ - $\beta$ - $\gamma$  izomerleri, heptaklor, cis-heptaklor epoksit, trans-heptaklor epoksit, endosülfan ve  $\alpha$  ve  $\beta$  izomerleri, sülfat endosülfan, *o,p'*-DDT, *p-p'*-DDT, *o,p'*-DDE, *p-p'*-DDE, *o,p'*-DDD, *p-p'*-DDD, klorotalonil, alaklor, aldrin, dieldrin, metoksiklor, oksiklordan, klordan ve  $\alpha$  ve  $\gamma$  izomerleri, *p-p'*-dikofol ve *o,p'*-dikofol ve PCB'lerin konsantrasyonu ölçülmüştür. Balık kaslarında ölçülen OCP'lerin en yüksek konsantrasyonlusu *p-p'*-DDE olarak belirlenmiş, kontaminasyon profillerinin farklılığının balık türlerine bağlı olarak değiştiği, sadece *Cyprinus carpio* için belirlenmiş HCH-izomerleri, HCB ve dieldrin her zaman düşük konsantrasyonlarda tespit edilmiştir (Thomas ve ark., 2012).

Çek Cumhuriyeti'nde tarımda sıklıkla kullanılan herbisitlerin triazin grubuna dahil olan metribuzinin erken yaşam evrelerinin büyümesine ve gelişmesine etkisine ilişkin *Cyprinus carpio*'nun embriyoları ve larvaları üzerinde yapılan araştırmada metribuzinin deneylenmiş tüm konsantrasyonlarının toplam vücut uzunluğu ve ağırlığını negatif etkilediği ve spesifik büyüme oranını kısıtladığı sonucuna varılmıştır. Histolojik olarak incelendiğinde uygulanan en yüksek konsantrasyonun karaciğer ve böbrekte değişiklikler meydana getirdiği ortaya çıkmış, bu konsantrasyona maruziyetin ölüm oranında artışa yol açtığı ortaya konmuştur (Štěpánová ve ark., 2012).

*Cyprinus carpio* juvenillerinde yapılan Endosülfanı (EDS) subletal değerlendirmeyi amaçlayan bir çalışmada, değerlendirilen parametreler arasında subletal konsantrasyondaki EDS karaciğer somatik endekslerinde kayda değer değişimlere neden olmuştur. Salvo ve arkadaşları, çevresel kontaminasyona neden olan bu biyokimyasal belirteçlerin akuatik ortamdaki düşük konsantrasyonlarında bile neden oldukları yan etkilerin saptanması konusunda çok büyük öneme sahip olan araçlar olduğunun kanıtladığı sonucuna varmışlardır (Salvo ve ark., 2012).

İnsektisit ve nematisit olarak yaygın kullanım alanı olan Karbamatlar gibi pestisitlerin oksidatif stres indüksiyonunun değerlendirilmesi ekosistemi kontamine eden *Cyprinus carpio* L.'nin karaciğerindeki belli biyobelirteçler üzerine odaklanan bir çalışmada Karbofurana maruz kalan sazanın karaciğerinde oksidatif stres saptanmıştır. Oksidatif ve antioksidan profilleri ile ilgili sonuçlar Karbofuran insektisitine maruziyetin balıklarda oksidatif strese neden olduğunu göstermiştir (Ensibi ve ark., 2012).

Brezilya'da bir balık çiftliğinden alınan juvenil *Cyprinus carpio*'nun her iki cinsiyetinde yapılan herbisite maruz kalmış balıklarda oksidatif stres ve antioksidan profil parametreleri değerlendirildiği bir çalışmada, pirinç tarlası şartlarında son derece

selektif olan oksin herbisitlerin yeni sınıfına ait olan kinolon karboksilik asit Quinklorak'a maruz kalmış *Cyprinus carpio*'nun beyin, karaciğer ve kas dokularında tiyobarbitürik asit reaktif maddeler (TBARS), yine karaciğerinde protein karbonil ölçülmüştür. Gözlemlenen değişiklikler Quinklorak içeren ticari bir formülasyonuna uzun süre maruz kaldıktan sonra sazının farklı dokularında oksidatif hasara neden olduğunu göstermiş, pirinç tarlalarında kullanılan konsantrasyon göz önüne alınarak Quinklorak toksisitesinin önemine işaret etmiştir (Toni ve ark., 2013).

### 2.10.2. Türkiye'de yapılan çalışmalar

1991 Ekim-93 Ekim arasında su kuşları için uluslararası öneme sahip bir sulak alan olan Göksu Deltası-Taşucu'nda su, toprak ve sediment gibi çeşitli ortamlarda; *Cyprinus carpio* ve başka beş tür organizma üzerinde çeşitli organoklorin (OC) pestisit kalıntılarını belirlemek için yapılan bir araştırmadan alınan sonuçlara göre Göksu Deltası'nda ki bu çevresel ortamlarda ve organizmalarda 13 farklı OC pestisit kalıntısına rastlanmıştır, bundan başka, tarım alanlarının toprağındaki OC konsantrasyonlarının su ve sedimenttekinden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Kalıntı analizleri OC pestisitlerin ve kalıntılarının daha çok *Cyprinus carpio*'nun ve su kuşunun yağ dokusunda biriktiğini, yağ dokusundan da çok karaciğerlerinde biriktiğini göstermiştir (Ayas ve ark., 1997).

Sakarya Nehri havzasında sudaki, sedimentteki ve özellikle yağ dokuları olmak üzere, balık dokularındaki bazı organoklorlu pestisitleri belirlemek için gerçekleştirilen başka bir çalışmada 1995-96 yıllarının çeşitli aylarında yapılmıştır. Yukarı Sakarya Nehri'nde bir ön çalışma yaptıktan sonra seçilen sekiz istasyondan su ve sediment örnekleri, beş istasyondan da her birinden dört adet olacak şekilde benzer büyüklükte olmasına dikkat edilerek *Cyprinus carpio* örnekleri toplanmıştır. Balık örneklerinde DDT ve metabolitleri, aldrin ve heptaklor saptanmış; fabrika atıklarının, tarımsal ve endüstriyel atıklarının deşarj olduğu üç bölgedeki suda, sedimentte ve balık dokusunda bulunan beş farklı organoklorlu pestisit ve bunların bozunmuş halleri tespit edilmiştir, dieldrinin aldrinden fazla heptaklorunda heptaklor epoksitten fazla bulunduğu gösterilmiştir (Barlas, 1999).

Erdoğan ve ark. (2005), Kahramanmaraş ilindeki Sır Baraj Gölü'ndeki balıkların karakteristik beslenme şekillerine ve orada yaşayan insanlar tarafından tüketimine bakılarak seçilmiş *Cyprinus carpio* ve diğer üç türde, organoklorik pestisitlerin de arasında olduğu POPs üzerine çalışma yapmışlardır. Yapılan çalışmanın sonucunda DDT baskın olmak üzere aralarında klordan ve diğer OC pestisitlerin daha

düşük oranda bulunduğu organohalojenli kirleticilerin ölçümü yapılan tüm türlerde tespit edildiğini sunmuşlardır.

Kolankaya ve Erkmen tarafından sunulan 2002 Mayıs – 2003 Ağustos arasında gerçekleştirilen bir araştırma da Meriç Nehri'nin Ege Denizi'ne döküldüğü Meriç Delta'sındaki yüzey sularında, sedimentinde ve yaşayan *Cyprinus carpio* türünün örneklerindeki 20 organoklorik pestisit ve kalıntısının analizi için yapılmıştır. Organoklorik bileşiklerin suda çözünürlüklerinin düşük olması sebebiyle sediment ya da balık tarafından biyoakümüle edilmesi beklenen organoklorik pestisitlerin çalışma alanında yaygın olduğu, *Cyprinus carpio* balık örneklerindeki seçilmiş organoklorik pestisit su ve sediment örneklerindeki kıyasla daha yüksek olduğu sonucuna varılmış.  $\alpha$ -,  $\beta$ -HCH, *p,p'*-DDT, *p,p'*-DDE, Endosülfan, Heptaklor epoksit ve Endrin ketonun çalışma alanında en yaygın kontamine olmuş pestisitler olduğu tespit edilmiştir (Kolankaya ve Erkmen, 2006).

Ayas ve ark., 2007 yılında, Sarıyar Rezervuarı'nın üç farklı istasyonundan toplanan su, sediment ve bir-iki yaşları arasındaki *Silurus glanis*, *Cyprinus carpio*, *Alburnus escherichii* örneklerinin yağ dokularında yaptıkları araştırma sonuçlarında organik klorlu pestisit kalıntıları belirlemiş, karaciğer ve böbreklerdeki histolojik değişim mikroskobik olarak tespit etmişlerdir.

Üzerindeki yerleşim ve sanayi bölgelerinden atıkları gibi evsel ve endüstriyel çeşitli atıkların sulama ve yüzey sularıyla alan Sakarya Nehri üzerinde bulunan, boş arazi, küçük köyler ve sınırlı tarım alanları ile çevrili olan Sarıyar Rezervuarı kalıntı analiz verileri 12 farklı organoklorik pestisit ve indirgenmiş hallerinin su, sediment ve balık örneklerine kontamine olduğu sonucunu vermiştir (Ayas ve ark., 2007).

Özmen ve ark., 2008'de, Sarıyar Baraj Gölü'nde yaşayan *Cyprinus carpio* ve bir başka tür üzerinde enzimler gibi önemli biyokimyasal işaretleyiciler kullanarak çevre kirliliği ve diğer biyotik faktörlerin etkilerinin gösterilmesi için yaptıkları bir çalışmada; suda, sediment örneklerinde ve sazanın yağ dokularında yoğun tarım faaliyetlerinden kaynaklanan organoklorik (OC) pestisit kalıntıları gözlemlemiştir.

Karaciğerden ve beyinden alınan örneklerde yapılan ölçümler sonucunda, seçilen enzimler Sarıyar havzasının kentsel atıklarla ve tarımsal ve endüstriyel faaliyetlerle uzun yıllar boyunca kirlendiğini doğrulamıştır. İzlenen sonuçlar, Sarıyar Barajgölü'nün sazanın yağ dokularında birikmiş olan DDT ve türevleri gibi farklı türde organoklorik pestisitlerle kirlendiğini göstermiştir (Özmen ve ark., 2008).

2017 yılından bir başka araştırmada; suyunda ve sedimentinde ve buradan alınan sazan balığı örneklerinin (*Cyprinus carpio Linnaeus*, 1758) karaciğer dokularında (OC) pestisit kalıntılarının belirlendiği gözlenen Atatürk Baraj Gölü'nün su ve sediment örneklerindeki kalıntıların balıktakinden yüksek olmadığı, pestisit seviyesinin yağışın olduğu mevsimlerde kuru geçen mevsimlerden daha yüksek olduğu saptanmıştır. *Cyprinus carpio Linnaeus*, 1758 örneklerinde bulunan pestisit kalıntı seviyelerinin maksimum kalıntı seviyesinin üzerinde olması ve insan sağlığı için bir tehdit oluşturması, tüketicilerin sağlığını korumak adına göl balıklarında organoklorlu pestisit varlığının sürekli izlenmesi gerektiğini ortaya koymuştur (Uçkun, 2017).

### 2.10.3. Konya'da yapılan çalışmalar

Aktümsek ve ark., 2002 yılında yaptıkları araştırmada, Beyşehir Gölü'ndeki organoklorlu pestisit kalıntılarını belirlemek için analiz edilen balıklarda daha çok DDT kompleksi (DDT, DDD, DDE ve izomerler), toplam HCH kompleksi ( $\alpha$ -HCH,  $\beta$ -HCH ve  $\gamma$ -HCH veya lindan), aldrin, dieldrin, endrin ve heptaklorin tespit etmişlerdir. Tüm örneklerin %63'ünün organoklorik pestisitlerden DDT ve metabolitleri tarafından, %75'inin bir ya da daha fazla HCH izomeri tarafından olmak üzere balık örneklerinin %85'inin kontamine olduğu; heptaklorin sadece bir örnekte bulunurken Aldrin, Dieldrin ve Endrin'in örneklerde ikincil pestisitler durumunda olduğu, arada sırada saptanmış yüksek konsantrasyonlara bulunmasına rağmen ortalama değerlerin FAO ve WHO'nun değerlerinden daha düşük olduğu sonucuna varılmıştır.

Aktümsek ve ark., 2009 yılında bir başka çalışmalarında; 18 balık türünden alabalık, uskumru ve palamut hariç tüm balılarda 14 farklı organoklorlu pestisit kalıntısı tespit etmiştir. Balık kaslarındaki baskın kalıntılar DDT ve metabolitleri olarak belirlenmiş, HCH (heptaklorosikloheksan), aldrin ve heptaklor çoğu örnekte saptanmış, *Salmo trutta* (alabalık)'da  $\beta$  endosülfan, *p-p'* DDT ve *p-p'* DDD saptanmamış, *Sparus aurata* (çipura)'da baskın olarak DDT kalıntısı saptanmıştır. Çalışmada bulgularla Konya marketlerinde satılan balıkların tüketiminde önemli sağlık riski taşımadığı sonucuna varılmıştır.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Çalışmada Kullanılan Numunelerin Temin Edilmesi

Bu tez çalışmasında kullanılan balık numunelerinin alındığı yer olan Çavuşçu Gölü, 27 km<sup>2</sup> alana sahip, etrafı sazlık ve bataklıklarla kaplı tektonik yapılı bir tatlı su gölüdür.

Bu çalışmada incelenecek olan Sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758), Sazangiller (Cyprinidae) familyasına adını vermiş olan bir türdür. Bu tür aynı zamanda tüm dünyada bilinen en yaygın tatlı su balık türlerinden birisidir (Geldiay ve Balık, 1988). Sazan balığı kemikli bir balıktır. Asıl memleketi güney-doğu Asya ve Çin'dir (Atay, 1990). *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758)'da vücut az çok uzamış ve oval şekillidir ve büyük pullarla örtülüdür. Başu iridir. Dudaklar iyi gelişmiş ve etlidir. Ağız etrafında üst dudak üzerinden çıkan iki çift bıyık bulunur. Bu tür doğal göllerde, göletlerde ve havuzlarda özellikle de dibi çamurlu etrafı bol vejetasyonlu yavaş akan derin akarsularda bulunmaktadır. Her türlü gıdayı yiyebilmesi ve etinin de nispeten lezzetli olması gibi nedenlerle yapay balık üretiminde de önemli bir yer tutmaktadır (Geldiay ve Balık, 2007).

Balık numunelerinin temini yaz ve kış mevsiminde Çavuşçu Gölü'ne gidilerek balık avcılarında üçer adet orta boy sazan balığı alınarak gerçekleştirilmiştir. Alınan numunelerin aynı yaş ve ağırlıkta olmalarına dikkat edilmiştir.

Buz kutusu içerisinde kısa sürede laboratuara getirilen balıkların dorsal yüzgecinin başlangıç noktasına gelen bölgesinden 10 g kas örneği alınmıştır.

#### 3.2. Çalışmada Kullanılan Numunelerin Ekstraksiyonları

Balıkların dorsal yüzgecinin başlangıcından alınan 10 g balık eti numuneleri homojenizatörde 35000 devir/dk'lık bir hızla 5 dk süre ile kloroform:metanol (2:1) karışımında homojenleştirilmiştir (Folch ve ark., 1957).

Homojenizasyon esnasında susuz Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> kullanılarak ekstraksiyonun daha verimli olması sağlanmıştır. Organik klorlu pestisitlerin diğer safsızlıklardan arındırılması ve katı faz ekstraksiyonu için; içine, 200°C civarında 12 saat süre ile aktive edilen 10 g florisil ve üzerine, ekstrak içerisindeki suları tutması için 2 cm yüksekliğinde susuz Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ihtiva eden 30 cm uzunluğunda 1 cm iç çapında olan kolon kullanılmıştır. Diğer katı faz metodları ile karşılaştırılması yapılmıştır.

Florisil üzerine tutulmuş olan pestisitler n-hekzan:benzen:etil asetat karışımı ile elüe edilmiş ve çözücü 30°C'de N<sub>2</sub> atmosferinde uzaklaştırılmış ve geriye kalan numune 2 ml hekzan ile seyreltilmiştir. (Aktümsek ve ark. 2002). Resim 3.1'de ekstraksiyon aşamalarından bir resim sunulmuştur.



**Resim 3.1.** Ekstraksiyon aşamalarından bir resim

### 3.3. Gaz Kromatografik Analizler

Toplanan numunelerden pestisit analizleri gaz kromatografi yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Gaz kromatografik analizler GC-MS (Agilent 6890-5973) cihazında gerçekleştirilmiştir.

Cihazda analizler için kolon olarak, pestisit analizlerinde kullanılan Agilent HP 5 MS (30 m, 0,25 mm id, 0,25 µm film thickness) kolonu kullanılmıştır. Mobil faz olarak He kullanılmış ve akış hızı 1 mL/min olarak ayarlanmıştır. Cihazın injektör bloğu sıcaklığı 250°C, injeksiyon hacmi ise splitless modunda 1 µL olarak uygulanmıştır.

Analizler için cihaza sıcaklık programı uygulanmıştır. Sıcaklık programı şu şekildedir: Başlangıç sıcaklığı 95°C olarak ayarlanmış ve bu sıcaklıkta 1,5 dakika beklendikten sonra dakikada 20°C artırılarak 180°C ulaşılmıştır. Daha sonra dakikada 5°C artırılarak 230°C'ye ulaşılmış ve dakikada 25°C artırılarak 290°C'ye gelinmiş ve bu sıcaklıkta 10 dakika beklenmiştir.

MS dedektör için: MS transfer line sıcaklığı 290°C, SİM modunda her etken madde için bir target 3 qualifer seçilmiştir. Quadrapol SİM modunda iyonlaşma EI (elektrical iyonizasyon) ve multiplier 200 V set edilmiştir.

Yapılan analizlerde numunelerde araştırılan organik klorlu pestisitlerin elde edilen hedef iyon ile doğrulama iyon değerleri Tablo 3.1’de sunulmuştur.

**Tablo 3.1.** Numunelerde araştırılan organik klorlu pestisitler ve hedef iyon ile doğrulama iyonları

Aktif Madde	Hedef İyon ( <i>m/z</i> )	Doğrulama İyonları
Etridiazole	211	213-183-185
Chloroneb	191	193-206-208
Tecnazene	203	215-201-261
Trifluralin	306	264-290-307
a HCH	183	181-219-217
b HCH	181	183-109-219
g HCH	181	183-219-109
Quintozene	237	249-214-239
d HCH	181	183-219-217
Chlorothalonil	266	264-268
Heptachlor	272	274-100-270
Aldrin	263	265-261-293
Chlorthal dimethyl	301	299-303-332
Hep exo epo iso B	353	355-351-357
Hep endo epo iso A	183	185-217-253
trans Chlordane	375	373-377-371
2,4 <i>o,p'</i> -DDE	246	218-318-316
a Endosulfan	241	239-237-195
cis Chlordane	373	375-377-371
Trans Nonachlor	409	407-411-405
<i>p,p'</i> -DDE	246	318-316-248
Dieldrin	79	263-266-277
<i>o,p'</i> -DDD	235	237-165-236
Endrin	263	265-281-147
b Endosulfan	195	237-241-235
Chlorobenzilate	251	139-253-111
<i>p,p'</i> -DDD	235	237-165-236
<i>o,p'</i> -DDT	235	237-165-236
Tetrasul	252	324-254-322
<i>p,p'</i> -DDT	235	237-165-236
Endrin aldehide	67	250-345-347
Methoxychlor	227	228-274-212
Tetradifon	159	229-227

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Çavuşçu Gölü’den elde edilen *Cyprinus carpio* L. 1758’deki bazı organoklorik pestisitlerin kalıntılarının belirlenmesi amaçlanan bu tez çalışmasında araştırılan pestisitler Tablo 4.1’de verilmiştir.

**Tablo 4.1.** Çavuşçu Gölü’ndeki *Cyprinus carpio*’da yaz ve kış mevsiminde araştırılan organik klorlu pestisitler

Araştırılan Pestisitler
Etridiazole
Chloroneb
Tecnazene
Trifluralin
a HCH
b HCH
g HCH
Quintozene
d HCH
Chlorothalonil
Heptachlor
Aldrin
Chlorthal dimethyl
Hep exo epo iso B
Hep endo epo iso A
trans Chlordane
2,4 <i>o,p'</i> -DDE
a Endosulfan
cis Chlordane
Trans Nonachlor
<i>p,p'</i> -DDE
Dieldrin
<i>o,p'</i> -DDD
Endrin
b Endosulfan
Chlorobenzilate
<i>p,p'</i> -DDD
<i>o,p'</i> -DDT
Tetrasul
<i>p,p'</i> -DDT
Endrin aldehide
Methoxychlor
Tetradifon

Yaz ve kış mevsiminde ölçülen organik klorlu pestisit kalıntılarının ppb cinsinden ortalama değer bulguları Tablo 4.2’de sunulmuştur.

**Tablo 4.2.** Çavuşçu Gölü'nden alınan *Cyprinus carpio* L. 1758 örneklerinde yaz ve kış mevsiminde saptanan organik klorlu pestisit kalıntı ortalama değerleri (ppb)

<b>Pestisit</b>	<b>KIŞ</b>	<b>YAZ</b>
Etridiazole	-	14.185
Chloroneb	63.66	-
Tecnazene	12.25	-
Chlorthal dimethyl	37.65	-
Heptachlor exo epoxide isomer B	-	2.36
Methoxychlor	4.29	-
Tetradifon	178.76	901.55

Sazan örneklerinde organoklorlu pestisitlerin kalıntı seviyelerinin ortalaması kış mevsiminde sırasıyla, Chloroneb için 63.66 ppb, Tecnazene için 12.25 ppb, Chlorthal dimethyl için 37.65 ppb ve Methoxychlor için 4.29 ppb olarak ölçülür iken yaz mevsiminde Etridiazole için 14.185 ppb ve Heptachlor exo epoxide isomer B için 2.36 ppb değerinde ölçülmüştür.

Ortalama değer Etridiazole ve Heptachlor exo epoxide isomer B için kış mevsiminde; Chloroneb, Tecnazene, Chlorthal dimethyl ve Methoxychlor için ise yaz mevsiminde tespit edilebilir düzeyde çıkmazken, Tetradifon için ortalama değer sırasıyla kış mevsiminde 178.76 ppb ve yaz mevsiminde 901.55 ppb olarak ölçülmüştür.

Göksu Deltası'nda yapılan bir çalışmada Ayas ve ark. (1997), *Cyprinus carpio* türünün karaciğerinde ölçülen organoklorlu pestisitlerin kalıntı seviyelerini  $\alpha$ -BCH için en yüksek 0.648 ppm, ortalama değer 0.279 ppm, Heptaklor için en düşük 0.271 ppm, en yüksek 0.1119 ppm, ortalama değer 0.412 ppm, Heptaklor epoksit için en düşük 0.291 ppm, en yüksek 0.988 ppm, ortalama değer 0.483 ppm, *o,p'*-DDT için en düşük 0.162 ppm, en yüksek 4.163 ppm, *p,p'*-DDT için en yüksek 0.396 ppm, ortalama değer 0.102 ppm şeklinde tespit etmişler,  $\beta$ -BCH, Lindan, Aldrin, Dieldrin, Endrin ve *o,p'*-DDD'nin tespit edilebilir düzeyde çıkmadığını gözlemişlerdir. *Cyprinus carpio* türünün yağ dokusunda organoklorlu pestisitlerin kalıntı seviyeleri  $\alpha$ -BCH için en yüksek 2.218 ppm, ortalama değer 0.997 ppm,  $\beta$ -BCH için en yüksek 0.522 ppm, ortalama değer 0.228 ppm, Lindan için en yüksek 2.495 ppm, ortalama değer 1.816 ppm, Aldrin için en yüksek 2.413 ppm, ortalama değer 0.126 ppm, Dieldrin için en yüksek 0.302 ppm, ortalama değer 0.147 ppm, Endrin için 0.138 ppm, ortalama değer 0.072 ppm, Heptaklor için en düşük 1.314 ppm, en yüksek 2.446 ppm, ortalama değer 1.867 ppm, Heptaklor epoksit için en düşük 0.431 ppm, en yüksek 1.824 ppm, ortalama değer 0.615

ppm, *o,p'*-DDT için en düşük 1.163 ppm, en yüksek 10.612 ppm, ortalama değer 4.217 ppm *p,p'*-DDT için en yüksek 0.619 ppm, ortalama değer 0.294 ppm olarak ölçülmüştür. OC birikim seviyesinin yüksek olduğu, DDT'nin yüksek konsantrasyonlarının belirlendiği, Heptaklorun, Heptaklor epoksit oranla daha büyük konsantrasyonlarda bulunduğu, yağ dokusundaki OC kalıntılarının karaciğerdekinden daha fazla olduğu saptanmıştır. Bu tez çalışmasında da Lindan, Aldrin, Dieldrin, Endrin tespit edilebilir düzeyde çıkmamış ancak DDT 'ye de rastlanmamıştır. Heptachlor exo epoxide isomer B'nin ise düşük konsantrasyonlarda olduğu saptanmıştır.

Erdoğrul ve ark. (2005), Sır Gölü'nde yaptıkları çalışmalarında alıkonma zamanlarına (Retention time, Rt) bağlı olarak *Cyprinus carpio* türünün kas dokusunda tespit edilen organoklorlu pestisitlerden heksaklorobenzenin (HCB) kalıntı miktarı en yüksek 0.41 ppb, ortalama değer olarak da 0.07 ppb, DDT'ler olarak ifade edilenlerin kalıntı değerleri; *p,p'*-DDE için en yüksek 156 ppb, ortalama değer 13.3 ppb, *p,p'*-DDD için en yüksek değer 13.0 ppb, ortalama değer 0.82 ppb, *p,p'*-DDT için en yüksek değer 1.23 ppb, ortalama değer 0.08 ppb, HCH'ler olarak ifade edilenlerin kalıntı değerleri;  $\alpha$ -HCH için en yüksek değer 0.40 ppb, ortalama değer 0.03 ppb,  $\beta$ -HCH için en yüksek değer 0.24 ppb, ortalama değer 0.03 ppb,  $\gamma$ -HCH için en yüksek değer 0.67 ppb, ortalama değer 0.07 ppb, CHL'ler olarak ifade edilenlerin kalıntı değerleri oksiklordan (OxC) için en yüksek değer 0.10 ppb, *trans*-nonaklor (TN) için en yüksek değer 0.87 ppb, ortalama değer 0.02 ppb, *trans*-klordan (TC) için en yüksek değer 0.19 ppb, ortalama değer 0.02 ppb ve *cis*-klordan (CC) için en yüksek değer 0.20 ppb, ortalama değer 0.01 ppb olarak bulunmuştur. Kas ve karaciğer örneklerinin tümünün HCB,  $\alpha$ -HCH, *p,p'*-DDD ve *p,p'*-DDE içerdiği, karaciğerle karşılaştırıldığında OCP'lerin öncelikle kaslarda biriktiği, kirletici konsantrasyonlarının özellikle yağ oranına bağlı olduğu ve dominant metabolitin *p,p'*-DDE olduğu sonucuna varılmıştır. Bu tez çalışmasında ise CHL'ler olarak ifade edilenlerden araştırılan *cis*-klordan ve *trans*-klordan için; HCH'ler olarak ifade edilenlerden de araştırılan  $\alpha$ -HCH,  $\beta$ -HCH ve  $\gamma$ -HCH için ortalama değer saptanmamıştır.

Kolankaya ve Erkmen, Meriç Deltası'nda seçilmiş 5 istasyondan toplanan *Cyprinus carpio* örneklerinin kas dokularında organoklorik kalıntıların seviyelerinin analizini yaptıkları çalışmada OC pestisit konsantrasyonlarının,  $\Sigma$ -HCH için 725.57 ppb'den 1470.06 ppb'ye;  $\Sigma$ -heptaklor için 3.04 ppb'den 5.4 ppb'ye;  $\Sigma$ -klordan için 1.85 ppb'den 43.81 ppb'ye;  $\Sigma$ -endosülfan için 28.34 ppb'den 86.02 ppb'ye,  $\Sigma$ -DDT için 6.14

ppb'den 62.25 ppb'ye;  $\Sigma$ -dielddrin için 1.35 ppb'den 17.78 ppb'ye;  $\Sigma$ -endrin için 29.5 ppb'den 126.98 ppb'ye; metoksiklor için 5.79 ppb'den 50.93 ppb'ye değişen aralıklarda saptandığını sunmuştur. Balık örneklerinde DDT metabolitlerinden DDE'nin konsantrasyonunun DDT konsantrasyonuna oranla düşük olduğunu analiz etmişler ve bunun nedeninin bölgede illegal olarak DDT kullanımının sürdürülmesi ihtimaline bağlanmış, HCH grupları karşılaştırıldığında,  $\alpha$ - ve  $\beta$ - HCH'lerin tüm balık örneklerinde ağır bastığı gözlemlenmiş, hiçbir balık örneğinde Aldrin'e rastlanmamış, Heptaklorun metabolize olduğu Heptaklor oksitin normal olarak heptaklordan fazla olduğu sonucuna varılmıştır (Kolankaya ve Erkmen, 2006). Bu tez çalışmasında, Çavuşçu Gölü'nden temin edilen balık örneklerinde yapılan OC pestisit konsantrasyonlarının analizi sonucunda da Aldrin'e rastlanmadığı ancak DDT ve metabolitlerine, HCH'lere, Heptaklor, Klordana, Endosülfana, Dielddrine ve Endrine de rastlanmadığı sonucuna varılmıştır. Metoksiklorun ise yaz mevsiminde pestisit kalıntı ortalama değeri görülmemiş, kış mevsimindeki kalıntı ortalama değerinin 4.29 ppb olarak ölçüldüğü bulunmuştur. Bulunan değer Meriç Deltası'ndan elde edilen edinilen balık örneklerindeki 5.79 ppb'nin altındadır.

Ayas ve ark. (2007), Sarıyar Baraj Gölü'nün Uşakbükü, Sarıyar ve Nallıhan Kuş Cenneti olmak üzere seçilen üç istasyonundan elde edilen *Cyprinus carpio* türünün örneklerinin lipid içeriklerinde tespit edilen organoklorik pestisitlere ait analiz sonuçları mg/kg (mg/kg=ppm) cinsinden sırasıyla, Uşakbükü istasyonunda;  $\alpha$ -BCH 0.378 mg/kg,  $\beta$ -BCH 0.69 mg/kg, Lindan 0.512 mg/kg, Dielddrin 0.084 mg/kg, Heptaklor epoksit 0.162 mg/kg, *o,p'*-DDT 0.095 mg/kg, *p,p'*-DDT 0.421 mg/kg, *o,p'*-DDD 0.134 mg/kg, *p,p'*-DDD 0.179 mg/kg *p,p'*-DDE 0.307 mg/kg olarak, Sarıyar istasyonunda;  $\alpha$ -BCH 0.435 mg/kg,  $\beta$ -BCH 0.12 mg/kg, *p,p'*-DDT 0.107 mg/kg, *o,p'*-DDD 0.047 mg/kg, *p,p'*-DDE 0.047 mg/kg olarak ve Nallıhan Kuş Cenneti istasyonunda;  $\alpha$ -BCH 0 0.053 mg/kg,  $\beta$ -BCH 0.098 mg/kg, Lindan 0.032 mg/g, Heptaklor epoksit 0.062 mg/kg, *o,p'*-DDT 0.074 mg/kg, *p,p'*-DDT 0.093 mg/kg, *o,p'*-DDD 0.047 mg/kg, *p,p'*-DDE 0.148 mg/kg Sarıyar  $\alpha$ -BCH 0.053±0.007 mg/kg,  $\beta$ -BCH 0.098±0.04 mg/kg, olarak bulmuşlardır. Uşakbükü istasyonunda Aldrin, Heptaklor; Sarıyar istasyonunda Lindan, Aldrin, Dielddrin, Heptaklor, Heptaklor epoksit, *o,p'*-DDT ve *p,p'*-DDD; Nallıhan Kuş Cenneti istasyonunda ise Aldrin, Dielddrin, Heptaklor ve *p,p'*-DDD tespit edilememiştir. Araştırılan balık örneklerindeki bulgular doğrultusunda DDT'lerin yaygın kirleticiler olduğu, BCH'ler, Heptaklor epoksit ve Lindan'ın balık dokularında yüksek seviyelerde

olduğu ve bazı OC bileşiklerinin illegal olarak halen havzada kullanıldığı sonucuna varılmıştır. *Cyprinus carpio*'da pestisit kalıntı seviyelerinin incelendiği bu tez çalışmasında, bu üç istasyondan elde edilen sonuçlara paralel olarak Lindan, Aldrin, Dieldrin, Heptaklor, Heptaklor epoksit, DDT ve metabolitleri tespit edilememiştir.

Çalışma alanı Sarıyar Baraj Gölü'nün Çayırhan, Uşakbükü ve Sarıyar mevkileri olarak seçilen bir başka çalışmada Özmen ve ark. (2008), üç mevkiden toplanılan *Cyprinus carpio* türünün yağ dokusundan elde edilen örneklere ait analiz edilen OC konsantrasyonları sonuçları mg/kg (mg/kg=ppm) cinsinden sırasıyla, Çayırhan mevki için;  $\alpha$ -BCH 0.053±0.007 mg/kg,  $\beta$ -BCH 0.098±0.04 mg/kg, Lindan 0.032±0.004 mg/kg, Heptaklor epoksit 0.062±0.008 mg/kg, *o,p'*-DDT 0.074±0.001 mg/kg, *p,p'*-DDT 0.093±0.013 mg/kg, *o,p'*-DDD 0.047±0.006 mg/kg, *p,p'*-DDE 0.0148±0.021 mg/kg, Uşakbükü mevki için;  $\alpha$ -BCH 0.378±0.18 mg/kg,  $\beta$ -BCH 0.12±0.03 mg/kg, Lindan 0.512±0.23 mg/kg, Dieldrin 0.084±0.05 mg/kg, Heptaklor epoksit 0.162±0.06 mg/kg, *o,p'*-DDT 0.095±0.04 mg/kg, *p,p'*-DDT 0.421±0.28 mg/kg, *o,p'*-DDD 0.134±0.09 mg/kg, *p,p'*-DDD 0.179±0.09 mg/kg, *p,p'*-DDE 0.307±0.18 mg/kg ve Sarıyar mevki için;  $\alpha$ -BCH 0.435±0.25 mg/kg,  $\beta$ -BCH 0.69±0.37 mg/kg, *o,p'*-DDT 0.097±0.01 mg/kg, *p,p'*-DDT 0.107±0.17 mg/kg, *o,p'*-DDD 0.471±0.18 mg/kg, *p,p'*-DDE 0.098±0.034 mg/kg olarak ölçmüşlerdir, Aldrin ve Heptaklor konsantrasyonları tespit edilebilir düzeyde çıkmamıştır. Bu bulguların, DDT ve indirgenmiş formları Heptaklor epoksit,  $\alpha$ -ve  $\beta$ -BCH'nin gölün farklı mevkilerden toplanan sazan örneklerinin yağ dokularında toplandığını, en yüksek konsantrasyonun  $\beta$ -BCH'ye ait olduğunu gösterdiği, Türkiye'de yasaklanmış olmasına rağmen bazı organik klorlu pestisitlerin kullanımının bu alanda illegal olarak halen devam ettiği sonucuna varmışlardır. Bu tez çalışmasında *Cyprinus carpio* örneklerinde  $\alpha$ -ve  $\beta$ -BCH pestisit kalıntı ortalama değerleri tespit edilebilir düzeyde çıkmamıştır.

Atatürk Baraj Gölü'nün bazı noktalarından yağışlı ve kuru mevsimlerde alınan *Cyprinus carpio Linnaeus*, 1758 karaciğer doku örneklerinde bulunan bazı pestisit kalıntı seviyelerini  $\mu$ g/kg cinsinden ölçümlenen bir araştırmada, Uçkun 2017 yılında, Kahta mevkinde kuru mevsimde, Dieldrin 14.27±0.16  $\mu$ g/kg, *p,p'*-DDE 17.16±0.19  $\mu$ g/kg, *p,p'*-DDD 8.43±0.08  $\mu$ g/kg, *o,p'*-DDD 6.85±0.06  $\mu$ g/kg, yağışlı mevsimde, Dieldrin 16.23±0.26  $\mu$ g/kg, *p,p'*-DDE 12.46±0.08  $\mu$ g/kg, *o,p'*-DDT 9.37±0.08  $\mu$ g/kg; Samsat mevkinde yağışlı mevsimde, *p,p'*-DDE 10.14±0.06  $\mu$ g/kg, *o,p'*-DDD 7.42±0.05, *o,p'*-DDT 4.64±0.04  $\mu$ g/kg; Bozova mevkinde kuru mevsimde, Dieldrin

31.44±1.15 µg/kg, *p,p'*-DDE 32.87±1.36 µg/kg, *p,p'*-DDD 22.32±0.44 µg/kg, *o,p'*-DDD 613.65±0.07 µg/kg, *o,p'*-DDT 15.71±0.06 µg/kg, *p,p'*-DDT 5.62±0.03, yağışlı mevsimde Dieldrin 30.09±1.12 µg/kg, *p,p'*-DDE 50.27±1.58 µg/kg, *p,p'*-DDD 21.15±0.42 µg/kg, *o,p'*-DDD 14.37±0.08 µg/kg, *o,p'*-DDT 6.42±0.03 µg/kg, *p,p'*-DDT 7.43±0.05; Akyazı mevkinde kuru mevsimde, Dieldrin 37.42±1.27 µg/kg, *p,p'*-DDE 53.82±1.77 µg/kg, *p,p'*-DDD 25.26±1.06 µg/kg, *o,p'*-DDD 21.42±1.14 µg/kg, *o,p'*-DDT 12.98±0.08 µg/kg, *p,p'*-DDT 10.07±0.07 µg/kg, yağışlı mevsimde Dieldrin 41.37±1.65 µg/kg, *p,p'*-DDE 66.35±1.83 µg/kg, *p,p'*-DDD 31.77±1.13µg/kg, *o,p'*-DDD 32.09±1.39 µg/kg, *o,p'*-DDT 14.11±0.09 µg/kg, *p,p'*-DDT 18.89±0.15 µg/kg; Sitalce mevkinde kuru mevsimde, Dieldrin 13.28±0.09 µg/kg, *p,p'*-DDE 15.68±0.22 µg/kg, *p,p'*-DDD 7.38±0.06 µg/kg, yağışlı mevsimde Dieldrin 12.72±0.07 µg/kg, *p,p'*-DDE 13.44±0.08 µg/kg, *p,p'*-DDD 6.40±0.05 µg/kg, *o,p'*-DDD 5.17±0.06 µg/kg, *o,p'*-DDT 3.45±0.02 µg/kg şeklinde belirlemiştir. Oluklu mevkinde kuru ve yağışlı mevsimde, Samsat mevkinde kuru mevsimde OC pestisit kalıntı seviyeleri tespit edilir seviyede çıkmamıştır.

Örneklerin karaciğer yağ dokularındaki bulgulara dayanarak organoklorik pestisitlerin dominant formu *p,p'*-DDE olarak tespit edilirken, analiz edilen ikinci dominant form dieldrin olarak tespit edilmiştir. Kalıntı seviyelerine göre sıralamaları *p,p'*-DDE > Dieldrin > *p,p'*-DDD > *o,p'*-DDD > *p,p'*-DDT > *o,p'*-DDT diziliminde sunulmuştur. DDT ve metabolitlerinin tüm örneklerde en yüksek seviyelerde ölçülmüş, bu sonuç geçmişte kullanılan DDT'nin ayrışmasına ve biyoakümülyasyonuna bağlanmıştır. Tüm balık örneklerinde ölçülen Dieldrin seviyesinin FAO ve WHO tarafından belirlenen 0.2 µg/kg (Codex Alimentarius Commission, 2009) olan kalıntı limitini geçtiği ortaya konmuştur (Uçkun, 2017). DDT ve metabolitleri ile Dieldrinin de içinde bulunduğu 33 adet organoklorik pestisit kalıntısının analizinin belirlenmesi için yapılan bu tez çalışmasında yaz ve kış mevsiminde *Cyprinus carpio*'da bu iki pestisitinin de kalıntı seviyesi tespit edilememiştir.

Ekim-Kasım 2007'de İran'daki Shadegan Bataklıkları'nda yapılan araştırmadaki *Cyprinus carpio* türünün kas doku örneklerinin analiz değerleri; DDT'ler için minimum 95 ppm maksimum 1540 ppm ortalama 360 ppm, HCH'ler için minimum 170 ppm maksimum 870 ppm ortalama 420 ppm ve HCB için minimum 1.9 ppm maksimum 130 ppm ortalama 23 ppm olarak ölçülmüştür. *p,p'*-DDE, DDT komponentleri arasında en yüksek konsantrasyonlu olarak saptanmış,  $\alpha$ -HCH dominant HCH izomeri olarak

ölçülmüş, balıklarda  $\gamma$ -HCH konsantrasyonunun düşüklüğü bu alanda Lindan kullanımı olmamasına bağlanmış, yasak olmasına rağmen analiz edilen tüm balık örneklerinde HCB ölçülmüş, kontamine konsantrasyonlarının Avrupa'daki benzer alanlarda rapor edilenden düşük olduğu sonucuna varılmıştır (Davodi ve ark., 2011).

2008 yılında Fransa'nın Moselle Nehri kollarının çeşitli yerlerinden toplanan özellikle *Cyprinus carpio* türünün kas doku örneklerinde yapılan ölçümler sonucunda en yüksek OCP konsantrasyonu *p,p'*-DDE için 1.80 olarak,  $\Sigma$ -DDT için 2.20 olarak,  $\beta$ -HCH için en yüksek konsantrasyon ortalama değer ile  $0.64 \pm 0.15$  olarak gösterilmiştir. Ölçülen kalıcı organik bileşiklerin kontaminasyon seviyesinin düşük olduğu, Avrupa legal limitleri dahilinde olduğu sonucuna varılmıştır (Thomas ve ark., 2012).

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

### 5.1 Sonuçlar

Tarımda istenmeyen canlıların yok edilmesi ve hastalık yapıcı ajanların kontrol edilmesi yoluyla besin üretimini artırmak amacıyla çok eski yıllardan beri kullanılan pestisitler, halk sağlığı ve besinlerin korunması açısından önemli yararlar sağlamaktadır. Fakat bıraktıkları kalıntılarla su, toprak, hava ve besinlerde kirlenmelere yol açarak ekolojik dengeyi bozmaktadırlar. Özellikle başvurulan yaygın ve bilinçsiz uygulamalar; hava, toprak ve su kirlenmesine, bitki ve hayvan sağlığına ve varlığına zarar verebilmektedir.

Canlı organizmaları yok etmek üzere kullanıldıklarından dolayı pestisitler sucul canlılar için potansiyel bir tehlike taşımaktadır. Tüm dünyada ve ülkemizde tarımda zararlıları yok etmek ve kaliteli ürünler elde etmek için kullanılan pestisitler, hedef organizmaları yok etmenin yanında hedef dışı organizmalar üzerinde de zararlı etkilerini gösterebilmektedir. Pestisitlerin çoğu hedef organizma için etkili olurken, hedef olmayan insan ve diğer canlılara da zarar vermektedir. İnsanlar pestisit kalıntılarına maruz kalmış besinleri tüketerek bu kalıntıları kendi vücutlarına alabilmektedir. Bu şekilde pestisit kalıntılarının insan vücudu üzerinde zararlı etkileri ortaya çıkabilmektedir.

Pestisitler yanlış kullanımları sonucunda kullanıldıkları yerlerde toprağı ve suyu kirl ettikleri gibi biyolojik ve fiziksel yollarla buldukları yerlerden çok uzak bölgelere kadar taşınmaktadırlar. İnsan, hayvan ve çevre sağlığının korunması amacıyla pestisitler gerekli doz ve sürelerde dikkatli bir şekilde kullanılmalıdır. Organizmaların besin ve su tüketimi, solunum ve deri ya da dış iskelet ile temas yoluyla vücutlarına aldıkları bu kimyasal pestisitler vücut bariyerlerini geçerek vücutta metabolize olacakları, depolanacakları dokulara ulaşp zararlı etkilerini insan vücudunda ortaya çıkarabilmektedir.

Karsinojenik, mutajenik ve teratojenik etkilere sahip olduğu yapılan bazı araştırmalarda gösterilmiş olan pestisitlerin zararlı etkilerinden kaçınmak amacıyla besinlerde pestisit kalıntılarının bulunup bulunmadığının araştırılması önemlidir. Bu doğrultuda Bu Yüksek Lisans Tez çalışmasında Konya ilinin Ilgın ilçesinde yer alan Çavuşçu Gölü'nde bulunan ve yöre halkı tarafından sevilerek tüketilen bir balık türü olan *Cyprinus carpio* L.'de bazı organik klorlu pestisit kalıntılarının varlığı yaz ve kış mevsimi olmak üzere iki dönem halinde araştırılmıştır.

Fabrika atıklarının, tarımsal ve endüstriyel atıkların sonucu çevresel kontaminasyona neden olan bu biyokimyasal belirteçlerin akuatik ortamdaki düşük konsantrasyonlarında bile neden oldukları çok büyük öneme sahip yan etkileri düşünüldüğünde, balık örneklerinde organik klorlu pestisit kalıntı değerlerinin yaz ve kış mevsimi olmak üzere ayrı ayrı iki dönem için analiz edilen 33 ayrı pestisitlerin 7 tanesinin varlığının saptanması kadar organoklorik pestisitlerin en yaygını olan DDT ve metabolitlerinin yanısıra Aldrin, Dieldrin, Endrin, Endosülfan, HCH'ler, CHL'ler gibi kalıcı organik kirleticilerin (Persistent Organic Pollutants/ POPs) saptanmamış olduğunun gösterilmesi de önemlidir.

## 5.2 Öneriler

Besin zincirinin son halkası olan insana vereceği zarar düşünüldüğünde, pestisit kullanımında dikkatli olunması gerekmektedir. Burada temel görev, zirai üretim ile uğraşan kişilere düşmektedir ki aşırı pestisit kullanımı neticesinde bıraktıkları kalıntılarla su, toprak, hava ve besinlerde kirlenmelere yol açarak ekolojik denge bozulabilmektedir. Özellikle pestisit kullanan kişilere gerekli eğitimlerin verilmesi, pestisit kullanırken kişisel koruyucu tedbirleri almaları noktasında bilinçlendirilmeleri de gerekmektedir.

Bu doğrultuda aşırı pestisit kullanımı ile pestisitlerin ekosistemde birikerek başta kendileri olmak üzere tüm canlılar için zararlı olabileceği anlatılmalıdır. Yine sağlık açısından zararlı etkileri düşünüldüğünde pestisit kullanımında dikkatli olunması, özellikle gerekli denetimlerin yapılması gerekmektedir. Yine besin maddelerinde pestisit kalıntılarının bulunup bulunmadığının araştırılması, eğer kalıntı tespit edilir ve üst limitleri aşıyorlar ise bu konuda gerekli önlemlerin de alınması insan sağlığı açısından önem arz etmektedir.

Yaptığımız çalışma ve daha önce yapılan çalışmalardan çıkan ortak sonuçlardan da anlaşıldığı gibi; pestisitlerin akuatik ortamlar, dolayısı ile de insan sağlığı için bir tehdit oluşturması nedeniyle *Cyprinus carpio* L. türünün kontaminasyonunu en aza indirmek ve tüketicilerin sağlığını korumak adına göl balıklarında organoklorlu pestisit varlığının sürekli izlenmesi, çiftçilikle uğraşan yöre halkına pestisitlerin insan sağlığına verdiği zararlı etkiler yönünden eğitim verilmesi ve konu ile ilgili ileri çalışmaların yapılması gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- Adeshina, F., Todd E.L., 1991, Application of biological data in cancer risk estimations of chlordane and heptachlor, *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 14, 59-77.
- Agrawal, A., Pandey, R.S., Sharma B., 2010, Water Pollution with Special Reference to Pesticide Contamination in India, *Journal Water Resource and Protection*, 2, 432-448.
- Ahmed, M.T., Saad, M. M., Mabrouk, S.S., 1998, Residues of some chlorinated hydrocarbon pesticides in rain water, soil and ground water, and their influence on some soil microorganisms, *Environment International*, Vol.24, 665–670.
- Akman, Y., Ketenöglu, O., Kurt, L., Düzenli, S., Güney, K. Ve Kurt, F., 2004, Çevre Kirliliği (Çevre Biyolojisi), *Palme Yayıncılık*, Ankara, 311-313.
- Aktar W., Sengupta D., Chowdhury A., 2009, Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards, *Interdisciplinary Toxicology*, Vol.2, 1.
- Aktümsek, A., Kara, H., Nizamlıoğlu, F., Dinç, I., 2002, Monitoring of Organochlorine Pesticide Residues in Pikeperch, *Stizostedion lucioperca* L. in Beyşehir Lake (Central Anatolia), *Environmental Technology*, 23, 391-394.
- Aktümsek, A., Kalyoncu, L., Ağca, İ., 2009, Some organochlorine pesticide residues in fish species in Konya, Turkey, *Chemosphere*, 74, 885–889.
- Altıkat, A., Turan, T., Ekmekyapar Torun, F., 2009, Türkiye’de Pestisit Kullanımı ve Çevreye Olan Etkileri, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40(2) 87-92, 86-88.
- Arslan, S., 2016, Türkiye’de Pestisit Kullanımı ve Çevresel Etkiler, *XII. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi*, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, 2217-2223.
- Atay, D., 1990, Balık Üretimi, *T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü*, yay.no.2., Eğirdir.

- Atamanalp, M., Yanık, T., 2001, Pestisitlerin Cyprinidae'lere Toksik Etkileri, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 18, 555.
- Atmaca, E., 2016, Pestisitlerin Su Canlıları Üzerine Etkileri, *Türkiye Klinikleri Journal of Veterinary Sciences- Pharmacology and Toxicology-Special Topics*, 2(2), 50-57.
- ATSDR,1994, PUBLIC HEALTH STATEMENT Chlordan, *Agency of Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta*, 1-6.
- ATSDR, 2002, PUBLIC HEALTH STATEMENT Aldrin and Dieldrin, *Agency of Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta*, 1-7.
- ATSDR, 2015, PUBLIC HEALTH STATEMENT Endosulfan, *Agency of Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta*, 1-8.
- Avar, P., Czeglédi-Jankó, G., 1970, Occupational exposure to aldrin: clinical and laboratory findings, *British Journal of Industrial Medicine*, 27, 279-282.
- Ayas, Z., Barlas, N.E., Kolankaya, D., 1997, Determination of organochlorine pesticide residues in various environments and organisms in Göksu Delta, Turkey, *Aquatic Toxicology*, 39, 171-181.
- Ayas, Z., Ekmekci, G., Ozmen, M., Yerli, S.V., 2007, Histopathological changes in the livers and kidneys of fish in Sariyar Reservoir, Turkey, *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 23, 242-249.
- Bacci, E., 1994, Ecotoxicology of organic contaminants, *CRC Press, Florida, USA*, 1-142.
- Barlas, N.E., 1999, Determination of Organochlorine Pesticide Residues in Aquatic Systems and Organisms in Upper Sakarya Basin, Türkiye, *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 62, 278-285.
- Beard, J., 2006, DDT and Human Health, *Science of the Total Environment*, 355, 78-89.
- Blondell J., 1990, Problems encountered in the design of epidemiologic studies of cancer in pesticide users, *La Medicina Del Lavoro*, 9-524.

- Buchel, K.H., 1983, Chemistry of pesticides, *John Wiley & Sons Ltd*, 1-518
- Cameron G., Burgess F., 1945, The toxicity of 2,2-bis ( p-chlorophenyl) 1,1,1-trichloroethane (DDT), *British Medical Journal*, 71-865.
- Canik, F., Yürekli Yüksel, N., 2012, Gıda Güvenliği ve Pestisitler, *Tepge Bakış*, Sayı:14, Nüsha:4, Tarımsal Ekonomi Ve Politika Geliştirme Enstitüsü, 2-4.
- Carson, R., 1962, Silent Spring, *Penguin Books*, UK, 1-400.
- Cerrillo, I., Granada A., Espinosa, M.J.L, Olmos B., Jime'nez M., Cano A., Olea N., Olea-Serrano M.F., 2005, Endosulfan and its metabolites in fertile women, placenta, cord blood, and human milk, *Environmental Research*, 98, 233-239.
- Chan, M.P.L, Morisawa S., Nakayama A., Yoneda M., 2007, Evaluation of health risk due to the exposure to endosulfan in the environment, *Alternatives & Animal Use in the Life Sciences*, 14, 543- 548.
- Chau, A.S.Y. , Afghan, B.K., 1982, Analysis of pesticides in water, Vol I, II, III, *CRC Pres Inc.*, Boca Raton, Florida.
- Cocco, P., Benichou, J., 1998, Mortality from cancer of the male reproductive tract and environmental exposure to the anti-androgen *p,p*-dichlorodiphenyldichloroethylene in the United States, *Oncology*, 55(4), 334-339.
- Cocco, P, Kazerouni, N., Zahm, S.E., 2000, Cancer mortality and environmental exposure to DDE in the United States, *Environmental Health Perspectives*, 108(1), 1-4.
- Cooke, R, 2000, Pesticides, The University of Reading ECIFM, (<http://www.ecifm.rdg.ac.uk/pesticides.htm>). [Ziyaret Tarihi: 6 Mayıs 2018].
- Danopolulos, E., Melissinos K., Katsas G., 1953, Serious poisoning by hexachlorocyclohexane, *Archieves of Industrial Hygene and Occupational Medicine* , 8, 582–587.

- Davies J.E., Dedhia H.V., Morgade C., Barquet A., Maibach H.I., 1983, Lindane poisonings, *Archives of Dermatology*, 119, 142–144.
- Davodi, M., Esmaili-Sari, A., Bahramifarr, N., 2011, Concentration of polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides in some edible fish species from the Shadegan Marshes (Iran), *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 74, 294–300.
- Delen, N., Güngör, N., Durmuşoğlu, E., Turgut, Ç., Günçan, A. ve Burçak, A., 2005, Türkiye’de Pestisit Kullanımı Kalıntı ve Organizmalarda Duyarlılık Azalışı Sorunları, *Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongre*, Ankara, 629-645.
- Delen, N., Kınay, P., Yıldız, F., Yıldız, M., Altınok, H.H. ve Uçkun, Z., 2010, Türkiye Tarımında Kimyasal Savaşın Durumu ve Entegre Savaşım Olanakları, *Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi*, 11-15 Ocak 2010, Cilt: 2, 2.
- Demirkalp, F.Y., 2007a, Some of The Growth Characteristics of Carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) in Çernek Lake (Samsun, Turkey), *Hacettepe Journal Of Biology And Chemistry*, 35(1), 57-65.
- Demirkalp, F.Y., 2007b, Growth Characteristics of Carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) in Liman Lake (Samsun, Turkey), *Hacettepe Journal Of Biology And Chemistry*, 35(1), 1-8.
- Drum, C., 1980, Soil Chemistry of Pesticides, *PPG Industries. Inc.*, USA.
- Dollery C., 1999, Therapeutic Drugs, *Churchill Livingstone*, Edinburgh, 1- 1379.
- Duane, R, 2008, *Cyprinus Carpio*, USFWS National Library, <https://digitalmedia.fws.gov/digital/collection/natdiglib/id/4426/rec/1>, [Ziyaret Tarihi: 14 Ekim 2018].
- Dursun E., Urkan E., Pekitken F.G., Caner Ö., Tozan M., Güler H., 2015, Pestisit Uygulama Teknolojilerindeki Gelişmeler, *Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi*, Ankara, 321-350.

- Eldridge B. F., 2008, Pesticide Application And Safety Training For Applicators Of Public Health Pesticides, *California Department of Public Health*, California, USA, 17-19.
- Ensibi, C., Morenob, D.H., Rodríguez F.S., Yahya, M.N.D., Santiyán, M.P.M., Pérez-López, M., 2012, Effects of subchronic exposure to carbofuran on antioxidant defence system and malondialdehyde levels in common carp (*Cyprinus carpio L.*), *Toxicological & Environmental Chemistry Vol. 94, No. 4*, 748–759.
- Erdem, Ü., 1982, Eğirdir, Beyşehir ve Çavuşçu Gölleri Sazan (*Cyprinus carpio L.*,1758) populasyonları üzerinde gelişme, üreme ve bazı vücut özellikleri bakımından karşılaştırmalı bir araştırma, Doktora Tezi, *Selçuk Üni. Fen Fak.*, Konya.
- Erdoğan, Ö., Covaci, A., Schepens, P., 2005, *Environment International*, 31, 703 – 711.
- FAO, 2010, Guidelines for the Registration of Pesticides, Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides, *Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome-Italy*, 1-39.
- FDA, 2007, What is Lindane Anyway?, WARNING LETTER, Headlice Org, <http://www.headlice.org/faq/treatments/whatslindane.htm>, [Ziyaret Tarihi: 6 Kasım 2018]
- Faroon, O., Harris, M.O., Lladós F., Swarts, S., Sage, G., Citra, M., Gefell, D., 2002, Toxicological Profile For DDT, DDE, and DDD, *U.S. Department of Health and Human Services Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry*, Atlanta, Georgia, 1-5.
- Folch, J., Lees, M., Sloane Stanley, G.H., 1957, A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues, *Journal of Biological Chemistry*, 226, 497-509.
- Garrettson, L.K., Curley, A., 1969, Dieldrin: Studies in a poisoned child, *Archives of Environmental Health*, 19, 814-822.

- Geldiay, R., Balık, S., 1988, Ege Üniv. Fen Fak. Kitaplar serisi No:97, *Ege Üniv. Basımevi*, Bornova- İzmir.
- Geldiay, R., Balık, S., 2007, Türkiye Tatlısu Balıkları, Ege Üniversitesi Su ürünleri Fakültesi Yayınları, No:46, *Ege Üniversitesi Basımevi*, Bornova-İzmir.
- GFEA-U, 2007, Endosulfan. Draft Dossier prepared in support of a proposal of endosulfan to be considered as a candidate for inclusion in the CLRTAP protocol on persistent organic pollutants, *German Federal Environment Agency, Umweltbundesamt*, Berlin.
- Grzimek. B., 1973, Grzimek's animal life encyclopedia Fishes I, Cilt 4, *Van Nostrand Reinhold Company*, New York, 1-531.
- GTHB, 2015, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı ve Karantina Daire Başkanlığı.
- Hayes W.J., Durham W.F., 1956, The effect of known repeated oral doses of chlorophenoethane (DDT) in man, *Journal of American Medical Association*, 7-890.
- Hayes, W.J., 1957, Dieldrin Poisoning in Man, Vol.12, *Public Health Report*, 72(12),1087-1092.
- Hayes, W.J.Jr., Laws, E.R.Jr., 1991, Handbook of Pesticide Toxicology Vol. 2, *Academic Press Inc.*, San Diego, CA, 816-822.
- Hayo, M.G. van der Werf, 1996, Assessing the impact of pesticides on the environment, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 60, 81-96.
- Humphreys E.H., Janssen S., Heil A., Hiatt P., Solomon G., Miller M.D., 2008, Outcomes of the California ban on pharmaceutical lindane: clinical and ecologic impacts, *Environmental Health Perspectives*, 116, 297–302.
- IARC/WHO, 1991, Occupational exposures in insecticide application and some pesticides, Vol. 53, *International Agency for Research on Cancer, World Health Organisation, France*, 1-587.

ICSCs, 1998, Endosulfan (Mixed Isomers), IPCS Inchem Home, <http://www.inchem.org/documents/icsc/icsc/eics0742.htm>, 08.04.2018.

IFCS, 2003, Acutely Toxic Pesticides: Initial Input on Extent of Problem and Guidance for Risk Management, *Intergovernmental Forum on Chemical Safety, Forum IV, Bangkok, Thailand*, 1-5.

İnan H., Boyraz N., 2002, Konya Çiftçisinin Tarım İlacı Kullanımının Genel Olarak Değerlendirilmesi, *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, (16)30, 88-101.

Juan W.H., Yang L.C., Hong H.S., 2004, Acute generalized exanthematous pustulosis induced by topical lindane, *Dermatology*, 209, 239–240.

Jones, K.C., Vooght, P., 1999, Persistent organic pollutants (POPs): state of the science, *Environmental Pollution*, 100, 209-221.

Jorgenson, L., 2001, Aldrin and Dieldrin: A Review of Research on Their Production, Environmental Deposition and Fate, Bioaccumulation, Toxicology, and Epidemiology in the United States, *Environmental Health Perspectives*, Vol. 109, 113- 139.

Kalıpcı E., Özdemir, C., Öztaş, H., 2011, Çiftçilerin Pestisit Kullanımı ile İlgili Eğitim ve Bilgi Düzeyi ile Çevresel Duyarlılıklarının Araştırılması, *Türk Bilim Araştırma Vakfı Dergisi*, 4(3), 179-187.

Karpuzcu, M., 1996, Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü, *Kubbealtı Dizgi Merkezi*, İstanbul, 27-367.

Kenneth, M., 1992, The DDT Story, *The British Crop Protection Council*, London, UK, 1-113.

Kilburn, K.H., Thornton J.C., 1995, Protracted neurotoxicity from chlordane sprayed to kill termites, *Environmental Health Perspectives*, 103(7-8), 690-694.

Khan, K.H., 2012, Impact of endosulfan on living beings, *International Journal of Biosciences (IJB)*, Vol.2, No.f1, 9-17.

- Kolankaya D., Erkmen B., 2006, Determination of organochlorine pesticide residues in water, sediment, and fish samples from the Meric, Delta, Turkey, *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, Vol. 86, 161–169.
- Kong, K.Y., Cheung, K.C., Wong, C.K.C., Wong M.H., 2005, The residual dynamic of polycyclic aromatic hydrocarbons and organochlorine pesticides in fishponds of the Pearl River delta, South China, *Water Research*, 39, 1831–1843.
- Laws E.R., Curley A., Biros F.J., 1967, Men with intensive occupational exposure to DDT, *Archives of Environmental Health*, 75-766.
- Lelebici E., Seçmen Ö., 2008, Türkiye Sulak Alan Bitkileri ve Bitki Örtüsü (2. Baskı), Ege Üniversitesi Yayınları Fen Fakültesi Yayın No:158, *Ege Üniversitesi Basımevi*, Bornova-İzmir, 1-812.
- Mateo-Sagasta, J., Zadeh, S.M., Turrall H., 2017, Water pollution from agriculture: a global review, *Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome ve International Water Management Institute on behalf of the Water Land and Ecosystems research program, Colombo*, 1-29.
- Matthews G.A., 2016, Pesticides: Health, Safety and the Environment-Second Edition, *John Wiley & Sons Ltd*, 1-284.
- Meinking T.L., Serrano L., Hard B., Entzel P., Lemard G., Riviera E., Millar, M.E., 2002, Comparative in vitro pediculicidal efficacy of treatments in a resistant head lice population in the United States, *Archives of Dermatology*, 138, 220–224.
- Meseri R., 2008, Beslenme ve Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar (GDO) (Genetically Modified Foods and Nutrition), *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 7(5), 455-460.
- Muir, P., 2002, The History of Pesticides Use, *Oregon State University Press*, USA, 1.
- Mussalo-Rauhamaa, H., 1991, Partitioning and levels of neutral organochlorine compounds in human serum, blood cells, and adipose and liver tissue, *Science of the Total Environment*, 103, 159-175.

- NAS, 1982, ALDRIN/DIELDRIN, An Assessment of the Health Risks of Seven Pesticides Used for Termite Control, National Research Council (US) Committee on Toxicology Washington (DC), *National Academies Press*, USA.
- National Research Council, 2000, The Future Role of Pesticides in US Agriculture, *National Academy Press*, USA, 1-301.
- Nelson, J.S., 1994, Fishes of the world, Third edition, *John Wiley & Sons, Inc.*, New York, USA, 600.
- NJ Health, 2005, Hazardous Substance Fact Sheet, *New Jersey Department of Health and Senior Services*, USA, 1-6.
- Nolan, K., Kamrath, J., Lewitt, J., 2011, Lindane Toxicity: A Comprehensive Review of the Medical Literature, *Pediatric Dermatology*, Vol. 29, 141-146.
- Othmer, K., 1996, Encyclopedia of Chemical Technology, *John Wiley and Sons Inc. New York*, USA.
- Ozkara, A., Akyıl, D., Konuk, M., 2016, Pesticide, environmental Pollution, and Health, Environmental Health Risk - Hazardous Factors to Living Species, <https://www.intechopen.com/books/environmental-health-risk-hazardous-factors-to-living-species/pesticides-environmental-pollution-and-health>, [Ziyaret Tarihi: 15 Mayıs 2018]
- Özmen, M., Ayas, Z., Güngördü, A., Ekmekçi G.F., Yerli, S., 2008, Ecotoxicological assessment of water pollution in Sariyar Dam Lake, Turkey, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 70, 163–173.
- Patel, K., Fussell, R.L., Hetmanski, M., Goodall, D.M., Keely, B.J., 2005, Evaluation of gas chromatography–tandem quadrupole mass spectrometry for the determination of organochlorine pesticides in fats and oils, *Journal of Chromatography A*, 1068, 289-296.
- Patel, T., B, Rao, V., N., 1958, “Dieldrin” Poisoning in Man, *British Medical Journal*, 1(5076), 919–921.

- Raven, P.H., Hassenzuhl, D.M., Berg, L.R., 2012, Environment 8th Edition, *John Wiley & Sons Inc.*, United States of America, 1-516.
- Roberts E.,M., English P.,B, Grether J.,K., Windham G.,C., Somberg L., Wolff C., 2007, Maternal residence near agricultural pesticide applications and autism spectrum disorders among children in the California Central Valley, *Environmental Health Perspectives*, 115, 1482-1489.
- Salvo L.M., Bairy, A.C.D., Ventura, E.C., Marques, M.R.F., Silva, J.R.M.C., Klemz, C., Assis, H.C.S., 2012, Assessment of the sublethal toxicity of organochlorine pesticide in juvenile common carp (*Cyprinus carpio*), *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 1652-1658.
- Saraswathy R., Alex G., Basil B.M., Badarinath A.S., Girish R., Abilash V.G., Cruz G.J., Marimuthu K.M., 2011, Clinical and cytogenetic effects in habitants under large duration exposure of endosulfan, *Asian Journal of Medical Sciences*, 3, 17-22.
- Singh, J.S., Seneviratne, G., 2017, Agro-Environmental Sustainability: Volume 2: Managing Environmental Pollution, *Springer International Publishing AG*, Cham, Switzerland, 1-256.
- Solomon L.M., Fahrner L., West D.P., 1977, Gamma benzene hexachloride toxicity: a review, *Archives of Dermatology*, 113, 353–357.
- Satoh, A., Kikawa H., 1992, Metabolic fate of cis- and trans-chlordane in mice, *Nippon Eiseigaku Zasshi*, 47(4), 818-825.
- Štěpánová S., Doleželová P., Plhalová L., Prokeš M., Maršálek P., Škorič M., Zdeňka S., 2012, The effects of metribuzin on early life stages of common carp (*Cyprinus carpio*), *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 103, 152–158.
- Taguchi, S., and Yakushiji, T., 1988, Influence of termite treatment in the home on the chlordane concentration in human milk, *Archives Environmental Contamination and Toxicology*, 17, 65-72.

- Taylor, J.R., Calabrese, V.P., Blanke, R, 1979, Handbook of Clinical Neurology, Vol. 36, New York: Elsevier, North-Holland, 391-455.
- T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2016, Göller ve Sulak Alanlar Eylem Planı 2016-2018, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Yenimahalle / Ankara, 13-191.
- Thomas M., Lazartigues A., Banas D., Brun-Bellut J., Feidt C., 2012, Organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in sediments and fish from freshwater cultured fish ponds in different agricultural contexts in north-eastern France, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 77, 35-44
- TİSİT, 2014, Pestisit ve Pestisitlerin Sınıflandırılması, *Tarım İlaçları Sanayici, İthalatçı ve Temsilcileri Derneği*, <http://tisit.org.tr/tr-TR/newsdetail/7/pdf-belgeler>, [http://tisit.org.tr/pdf\\_dosya/pestisit\\_ve\\_pestisitlerin\\_siniflandirilmasi.pdf](http://tisit.org.tr/pdf_dosya/pestisit_ve_pestisitlerin_siniflandirilmasi.pdf), [Ziyaret Tarihi: 14 Nisan 2018].
- Toni, C., Menezes, C., Clasen, B., Leitemperger, J., Pretto, A., Adaime, M.B., Martins, M.L., Zanella, R., Loro, V.L., 2013, Oxidative stress in carp exposed to quinclorac herbicide under rice field condition, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 92, 27-31.
- Toros, S., Maden, S., 1991, Tarımsal Savaşım Yöntem ve İlaçları, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yay. No: 1222*, Ders Kitabı No: 352, 332.
- Tüysüzöğlü B.B., Gülsaçan M., 2004, Türkiye’de GDO, *Bilim ve Teknik*, 36-43.
- Uçkun, A.A., 2017, Ecotoxicological Evaluation of Pesticide Pollution in Atatürk Dam Lake (Euphrates River), Turkey, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 17, 313-321.
- Unger M., Olsen J., 1980, Organochlorine compounds in the adipose tissue of deceased people with and without cancer, *Environmental Research*, 63-257.
- US Government Publishing Office, 2013, Title7: Agriculture, Chapter 6 Insecticides and Environmental Pesticide Control, Subchapter 2, Section 136: Definitions Environmental Pesticide Control, edition 2013, 7 U.S.C., United State Code,

<https://www.govinfo.gov/content/pkg/USCODE-2013-title7/html/USCODE-2013-title7-chap6-subchapII-sec136.htm>, [Ziyaret Tarihi: 10 Nisan 2018].

US EPA, 1990, Suspended, Cancelled, and Restricted Pesticides, *United States Environmental Protection Agency*, National Technical Information Service Springfield,USA.

US EPA, 2002, Reregistration Eligibility Decision for Endosulfan, *United States Environmental Protection Agency*, EPA 738-R-02-013,USA.

US EPA, 2003, Health Effects Support Document for Aldrin/Dieldrin, *United States Environmental Protection Agency*, EPA 822-R-03-001,USA.

US EPA, 2006, Lindane; Cancellation Order, *United States Environmental Protection Agency*, EPA-HQ-OPP-2002-0202, USA.

US EPA, 2007a, Note to reader Endosulfan Readers Guide, *United States Environmental Protection Agency*, EPA-HQ-OPP-2002-0262-0057, USA.

US EPA, 2007b, Endosulfan, The Health Effects Division's Addendum and Update to the 2002 Risk Assessment Memorandum to Special Review and Reregistration Division, *United States Environmental Protection Agency*, EPA-HQ-OPP2002-0262-0064, USA.

US EPA, 2007c, Addendum to the Ecological Risk Assessment for Endosulfan Memorandum to Special Review and Reregistration Branch, *United States Environmental Protection Agency*, EPA-HQ-OPP-2002-0262-0063. <http://www.regulations.gov>.

Vural, N., 2005, Toksikoloji, *Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları No:73*, 344-350.

Walker, C.H., 2009, Organic Pollutants: An Ecotoxicological Perspective Second Edition, *Taylor and Francis*, London, 3-414.

Walker K, Goette M, Batchelor G, 1954, Pesticide residues in foods: dichlorodiphenyltrichloroethane and dichlorodiphenyldichloroethylene content of prepared meals, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 7-1034.

- Watts, M, 2008, Endosulfan, *PANAP (Pesticide Action Network Asia and the Pacific), Stockholm Convention*, 1-43.
- Watts, M, 2009, Endosulfan 2nd Edition, *PANAP (Pesticide Action Network Asia and the Pacific), Germany*, 1-43.
- Wooltorton E., 2003, Concerns over lindane treatment for scabies and lice, *Canadian Medical Association Journal* ,168,1447–1448.
- Yadav, I. C., Devi N.L., 2017, Environmental Science And Engineering, Edition: Vol. 6: Toxicology, Chapter: 7, Anil Kumar, J C Singhal, Kuaanan Techato, Luisa T. Molina, Neetu Singh, Prashant Kumar, Pravinder Kumar, Ram Chandra, Santiago Caprio, Seema Upadhye, Seiichiro Yonemura, Surampalli Y Rao, Tian C Zhang, U C Sharma and Y P Abrol, *Stadium Press LLC, USA*, 141-145.
- Zacharia, J.T., 2011, Identity, Pesticides In The Modern World – Trends In Pesticides Analysis, Margarita Stoytcheva, *In Tech, Croatia*, 3-10.
- Zhang W., Ye Y., Hu D., Ou L., Wang X., 2010, Characteristics and transport of organochlorine pesticides in urban environment: air, dust, rain, canopy throughfall, and runoff, *Journal of Environmental Monitoring*, 12, 2153–2160.
- Zhang, W.J., Jiang, F.B., Ou J.F., 2011, Global pesticide consumption and pollution: with China as a focus, *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*, 1(2), 125-144..
- Zhang, W.J., 2018, Global pesticide use: Profile, trend, cost / benefit and more, *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*, 8(1), 1-27.