



**T.C.  
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**DOKTORA**

**İSTAVRİT VE MİDYELERDE GIDA GÜVENLİĞİ  
AÇISINDAN BAZI PESTİSİTLERİN BELİRLENMESİ VE  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**ŞAFAK ULUSOY**

**Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı**

**İşleme Teknolojisi Programı**

**Danışman**

**Prof. Dr. Özkan ÖZDEN**


**Haziran, 2014**

**İSTANBUL**


Bu çalışma 11/06/2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı İşleme Teknolojisi programında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

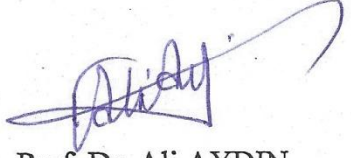
**Tez Jürisi:**

  
Prof. Dr. Özkan ÖZDEN (Danışman)  
İstanbul Üniversitesi  
Su Ürünleri Fakültesi

  
Prof. Dr. Candan VARLIK  
İstanbul Aydın Üniversitesi  
Anadolu BİL Meslek Yüksek Okulu

  
Prof. Dr. Sühendan MOL TOKAY  
İstanbul Üniversitesi  
Su Ürünleri Fakültesi

  
Prof. Dr. Ufuk ÇELİK  
Ege Üniversitesi  
Su Ürünleri Fakültesi

  
Prof. Dr. Ali AYDIN  
İstanbul Üniversitesi  
Veterinerlik Fakültesi

Bu alışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin 10262 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

## ÖNSÖZ

Hazırlamış olduğum tezin çalışmalarını yönlendiren, tezin çalışmaları boyunca gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli danışman hocam Prof. Dr. Özkan ÖZDEN'e, İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı'nda görev yapan Öğretim üyeleri hocalarıma ve araştırma görevlisi çalışma arkadaşlarıma, örneklerimin temin edilmesi aşamalarında yardımlarını gördüğüm Hüseyin AYDEMİR, Timur ŞEREN ve Murat BAKAN'a, örneklerin liyofilizasyon işlemlerinde yardımlarını esirgemeyen Yük. Müh. Arif SELÇUK'a çok teşekkür ederim.

Bu çalışmada örneklerin deneylerini yapmak için Eurofin Laboratuvarlarının bütün olanak ve koşullarını kullanmamızı sağlayan Olaf PAPKE'ye ve Emin ÖZDEN'e teşekkürü borç bilirim.

Bu çalışma boyunca beni her zaman maddi ve manevi olarak destekleyen aileme, tezimin yazım aşamasında her zaman destek olan kardeşim Ufuk ULUSOY'a, Beran AKDAĞ'a ve arkadaşlarıma teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Bu çalışma boyunca çalışmamın uygulama kısmını destekleyen İstanbul Üniversitesi'ne teşekkürü borç bilirim.

Haziran, 2014

Şafak ULUSOY

# İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER .....	ii
ŞEKİL LİSTESİ.....	iv
TABLO LİSTESİ .....	ix
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ .....	xi
ÖZET.....	xiii
SUMMARY .....	xiv
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL KISIMLAR .....</b>	<b>3</b>
2.1. PESTİSİTLERİN ÖZELLİKLERİ .....	3
2.1.1. Organoklorlu Pestisitler (OCPs) .....	6
2.1.2. Poliklorlu Bifeniller (PCBs) .....	8
2.1.2. Bu Çalışmada Değerlendirilen Pestisitler .....	10
2.1.2.1. <i>Hexachlorocyclohexane</i> .....	10
2.1.2.2. <i>Endosulfan</i> .....	12
2.1.2.3. <i>Endrin</i> .....	14
2.1.2.4. <i>Heptaklor</i> .....	15
2.1.2.5. <i>DDT</i> .....	16
2.1.2.6. <i>PCBs</i> .....	18
2.2. DÜNYADA VE ÜLKEMİZDE PESTİSİT KULLANIMI.....	20
2.3. PESTİSİTLERİN ÇEVREYE ETKİLERİ .....	24
2.4. PESTİSİTLERİN İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİLERİ .....	27
2.5. PESTİSİTLERİN SU ÜRÜNLERİYLE ALINIM YOLLARI.....	31
2.5.1. Türkiye'nin Pestisitlerle İlgili Su Ürünleri Güvenliği ve Yapılan Çalışmalar.....	39
<b>3. MALZEME VE YÖNTEM .....</b>	<b>44</b>
<b>3.1. MALZEME .....</b>	<b>44</b>
3.1.1. Materyalin Hazırlanması.....	47
<b>3.2. YÖNTEM .....</b>	<b>52</b>

3.2.1. Analizler.....	53
3. 2. 1. 1. Ekstraksiyon Analizi.....	53
3. 2. 1. 2. Yıkama (Clean-up) İşlemi.....	57
3. 2. 1. 3. HRGC ve HRMS Cihazlarının Çalışma Koşulları ve Pestisit Miktarlarının Hesaplanması .....	62
3. 2. 1. 4. Nem ve Yağ Analizleri.....	70
<b>4. BULGULAR .....</b>	<b>72</b>
<b>4.1. BOY-AĞIRLIK, NEM VE YAĞ ANALİZ BULGULARI.....</b>	<b>72</b>
<b>4.2. OCP VE PCB ANALİZ BULGULARI.....</b>	<b>76</b>
4.2.1. İstavrit Örneklerinde OCPs Bulguları.....	76
4.2.2. İstavrit Örneklerinde PCBs Bulguları .....	81
4.2.3. Midye Örneklerinde OCPs Bulguları.....	87
4.2.4. Midye Örneklerinde PCBs Bulguları .....	92
4.2.5. İstavrit Örneklerinde Yıllık Ortalama OCPs ve PCBs Değerleri.....	99
4.2.6. Midye Örneklerinde Yıllık Ortalama OCPs ve PCBs Değerleri.....	102
<b>5. TARTIŞMA VE SONUÇ .....</b>	<b>105</b>
<b>5.1. NEM VE YAĞ ANALİZ SONUÇLARI.....</b>	<b>105</b>
<b>5.2. OCPS VE PCBS SONUÇLARI.....</b>	<b>107</b>
5.2.1. İstavrit Örneklerinde OCPs Sonuçları.....	108
5.2.2. İstavrit Örneklerinde PCBs Sonuçları.....	114
5.2.3. Midye Örneklerinde OCPs Sonuçları .....	120
3.2.4. Midye Örneklerinde PCBs Sonuçları.....	125
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>133</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>149</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

	<b>Sayfa No</b>
Şekil 2.1: $\alpha$ -HCH (Chemspider, 2013).....	11
Şekil 2.2: $\beta$ -HCH (Chemspider, 2013).....	11
Şekil 2.3: $\gamma$ -HCH (Chemspider, 2013).....	12
Şekil 2.4: $\delta$ -HCH (Chemspider, 2013).....	12
Şekil 2.5: $\alpha$ -Endosulfan (Chemspider, 2013).....	13
Şekil 2.6: $\beta$ -Endosulfan (PPD, 2013).....	13
Şekil 2.7: Endrin (Chemspider, 2013).....	15
Şekil 2.8: Heptaklor (Chemspider, 2013).....	16
Şekil 2.9: o,p'-DDT (2,4 DDT) (Chemspider, 2013).....	17
Şekil 2.10: p,p'-DDT (4,4 DDT) (Chemspider, 2013).....	17
Şekil 2.11: p,p'-DDD (4,4 DDD) (Chemspider, 2013).....	17
Şekil 2.12: PCB-28 (Chemspider, 2013).....	18
Şekil 2.13: PCB-52 (Chemspider, 2013).....	19
Şekil 2.14: PCB-138 (Chemspider, 2013).....	19
Şekil 2.15: PCB-153 (Chemspider, 2013).....	19
Şekil 2.16: PCB-180 (Chemspider, 2013).....	20
Şekil 2.17: 2004 yılında gruplarına göre Türkiye’de pestisit kullanım dağılımı (DPT, 2008)....	22
Şekil 2.18: Pestisitlerin su ekosistemine dağılımları.....	33
Şekil 2.19: <i>Trachurus trachurus</i> Linnaeus, 1758 (FAO, 2013a).....	37
Şekil 2.20: <i>Trachurus mediterraneus</i> Steindachner, 1868 (FAO, 2013b).....	37
Şekil 2.21: <i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck, 1819 (FAO, 2013c).....	39
Şekil 3.1: Örnekleme bölgeleri.....	44
Şekil 3.2: Akreditasyon belgeleri.....	45

<b>Şekil 3.3:</b> Eurofins GfA Lab Service GmbH Hamburg-Almanya. ....	47
<b>Şekil 3.4:</b> Balıkta standart boy (FAO, 2013a). ....	48
<b>Şekil 3.5:</b> Midyelerin boy ve ağırlıklarının ölçülmesi (FAO, 2013c). ....	48
<b>Şekil 3.6:</b> Örneklerin homojenize edilmesi. ....	49
<b>Şekil 3.7:</b> Örneklerin kilitli poşetlerle kaldırılması. ....	49
<b>Şekil 3.8:</b> Liyofilizasyon işlemi. ....	50
<b>Şekil 3.9:</b> Liyofilizasyon sonrası örnekler. ....	51
<b>Şekil 3.10:</b> Liyofize örneklerin paketlenmesi. ....	51
<b>Şekil 3.11:</b> Temizleme işlemi. ....	54
<b>Şekil 3.12:</b> Örneklerin ekstraksiyon işlemine hazırlanması. ....	55
<b>Şekil 3.13:</b> Ekstraksiyon işlemi. ....	55
<b>Şekil 3.14:</b> Uçurma işlemi. ....	56
<b>Şekil 3.15:</b> Tüplere alınmış örnekler. ....	56
<b>Şekil 3.16:</b> Faz ayrımı gerçekleşen tüpler. ....	57
<b>Şekil 3.17:</b> Kolonların hazırlanması. ....	57
<b>Şekil 3.18:</b> Örneklerin yıkanma işlemi. ....	58
<b>Şekil 3.19:</b> Örneklerin nitrojen gazıyla uçurulma işlemi. ....	59
<b>Şekil 3.20:</b> Örneklerin ikinci yıkanma işlemi. ....	59
<b>Şekil 3.21:</b> Örneklerin küçük tüplerde santrifüje hazırlanması. ....	60
<b>Şekil 3.22:</b> Tüplerdeki solventin cihaz ile uçurulma işlemi. ....	61
<b>Şekil 3.23:</b> Viallere alınan örnekler. ....	61
<b>Şekil 3.24:</b> HCH Standart kromatogramı. ....	65
<b>Şekil 3.25:</b> DDD-DDT Standart kromatogramı. ....	65
<b>Şekil 3.26:</b> Endrin Standart kromatogramı. ....	66
<b>Şekil 3.27:</b> Heptachlor Standart kromatogramı. ....	66
<b>Şekil 3.28:</b> $\alpha$ - $\beta$ Endosulfan Standart kromatogramı. ....	67
<b>Şekil 3.29:</b> PCB-28 Standart kromatogramı. ....	67
<b>Şekil 3.30:</b> PCB-52 Standart kromatogramı. ....	68



<b>Şekil 3.31:</b> PCB 153-138 Standart kromatogramı.....	68
<b>Şekil 3.32:</b> PCB 180 Standart kromatogramı.....	69
<b>Şekil 3.33:</b> Örnek PCB 180 kromatogramı.....	69
<b>Şekil 4.1:</b> İstavrit örneklerinde total-HCH konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yaş ağırlıkta).....	77
<b>Şekil 4.2:</b> İstavrit örneklerinde total-HCH konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yağda).....	77
<b>Şekil 4.3:</b> İstavrit örneklerinde total-DDT konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yaş ağırlıkta).....	78
<b>Şekil 4.4:</b> İstavrit örneklerinde total-DDT konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yağda).....	78
<b>Şekil 4.5:</b> İstavrit örneklerinde endrin konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yaş ağırlıkta).....	79
<b>Şekil 4.6:</b> İstavrit örneklerinde endrin konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yağda).....	79
<b>Şekil 4.7:</b> İstavrit örneklerinde $\beta$ -Endosulphane konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yaş ağırlıkta).....	80
<b>Şekil 4.8:</b> İstavrit örneklerinde $\beta$ -Endosulphane konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yağda).....	80
<b>Şekil 4.9:</b> İstavrit örneklerinde PCB 28 konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yaş ağırlıkta).....	82
<b>Şekil 4.10:</b> İstavrit örneklerinde PCB 28 konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yağda).....	82
<b>Şekil 4.11:</b> İstavrit örneklerinde PCB 52 konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yaş ağırlıkta).....	83
<b>Şekil 4.12:</b> İstavrit örneklerinde PCB 52 konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yağda).....	83
<b>Şekil 4.13:</b> İstavrit örneklerinde PCB 138 konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yaş ağırlıkta).....	84
<b>Şekil 4.14:</b> İstavrit örneklerinde PCB 138 konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yağda).....	84
<b>Şekil 4.15:</b> İstavrit örneklerinde PCB 153 konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yaş ağırlıkta).....	85
<b>Şekil 4.16:</b> İstavrit örneklerinde PCB 153 konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yağda).....	85

<b>Şekil 4.17:</b> İstavrit örneklerinde PCB 180 konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yaş ağırlıkta).....	86
<b>Şekil 4.18:</b> İstavrit örneklerinde PCB 180 konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yağda).....	86
<b>Şekil 4.19:</b> Midye örneklerinde total-HCH konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yaş ağırlıkta).....	88
<b>Şekil 4.20:</b> Midye örneklerinde total-HCH konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yağda).....	88
<b>Şekil 4.21:</b> Midye örneklerinde total-DDT konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yaş ağırlıkta).....	89
<b>Şekil 4.22:</b> Midye örneklerinde total-DDT konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yağda).....	89
<b>Şekil 4.23:</b> Midye örneklerinde endrin konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yaş ağırlıkta).....	90
<b>Şekil 4.24:</b> Midye örneklerinde endrin konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yağda).....	90
<b>Şekil 4.25:</b> Midye örneklerinde $\beta$ -Endosulphane konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yaş ağırlıkta).....	91
<b>Şekil 4.26:</b> Midye örneklerinde $\beta$ -Endosulphane konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yağda).....	91
<b>Şekil 4.27:</b> Midye örneklerinde PCB 28 konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yaş ağırlıkta).....	94
<b>Şekil 4.28:</b> Midye örneklerinde PCB 28 konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yağda).....	94
<b>Şekil 4.29:</b> Midye örneklerinde PCB 52 konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yaş ağırlıkta).....	95
<b>Şekil 4.30:</b> Midye örneklerinde PCB 52 konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yağda).....	95
<b>Şekil 4.31:</b> Midye örneklerinde PCB 138 konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yaş ağırlıkta).....	96
<b>Şekil 4.32:</b> Midye örneklerinde PCB 138 konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yağda).....	96
<b>Şekil 4.33:</b> Midye örneklerinde PCB 153 konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yaş ağırlıkta).....	97
<b>Şekil 4.34:</b> Midye örneklerinde PCB 153 konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yağda).....	97

<b>Şekil 4.35:</b> Midye örneklerinde PCB 180 konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yaş ağırlıkta) .....	98
<b>Şekil 4.36:</b> Midye örneklerinde PCB 180 konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yağda) .....	98
<b>Şekil 5.1:</b> Marmara Bölgesi Tarım ve Hayvancılık Haritası. ....	111
<b>Şekil 5.2:</b> Marmara Bölgesi Şehir Yerleşim Haritası. ....	115

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa No

<b>Tablo 2.1:</b> Hexachlorocyclohexane izomerlerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri (ATSDR, 2013).....	12
<b>Tablo 2.2:</b> Endosulfan izomerlerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri (ATSDR, 2013).....	14
<b>Tablo 2.3:</b> Endrinin fiziksel ve kimyasal özellikleri (ATSDR, 2013).....	15
<b>Tablo 2.4:</b> Heptaklorun fiziksel ve kimyasal özellikleri (ATSDR, 2013).....	16
<b>Tablo 2.5:</b> DDT izomerlerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri (ATSDR, 2013).....	18
<b>Tablo 2.6:</b> Bazı PCB'lerin fiziksel ve kimyasal özellikleri (ATSDR, 2013; SIGMA-ALDRICH, 2013). ....	20
<b>Tablo 2.7:</b> Türkiye'de pestisit tüketimi (ton) (DPT, 2008). ....	22
<b>Tablo 2.8:</b> Türkiye'de yasaklanan pestisitler. ....	23
<b>Tablo 2.9:</b> Farklı pestisit gruplarının topraktaki yarılanma süresi. ....	25
<b>Tablo 2.10:</b> Çevrenin pestisitlerle kontamine yolları. ....	26
<b>Tablo 2.11:</b> OCPs'lerin kanserojenik ilişkisi. ....	30
<b>Tablo 3.1:</b> İki aylık gruplar olarak birleştirilen örneklerin kodlanması. ....	50
<b>Tablo 3.2:</b> Pestisit standartları.....	53
<b>Tablo 3.3:</b> GC High Resolution özellikleri. ....	62
<b>Tablo 3.4:</b> GC/MS özellikleri.....	63
<b>Tablo 4.1:</b> İstavrit boy ve ağırlık ölçümleri (cm/g).....	73
<b>Tablo 4.2:</b> Midye boy ve ağırlık (Kabuklu) ölçümleri (cm/g). ....	73
<b>Tablo 4.3:</b> İstavrit nem analiz bulguları (%). ....	74
<b>Tablo 4.4:</b> Midye nem analiz bulguları (%). ....	74
<b>Tablo 4.5:</b> Liyofilize örneklerde kalan yüzde su miktarı (%). ....	74
<b>Tablo 4.6:</b> İstavrit yağ analiz bulguları (%). ....	75
<b>Tablo 4.7:</b> Midye yağ analiz bulguları (%). ....	75

<b>Tablo 4.8:</b> İstavrit örneklerinde bölgelerin yıllık ortalama OCPs değerleri.....	101
<b>Tablo 4.9:</b> İstavrit örneklerinde bölgelerin yıllık ortalama PCBs değerleri. ....	101
<b>Tablo 4.10:</b> Midye örneklerinde bölgelerin yıllık ortalama OCPs değerleri.....	104
<b>Tablo 4.11:</b> Midye örneklerinde bölgelerin yıllık ortalama PCBs değerleri. ....	104

## SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

### Simgeler Açıklama

<b>dk</b>	: Dakika
<b>g</b>	: Gram
<b>kpa</b>	: Kilopaskal
<b>L</b>	: Litre
<b>m</b>	: Metre
<b>mbar</b>	: Milibar
<b>mL</b>	: Mililitre
<b>mm</b>	: Milimetre
<b>ms</b>	: Mega saniye
<b>ng</b>	: Nanogram
<b>µL</b>	: Mikrolitre
<b>µg</b>	: Mikrogram
<b>µm</b>	: Mikrometre
<b>°C</b>	: Derece

### Kısaltmalar Açıklama

<b>ATSDR</b>	: Toksik Maddeler ve Hastalıkları Kayıt ve Onaylama Kurumu
<b>BHC</b>	: Beta- Hexachlorocyclohexane
<b>CCME</b>	: Kanada Çevre Bakanlığı Kurulu
<b>DDT</b>	: 1,1-trichloro-2,2-bis (p-chlorophenyl) ethane
<b>DHHS</b>	: Sağlık ve insan hizmetleri departmanı
<b>DPT</b>	: Devlet Planlama Teşkilatı
<b>EC</b>	: Avrupa Komisyonu
<b>EPA</b>	: Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı
<b>FAO</b>	: Gıda ve Tarım Organizasyonu
<b>FDA</b>	: Gıda ve İlaç Kurumu
<b>HRGC</b>	: Yüksek çözünürlüklü gaz kromatografisi
<b>HRMS</b>	: Yüksek çözünürlüklü kütle spektrofotometresi
<b>HCB</b>	: Hexachlorobenzen
<b>HCH</b>	: Hexachlorocyclohexane
<b>IARC</b>	: Uluslararası Kanser Araştırma Kurumu
<b>IFCS</b>	: Milletlerarası Kimyasal Güvenliği Forumu
<b>IPCS</b>	: Uluslararası Kimyasal Güvenliği Forumu
<b>OCPs</b>	: Organoklorlu pestisitler
<b>PCB</b>	: Poliklorlu Bifeniller
<b>PCDFs</b>	: Poliklorludibenzofuranlar
<b>PCDDs</b>	: Poliklorludibenzo-p-dioksinler
<b>POP</b>	: Kalıcı organik kirleticiler
<b>PPD</b>	: Pan Pestisit Veritabanı
<b>TEQ</b>	: Toksik eşdeğerlik miktarı

**TÜİK** : Türkiye İstatistik Kurumu  
**UNEP** : Birleşmiş Milletler Çevre Programı  
**WHO** : Dünya Sağlık Örgütü  
**WRI** : Dünya Araştırma Enstitüsü

## ÖZET

### DOKTORA TEZİ

## İSTAVRİT VE MİDYELEERDE GIDA GÜVENLİĞİ AÇISINDAN BAZI PESTİSİTLERİN BELİRLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Şafak ULUSOY

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Özkan ÖZDEN

Bu çalışmada, çevresinde önemli ölçüde yerleşim, endüstri ve tarım alanları bulunan, hayvan ve insan sağlığını önemli ölçüde tehdit eden pestisitlerle kirlenmelere maruz kalan Marmara Denizi'nden İstanbul Boğazı, Gelibolu, Bandırma ve Tekirdağ olmak üzere toplam dört bölgeden Ekim 2010-Ekim 2011 tarihleri arasında her ay temin edilen kara midye *Mytilus galloprovincialis* (LAMARCK, 1819) ve istavrit balığı (*Trachurus sp.*) örneklerinin altı aylık gruplar halinde analizi yapılmıştır.

Bütün bölgelerden temin edilen istavrit ve midye örneklerinde  $\alpha$ -Endosulphane ve heptachlor konsantrasyonu tespit edilmemiştir. Bölgeler arasında yıllık ortalama tespit edilen en yüksek total-DDT, total-HCH, endrin ve  $\beta$ -endosulphane konsantrasyonları istavrit örnekleri için sırayla yaş ağırlıkta 12,16; 6,99; 0,13 ve 0,29 ng/g bulunurken, midye örnekleri için sırayla 1,78; 1,97; 0,05 ve 0,04 ng/g yaş ağırlık olarak bulunmuştur. Bölgeler arasında yıllık ortalama tespit edilen en yüksek PCB 28, PCB 52, PCB 138, PCB 153 ve PCB 180 konsantrasyonları istavrit örnekleri için sırayla yaş ağırlıkta 0,85; 1,23; 2,95; 4,98 ve 1,86 ng/g, midye örnekleri için sırayla 0,10; 0,12; 0,35; 0,40 ve 0,05 ng/g olarak tespit edilmiştir. İstavrit ve midye örneklerinde en yaygın çıkan pestisit bileşikleri total-DDT, total-HCH ve PCB 138, PCB 153 konsantrasyonları olarak belirlenmiştir. Dört bölgede bütün örneklerden elde edilen OCPs ve PCBs konsantrasyonları, Türk Gıda Kodeksi (2011), EU Commission (2011-2006), FAO (1983), FDA (2011)'nın balık ve su ürünleri için verdiği sınır değerlerin altında bulunmuştur.

Haziran, 2014, 163.

**Anahtar kelimeler:** Pestisit, istavrit balığı, midye, gıda güvenliği, Marmara Denizi



## SUMMARY

**Ph. D. THESIS**

### **DETERMINATION AND EVALUATION OF SOME PESTICIDES IN HORSE MACKEREL AND MUSSELS, REGARDING FOOD SAFETY**

**Şafak ULUSOY**

**İstanbul University**

**Graduate School of Science and Engineering**

**Department of Fisheries and Seafood Processing Technology**

**Supervisor: Prof. Dr. Özkan ÖZDEN**

In this study, horse mackerel (*Trachurus sp.*) and mussel (*Mytilus galloprovincialis*) (LAMARCK, 1819) samples that were collected monthly between October-2010 and October-2011 from four stations as Bosphorus, Bandırma, Gelibolu, Tekirdağ in Marmara Sea where is around significant settlement, industrial and agricultural areas and exposed to contamination with pesticides that significantly threatens animal and human health were analyzed.

$\alpha$ -Endosulphane and heptachlor concentrations in horse mackerel and mussel samples obtained from all stations were not detected. While the highest average annual total-DDT, total-HCH, endrin,  $\beta$ -endosulphane concentrations among the stations were found 16; 6,99; 0,13; 0,29 ng/g (wet weight) for horse mackerel, the concentrations were found 78; 1,97; 0,05; 0,04 ng/g (wet weight) for mussel respectively. The highest average annual PCB 28, PCB 52, PCB 138, PCB 153 and PCB 180 concentrations were detected 0,85; 1,23; 2,95; 4,98 and 1,86 ng/g (wet weight) for horse mackerel, while these concentrations were detected 0,10; 0,12; 0,35; 0,40 and 0,05 ng/g (wet weight) for mussel respectively. The most common pesticides compounds in horse mackerel and mussel samples were determined as total-DDT, total-HCH ve PCB 138, PCB 153 concentrations. OCPs and PCBs concentrations detected from all samples obtained from four stations were found below the limit values for fish and seafood given by Turkish Food Codex (2011), EU Commission (2011-2006), FAO (1983), FDA (2011).

June, 2014, 163.

**Keywords:** Pesticide, horse mackerel, mussel, food safety, the Marmara Sea

## 1. GİRİŞ

20. Yüzyıl itibariyle dünya nüfusunun artışına paralel olarak sanayi ve teknoloji alanlarındaki ilerlemelerle birlikte, açlık tehlikesini önlemek için tarımsal faaliyetlerde bütün ülkelerde birim alandan daha fazla verim alabilmek için pestisitlerin (tarımsal ilaçların) kullanılması kaçınılmaz bir hal almıştır. Bugün, tarımsal ilaçların kullanılmaması durumunda, bazı ürünlerde yaklaşık % 35 oranında kayıpların olacağı tahmin edilmektedir. İlk başlarda bu ilaçların kullanımı olumlu karşılanırken daha sonra bu ilaçların çevre ve insan sağlığı üzerine negatif yönde birçok etkisinin olduğu ortaya çıkmıştır. Kararlı organik bileşikler olan pestisitler çevrede yıllarca parçalanmadan kalmaktadırlar. Ekosisteme bir kez bulaşan pestisitler canlılara besin zinciri üzerinden geçerek birikime neden olurlar ve bu birikim besin zinciriyle yukarılara çıktıkça artmaktadır.

Son yıllarda bilinçsizce yapılan ve tekniğine uygun olmayan pestisit kullanımları sonucunda, insan ve hayvan sağlığının tehdit altına girmesi, çevre ekosisteminin bozulması pestisitlerin etkilerine yönelik araştırmalara ağırlık verilmesine sebep olmuştur.

Ekosistemde, çeşitli kaynaklardan gelen pestisit kalıntıları, çoğunlukla nehir, kanal, göl, açık okyanus sularında ve kıyı şeritlerinde birikerek sucul çevrede önemli bir rol oynamaktadır. Pestisitlerin, su ortamında besin zincirine kolay bir şekilde dahil olarak insan sağlığı ve çevre üstünde tehdit oluşturma riski de böylece giderek artmaktadır (Bansal, 2012; Barlas ve diğ., 2000; Harvey ve diğ., 2008; Pimentel ve diğ., 1992).

Ülkemizde de dünyaya paralel olarak pestisit kullanımı 1960'lı yıllarda başlamıştır. 1978 yılında bazı pestisitlerin kullanımları yasaklanmasına rağmen, yasadışı kullanımlarının hala devam ettiği bilinmektedir. Bu durum pestisitlerin güvenli kullanımını ve denetimlerini zorlaştırmaktadır (Ayas, 2007; Bulut ve Tamer, 1996).

Pestisitlerin çevre ve insan sağlığı açısından toksik, mutajenik, kanserojenik, teratojenik olmasından dolayı miktarlarının belirlenmesi ve izlenmesi bütün dünyada olduğu gibi

Ülkemizde de önemli bir konu olmuştur. Ülkemizde pestisitlerin kalıntı düzeyleriyle ilgili çalışmalar mevcut olmasına rağmen, pestisitlerin gıda güvenliği açısından değerlendirilmesine yönelik yapılan çalışmalar özellikle su ürünleri açısından oldukça azdır (Delen ve diğ., 2005). Dünyanın önemle üzerinde durduğu fakat ülkemizde yeterli çalışmanın yapılmadığı, su ürünleri tüketimine bağlı insan sağlığını tehdit eden pestisit alımıyla ilgili kapsamlı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Marmara Denizi'nde avcılığı yapılan ekonomik türlerden istavrit (*Trachurus sp.*) balığı ve kara midye olarak bilinen midye (*Mytilus galloprovincialis*) lkemizde her sezon bulunabilen ve halkın severek tükettiği su ürünleri arasındadır. Bu farklı iki tür gerek beslenme şekilleri gerekse yaşamsal alanları itibariyle deniz ekosistemine bulaşan pestisitleri su ve besin zinciri yoluyla vücutlarında biriktirmektedirler. Yağlı bir balık türü olan istavrit lipofilik karakterdeki pestisitleri dokusunda biriktirdiğinden, aynı şekilde suyu filtre ederek beslenen midye de bu konuda biyoindikatör bir canlı olması sebebiyle örneklemede tercih edilmiştir.

Yaptığımız bu çalışma ile çevresinde önemli ölçüde yerleşim, endüstri ve tarım alanlarının bulunduğu, hayvan ve insan sağlığını önemli ölçüde tehdit eden pestisitlerle kirlenmelere maruz kalan Marmara Denizi'nden avlanmış midye ve istavrit balıklarında bazı pestisitlerin belirlenmesi; bunların tüketim ve gıda güvenliği açısından risk değerlendirilmesi yapılmıştır. Ayrıca bu çalışma sonuçları ülkemizdeki bu alanda yapılan izleme programlarına ve yapılacak diğer çalışmalara ilerde temel oluşturacak niteliktedir.

## 2. GENEL KISIMLAR

### 2.1. PESTİSİTLERİN ÖZELLİKLERİ

Pestisitlerin kullanımı 20. yüzyıla ilişkilendirilmekle birlikte bunların mevcudiyeti çok eski çağlara kadar uzanmaktadır. Sülfür kullanımı Roma dönemine uzanırken, toksik ve inorganik olan kurşun, arsenik ve bakır bileşikleri de mantar hastalıkları ve böceklerin kontrolü için kullanılmışlardır. Pestisitlerin özellikle organoklorlu ve organofosfatlı bileşiklerin, en çok da DDT (dikloro difenol trikloroethan)'nin yaygın bir şekilde kullanılması II. Dünya Savaşı'ndan sonra başlamıştır. Bu kimyasallar o dönemde en çok sıtma ve diğer böcek kaynaklı hastalıkların kontrolünde ve tarımda yaygın olarak kullanılmıştır. Çok fazla kullanımlarının arkasında başlangıçta fazlasıyla güvenli olduklarının, toksik seviyelerinin az veya neredeyse hiç olmadığı düşüncesi bulunmaktadır. Günümüzde sosyal-kültürel ve ekonomik açılardan çok hızlı bir değişim içinde olan dünyamızın en önemli sorunlarından biri de hızla artan nüfusun sağlıklı gıdalara ulaşmasının sağlanmasıdır. Dünyada mevcut sulu tarım alanlarının bu ihtiyaca cevap verememesi yüzünden, verim arttırıcı ve ürünleri zararlı canlılardan koruyan pestisit denilen kimyasal maddeler kullanılmaya başlanmıştır (Arslan, 2009; Hamilton and Crossley, 2004; Levine, 2007). Özellikle tarım alanında zararlılara karşı pestisitlerin kullanılmaması durumunda her yıl ortalama % 35 oranında ürün kaybının olacağı belirtilmiştir (Uluocak ve Egemen, 2005).

Pestisitler günümüzde, halk sağlığını tehdit eden, ev/bahçe, sanayi ve tarımdaki pestlerin kontrol edilmesinde hayati bir rol oynamaktadırlar. Pestisit terimi, insektisit (böcek ilacı), acaricid (kene ve sakırga ilacı), fungicid (mantar ilacı), molluscicid (yumuşakça ilacı), nematocid (parazit ilacı), rodenticid (kemirgen ilacı) ve herbisitleri (bitki ilacı) içine alan geniş bir alanı kapsamaktadır (Hamilton ve Crossley, 2004; Levine, 2007). Pestisit, insan ve hayvanda hastalığa sebep olan etmenler ve hayvan yemleri, ağaç ve ağaç ürünleri, tarım ürünleri, üretilen, işlenen, depolanan, taşımacılığı ve pazarlaması yapılan gıdalara zarar veren istenmeyen bitki ve hayvan türleri gibi herhangi bir pesti kontrol etmek, yok etmek veya önlemek için kullanılan madde veya madde karışımlarına denmektedir (FAO, 2002). Bu kimyasal maddelerin ürünler

üzerindeki kalıntılara “pestisit kalıntıları” ismi verilmektedir (Kınık ve Kavas, 2002). Pest, tarımsal alanlara, hayvanlara ve insanlara zarar veren, istenmeyen yerlerde oluşan canlı organizmalar olup, pestisitlerin kullanıldığı bu doğal zararlıların tümüne denilmektedir (Boran, 2009; Omaye, 2000). Pestisitler aşağıdaki amaçlar için kullanılmaktadır:

- Bitkileri, ağaçları veya diğer bitki ürünlerini zararlı organizmalardan korumak
- Bitkilerin büyümesini düzene sokmak
- Zararlı hayvanlara karşı koruma sağlamak
- Zarar veren hayvanları zararsız hale getirmek
- Su sistemlerinde (kanalizasyon çalışmaları gibi), inşaat veya diğer yapılanmalarda, üretim ürünlerinde zararlı ve istenmeyen organizmaları kontrol etmek
- Asalaklara karşı hayvanları korumak

Pestisitler tarımsal amaçlı kullanımlarının yanı sıra halk hijyenini sağlamak için, anti-fouling ürün ve taş mimarisinde de kullanılmaktadır. Bu maksatlı kullanımları 1945’den sonra dünyada birçok bölgede hızla yaygınlaşmış ve elli yıldır da gelişen dünyayla birlikte kullanımlarına olan talep artış göstermiştir (Carlile, 2006). Pestisitler, böcek, bitki ve diğer pestleri kontrol ederek ve potansiyel hastalıklara sebep olan organizmaları yok ettiğinden toplum için faydalı olarak da kullanılmaktadır. Pestisitlerin bu şekilde kullanımı, bu avantajlara sahipken, aynı zamanda da insan sağlığı ve çevre üstünde ciddi problemlere neden olmaktadır. Pestisitlerin uygulandığı organizmada, hücresel prosesleri bloklayan mekanik bir yolla hücreyi değiştiren birçok tesir etkisi vardır. Bazı pestisitlerde uygulama sonrası, kalıntı etkisi günler, haftalar veya aylar boyunca sürebilmektedir. Pestisitlerin bu etkileri, bileşiğin kimyasal özelliklerine, ne miktarda uygulandığına, nasıl dağıldığına, sıcaklık, nem, toprak yapısı, pH ve mikroorganizmaların elverişliliğine göre değişmektedir (Omaye, 2000; Pimentel ve Lehman, 1993).

Pestisitler birçok şekilde sınıflandırılmaktadır. Bunlar arasında etkiledikleri zararlı gruplarına göre:

- Böcekleri öldüren (insektisit)
- Akarları, örümcekleri öldüren (akarisit)
- Nematodları öldüren (nematisit)
- Yumuşakçaları öldüren (mollusisit)
- Kemirgenleri öldüren (rodentisit)
- Kuşları öldüren (avisit)
- Yaprak bitlerini öldüren (afisit)
- Fungusları öldüren (fungusit)
- Yabancı otları öldüren (herbisit)
- Bakterileri öldüren (bakterisit)
- Algleri öldüren (algisit)
- Kaçırıcılar (repellentler)
- Çekiciler (atraktanlar) olarak sınıflandırma yapılmaktadır (Arslan, 2009).

Pestisitler, etken maddelerinin kimyasal yapılarına göre ise aşağıdaki gibi gruplara ayrılırlar:

**a) İnorganik madde içeren pestisitler**

**b) Organik madde içeren pestisitler**

- Doğal organik pestisitler: Bitkisel kaynaklı pestisitler ve organik çözücülerdir.
- Sentetik organik pestisitler: Bu pestisit grubu da kullanım alanlarına ve kimyasal yapılarına göre:
  - İnsektisitler
  - Herbisitler
  - Rodentisitler
  - Fungusitler olarak sınıflandırılmaktadırlar (Ündeğer, 2010).

Pestisitler, pestlerin kontrolünde kullanımlarını belirleyen üç temel özelliğe sahiptir:

- Kimyasal dayanıklılık
- Absorbsiyon özellikleri
- Toksikite

Pestisitlerin bu özellikleri onların çevreyi uzun süreli ve yaygın kontaminasyonuna yardımcı olmaktadır. Kimyasal dayanıklılıkları çoğu pestisit uzun süre boyunca önemli miktarlarda çevrede kalıcı olmasını sağlamaktadır. Bir kimyasal maddenin çevrede mevcut bulunan miktarı yalnızca onun kalıcılığıyla değil, aynı zamanda çevreye ilk giriş yaptığı miktarla da ilişkilidir (Koesoemadinata, 1980).

United Nations Environment Programme-Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP)'na göre kalıcı organik kirleticiler (POPs), “çevrede kalıcılık gösteren, gıda zincirinde biriken, insan sağlığı ve çevreye kötü etkilere sebep olan ve risk oluşturan” kimyasal maddeler olarak tanımlanmaktadır. POPs'ları diğer kimyasal maddelerden ayıran dört temel faktör vardır:

- 1) Kalıcılık
- 2) Toksikite
- 3) Biyolojik birikim
- 4) Çevrede uzun süre taşınım ve birikim.

The Intergovernmental Forum on Chemical Safety (IFCS) ve The International Programme on Chemical Safety (IPCS) Stockholm Antlaşması altında en tehlikeli 12 maddeyi listelemiştir. Bu maddelerden 8 tanesi pestisit grubundan dieldrin, aldrin, endrin, klordan, heptaklor, DDT, toksafen, mireks, 2 tanesi endüstriyel kimyasallardan da olan PCBs (poliklorlu bifeniller) ve HCB (heksaklorobenzen) ve diğer 2 madde de yan ürünlerden olan PCDFs (poliklorludibenzofuranlar) ve PCDDs (poliklorlu dibenzo-p-dioksinler)'dir (Hongsheng, 2011).

### **2.1.1. Organoklorlu Pestisitler (OCPs)**

Bu bileşikler 1940'ların ortasından 1960'lı yılların ortalarına kadar yer altı beyaz karıncalarının kontrolü, sıtma hastalığının kontrol programlarında ve tarımda dünyada yaygın bir şekilde kullanılmıştır. Ancak çevrede kalıcılıkları sonucu besin zincirine

karışık konsantrasyonlarından günümüzde pek çoğunun kullanımı yasaklanmıştır. Gelişmekte olan ülkelerde hala bu kimyasal bileşikler halk sağlığını korumak için kullanılmaya devam edilmektedir. Özellikle DDT, sıtma yapan sivrisineklerin kontrolünde ve endosülfan gibi birkaç organoklorlu pestisit tarımda, pestisitin kontrolü için kullanılmaktadır (Carlile, 2006; Ündeğer, 2010; Yang, 2007). Bu maddelerin başlıca karakteristik özellikleri:

- Uzun süren biyolojik yıkımları sebebiyle çevrede uzun süre kalıcılıkları
- Sularda bol bulunmaları ve kaynağından çok uzak yerlere taşınmalarına imkan sağlayan yeterli uçuculuk
- Deniz besin zincirinde en az  $10^5$  birikime sahip olmalarıdır (Rimayi, 2011).

Bu bileşikler, sadece karbon-hidrojen içeren organik maddelerin klorlanmasıyla elde edilmektedir (Ağca, 2006). OCP (organoklorlu pestisitler)'lerin antikolinesteraz pestisitlerine göre daha az akut toksik olmalarına rağmen, kronik toksisiteleri daha çoktur. İnsan sağlığı ve ekosistem üzerinde olumsuz uzun süreli etkilerinin olması ve canlılarda yüksek emilim potansiyeline sahip olması organoklorlu pestisitleri daha tehlikeli yapmaktadır (Rodgers, 2001; Yang ve diğ., 2004). Bu gruba giren başlıca pestisitler:

- DDT
- Aldrin
- Lindan
- Heptaklor
- Dieldrin
- Klordan
- Endrin
- Heksoklorobenzen
- Mireks
- Toksafen olarak incelenmektedirler (Adeshina ve Kueberuwa, 1999; Ağca, 2006).

Organoklorlu pestisit bileşiklerinin vücuda girişleri ağız, deri ve solunum yoluyla olmaktadır. Emilimleri taşıyıcı maddeye göre değişirken, yağlı çözeltileri iyi



emilmektedir. Bu şekilde giren bu bileşikler lipoproteinlere bağlanırlar. Yapılarında karbon, hidrojen ve klorin bulunan OCPs'lerin bu özelliklerden dolayı dokularda enzimatik işlemlerle uzaklaştırılmalarını zorlaştırmaktadır. Bu bileşikler, düşük uçuculuk, düşük suda çözünürlük, hidrofobik, kimyasal kalıcılık, yavaş metabolik bozunmaları, çevrede kolayca bozunmamaları ve lipofilik olduklarından dolayı özellikle memeliler, kuşlar ve balıkların besin zincirine girerek bunlarla ilgili gıdalarda yüksek konsantrasyonlarda bulunabilmektedir. Bu şekilde besin zincirine giren OCPs'ler sindirim sistemiyle absorbe edildikten sonra öncelikle yağı yüksek dokularda ve organlarda birikmektedir (Ağca, 2006; Balkıs ve diğ., 2010; Heinzow ve Andersen, 2006; Yang, 2007). OCPs'lerin çevreye verdiği genel zararlar şu şekilde sıralanabilir:

- Hayvanlar için toksisite
- Birikim potansiyeli
- Endokrin bozucu ve bölücü
- Mutajenite
- Kanserojen
- Sucul organizmaları ve mikroorganizmaları öldürme potansiyeli

Dünyada kullanılan organoklorlu pestisitlerin sonucunda birçok canlıda ölüme sebep verdiği, bazılarında doğurganlık ve üremeyi durdurduğu, hormon sistemine zarar verdiği tespit edilmiştir. İnsan sağlığı için oluşturduğu endişeler yüzünden 1977 yılında evsel PCB üretimi yasaklanmıştır. Bu sebeplerden dolayı ülkemizde 1985 yılından sonra endosulfan ve toksafen dışında diğer klorlu hidrokarbon pestisitlerin kullanımı yasaklanmıştır (Ündeğer, 2010; Rimayi, 2011).

### **2.1.2. Poliklorlu Bifeniller (PCBs)**

PCB'lerin dünyada en çok motorlu jeneratörlerde, kondansatörlerde, ısı transferinde ve hidrolik sistemlerde kullanımı söz konusu iken, ayrıca yaygın bir şekilde yapııştırıcı maddelerde, plastiklerde, çözücülerde, alev geciktiricilerde, boyalarda, pestisitlerde ve karbonsuz kağıtlarda kullanılmaktadır. World Health Organisation-Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'a göre PCB'ler üç kategoride incelenmektedir:

- Tamamen kapalı sistemler (kondansatör ve transformatör gibi elektrik ekipmanları)
- Önemsiz kapalı sistemler (hidrolik ve ısı transfer sistemleri, vakum pompaları)

- Sınırlanmamış uygulamalar (PVC, sentetik kauçuk yapımında, pestisit katkısı olarak, yapıştırıcı, boyalar, yüzey koruyucuları ve diğer lastiklerde)

Fiziksel ve kimyasal kalıcılıkları yüzünden çevrede hiç değişmeden 30-40 yıl süreyle kalabilmektedirler. PCB'lerin çevreye dağılımı endüstriyel atıkların uygunsuz boşaltımları, sızıntılar, yollara dökülen yağlar, çöplerin sızıntı sularıyla, buharlaşma ve buğulaşma yollarıyla olmaktadır. Atmosferik taşınımları PCB'lerin dünyada global dağılımında en büyük rolü oynamaktadır. PCB kaynaklarının olduğu bölgelerde çevredeki PCB dağılımı da daha çok olmaktadır. Bu yüzden kentsel bölgeler, bakır bölgelerden daha çok PCB konsantrasyonlarına sahiptir. Benzer olarak iç mekanlardaki miktarlar, dış alanlara göre daha fazladır. Çevreye dağılımları her zaman potansiyel risk oluşturmaktadır. PCB'lerin çevreye dağılımları:

- Geçmişte açık ve kontrolsüz kullanımları
- Geçmişte elden çıkarma işlemleri
- İlegal yollarla yok etme çalışmaları
- Kazara dışarı salınımları olarak gerçekleşmiştir.

Bu bileşiklerin doğaya bir kez giriş yaptıktan sonra hava, toprak, sediment, bitki örtüsü ve suda bulunabilmektedir. Özellikle sucul sedimentler PCB'lerin dünyadaki birikim yaptığı en temel kaynaktır PCB kalıntıları bu yollarla plankton, alg balık ve deniz memelileri gibi suda yaşayan canlılara geçebilmektedirler. Suda çözünmezler ve kolay buharlaşmazlar. Sedimentte uzun süre kalarak, biyotada birikip gıda zincirine girerler. Yağda çözülebilir özelliğinden dolayı hayvanların yağ dokusunda birikerek besin zincirine dahil olurlar. PCB seviyeleri besin zinciri boyunca artış gösterir. Genel olarak, gıdadaki PCB konsantrasyonları gıdanın yağ içeriğiyle ve onun potansiyel tüketimiyle bağlantılıdır. Böylece balık, süt ve diğer yağ içeren gıda ürünlerinin yüksek miktarda PCB içermeleri muhtemeldir. İnsanlara da transferi besin zinciriyle gerçekleşmektedir. İnsanlar özellikle bu bileşiklerin atıklarına tarım ürünlerinin yanı sıra balık, mollusk ve süt ürünleri tüketimiyle maruz kalmaktadırlar. PCB'lerin çevrede yayılma kapasitesi, su sevmeyen ve lipofilik bir yapıya sahip olan fiziksel karakteriyle ilgilidir. Lipofilik yapıları ve kalıcılıkları insan dokularında daha kolay birikmesine neden olmaktadır.

PCBs'lerin sebep olduğu zararlar şu şekilde sıralanabilir:

- İnsanlar ve hayvanlarda dermal etkiler
- Tiroid, karaciğer, bağışıklık sisteminde ve gözde bozukluklar
- Nörolojik gelişimde bozulmalar
- Düşük kiloda doğumlar
- Üreme toksisitesi
- Kanser

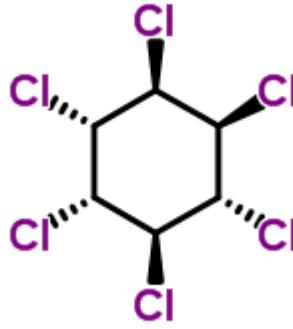
Hayvanlarda yapılan çalışmalar aracılığıyla United States Environmental Protection Agency-Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (EPA), sağlık üzerine çoğu kötü etkilerin PCBs'lerden kaynaklandığını belirtmiştir. EPA, ayrıca sağlık üzerine bu olumsuz etkilerinden dolayı PCBs'leri muhtemel insan kanserojeni olarak kategorize etmektedir. Bu endişelerden dolayı, ülkeler yasalarla gıdalarda olması gereken PCB miktarlarını belirlemişlerdir. EPA, sanayisi gelişmiş ülkelerde tahmini 3-6 pg TEQ/kg vücut ağırlığı/gün PCB miktarı tüketildiğini belirtmiştir. Toxic Equivalent Quantity-Toksik eşdeğerlik miktarı (TEQ), PCB, PCDFs, PCDDs'ın toksik eşdeğer miktarını belirtmektedir. Özellikle PCB gibi dioksinler için önerilen miktar 2-3 pg TEQ/kg vücut ağırlığı/ gün olarak bildirilmiştir. Aynı şekilde bu sebeplerden ötürü PCBs'lerle kontamine olmuş balığın tüketimiyle ilgili insan sağlığı riskinin nasıl azaltılması gerektiği ve nasıl değerlendirileceğini öğrenmek oldukça önemlidir (Bedard, 2001; Benedict, 2007; Erickson, 2001; Kurşun ve Mor, 2009; Wang, 2012).

## **2.1.2. Bu Çalışmada Değerlendirilen Pestisitler**

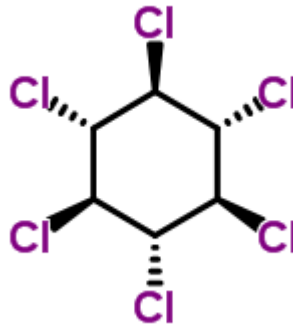
### **2.1.2.1. Hexachlorocyclohexane**

HCH, benzen hexachloride (BCH) olarak bilinen izomer olarak adlandırılan sekiz kimyasal formda bulunan sentetik bir kimyasaldır. Kimyasal yapı içindeki hidrojen atomlarının pozisyonuna göre farklı izomerleri  $\alpha$ -HCH,  $\beta$ -HCH,  $\gamma$ -HCH,  $\delta$ -HCH olarak isimlendirilmektedir. Tehlikeli atık bölgelerindeki yüzey sularında ve toprakta kalıcılıkları sebebiyle bulunmaktadırlar. Atmosfere de yağmur ve diğer bileşikler tarafından bozularak karışmaktadır. Saç biti ve uyuzdan korunmak için bu bileşiği içen ilaçları kullanmak, bu bileşikle kontamine olmuş gıdaları tüketmek, bu bileşikle kontamine olmuş suyu içmek, havayı solumak, bu bileşikle kontamine olmuş su ve toprakla muamele bu bileşiğin bulaşmasına sebep olmaktadır. Vücutta bu yolla giren

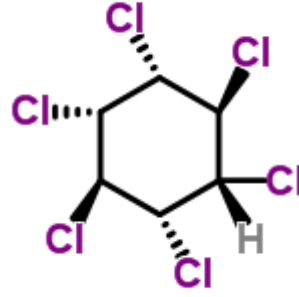
HCH izomerleri geçici olarak vücudun yağ dokusunda depolanmaktadır. En yavaş vücudu  $\beta$ -HCH terk ederken,  $\alpha$ -HCH,  $\gamma$ -HCH,  $\delta$ -HCH daha hızlı vücuttan atılmaktadır. Bu bileşik ve izomerlerinin insanlar tarafından solunması insanlarda kan hastalıkları, baş dönmesi, baş ağrısına sebep olmaktadır. Büyük miktarlarda yutulduğu takdirde ise krizlere hatta ölüme biten sonuçlara götürmektedir. DHHS (Department of Health and Human Services) tarafından HCH'nin bütün izomerlerinin insanlarda kansere neden olabileceği belirtilmiştir. IARC (The International Agency for Research on Cancer) tarafından ise HCH'nin bütün izomerlerinin insanlar için muhtemel kanserojen olduğu bildirilmiştir. EPA tarafından da HCH'nin bütün izomerlerinin insan için muhtemel kanserojen bileşikler olsa da yeterli bilimsel kanıt olmadığı belirtilmiştir (ATSDR, 2013). HCH izomerlerinin kimyasal formülleri Şekil 2.1 ve Şekil 2.4 arasında verilmiştir:



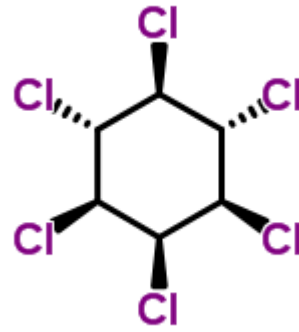
Şekil 2.1:  $\alpha$ -HCH (Chemspider, 2013).



Şekil 2.2:  $\beta$ -HCH (Chemspider, 2013).



Şekil 2.3:  $\gamma$ -HCH (Chemspider, 2013).



Şekil 2.4:  $\delta$ -HCH (Chemspider, 2013).

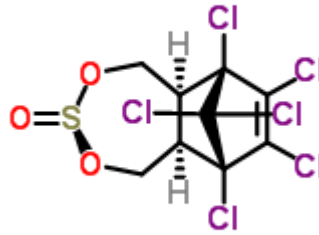
**Tablo 2.1:** Hexachlorocyclohexane izomerlerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri (ATSDR, 2013).

Özellikler	$\alpha$ -HCH	$\beta$ -HCH	$\gamma$ -HCH	$\delta$ -HCH
Kimyasal formül	$C_6H_6Cl_6$	$C_6H_6Cl_6$	$C_6H_6Cl_6$	$C_6H_6Cl_6$
Molekül ağırlığı	290.83 g/mol	290.83 g/mol	290.83 g/mol	290.83 g/mol
Renk	Beyaz	Kahverengimsi beyaz	Bilgi yok	Bilgi yok
Kaynama noktası	323.4 °C, 760 mmHg	288 °C, 760 mmHg	60 °C, 0.5 mmHg	60 °C, 0.36 mmHg

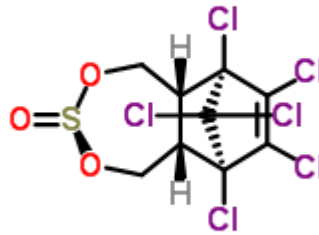
### 2.1.2.2. Endosulfan

Endosulfan, çeşitli bitkiler, beyaz sinekler, güve larvalar, yaprak zararlısı böcekler, meyve solucanlarına, yaprak bitlerine karşı etkili olan sınırlı bir şekilde kullanılan bir pestisitir. Aynı kimyasal  $\alpha$  ve  $\beta$ - endosulfan olan iki farklı karışım olarak satılmaktadır.

Uygulandığı yerlerdeki toprakta, suda ve havada serbest kalabilmektedir. Uzun süreli maruz kalınma durumunda endosulfanın insanlara nasıl bir etki yaptığına dair çalışmalar henüz yoktur. Kanseri yaptığına yönelik çalışmalar bunu kanıtlamakta henüz yetersizdir. Endosulfan, insan ve hayvanlarda direk olarak sinir sistemine etki etmektedir. Herhangi bir yolla endosulfana yüksek miktarda maruz kalmak hiperaktivite, titreme, solunum, nefes darlığı, tükürük ve sonunda ölüme götüren etkileri bulunmaktadır. Teknik sınıf endosulfan ise  $\alpha$  ve  $\beta$ -endosulfanın en az % 94'nü içermektedir.  $\alpha$  ve  $\beta$ - endosulfan izomerleri 7:3 oranında bulunmaktadır. Endosulfan kalıntıları ve konsantrasyonlarının en çok bulunduğu bölgeler tarım aktivitelerinin yoğun olduğu bölgelere yakın yerlerdir. Bu maddenin kalıntıları yüzey sularının bulunduğu çeşitli yerlerde, sedimentlerde, havada, suda yaşayan omurgalı ve omurgasızlarda, karasal organizmalarda ve insanlarda bulunmuştur (ATSDR, 2013). Endosulfan izomerlerinin kimyasal formülleri aşağıdaki gibidir (Şekil 2.5 ve Şekil 2.6):



Şekil 2.5:  $\alpha$ -Endosulfan (Chemspider, 2013).



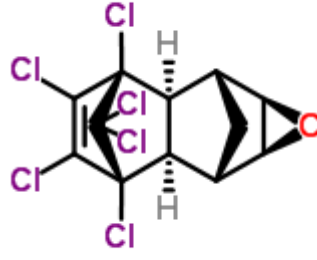
Şekil 2.6:  $\beta$ -Endosulfan (PPD, 2013).

**Tablo 2.2:** Endosulfan izomerlerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri (ATSDR, 2013)

Özellikler	$\alpha$ -Endosulfan	$\beta$ -Endosulfan
Kimyasal formül	$C_9 H_6 Cl_6 O_3 S$	$C_9 H_6 Cl_6 O_3 S$
Molekül ağırlığı	406.93 g/mol	406.93 g/mol
Renk	Renksiz-teknik olanı krem	Krem veya kahverengi
Kaynama noktası	Bilgi yok	Bilgi yok

### 2.1.2.3. Endrin

Endrin, böcekler, kemirgenler ve kuşları kontrol etmek için kullanılan bir pestisittir. Endrin suda çok iyi çözünmez. Yüzey suları ve yer altı sularında çok düşük seviyelerde bulunmaktadır. Yaygın olarak şeker kamışı, pamuk ve mısırdaki kullanılan bir organoklorlu insektisit ve rodentisittir. Uygulandığı tarımsal alanlar dışında genellikle havada bulunmamaktadır. Endrinin çevrede kalıcılığı o andaki mevcut şartlara bağlıdır. Deniz, göl ve nehirlerin sedimentlerinde yapışmış bulunmaktadır. Besin zinciriyle suda yaşayan organizmalara geçiş yapan endrin, bu canlıların dokularında birikmektedir. Bazı çalışmalar da toprakta 10 yılın üzerinde kalabildiğini göstermiştir. Endrin ayrıca yüksek sıcaklıkta veya ışıktaki endrin keton ve endrin aldehite yıkımlanabilmektedir. Bu pestisite maruz kalınması çeşitli merkezi sinir sistemi hastalıkları ve ölüm de dahil olmak üzere çeşitli zararlı etkilere sebep olmaktadır. Çok büyük miktarlarda endrinin yutulması, birkaç dakika veya saat içinde ölüme götürebilmekte veya havaleye sebep olmaktadır. Daha az alınımında ise baş ağrısı, baş dönmesi, sersemlik, sinirlilik, mide bulantısı veya kusmaya sebep olmaktadır. Yeterli bilimsel kanıt ve çalışma olmadığı için, endrin, EPA, DHHS ve IARC tarafından insan kanserojeni olarak sınıflamaya alınmamıştır. Yapılan çalışmalar endrinin canlıların yağlı dokularında birikim yaptığını göstermektedir (ATSDR, 2013; Mergel, 2009). Endrinin kimyasal formülü aşağıdaki gibidir (Şekil 2.7):



Şekil 2.7: Endrin (Chemspider, 2013).

Tablo 2.3: Endrinin fiziksel ve kimyasal özellikleri (ATSDR, 2013).

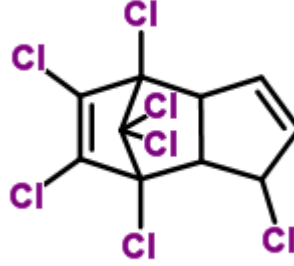
Özellikler	Endrin
Kimyasal formül	$C_{12}H_8Cl_6O$
Molekül ağırlığı	380.9 g/mol
Renk	Beyaz-renksiz
Kaynama noktası	245 °C'de ve 200 °C'nin üstünde

#### 2.1.2.4. Heptaklor

Heptaklor gıda ürünlerinde, evlerde ve binalarda böcek kontrolü için kullanılmak üzere imal edilen bir kimyasaldır. Doğal kaynaklı bir kimyasal değildir. Heptaklorun bakteri ve hayvanlar tarafından yıkımlanması sonucu heptaklorepoksit oluşmaktadır. Heptaklorun yaklaşık % 20'si çevrede veya vücutta birkaç saat içinde heptaklorepokside dönüşmektedir. Her iki madde de toprakta güçlü bir kalıcıdır, kolay buharlaşmaz ve suda kolay çözünmemektedir. Bu iki madde de tehlikeli atıkların bulunduğu bölgelerin yakınındaki havada, yer altı suyu ve yüzey suyunda çözünmüş olarak bulunmaktadır. Toprakta güçlü bir şekilde tutunur, havada kolay buharlaşmaz ve suda kolay çözünmemektedir. Heptaklorepoksid heptaklora göre daha kolay buharlaşıp, suda çözünürken her ikisi de toprak ve suda yıllarca kalmaktadır. Balık, kabuklu su ürünleri, günlük et ve tavuk etinde birikebilen heptaklor, bu kontamine gıdaların tüketilmesiyle besin zincirine dahil olmaktadır. Sucul besin zincirinde heptaklor ve heptaklorepoksidin biomagnifikasyonu oldukça önemlidir. Heptaklor çabuk bir şekilde heptaklorepokside metabolize olduğundan besin zincirinde heptaklorepoksid lipofilik özelliği ve daha kalıcı yapısı nedeniyle daha çok önem taşımaktadır. Tüketiminden üç yıl sonra bile canlıların yağ dokularında ölçülmüştür. Oral yolla tüketilen heptaklorun, karaciğer, nörolojik etkileri, üreme sisteminde bozukluklar ve gelişimle ilgili etkilere sebebiyet



vermektedir. EPA, heptaklor ve heptaklorepoksidin insanlar için muhtemel kanserojen maddeler olduğunu bildirmiştir (ATSDR, 2013). Heptaklorun kimyasal formülü aşağıdaki gibidir (Şekil 2.8):



Şekil 2.8: Heptaklor (Chemspider, 2013).

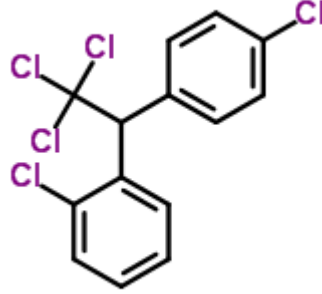
**Tablo 2.4:** Heptaklorun fiziksel ve kimyasal özellikleri (ATSDR, 2013).

Özellikler	Heptachlor
Kimyasal formül	$C_{10}H_5Cl_7$
Molekül ağırlığı	373.32 g/mol
Renk	Saf olanı beyaz renk-teknik olanı taba rengi
Kaynama noktası	145 °C

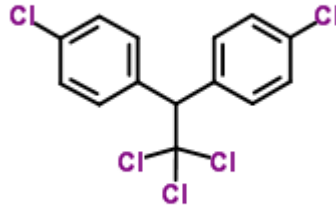
#### 2.1.2.5. DDT

DDT (1,1,1-trikloro-2,2-bis (p-klorofenil) eten) sıtma ve tifüs gibi hastalıkları taşıyan böcekleri ve tarımsal alanlardaki pestleri kontrol etmek için fazlasıyla kullanılmış, şimdi ise sadece birkaç ülkede sıtma hastalığını kontrol etmek için kullanılan bir pestisittir. Teknik derecedeki DDT, eser miktarda o,o'-DDT, % 15 o,p'-DDT, % 85 p,p'-DDT'den oluşmaktadır. Bunların hepsi beyaz, kristal, nerdeyse kokusuz katı maddelerdir. Teknik derecedeki DDT ayrıca DDE (1,1-dikloro-2,2 bis (p-klorofenil) etilen) ve DDE (1,1-dikloro-2,2 bis (p-klorofenil) etan) kontaminantlarını içerebilmektedir. Hem DDE hem de DDD, DDT'nin bozulma ürünleridir. DDT doğal olarak çevrede bulunmaz. DDE yalnızca DDT'nin bozulması veya kontaminasyonu sonucu çevrede bulunmaktadır. DDD de ayrıca DDT'nin bozulması sonucuyla çevreye giriş yapmaktadır. Bu kimyasalların yarılanma ömrü 1,5-3 gündür. Yarılanma ömrü kısa olmasına rağmen, toprakta yüzlerce yıldır kalabilmektedir. DDT, genellikle mikroorganizmaların faaliyetiyle DDE ve DDD'ye yavaş bir şekilde bozulmaktadır. DDT, sudaki balık ve küçük organizmalar tarafından alınmaktadır. Bu yolla bu kimyasallar sudan binlerce kez

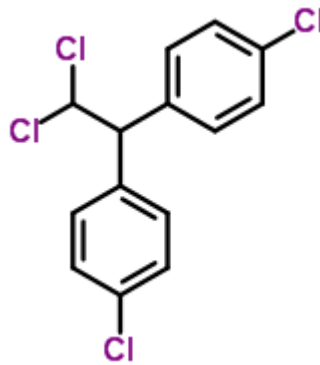
fazla miktarda, balık ve deniz memelilerinde birikmektedir. DDT'nin çok yüksek miktarı bu hayvanların yağ dokusunda bulunmaktadır (ATSDR, 2013). DDT izomerlerinin kimyasal formülü Şekil 2.9 ve Şekil 2.11 arasında gösterilmiştir.



Şekil 2.9: o,p'-DDT (2,4 DDT) (Chemspider, 2013).



Şekil 2.10: p,p'-DDT (4,4 DDT) (Chemspider, 2013).



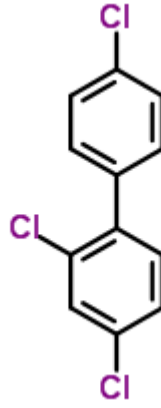
Şekil 2.11: p,p'-DDD (4,4 DDD) (Chemspider, 2013).

**Tablo 2.5:** DDT izomerlerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri (ATSDR, 2013).

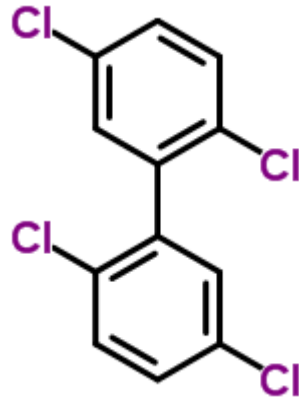
Özellikler	o,p'-DDT	p,p'-DDT	p,p'-DDD
Kimyasal formül	C <sub>14</sub> H <sub>9</sub> Cl <sub>5</sub>	C <sub>14</sub> H <sub>9</sub> Cl <sub>5</sub>	C <sub>14</sub> H <sub>10</sub> Cl <sub>4</sub>
Molekül ağırlığı	354.49 g/mol	354.49 g/mol	320.05 g/mol
Renk	Beyaz kristal toz	Renksiz kristal beyaz toz	Renksiz kristal beyaz toz
Kaynama noktası	Bilgi yok	Ayrışır	350 EC

### 2.1.2.6. PCBs

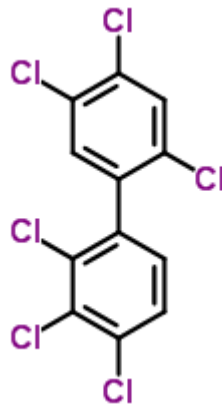
PCBs'ler doğaya bulaşan ve farklı zararlı etkileri olan sentetik organik kimyasallardır. Çevrede doğal olarak bulunmazlar. Yağlı likit veya katı yapıda olup, renksizdirler. Bazı PCBs'ler uçucu ve havada buhar şeklinde bulunabilir. Bilinen bir tatları ve kokuları yoktur. PCBs'ler kirletici olarak bilinen aynı türden olan bireysel klorlu bifenil bileşikleri içeren karışımlar olarak çevreye giriş yapmaktadır. Atmosferde kolayca yer değiştirebildiği için dünyanın her yerinde bulunmaktadır (ATSDR, 2013). Bazı PCBs'lerin kimyasal formülü Şekil 2.12 ve Şekil 2.16 arasında gösterilmiştir.



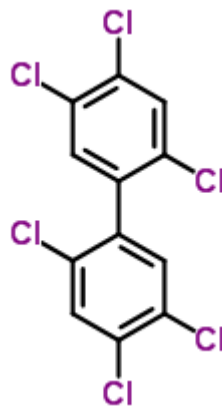
**Şekil 2.12:** PCB-28 (Chemspider, 2013).



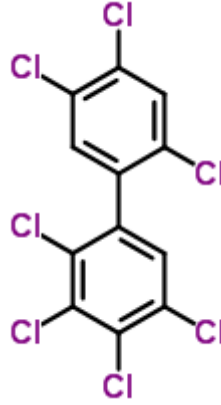
Şekil 2.13: PCB-52 (Chemspider, 2013).



Şekil 2.14: PCB-138 (Chemspider, 2013).



Şekil 2.15: PCB-153 (Chemspider, 2013).



Şekil 2.16: PCB-180 (Chemspider, 2013).

**Tablo 2.6:** Bazı PCB'lerin fiziksel ve kimyasal özellikleri (ATSDR, 2013; SIGMA-ALDRICH, 2013).

Özellikler	PCB-138	PCB-153	PCB-180	PCB-28	PCB-52
Kimyasal formül	$C_{12}H_4Cl_6$	$C_{12}H_4Cl_6$	$C_{12}H_3Cl_7$	$C_{12}H_7Cl_3$	$C_{12}H_6Cl_4$
Molekül ağırlığı	360.9 g/mol	360.88 g/mol	395.32 g/mol	257.54 g/mol	291.99 g/mol
Kaynama noktası	400 °C	Bilgi yok	240-280 °C (20 mmHg)		

## 2.2. DÜNYADA VE ÜLKEMİZDE PESTİSİT KULLANIMI

M.Ö. 1500'lü yıllara dayanan çok eski bir geçmişe sahip pestisitlerin kullanımına, 19. yüzyılda inorganik olarak, 1940'lı yıllarda organik kimya bilimiyle farklı hale gelerek hala devam edilmektedir. Dünyada tarımsal faaliyetlerin başlangıcından beri çoğunlukla doğal pestisitler kullanılırken, organoklorin ve organofosforun yaygın kullanımı ise 2. Dünya Savaşı'ndan sonra artış göstermiştir (Boran, 2009; Hamilton ve Crossley, 2004). 1940'lı yıllarda başlayan sentetik pestisit kullanımı 1980'lere kadar hızla artarak devam etmiş, 1980'lerde bu pestisitlerin kullanımına kısıtlamalar getirilmiştir (Pimentel ve Lehman, 1993).

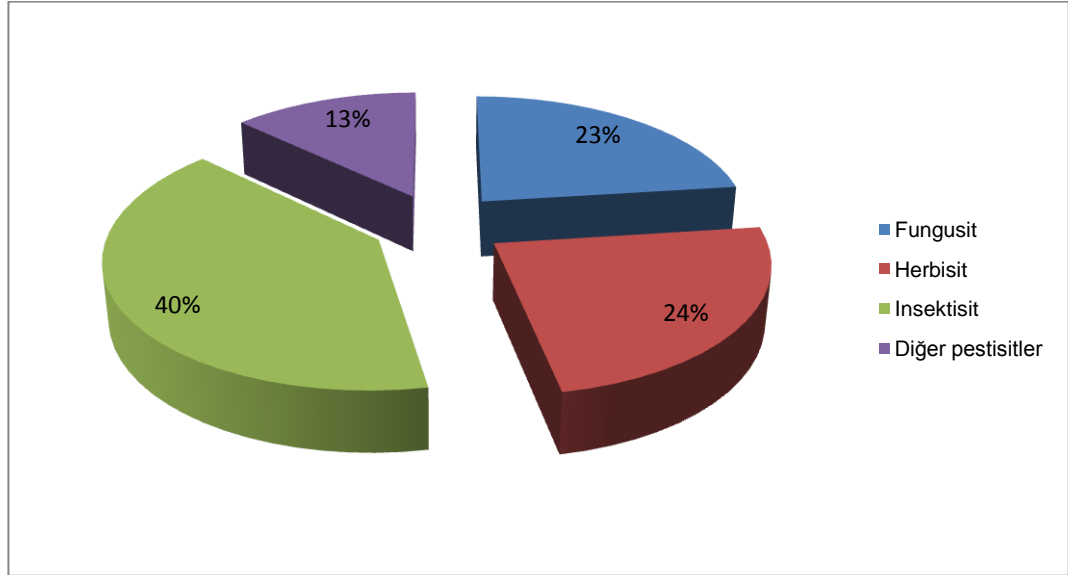
Tarım, Türkiye ekonomisinde öncü sektörlerden birini oluşturmaktadır. Ülkemizde 2011 yılında toplam tarımsal alan 38.247 hektarken, toplam ekili alan ise 20.539 hektardır. Gayri sarfi yurt içi hasılanın azalmasına rağmen, tarımsal üretim ülkemizde 2000 yılından itibaren artış göstermiştir. Ülkemizde bu tarımsal alanlarda birim başına elde edilen ürün miktarını arttırmak için, çok fazla miktarda ruhsatlandırılmış pestisit kullanılmaktadır (Saler, 2006; TÜİK, 2011 (a); Türkiye Tarım Sektörü Raporu, 2010).

Dünyadaki pestisit tüketimi yaklaşık olarak 3 milyon tonken, Türkiye bu miktarın % 0.6'sını tüketmektedir. Türkiye'de gelişmiş ülkelere göre hektar başına pestisit kullanımı çok düşük olmasına rağmen, tüketilen pestisitler de çevre ve sağlık risklerine sahiptir. Tarımda kontrolsüz ve bilinçsiz pestisit kullanımı hedefte olmayan organizmaları etkilemektedir, bu da toprağı, iç suları ve denizi kontamine ederek ekolojik dengenin bozulmasına neden olmaktadır (Başpınar ve diğ., 2010; Kaya, 2007; Yeşil ve Ögür, 2011).

Ülkemizde pestisit kullanımı bütün pestlere karşı DDT'nin kullanımıyla II. Dünya Savaşı'ndan sonra başlamıştır. 1960 yılından 1994 yılına kadar ülkemizde pestisit üretim izni alan şirketlerin sayısında, lisanslı pestisit üretiminde ve pestisitleri ithal eden firmaların sayısında artış görülmüştür (Ayas, 2007). Aldrin, endrin, DDT, dieldrin, hexachlorocyclohexane (HCHs), heptachlor, chlordane and toxaphene gibi organoklorlu bileşikler ülkemizde 1971 ve 1989 yılları arasında yasaklanmış olmasına rağmen, onların bazı bölgelerimizde illegal kullanımı hala devam etmektedir. Ülkemizde Marmara, Ege ve Akdeniz Bölgeleri pestisit kullanımının en çok olduğu yerlerdir. (Arslan, 2009; DPT 2001; Okay et al. 2011). Türkiye, çok az pestisit kullanan bir ülke olmasına rağmen, bilinçsiz ve tehlikeli kullanımlar çok yapılmaktadır (Bulut ve Tamer, 1996). 1998-2004 yılları arasında Türkiye'deki pestisit tüketimi Tablo 2.7'de gösterilmiştir. 2004 yılında Türkiye'de en çok kullanılan pestisit gruplarının yüzde dağılımı Şekil 2.17'de gösterilmektedir. FAO verilerine göre Türkiye'de 2007 yılına ait toplam insektisit tüketimi 12 344 ton, toplam herbisit tüketimi 6 545 ton, toplam fungusit ve bakterisit tüketimi ise 6 674 ton olarak bildirilmiştir. 2001 yılına ait sadece organofosfat tüketimi ise 4001 ton olarak bildirilmiştir. FAO 2008 verilerine göre ise Türkiye'de toplam insektisit miktarı 10827.00 ton olup, toplam pestisit tüketimi 12137.00 ton olarak bildirilmiştir (FAO, 2011; FAO, 2010).

**Tablo 2.7:** Türkiye’de pestisit tüketimi (ton) (DPT, 2008).

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
İnsektisit	10.450	9.089	11.788	11.544	9.159	11.492	13.793
Herbisit	5.743	7.408	6.958	6.192	7.416	11.352	8.707
Fungusit	8.613	7.036	7.777	5.909	8.075	9.859	10.394
Diğerleri	9.605	8.058	7.025	4.691	6.667	3.221	2.549
Toplam	34.411	31.591	33.548	28.336	31.317	35.924	35.443

**Şekil 2.17:** 2004 yılında gruplarına göre Türkiye’de pestisit kullanım dağılımı (DPT, 2008).

Dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi ülkemizde de toksik etkileri, kanserojenik ve çevreyi kötü şartlarda etkilemesi gibi nedenlerle DDT’yi de içeren 32 farklı pestisit kullanımını yasaklanmıştır. PCBs’lerin ülkemizdeki kullanımını sanayi alanında 1973 yılında kısıtlanmış olup, bu maddelerin açık sistemlerdeki kullanımını da 1 Ocak 1996 yılında tamamen yasaklanmıştır (Güvenç ve Aksoy, 2007). Tablo 2.8’de Türkiye’de yasaklanan pestisitleri göstermektedir (DPT, 2001).

**Tablo 2.8:** Türkiye’de yasaklanan pestisitler.

İsim	Yasaklama tarihleri
Dieldrin	1971
Aldrin	1979
Endrin	1979
Lindane	1979
Heptachlor	1979
Chlordane	1979
E-Parathion	1979
2,4,5-T	1979
2,4,5-T	1979
Chlordimeform	1979
Mercury chemicals (methoxyethylmercury chloride,phenylmercuryacetate,phenylmercury chlorid)	1982
Arsenical chemicals	1982
Chlorbenzilate	1982
DDT (Limitation 1978)	1985
BHC (Limitation 1978)	1985
Fluorodifen	1987
Chlorpropylate	1987
Dinoseb	1988
Daminozide(Alar 85)	1989
Toxaphene	1989
Zineb	1991
Azinphos Ethyl	1996



Son yıllarda ülkemizdeki pestisit kullanım miktarları değişiklik gösterse de, çevre kirliliğini artıran ve zarar veren daha toksik pestisitlerin küçük dozlarda kullanımına başlanmıştır. Özellikle de su ürünlerinde ve su ekosisteminde, kullanımı yasak ve kısıtlı olan pestisitlerden yüksek konsantrasyonda bulunduğu dair kanıtlar bildirilmiştir (Ayas, 2007). Pestisit ve benzer maddelerin lisanslarıyla ilgili yönetmelik 17 Şubat 1999 yılında çıkarılmıştır. Birçok organoklorlu pestisit (OCPs) Türkiye dahil 125 ülke tarafından imzalanan Stockholm Antlaşması altında kalıcı organik kirleticiler (POPs) olarak sınıflandırılmış ve düzenlenmiştir (Güvenç ve Aksoy, 2007; Okay et al. 2011).

### **2.3. PESTİSİTLERİN ÇEVREYE ETKİLERİ**

Dünyada organik pestisit kullanımında ve satışında artışın olduğu 20. Yüzyıl ortalarında, bu toksik kimyasallar hem çevreye hem de insan sağlığı üstünde çok zararlı etkilere sebep olmuştur. Ayrıca DDT ve toksafen gibi bazı pestisitlerin kullanımı uzun süreden beri yasaklı olmasına rağmen, kutupların yüksek kısımları gibi yeryüzünün ücra bölgelerinde bile bulunabilmektedir. Bu durum da pestisitlerin global hava sirkülasyonu ile taşındığını göstermektedir. (Harris, 2000; Mahmoud ve Loutfy, 2012).

Çoğu pestisit çevreye tarım ilaçları ile karışmaktadır. Önce toprağa karışan pestisitler, akan sular ile yer altı suyuna, oradan da nehirlere ve ırmaklara karışmaktadır. Nehirler aracılığıyla da göl, deniz ve okyanuslara karışmaktadır. Çoğu kararlı ve lipofilik yapılarından dolayı, bulaştıkları canlıda birikim yapmaktadır. Besin zincirinde üst tropik seviyelerde bulunan canlıların vücudunda daha yüksek miktarlarda bulunmaktadır. Atmosfer vasıtasıyla da dünyanın her yanına yayılma özelliği göstermektedirler (Yatağan, 2008).

Gerekli bölgede uygulanan bir pestisit, o yerde uzun süre kaldıktan sonra zararlı maddelere parçalanmaktadır. Bu bozulma toprakta üç temel şekilde gerçekleşmektedir:

- a) Biyolojik-mikroorganizmalar tarafından parçalanma
- b) Kimyasal-hidroliz ve oksidasyon gibi kimyasal reaksiyonlarla parçalanma
- c) Fotokimyasal-UV veya ışıkla parçalanma

Pestisitlerin bu ayrışması aşağıdaki reaksiyonlarla oluşmaktadır:

- Oksidasyon
- Hidroliz
- İndirgeme

Kimyasal bozulma derecesi yarı ömür olarak ifade edilmektedir ki bu başlangıçtaki konsantrasyon seviyesinin yarıya inmesiyle açıklanmaktadır. Bu organik bileşiklerin yarı ömürleri havada 2-5 gün, suda 2-6 ay, toprakta ve sedimentte 6-12 aya kadar sürebilmektedir. Bir pestisit yarı ömrü nem ve sıcaklık gibi çevresel koşullara, formülasyonuna, toprak tipine göre değişmektedir. Tablo 2.9'da farklı pestisit gruplarının yarılanma süreleri gösterilmektedir.

**Tablo 2.9:** Farklı pestisit gruplarının topraktaki yarılanma süresi.

Pestisit tipi	Yaklaşık yarılanma süresi (yıl)
Dieldrin, BHC, DDT	2-4
2,4-D ve 2,4,5-T	0,1-0,4
Organofosfat	0,02-0,2
Karbamat	0,02-0,1
Piretroidler	0,005-0,01

Bunu etkileyen diğer faktörler de buharlaşma, süzülme, toprağa tutunma, bitkini absorpsiyonunu içermektedir. Bu maddelerin en önemli özellikleri normal sıcaklıklarda gaz fazına kolaylıkla geçebilmeleridir, ki bu da topraktan atmosfere karışmalarına sebep olmaktadır. Eğer pestisitler toprak üstünde yağmurun emilmeyen kısmıyla, süzülmeyle, ve rüzgar hareketleriyle mevcut uygulandığı bölgelerden uzaklaşıp yer değiştirirlerse artık çevrede kirletici sınıfına girmektedirler. Pestisitlerin bu taşınması, potansiyel olarak yer sularının derinliği, sulama, yağış süresi ve sıklığı, iklim ve tarım koşulları, pestisit kalıcılığı, uygulanan metot ve oranına, toprağın özelliğine, pestisit kendi formülasyonuna ve kimyasal özelliklerine bağlıdır (Bansal, 2012; Hangsheng, 2011; Levine, 2007).

Pestisitler, kullanıldıkları yerde toprağı, suyu kirletirken buldukları bölgeden biyolojik ve fiziksel yollarla çok uzak bölgelere kadar taşınabilmektedirler. Gıda zincirinin dışında, pestisitlerin çok uzak yerlere yayılmalarında atmosfer en önemli etkenlerden biridir. Pestisitlerin bu bölgelere girişi çok farklı yollarla olmaktadır.

(Mahmoud ve Loutfy, 2012; Ündeğer, 2010). Pestisitlerin ekosisteme dağılımı şu şekillerde olmaktadır:

- Pestisit uygulanmış tarım arazilerinden sedimentlerin kayarak diğer bölgelere geçmesi
  - Pestisit uygulanmış elden çıkarılan atık ürünler
  - Normal tarımsal operasyonlar için kullanılan sprey uygulamaları
  - Pestileri inhibe etmek için suya direk olarak uygulanan sprey uygulamaları
  - Pestisitlerin seri şekilde uygulanması
  - Tarımsal atıklar, kazalar ve saçılmalardan kaynaklanan geçişler

Tablo 2.10'da çevrenin direk ve indirek yollarla pestisitler tarafından kontamine edilişi gösterilmektedir (Mahmoud ve Loutfy, 2012).

**Tablo 2.10:** Çevrenin pestisitlerle kontamine yolları.

Doğrudan Kaynaklar	Dolaylı yoldan kaynaklar
Tarımda pest kontrolü için yapılan uygulamalar	Hava, yağmur ve kar
Çiftlik hayvanlarında böcek ve hastalık kontrolü için yapılan uygulamalar	Toprak erozyonu
Toprak altındaki böcekleri kontrol etmek için toprağa yapılan uygulamalar	Sanitasyon sistemlerinin taşıdığı pestisitler
Otlar, sivrisinekler ve diğer şeyleri kontrol etmek için suya yapılan uygulamalar	Pestisitlerin boşaltımı
	Pestisit üretim tesislerinden endüstriyel atıklar
	Pestisit saçılmaları

Yoğun sert yağmurlar pestisitlerin suya geçişini daha kolaylaştırmaktadır (Sambasiva Rao, 1999). Pestisitlerin bu yollarla çevreyi ne kadar kontamine ettiği, onların uygulama miktarına ve suda çözülebilirliğine bağlı olarak değişmektedir. Çevreye bu yollarla dağılan pestisit kalıntıları bugüne kadar çevre üstünde olumsuz etkilere sahip olduğu için bazı pestisitler yasaklanmış veya kullanımında sınırlamalara gidilmiştir (Arslan, 2009; Koesoemadinata, 1980). Özellikle çevrede dayanıklı olanlar (biyolojik parçalanma hızı yavaş olanlar) ve yağda çözünen pestisitler biyoekosistemde birikerek tüm canlılar için zararlı olmaktadır (Ündeğer, 2010). Çevrede oluşan pestisit problemi canlı organizmaların bu maddeleri alması yoluyla da oluşmaktadır. Canlı organizmalara

beslenme sistemi, deri, akciğer ve solungaçlarla giriş yaparak, absorbe edilip biyolojik dokulara transfer olmaktadır (Koesoemadinata, 1980).

Dünya Sağlık Örgütü 1970'li yıllarda ekosistemde PCBs'lerin en fazla miktarda bulunduğunu, 1980 yılına kadar da bu kimyasal maddelerin bir milyon tonun üzerinde üretildiğini bildirmiştir. O yıllarda fazla miktarda kullanılan Poliklorlu bifeniller, yüksek kararlılık gösteren bir yapıya sahip olması ve biyolojik birikim özelliğinden dolayı ekosistemde yüksek miktarda kalıntılara neden olmuştur (Gallagher ve diğ., 2004).

Çevresel açıdan ise kimyasal pestisitlerin kullanıldığı ekim alanlarından boşalan atıklarla yer altı ve yüzey suları kontamine olmakta, balıkçılık zarar görmekte, tatlısu ekosistemi yok olmakta ve tarımsal alanlardan nehir ağızlarına boşalan atıkların yakın olan okyanuslarda ölü bölgeler yarattığı bildirilmektedir. Bu etkilerin çoğu, önerilen mevcut prosedürleri uygulamayıp, pestisitlerin gelişigüzel ve kötü kullanımlarının direk bir sonucunu oluşturmaktadır (Desgupta ve Meisner, 2005). Özellikle çevreye ve insan sağlığına zararlı olanların kullanımları gelişmiş ülkelerde yasaklanmasına rağmen, bu pestisitler gelişmekte olan ülkelere hala ihraç edilmektedirler. Bunun sonucu olarak da daha önce gelişmiş ülkelerin yaşadığı problemleri maalesef bu ülkeler de yaşayacaktır. Bugüne kadar yapılan çalışmalar ve edinilen deneyimler bu pestisitlerin kullanımının gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasında çözümlenmesi gerektiği üzerinde durmaktadır. Bu maddelerin sadece üretim ve kullanımlarının yasaklanması, çevrede yıllarca bozulmadan kalabildiklerinden dolayı yeterli olmamaktadır. Bu yasaklar aynı zamanda eğitim programları ve gerçek alternatiflerle desteklenmelidirler. Aksi takdirde gelişmekte olan ülkelerin fakir yerleşim bölgeleri, özellikle tamamen yasaklanmış pestisitleri en ucuz alternatif olarak kullanacaklardır (Gevao ve diğ., 2010).

#### **2.4. PESTİSİTLERİN İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİLERİ**

Pestisitler artan tarım ürünleri, daha ucuz maliyet ve halk sağlığını korumak gibi bir çok fayda sağlamalarına rağmen, özellikle gıdalar aracılığıyla insan vücudunda birikmesi ve çevre kirliliği üzerine olumsuz etkisi bu kimyasalların kullanımıyla ilgili dünyada ciddi endişe artışına sebep olmaktadır. Tarımda geniş bir alanda sıklıkla kullanılan pestisitlerin haşere cinsi ve miktarına, iklimsel şartlara bağlı olarak, uygun kusursuz üretim ve en yüksek hasat verimi sağlamak için tipi ve kalitesi de birçok yan etkisinden dolayı önem kazanmıştır. Pestisitler, insana ağız yolu, deri yolu ve solunum yoluyla

geçmektedirler. Bu yollarla alınan pestisitler canlıda direk ölüme veya birikime sebep olmasıyla sağlık üstünde ciddi yan etkilere sebep olmaktadır (Hamilton and Crossley, 2004; Karakaya ve Boyraz, 1992; Ündeğer, 2010).

Kullanılan bütün pestisitler, sağlık açısından aynı derecede risk taşımazken, bütün insanlar da aynı ölçüde riske sahip değildir. İnsan sağlığı açısından pestisitler iki şekilde önem taşımaktadır:

- Dikkatsiz kullanma sonucu akut zehirlenmelere neden olurlar.
- Çevreyi kirletmelerinin çeşitli ekosistemler üzerine bozucu etkisi ve bu durumun insan sağlığına zarar verme durumu bulunmaktadır.

Pestisitlerin insanda sağlık etkileri iki kategoride incelenmektedir. Kullanımdan hemen sonra veya kısa bir süre sonra etkisi ortaya çıkan akut belirtiler, kullanımından yıllar sonra ortaya çıkan hangi pestisitten kaynaklandığı tespitinin zor yapıldığı kronik belirtilerdir.

#### Akut belirtiler

- Baş ağrısı kaynaklı intoksikasyonlar
- Deride döküntüler, kızarıklıklar
- Görmede bulanıklık
- Nörolojik bozukluklar

#### Kronik belirtiler

- Kanseri riski
- Aplastik anemi
- Doğum defektleri
- Üreme sistemi ve fertilité üstüne olumsuz etkiler
- Nörolojik hasar
- Akciğer hasarları
- Endokrin ve bağışıklık sistemi bozuklukları olmak üzere incelenmektedir.

Pestisitlere üç farklı yolla maruz kalınmaktadır:

- Mesleki maruz kalma (sprey sistemleri ve tarlalar)
- Kazara maruz kalma
- Alınan gıdalarla maruz kalma

Pestisitlerin akut belirtilerinin öldürücü etkisinden dolayı bu kimyasalların kullanımı ve satışı birçok ülkede katı kontrollere tabi tutulmaktadır. (Carlile, 2006; Ündeğer, 2010; WRI, 1999). Son 30 yıldır, tarım sektöründe kimyasal pestisitlerin gelişigüzel kullanımı çoğu gelişmekte olan ülkelerde ciddi sağlık ve çevresel problemlere neden olmuştur. WHO ve UNEP günümüzde her 2-3 dakikada pestisit zehirlenmesi olduğunu, çoğunlukla gelişmekte olan ülkelerde 3 milyon insanın pestisitlerden zehirlendiğini, her yıl 20.000 işçinin ölüme maruz kaldığını belirtmektedirler. Dünyada global pestisit üretiminin sadece % 25’ni kullanmalarına rağmen, pestisit zehirlenmelerinin ve ölümlerinin çoğu gelişmekte olan ülkelerde gerçekleşmektedir. Bunun başlıca nedenleri ise: sağlıkla ilgili risk ve güvenlik kullanım bilgilerinin kısıtlı olması, genellikle güvenli olmayan ekipman kullanmaları, elle uygulamalar, sağlık standartlarının yetersiz veya hiç olmaması ve bu ülkelerin daha büyük tarım alanlarına sahip olmasından kaynaklanmaktadır. (Desgupta ve Meisner, 2005; Mahmaud ve Loutfy, 2012). Günümüzde pestisit zehirlenmeleri veya hastalanmalarına harcanan para, pestisit kullanımına harcanan paradan daha yüksektir. Dünya Sağlık Örgütü ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı dünyada her yıl bir milyon insanın pestisitlerden zehirlendiğini, ve bunlardan 20 000’in öldüğünü bildirmişlerdir (Pimentel ve diğ., 1992).

Direk maruz kalınmalarla yaşanan zehirlenmeler dışında görülen kronik belirtiler, pestisit kalıntılarının gıdalarla veya suyla alınarak insanda uzun süre birikimiyle sağlığa ciddi zararları bulunmaktadır. Pestisit kalıntılarının asıl önemi 1948 ve 1950 yılları arasında organoklorlu kimyasalların insan vücudunda saptanmasıyla anlaşılmıştır. Pestisit sızıntılarıyla bozulan su kalitesi, insan sağlığını iki yolla etkilemektedir. İlki pestisitler tarafından kontamine olmuş balık ve kabukluların tüketimi, ikincisi ise kontamine olmuş suyun direk tüketimiyle gerçekleşmektedir. Pestisitler uygunsuz bir şekilde uygulandığında, bu kalıntılar tüketiciler için önemli sağlık riskleri oluşturmaktadır. Bu kimyasalların birçoğu potansiyel kanserojen olduğu için birçok ülke özellikle organoklorlu ve poliklorlu pestisitlerin kullanımını kısıtlamış veya

yasaklamıştır. Bu OCPs'lerin nörolojik sistem ve karaciğerin mikrosomal enzim sistemi üzerinde olumsuz etkileri bulunmaktadır. Her organoklorlu pestisit türü farklı etki alanlarına sahiptir. Bunların çoğu genelde endokrin bozucu, üreme ve doğurganlık üzerine direk ve indirek olarak olumsuz etkileri bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda bazı OCPs'lerin farklı kurumlara göre kanserojenik etkisi Tablo 2.11'de gösterilmiştir (Ağca, 2006; Dikshith and Diwan, 2003; Hamilton and Crossley, 2004; Karakurt, 2009; Mahmaoud ve Loutfy, 2012; WRI, 1999; Yang, 2007).

**Tablo 2.11:** OCPs'lerin kanserojenik ilişkisi.

Pesticides	IARC	NTP	USEPA	Değişiklik tipleri
Aldrin	3	-	B2	Fare karaciğer tümörleri
Klordan	3	-	B2	Fare karaciğer tümörleri
Heptaklor				
Kepan (klordesin)	2B	e	-	Fare, sıçan karaciğer tümörleri
DDT	2B	e	B2	Fare, sıçan karaciğer tümörleri, fare akciğer tümörü, lenfoma, hamster çalışmalarında tümör yok
Dieldrin	3	e	B2	Fare karaciğer tümörleri
Endrin	3	-	-	Tümör yok
Lindan	-	e	B2/C	Fare karaciğer tümörleri
Mirex	2B	e	B2	Fare, sıçan karaciğer tümörleri ve tiroid tümörleri
Toksafen	2B	e	B2	Fare, sıçan karaciğer tümörleri

B2-Muhtemel insan kanserojeni

2B-Muhtemelen insanlar için kanserojen

C-İnsanlar için olası kanserojen

3-insanlarda kanserojen olarak sınıflandırılmaz değil

e-insanlar için kanserojen olması beklenmektedir

PCBs gibi kimyasal maddeler çevre ekosisteminde hava, su, toprak ve sedimentin her yerine dağılmıştır. İnsanlar bu bileşiklere gıda zinciri yoluyla özellikle balık, et ve süt ürünleri gibi yağ oranı yüksek gıda maddeleriyle maruz kalmaktadır (Gallagher ve diğ., 2004).

PCB'ler yağ çözünürlüğü ve yüksek metabolik kalıcılığı nedeniyle insan vücudunda uzun süre birikimi devam eden bileşiklerdir. PCB kalıntılarının alımı insanlarda erken bebek ölümü ve yeni emzirilen bebeklerde sağlık riski oluşturmaktadır (Kurşun ve Mor, 2009). Diğer taraftan, hiperpigmentasyon, bağışıklık sisteminin bozulması, karaciğer zedelenmesi gibi sağlık üstüne olumsuz etkileri bulunmaktadır.

Pestisitlerin belirlenen dozların üzerinde kullanılmaları, gereğinden fazla ilaçlama yapılması, son ilaçlamadan sonra beklenen süreye dikkat edilmemesi, birden fazla ilaçla karıştırılarak kullanılması sebebiyle gıda maddelerinde fazla miktarda kalıntı bırakabilmektedirler. Bu yüzden, pestisit kalıntıları gıda maddelerinde insan, hayvan ve çevre sağlığına zarar vermeyecek düzeylerde bulunmalıdır. Gıda maddelerinde pestisit kalıntı miktarlarının tolerans sınırının tespiti insan sağlığı ve ihraç gıda ürünleri açısından oldukça önemlidir. Bu nedenle üretilen pestisitlerin, önce farmakolojik ve toksikolojik testlere tabi tutularak tolerans sınırının belirlenerek kullanılması gerekmektedir (Karakaya ve Boyraz, 1992; Kınık ve Kavas, 2002).

## **2.5. PESTİSİTLERİN SU ÜRÜNLERİYLE ALINIM YOLLARI**

Su ürünleri çoğu ülkede diyetin önemli bir parçasıdır ve insan sağlığı için çok önemli olan fonksiyonel bileşikler ve proteinin temel kaynağını oluşturmaktadır. Diğer taraftan da su ürünleri genellikle OCPs (organoklorlu bileşikler), PCDDs (poliklorodibenzodioxinler), PCDFs (poliklorodibenzofuranlar) yani dioksinler, PBDEs (polibromlu difenil eterler) ve ağır metaller (civa, arsenik, kadmiyum, kurşun) gibi kontaminantların besin yoluyla insana geçişinde etkin rol oynamaktadır. Özellikle yüksek yağ içeren türleri en riskli gıda grubunu oluşturmaktadırlar. Bu lipofilik kontaminantlar su ürünlerinin yağ dokularında birikerek gıda zinciri yoluyla insana geçiş yapmakta ve sağlık üzerinde olumsuz etkiler göstermektedir. Son yıllarda tüm dünyada su ürünlerinin geniş çaplı tüketimine bağlı olarak resmi ve resmi olmayan kurum kuruluşlardan bu konuyla ilgili dikkat artışı olmuş, yapılan çalışmalarda ise bu maddelerin kalıntılarının su ürünlerinde rastlanmıştır (Özçelik ve diğ., 2011).

Dünyadaki tabii suların pestisit kalıntılarıyla gerçekleşen çevresel kontaminasyonu büyük endişelere sebep olmaktadır. Pestisitler yağmur sularıyla ve erozyonla su ekosistemine karışmaktadırlar. Bu şekilde karışan pestisitler sürüklenerek akarsu ve gölleri kontamine etmektedirler. Bazı çözülebilir pestisitler daha kolay bir şekilde bu



alanlara ulaşmakta ve kontaminasyonu hızlandırmaktadırlar (Bansal, 2012; Pimentel ve diğ., 1992).

Pestisitlerin su kaynaklarına geçişi:

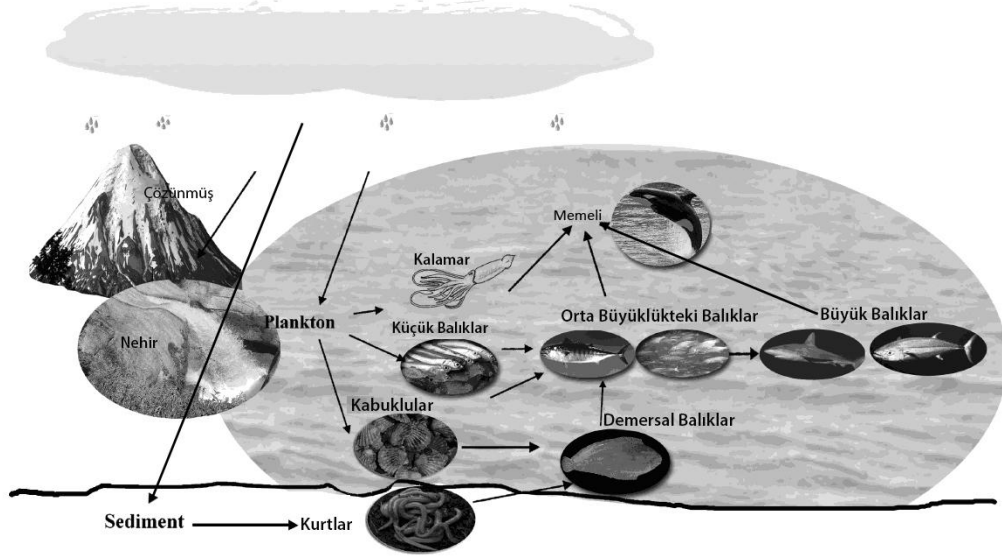
- Suda yaşayan canlılara veya su kanallarında yaşayan bitkilere karşı yapılan ilaçlamalarla
- Yerleşim bölgelerinde kanalizasyon ve lağım sularına pestisitlerin karışmasıyla ve endüstriyel sularla
- Pestisit imalat artıklarının deşarjı ile
- Yağmur suları, drenaj suları, yüzey akışları ve sulama suları, toprak erozyonu ile
- Kontamine olmuş endüstriyel ekipmanların yıkanma işlemlerinin kontrolsüz boşaltımları
- Pestisitlerin doğrudan suya uygulanmaları yoluyla gerçekleşmektedir (Atamanalp ve Yanık, 2001; Ferrante ve diğ., 2010; Rımayı, 2011; Smith and Gangolli, 2002).

Bu yollarla su ekosistemine giren pestisit kalıntıları deniz veya suda yaşayan bir organizmaya da geçiş yapmaktadır:

- Önceden kontamine olmuş başka bir organizmanın tüketimi
- Kontamine olmuş sedimentin tüketimi
- Deri ve solungaçlar aracılığıyla kontamine suyu direk olarak almaları yoluyla (Kaya, 2007).

Pestisitlerin su ürünlerine geçişi Şekil 2.18'de gösterilmektedir:

### Pestisitlerin Su Ürünlerine Geçişi



**Şekil 2.18:** Pestisitlerin su ekosistemine dağılımları (Smith ve Gangolli, 2002’den modifiye).

Bu şekilde bir kez bir organizmaya giriş yapan pestisit kalıntıları, hayvan dokusunda birikmekte ve besin zinciri yoluyla da bir organizmadan diğerine geçiş yapmaktadırlar (Barlas ve diğ., 2000; Harvey ve diğ., 2008).

Bu organik kirleticilerin en büyük depolayıcıları okyanuslar ve denizlerdir. POPs’lar (kalıcı organik kirleticiler) deniz dibinde sedimentte depolanmaktadır ve su ve atmosfer içinde gıda zinciri yoluyla transfer olmaktadır. Bir dizi çalışma dünyadaki bütün yer altı ve yüzey sularının pestisitler ve onların türevleriyle kontamine olduğu göstermektedir. Dünyada son on yılda, DDT ve BHC kullanımı sonlandırılmışsa da, özellikle gelişmekte olan ülkelerde bu pestisitler izin verilen değerlerin üstünde tespit edilmektedir. BHC’ye ek olarak DDD, DDE, DDT içeren yüzey ve yer altı suları da halen bulunmaktadır. Evsel, sanayi ve tarımsal atıklardan bulaşan pestisit ve onun türevleri, yüzey ve yer altı suları aracılığıyla da gıda zincirine geçiş yapmaktadır (Bansal, 2012; Hangsheng, 2011).

Su ürünlerinde pestisitlerin birikimini etkileyen faktörler:

- Bu pestisitler genellikle endüstriyel ve kirliliğin olduğu bölgelerde ve Kuzey Yarımküre’de daha çok bulunmaktadır.

- Liman, kıyı bölgeler, haliçlerin açık sulardan daha çok kirlenildiği düşünülmektedir.

Kalitatif ve kantitatif değişimler çeşitli biyotik (habitat, gıda zincirindeki durum, detoksifikasyon mekanizmaları, eşeyssel olgunluk/fiziksel faktörler, cinsiyet, yağ içeriği, beslenme şekli, doku kompozisyonu ve metabolik kapasite) ve abiyotik (kimyasalların fiziksel ve kimyasal özellikleri, yüzey tipi, yüzey alanı, ışık, çözülmüş O<sub>2</sub> konsantrasyonu, tuzluluk, pH ve sıcaklık gibi çevresel özellikler) faktörlere bağlı olarak biyoyararlanım ve biyolojik birikim içinde oluşmaktadır. Bu faktörler tek başına yeterli olmazken, hem tür hem de kontaminantın ne olduğuna bağlı olarak kalıntı seviyelerinde farklılık çıkabilmektedir (Özçelik ve diğ., 2011).

Pestisitlerin su ekosistemine geçtikten sonra su içerisinde dağılımları ve taşınmaları çevre koşullarıyla birlikte, kimyasal yapılarına ve formulasyon şekillerine bağlıdır. Bazı pestisitlerin suda erime ve homojen şekilde dağılma özelliği yüksekken, bazı inorganik tuzlar suda çözünmeden çökmektedirler. Sudaki organizmaların da ilacı absorbe etmesi, sudaki pestisit seviyesine, organizmanın fizyolojisine, sıcaklığa ve daha önceden bünyede mevcut ilaç kalıntısına bağlıdır (Atamanalp, 2004; Mahmoud ve Loutfy, 2012; Özcan, 2003). Çevrede kalıcı olan OCPs (DDT, BHC ve izomerleri, endosülfan, aldrin, metoxyklor, klordan, endrin, heptaklor) ve PCBs'ler insan ve hayvan dokularında birikmeye ve uzun mesafelere taşınma özelliği bulunmaktadır. Özellikle klorlu organik yapıdaki pestisitlerin yeryüzünde geniş bir alana dağılmış olmaları, bu maddelerin kullanıldıkları bölgeden çok uzak yerlere taşındıklarını göstermektedir (Barlas ve diğ., 2000; Chopra ve diğ., 2010; Syasina, 2003).

OCPs ve PCBs gibi maddeler düşük su çözülebilirliğe, fakat özellikle de deniz suyunda yüksek oktanol/ su oran sabitiyle lipofilik özelliğe sahiptirler. Bu yüzden, bu pestisitlerin kullanılmasında en büyük tehlike, balık ve kabuklular sudan bu bileşikleri absorbe edip, yağ dokusunda ve kaslarında biriktirme kapasitesine sahip olmaları ve bu maddelerin alınımının en büyük kaynakları olmasıdır. Bu sebeple balık ve su ürünlerindeki çevresel kimyasal kontaminantlar halk sağlığı açısından tehlike oluşturma riski bulunmaktadır. Sağlık üstündeki etkileri bu kimyasallara uzun süre maruz kalmanın sonucunda ortaya çıkmaktadır. Balık ve su ürünlerinin çoğu endüstriyel

kimyasal maddelerle kontamine olan sulardan avlanmaktadır. Bu kontaminantların bulunduğu çiftlik havuzları, tatlı sular, nehir ağızları, kıyı sularından yakalanan balık ve su ürünleri, açık deniz veya okyanuslardan yakalananlara göre daha çok risk taşımaktadır. Pestisitlerle kontamine olmuş suda yaşayan balıklar, solungaçları vasıtasıyla su ortamından bu bileşikleri absorbe ederek kontamine olmaktadır. Bu şekilde su ürünlerine giriş yapan pestisit kalıntıları, sudan solungaçlarla kana, kandan da dokuya geçiş yapmaktadır. Bu geçişte bu maddenin nasıl metabolize edildiğine ve lipofilik doğasına bağlı olarak genellikle çok yüksek yağ içeren doku, kas veya organlarda birikim göstermektedir. Balıklar su içerisinde tayınları zor olan pestisitleri vücutlarında yüksek konsantrasyonda içermektedirler. Balık ve diğer su ürünleri pestisit ve kalıntı maddelerini deri, solungaç, sudan ve besin zinciriyle almaktadırlar. Bu maddeleri yağ ve kas dokularında ve belirli organlarında uzun süreli depolamaktadırlar. Balığın yenilebilir kısımları da özellikle bu durumdan etkilenmektedir. Bu kontaminantların konsantrasyonu aynı tür balığın bir bireyinde bile cinsiyet, yaş, büyüklük ve yağ içeriği gibi faktörlere bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir. Balıktaki organik materyallerin biyomagnifikasyonu ve sudaki pestisit çözünürlüğü arasında ters bir ilişki bulunmaktadır ve daha fazla yağ içeriğinden dolayı balıklarda daha yüksek oranda pestisit birikmektedir. Su ürünleri arasında midyeler biyoindikatör grup içerisinde yer almaktadır. İzleme programlarında sıklıkla kullanılan midyeler kıyı bölgelerde yüksek popülasyonda üreme yapmakta ve suyu filtre ederek suda yer alan organik ve anorganik çevre kirlenmelerini filtre etmektedirler. Özellikle biyoizleme programlarında geniş yayılımı ve beslenme zincirindeki yeri sebebiyle yer alan kara midyeler daha çok analiz edilen örnek grubunu oluşturmaktadır (Atamanalp ve Yanık, 2001; Barlas ve diğ., 2000; Belluck, 1981; FDA, 2011; Harvey ve diğ., 2008; Özden ve diğ., 2002; Smith ve Gangolli, 2002; Takazawa ve diğ., 2008).

Su ekosisteminde bu kimyasalların dağılımı çevresel şartlara ve mevsimsel değişimlere bağlıdır. Su ekosistemi, bu yüzden insanların organoklorlu bileşikleri gıda zinciri yoluyla tüketmeleri yönünde çok önemli bir rol oynamaktadır. Su çevresine giriş yapan pestisit kalıntıları sedimentte yaşayan organizmalar tarafından alınmaktadırlar. Balık ve diğer su ürünlerinin bu organizmalara geçişiyle de besin zincirine giriş yapmış olmaktadır. Bazı pestisitler balık tarafından metabolize edilirken, bazıları (PCBs) direk olarak canlının yağ dokusunda birikmektedir. Yağ dokuda birikim göstermesi

kimyasalın kimyasal yapısına, tüketim süresine ve miktarına bağlı olarak değişim göstermektedir. Özellikle yapılarında yüksek miktarda klorin içeren PCBs'ler yapısında daha az klorin içeren pestisitlere göre daha fazla birikim eğilimi göstermektedir. Az klorin içeren PCBs'ler metabolizmadan daha hızlı atılmaktadırlar. Bu kalıntıların su ekosisteminde yaşayan bir organizmada birikimi ülkeden ülkeye olduğu gibi, organizmaya bağlı olarak da değişim göstermektedir (Boscolo ve diğ., 2007; Çakıroğulları ve diğ., 2011; Güvenç ve Aksoy, 2007).

Pestisit kalıntı konsantrasyonları balıkta, sudaki bulunduğu miktardan 1000-10000 kez daha fazla bulunmaktadır. Balık ve su ürünleri tüketimi insan sağlığı için çok faydalı olmasına rağmen, bu ürünler, bu kimyasalların insan tarafından alınmasında önemli bir kaynak oluşturmaktadır. Bu yüzden balık, bu maddelerden fazla miktarda içerebildiğinden indikatör olarak kabul edilmektedir. Pestisit kalıntılarının miktarı, balığın türü ve büyüklüğüne göre değişiklik göstermektedir (Aktümsek ve diğ., 2002; Barlas ve diğ., 2000; Storelli, 2008).

İnsanlar için pestisitler ile kontamine olmuş gıdaları tüketmek, bu maddeleri vücuda almak için çok baskın bir yoldur. Bazı çalışmalar da insanlardaki organoklorin konsantrasyonları ve balık tüketimi arasında önemli bir korelasyon olduğunu göstermektedir (Raeside, 2007).

Ekonomik balıklarımızdan olan istavrit balığı (*Trachurus sp.*) bütün denizlerimizde bulunan pelajik bir türdür. Eti lezzetli olduğundan tüketimi en çok olan balıklardan biridir. 40-500 m derinliğe kadar bulunabilen, sürü halinde gezen, genellikle 2. veya 3. yaşlarından itibaren olgunluk dönemine giren, çevrelerindeki plankton ve küçük omurgasızlarla beslenen, üreme dönemi bahar ve yaz ayları olan balık türü olup bazen Eylül ayı ortalarına kadar devam etmektedir. (Ağca, 2006; Akşiray, 1987). *Carangidae* familyasının bir üyesi olan *Trachurus* cinsi dünya çapında çok önemli ticari üç türü içermektedir. Bunlar; *Trachurus mediterraneus* (sarıkuyruk istavrit), *Trachurus trachurus* (karagöz istavrit), *Trachurus picturatus* (derinsu istavrit)'tur. Bu çalışmada Marmara Denizi'nde en yaygın bulunan *Trachurus trachurus* (karagöz istavrit) ve *Trachurus mediterraneus* (sarıkuyruk istavrit) türleri kullanılmıştır (Şekil 2.19 ve Şekil 2.20). Bu balıkların ortalama ömürleri 14 yıl kadar olup, ergin bireyler hamsi, çaça,

gümüş, sardalya ve kaya balığı gibi balıklarının yavruları ve omurgazıslarla beslenirken, larvaları da planktonla beslenmektedir. *Trachurus*'lar ülkemiz balıkçılık ekonomisinde oldukça önemli bir yere sahiptirler. 2011 yılında ülkemizde avcılığı yapılan istavrit miktarı 25,01 tondur. Su ürünleri içerisinde üretim miktarı olarak hamsiden sonra ikinci sırayı almaktadır. Dünya istavrit üretiminin % 5'i ülkemiz tarafından karşılanmaktadır. Özellikle Karadeniz, Marmara ve Ege Denizi'nde yoğun olarak çevirme ağlarıyla gırgır, ortasu trolü ve sade ağlarla da avcılığı yapılan bu tür, ülkemizde her sezon bulunabilen ve halkın severek tükettiği, eti lezzetli ekonomik balıklarımız arasındadır (Ağca, 2006; Bayhan ve diğ., 2005; Bostancı, 2009; Polat ve Ergün, 2008; TÜİK, 2012; Yücel ve Erkoyuncu, 2000).



**Şekil 2.19:** *Trachurus trachurus* Linnaeus, 1758 (FAO, 2013a).



**Şekil 2.20:** *Trachurus mediterraneus* Steindachner, 1868 (FAO, 2013b).

Ekonomik su ürünlerimizden kara midyeler (*Mytilus galloprovincialis*) bir saat içinde kendi ağırlığının 20 000 katı kadar suyu filtre edebilmektedir. Bu yüzden çeşitli pestisitlerin bu organizmalar üzerine olan etkileri daha fazla olmaktadır (Saler, 2006). Bu özelliğe sahip olmalarından dolayı, midyeler, deniz ekosisteminin kimyasal kontaminasyonunu belirlemek için oldukça sık kullanılan canlılardır. Yağ içeriği, yağ

dağılımı, büyüme hızı, ve beslenme şekli gibi faktörler midyede ayrıca PCB konsantrasyonlarını etkilemektedir (Holoubek, 2001; Yang ve diğ., 2004).

Mollusca filumunun (Şekil 2.21) Bivalvia sınıfına ait Mytilidae familyasının en ekonomik türlerinden olan kara midye veya Akdeniz midyesi olarak bilinen *Mytilus galloprovincialis*, ülkemizde Marmara, Karadeniz ve Ege Denizi kıyılarında yaygın olarak bulunmaktadır. Ülkemizde 2011 yılındaki avlanma miktarı 1,806 tondur. Bu tür, 10-16 C° sıcaklığa, % 25-30 tuzlulukta uygun yaşama alanına sahip olup, optimum büyüme için 20 C° sıcaklıkta gerçekleştirilmektedir (Aral, 1999; Esen, 2006; Ulusoy, 2008; TÜİK, 2012).

Maksimum boyları 15 cm olup, ortalama boyları 5-8 cm arasında değişmektedir (FAO, 2013c). Midyeler, fitoplanktonlarla ve yaşadıkları suyu filtre ederek beslenmektedirler. 7-8 cm boyundaki bir midye yaklaşık olarak 10-15 L suyu süzebilmektedir. Suyu süzme işlemi sırasında su içerisinde bulunan organik maddeleri, kimyasal, endüstriyel atıklar, patojen mikroorganizmalar ve oksijeni de vücutlarına almaktadırlar. 2-100 µ boyutlarında olan her çeşit organik ve inorganik partikülü süzerek beslenebilmektedirler (Esen, 2006; FAO, 2013c). Buldukları su ortamının kirlilik tespiti ve değerlendirilmesinde en çok kullanılan türdür. Bunun sebebi dünyada oldukça yaygın bulunması, diğer türlere göre kontaminasyon miktarını daha iyi bir şekilde göstermesi ve diğer suda yaşayan türlerden  $10^2$  - $10^5$  kez daha çok kimyasal bulundurmasından dolayı biyoindikatör olarak tercih edilmektedir (Kurt ve Özkoç, 2004). Vücutlarında biriken maddeler besin zinciri boyunca ilerlemekte ve içeriğindeki protein, yağ, glikojen ve çeşitli mineral ve vitaminler nedeniyle insanlar tarafından tüketildiği için de halk sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır (Esen, 2006; Kayhan ve diğ., 2006; Kurt ve Özkoç, 2004).



**Şekil 2.21:** *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 (FAO, 2013c).

Bu farklı iki tür gerek beslenme şekilleri gerekse yaşamsal alanları itibariyle deniz ekosistemine bulaşan pestisitleri su ve besin zinciri yoluyla vücutlarında biriktirmektedirler. Yağlı bir balık türü olan istavrit lipofil karakterdeki pestisitleri dokusunda biriktirdiğinden, aynı şekilde suyu filtre ederek beslenen midye de bu konuda biyoindikatör bir canlı olması sebebiyle örneklemede tercih edilmiştir.

### **2.5.1. Türkiye'nin Pestisitlerle İlgili Su Ürünleri Güvenliği ve Yapılan Çalışmalar**

Günümüzde beslenme, büyüyen dünya popülasyonunda en önemli problemlerden biridir. Gıda güvenliği, gıda üreticileri ve tüketiciler için önemli bir olay olup, ciddi endişe uyandırmaktadır. Bu yüzden tarım alanlarından daha çok verim almak için pestisit kullanımı artmıştır. Pestisitlerin bir çok yararına rağmen, yağda çözülebilirlik ve toksik özellikleri sebebiyle hayvan ve insanlara zarar vermesi nedeniyle bu maddelerin kullanılmasıyla ilgili artık ciddi endişeler bulunmaktadır (Ezemonye ve diğ., 2009; Karakaya ve Boyraz, 1992; Mead ve diğ., 1999).

Gıda tüketimi, pestisit alınımında önemli bir yol olup genel halk sağlığı riskine sebep olabilmektedir (Liu ve diğ., 2010). Gıdalardaki organik kirleticiler özellikle balık ve et gibi biyolojik organizmalarda lipofilik ve çevrede kalıcı olma özelliklerinden dolayı birikim göstermektedirler (Ağca, 2006). OCPs ve PCBs gibi pestisitler insan sağlığını ve çevreyi etkilediğinden su ekosistemini, bu pestisitlerin kalıntılarının insan sağlığı riski ve çevre ekosistemi korumak amacıyla değerlendirmek önem arz etmektedir (Takazawa ve diğ., 2008). Pestisitler tavsiye edilen dozların çok üzerinde kullanıldıklarında, gıdalarda çok fazla kalıntı bırakılmaktadır (Karakaya ve Boyraz, 1992). Gıdalardaki



pestisit kalıntı miktarları insan, hayvan ve çevreye zarar vermemelidir. Bu yüzden de pestisit kalıntı miktarını bilmek insan sağlığı ve ihraç gıda ürünleri için oldukça önemlidir. Her yeni üretilen pestisit tolerans limiti, piyasaya sürülmeden önce farmakolojik ve toksikolojik incelemelerle belirlenmelidir (Kınık, 2002). Gelişmekte olan ülkeler, DDT, HCH, BCH gibi ucuz kimyasalları kullanmayı tercih etmektedir. Bundan ötürü çevresel kontaminasyon, halkın maruz kalması, gıdadaki kalıntılar daha da yüksek seviyede olmaktadır. Bu pestisitlerin kullanımı aynı zamanda halk sağlığı içinde risk oluşturmaktadır (Carvalho, 2006).

Ülkemizde pestisit tüketimi az olmasına rağmen, bilinçsiz ve tehlikeli pestisit uygulamaları oldukça yaygındır (Bulut ve Tamer, 1996). Ekosisteme ve insan sağlığına olası etkilerini belirlemek amacıyla balık, midye ve süt gibi insanların tükettiği besinlerde organoklorlu pestisitlerin kalıntıları 1980'li yıllardan sonra bizde de analiz edilmeye başlanmıştır (Yatağan, 2008). Ülkemizde bugüne kadar balık ve su ürünlerinde yapılan bazı OCPs ve PCBs sonuçları literatürlerle aşağıda verilmiştir.

Özden ve diğ. (2002) İstanbul Boğazı'ndan yakalanan kara midyelerde dieldrin, endrin, pp'-DDT, pp'-DDD, pp'-DDE,  $\Sigma$ DDT, HCB değerlerini sırayla 0.4, 0.8, 1, 7.4, 4.6, 130, 0.2 ng/g olarak tespit etmişlerdir. Buldukları bu sonuçların Alman Mevzuatı sınır değerlerinin çok altında kaldığını belirtmişlerdir.

Erdoğrul ve diğ. (2005) Sır Baraj Gölü'nden yakalanan sazan balığında pp'-DDT, pp'-DDD, pp'-DDE, HCB ve linden değerlerini sırayla nd-1.23, 0.35-13, 4-156, 0.03-0.41, nd-0.67 ng/g olarak tespit etmişlerdir. Buldukları sonuçların Alman Mevzuatı sınır değerlerin altında kaldığını belirtmişlerdir.

Özden ve diğ. (2002) İstanbul Boğazı'ndan yakalanan kara midyelerde PCB-28, PCB-52, PCB-180, PCB-138, PCB-153 değerlerini sırayla nd, 0.1-1.5, 0.1, 0.5-0.7, 0.6-1.4 ng/g olarak tespit etmişlerdir. Buldukları PCBs sonuçlarının Alman Mevzuatı sınır değerlerinin çok altında kaldığını belirtmişlerdir.

Coelhan ve diğ. (2006) Marmara Denizi'nden avlanan istavrit balığında yağdaki PCB-28, PCB-52, PCB-180, PCB-138, PCB-153 ve toplam PCB miktarını sırayla 9.18, 9.73,

20, 60.36, 51.45, 209.36; hamsi balığında ise 0.83, 9.64, 4.52, 16.60, 14.11, 63.30 ng/g olarak tespit etmişlerdir. Buldukları sonuçların Alman Yönetmeliği maksimum kalıntı limitlerinin altında kaldığını belirtmişlerdir.

Coelhan ve diğ. (2006) Marmara Denizi'nden avlanan istavrit balığında yağdaki  $\alpha$ -HCH,  $\beta$ -HCH,  $\gamma$ -HCH,  $\delta$ -HCH, HCB, Heptachlor, op'-DDE, pp'-DDE, op'-DDD, pp'-DDD, op'-DDT, pp'-DDT,  $\Sigma$ DDTs miktarını sırayla 2.64, 27.82, 3.18, 0.18, 6.91, nd (not detected), 9.09, 144.18, 58.64, 146.45, 29.18, 67.55; hamsi balığında ise 7.41, 60.61, 7.61, 1.32, 4.92, nd (not detected), 3.15, 92.34, 20.51, 79.54, 11.52, 23.60, 230.66 ng/g olarak tespit etmişlerdir. Buldukları sonuçların Alman Yönetmeliği maksimum kalıntı limitlerinin altında kaldığını belirtmişlerdir.

Çakıroğulları (2006) İzmit Körfezi'nden yakalanan istavrit balığında PCB-28, PCB-52, PCB-180, PCB-138, PCB-153 değerlerini 78.73, 408.15, 41.16, 91.66, 197.32 ng/g olarak tespit etmişlerdir. Elde edilen bu sonuçların hem ülkemizin hem de çeşitli ülkelerin belirlemiş oldukları yasal limit değerlerinin altında kaldığını belirtmiştir.

Özkoç ve diğ. (2007) orta Karadeniz kıyılarından avlanan kara midyelerdeki aldrin, heptaklorepoksit, dieldrin, endrin, pp'-DDT, pp'-DDD, pp'-DDE, lindan, endosulfansulfat değerlerini 0879-<0.12; <0.05-2.419; -<0.12; 7.782--<0.15; -<0.18; 0.18-14.015; -<0.12-0.228; 0.364--<0.10; -<0.10-1.511; -<0.10-0.800 ng/g olarak tespit etmişlerdir. Edinilen bu sonuçların ilerleyen zamanlarda insan sağlığı için tehlike oluşturabileceğini belirtmişlerdir.

Kalyoncu ve diğ. (2009) Konya şehri pazarından aldıkları 18 adet balık türünde aldrin, dieldrin, endrin, heptaklor, heptaklorepoksit,  $\alpha$ -endosulfan,  $\beta$ -endosulfan,  $\alpha$ -HCH,  $\beta$ -HCH,  $\gamma$ -HCH,  $\delta$ -HCH,  $\Sigma$ HCH, pp'-DDT, pp'-DDD, pp'-DDE,  $\Sigma$ DDT değerlerinin Avrupa Komisyonu Direktiflerinde geçen maksimum kalıntı limit değerlerinin altında olduğunu ve insan tüketimi açısından sağlık riski taşımadığını belirtmişlerdir.

Okay ve diğ. (2009) İstanbul kıyılarından ve Ada Bölgelerinden avlanan kara midyelerdeki hesapladıkları  $\Sigma$ WHO-TEQ<sub>PCB</sub> değerlerini 0.26, 0.13, 0.23, 0.47, 0.31, 0.28, 0.19, 0.23, 0.33, 0.31, 0.39, 0.45, 0.20, 0.22, 0.26, 0.29, 0.33, 0.30, 0.26, 0.30 ve

0.85 pg/g olarak tespit etmişlerdir. Tespit ettikleri bu sonuçların Avrupa Komisyonu güvenlik sınır değerlerinin altında olduğunu belirtmişlerdir.

Aksoy ve diğ. (2012) Samsun Bölgesi'nde gökkuşuğu alabalığı, yayın balığı, kefal ve somon balıklarında mevsimsel olarak tespit ettikleri PCBs sonuçlarının insan tüketimi açısından riskli bulunmadığını, OCPs sonuçlarını da Türk Gıda Kodeksi ve Avrupa Komisyonu'nda balık ve su ürünlerinde OCPs maksimum kalıntı limit değerleri henüz belirlenmediği için gıda güvenliği ve halk sağlığı açısından değerlendirilemediğini belirtmişlerdir.

Yukardaki belirtilen çalışmalardaki PCBs değerleri insanlar için risk oluşturmamaktadır. Türk Gıda Kodeksi'ne göre balık etinde toplam PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 138, PCB 153 ve PCB 180'nin maksimum limit değeri 75 ng/g'dır. Balık ve su ürünlerinde OCPs'ler için maksimum kalıntı limit değerleri Türk Gıda Kodeksi ve Avrupa Komisyon Yönergesi'nde henüz belirtilmediği için sonuçlar halk sağlığı ve gıda güvenliği açısından değerlendirilmemiştir (Aksoy ve diğ., 2012).

Türkiye, üç tarafı denizlerle çevrili bir ülke olup aynı zamanda çok büyük tarım arazilerine de sahip olduğu için iç suların ve denizlerin pestisit kalıntılarıyla kontamine olduğu düşünülmektedir (Tarım ve Gıda Paneli, 2003; Başçınar ve diğ., 2008). Bu su ekosistemi, sadece tarım kökenli değil endüstriyel açıdan da pestisit kirlenmelerine maruz kalmaktadır (Erkmen ve Kolonkaya, 2006). Bu sebeple, balık ve su ürünlerinde pestisitlerin varlığını belirlemek sadece ekolojik olarak değil, halk sağlığı açısından da önem taşımaktadır (Kalyoncu ve diğ., 2009).

OCPs'lerin kullanımı Türkiye dahil çoğu ülkede yasaklanmasına rağmen, yasaklanmalarından yıllarca sonra bile yüzey sularında, sedimentlerde ve yüzey katı cisimlerinde tespit edilmişlerdir (Turgut, 2003).

Pestisitlerin sağlık ve çevre üzerindeki etkilerini takip etmek için global ve bölgesel kullanışlı bir alete ihtiyaç duyulmasının yanı sıra, gelecekte ve şu anda her ülkenin yasa ve standartlarıyla da uyumlu izleme trendlerine ve seviyelerine ihtiyaç bulunmaktadır. Bu bağlamda, çoğu gelişmiş ülke, hava, su, gıda, toprak ve biyotayı içine alan bütün

çevresel segmentler gibi kontaminantlar için aralıklı ve rutin izleme programına sahiptir (Mahmoud ve Loutfy, 2012).

Pestisitlerin çevre ve insan sağlığı açısından toksik, mutajenik, kanserojenik, teratojenik olmasından dolayı miktarlarının belirlenmesi ve izlenmesi bütün dünyada olduğu gibi ülkemizde de önemli bir konu olmuştur (Metin, 2006; Tatlı, 2006; Timur, 2001). Ülkemizde pestisitlerin kalıntı düzeyleriyle ilgili çalışmalar mevcut olmasına rağmen, pestisitlerin gıda güvenliği açısından değerlendirilmesine yönelik yapılan çalışmalar özellikle su ürünleri açısından oldukça azdır (Delen ve diğ., 2005).

Dünyanın önemle üzerinde durduğu fakat ülkemizde yeterli çalışmanın yapılmadığı, su ürünleri tüketimine bağlı insan sağlığını tehdit eden pestisitlerle ilgili kapsamlı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Dünyada birçok ülkede pestisitlerin insan sağlığı ve tüketimi açısından limit değerleri yasal olarak belirlenmiştir. Bunun sonucu olarak da ülkemizde su ürünlerinde pestisit seviyeleri devamlı olarak yapılmalıdır ve bu sonuçlar rapor olarak yayınlanmalıdır. Bakanlık, pestisit seviyelerini düzenli bir şekilde izlemeli ve sonuçları uygun bir şekilde değerlendirmelidir. Hem üretici hem de tüketiciler balık ve su ürünlerinde pestisit kontaminasyonunu önlemek için bilinçlenmelidirler.

Pestisit kullanımı aynı zamanda ülkemizde halk sağlığı için gıda güvenliğini sağlamak amacıyla da kontrol edilmelidir. Günümüzde Avrupa ve Amerika'da uygulandığı gibi, düşük riskli ve çevre dostu pestisitlerin kullanımına öncelik verilmelidir.

Bu tez çalışmasında istavrit ve midye örneklemeleri için Marmara Denizi'ne kıyısı olan İstanbul, Bandırma, Gelibolu ve Tekirdağ Bölgeleri'nin tercih edilmesinin nedeni Marmara Denizi'nin çevresinde önemli ölçüde yerleşim, endüstri ve tarım alanlarının bulunmasıdır. Bu çalışmayla hayvan ve insan sağlığını önemli ölçüde tehdit eden pestisitlerle kirlenmelere maruz kalan Marmara Denizi'nden avlanmış midye ve istavrit balıklarında bazı pestisitlerin belirlenmesi; bunların tüketim ve gıda güvenliği açısından risk değerlendirilmesi yapılacaktır. Ayrıca bu çalışma sonuçlarıyla ülkemizdeki bu alanda yapılan izleme programlarına ve yapılacak bu konudaki diğer çalışmalara temel oluşturacaktır.

### 3. MALZEME VE YÖNTEM

#### 3.1. MALZEME

Çalışma, Ekim 2010 - Ekim 2011 tarihleri arasında 12 ay süresince her ay yapılan yaklaşık 1 kg'lık örneklemelerle gerçekleştirilmiştir. İstanbul Boğazı, Gelibolu, Bandırma ve Tekirdağ olmak üzere toplam dört bölgeden yerel kıyı balıkçıları vasıtasıyla avlanan kara midye *Mytilus galloprovincialis* (LAMARCK, 1819) ve istavrit balığı (*Trachurus sp.*) örnekleri kullanılmıştır. *Trachurus trachurus* (GRONOW, 1854) ve *Trachurus mediterraneus* (STEINDACHNER, 1868) türleri, denizlerimizde en yaygın bulunan istavrit türleridir. Bu her iki tür karışık avlanarak tüketiciye istavrit olarak satışı yapılmaktadır. Bu çalışmada da Marmara Denizi'nden aylık olarak her bölgeden elde edilen istavrit örnekleri belirtilen iki türün karışımı olarak temin edilmiştir (Şekil 3.1). İlgili örneklerin pestisit analizleri öncesinde ön hazırlık işlemleri İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı Laboratuvarlarında yapılmıştır. Pestisit analizleri ise DIN EN ISO/IEC 17025:2005 metot akreditasyonu (Şekil 3.2) olan Eurofins GfA Lab Service GmbH (Hamburg-Almanya)'de (Şekil 3.3) yapılmıştır.



Şekil 3.1: Örneklem bölgeleri (Google Maps).



Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

The granted contractor according to § 8 para.1 Accreditation Body Act [AkkStelleG] in agreement with § 1 para. 1 Accreditation Body Act [AkkStelleGBV]

Signatory to the multilateral agreements  
of EA, ILAC and IAF for mutual recognition



## Accreditation

The Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH herewith confirms that the testing laboratory

**Eurofins GfA Lab Service GmbH**

at the sites

Neuländer Kamp 1, 21079 Hamburg, Germany  
Otto-Hahn-Straße 22, 48161 Münster, Germany

has the competence to perform tests in the following areas, according to DIN EN 150/IEC 17025:2005:

selected physical-chemical and chemical examinations on waste, exhaust gas, waste water, ash, external air, soils, biota, blood, fire residues, chemicals, landfill leachate, depositions, solids, filter dust, feeding stuffs, feed additives, groundwater, wood, human specimens, immission samples, indoor air, sewage sludge, compost, plastics, foodstuffs, air, mineral oils, surface water, plants, vegetal and animal material, residues, soot, slag, sludge, sediments, dust, combustion residues from waste incineration plants, textiles, animal and vegetal fats and oils, animal feed, water, utilisation and pulp products;  
Technical modules water, waste as well as soil and contaminated sites;  
Module immission control

The accreditation certificate only applies in conjunction with the notification from 19 December 2012 with the accreditation number D-PL-14629-01 and is valid until 18 December 2017. It is composed of this cover sheet, the back side of the cover sheet and the following enclosure with a total of 27 pages.

Registration number of the certificate: D-PL-14629-01-00

p.p.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Valbuena".

Andrea Valbuena  
Head of Department

Berlin, 19 December 2012

Information: see reverse

**Şekil 3.2:** Akreditasyon belgeleri.

## Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

Office Berlin  
Spittelmarkt 10  
D-10117 Berlin, Germany

Gartenstraße 6  
D-60594 Frankfurt on the Main,  
Germany

Bundesallee 100  
D-38116 Braunschweig,  
Germany

Office Frankfurt on the Main

Office Braunschweig

The publication of extracts of this accreditation certificate requires the previous written authorisation of the Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS). Exception to this is the separate distribution of the cover sheet in unmodified form by the overleaf listed conformity assessment body.

The impression must not be given that the accreditation also covers areas that go beyond the accreditation scope confirmed by the DAkkS.

The accreditation entered into force according to the Accreditation Body Act [AkkStelleG] of 31 July 2009 (Federal Law Gazette [BGBl.] 1 p. 2625) as well as Regulation (EC) No. 765/2008 of the European Parliament and the Council of 9 July 2008 on the regulations regarding accreditation and market surveillance in connection with the marketing of products (Official Journal L 218 of 9 July 2008, p. 30).

The DAkkS is signatory to the multilateral agreement on mutual recognition of the European co-operation for Accreditation (EA), the International Accreditation Forum (IAF) and the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC). The signatories to this agreement mutually recognise their accreditations.

The current status of the members is available on the following websites:

EA: [www.european-accreditation.org](http://www.european-accreditation.org)

ILAC: [www.ilac.org](http://www.ilac.org)

IAF: [www.iaf.nu](http://www.iaf.nu)

-----  
*As publicly ordered and generally certified translator in Bavaria for the English language, I hereby confirm that this translation of the document submitted to me as a copy and written in the German language is true and correct. The translation consists of two pages in A4 size.*

*Als in Bayern öffentlich bestellte und allgemein beeidigte Übersetzerin für die englische Sprache bestätige ich: Vorstehende Übersetzung des mir als Kopie vorgelegten, in deutscher Sprache abgefassten Dokuments, ist richtig und vollständig. Die Übersetzung umfasst zwei A4-Seiten.*

Garbsen, 21 January 2013

Kathrin Meyer  
Im Tiefenbruch 11  
D-30827 Garbsen



**Şekil 3.2 (devam): Akreditasyon belgeleri.**



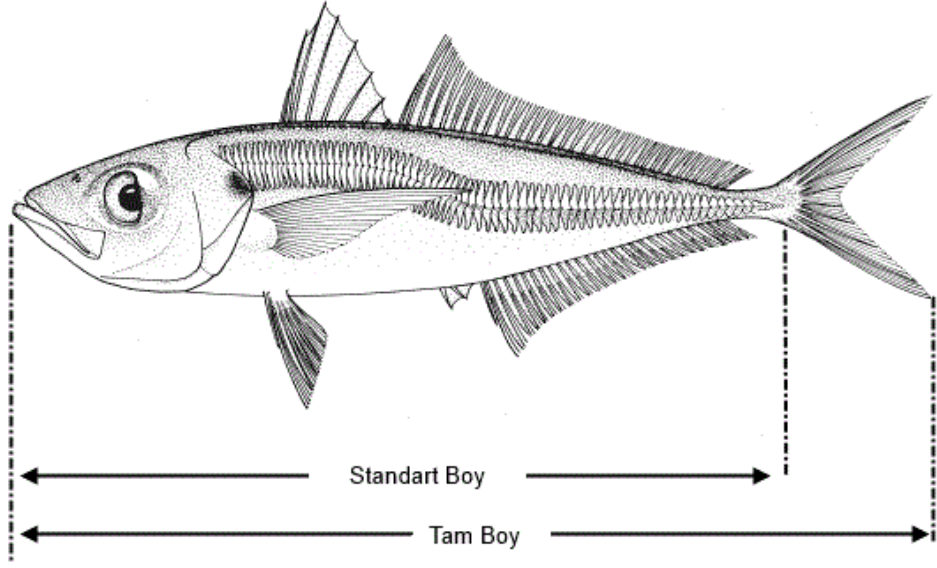
**Şekil 3.3:** Eurofins GfA Lab Service GmbH Hamburg-Almanya (European Bussiness Journal, 2014.

### 3.1.1. Materyalin Hazırlanması

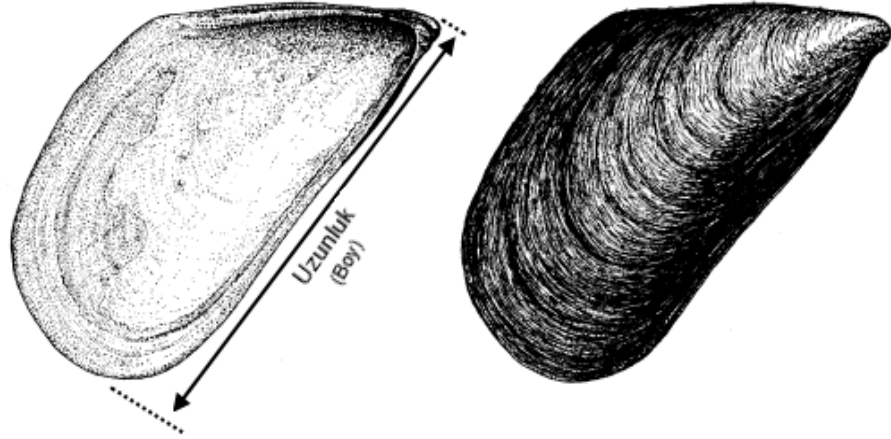
Çalışmada kullanılan midyeler ve istavritler temin edildikten sonra İstanbul Üniversitesi Su ürünleri Fakültesi İşleme Teknolojisi Genel Analiz Laboratuvarı'na ulaştırılmıştır. İstavritlerde standart boy ölçümü (Şekil 3.4), midyelerde ise kumpasla kabuk boyu ölçümü (Şekil 3.5) yapılmıştır.

Boy ve ağırlık ölçümleri tamamlanan örnekler önce homojenizatörde (Retsch, GM 200, Germany) parçalanarak aylık olarak gruplandırılıp  $-80^{\circ}\text{C}$ 'de (Daihan Scientific, WUF-D500, Korea) kilitli poşetlerle liyofilizasyon öncesi depolanmıştır (Şekil 3.6 ve Şekil 3.7). Midye örneklerinde kabuk içindeki et kısmı, İstavrit örneklerinde deri ve et bir arada homojenize edilmiş olup, daha sonra kendiliğinden ayrılan deriyi atıp sadece et kısmı kilitli poşetlere konulmuştur. Örneklem sürecinin sona ermesinin ardından homojenizatör (Retsch, GM 200, Germany) yardımıyla iki aylık gruplar şeklinde örneklerin tekrar homojen karışım grupları oluşturulmuştur ve numara verilerek kodlama işlemi her grup için yapılmıştır (Tablo 3.1).





Şekil 3.4: Balıkta standart boy (FAO, 2013a).



Şekil 3.5: Midyelerin boy ve ağırlıklarının ölçülmesi (FAO, 2013c).



Şekil 3.6: Örneklerin homojenize edilmesi.



Şekil 3.7: Örneklerin kilitli poşetlerle kaldırılması.

**Tablo 3.1:** İki aylık gruplar olarak birleştirilen örneklerin kodlanması.

	Kasım-Aralık (2010)	Ocak-Şubat (2011)	Mart-Nisan (2011)	Mayıs-Haziran (2011)	Temmuz-Ağustos (2011)	Eylül-Ekim (2011)
<b>İstavrit</b>	I1	I2	I3	I4	I5	I6
<b>Midye</b>	M1	M2	M3	M4	M5	M6

Liyofilizasyon (Lyovac GT 3, Leybold-Heraeus, Germany) işlemi için örnekler plastik kaplara konularak, % kurutma miktarını hesaplamak için kurutma öncesi ilk tartımları yapılmıştır. Örnekler en az 48 saat süren kurutma işlemine tabi tutulmuşlardır (Şekil 3.8 ve Şekil 3.9). Kurutma sonrası da örneklerin ne kadar su kaybettiğini tespit etmek için son ağırlıkları alınmıştır. Liyofize edilmiş örnekler, hava almaz kapaklı 50 ml'lik plastik tüplere konulup, kapakları ayrıca parafilmle sıkıca kapatılarak uçakla analizin yapılacağı Eurofin GfA Lab Service GmbH (POPs Competence Center) Hamburg-Almanya laboratuvarına uçakla nakledilmiştir (Şekil 3.10).

**Şekil 3.8:** Liyofilizasyon işlemi.



Şekil 3.9: Liyofilizasyon sonrası örnekler.



Şekil 3.10: Liyofize örneklerin paketlenmesi.

### 3.2. YÖNTEM

Çalışmada liyofize edilen örneklerde total-HCH, total-DDT, Endrin,  $\alpha$ -Endosulfan,  $\beta$ -Endosulfan, , Heptochlor, PCB 28, PCB 52, PCB 138, PCB 153, PCB 180 olmak üzere organoklorlu bileşikler ve PCB'lerden toplam 11 adet pestisit içeriği araştırılmıştır.

#### **Kullanılan Malzemeler ve Kimyasallar:**

- n-hexan: Promochem (picograde) Wesel-Germany
- Toluol: Promochem (picograde) Wesel-Germany
- Acetonitril: Merck (gradient grade for liquid chromatography) Darmstadt-Germany
- Alox: Ecochrom (Alimunyum B-super I Adsorbents for chromatography X filtration) Eschwege-Germany
- Florisil: Promochem (LGC Standards) Wesel-Germany
- $K_2 CO_3$ : Merck Darmstadt-Germany
- Sodyum sülfat: VWR Darmstadt-Germany
- Boiling Stones: Omnilab Darmstadt-Germany
- Aseton: Promochem (picograde) Wesel-Germany
- Teflon: Omnilab Darmstadt-Germany
- Kullanılan standartların hepsi Promechem (LGC Standards) Wesel-Germany firmalarından temin edilmiştir (Tablo 3.2).

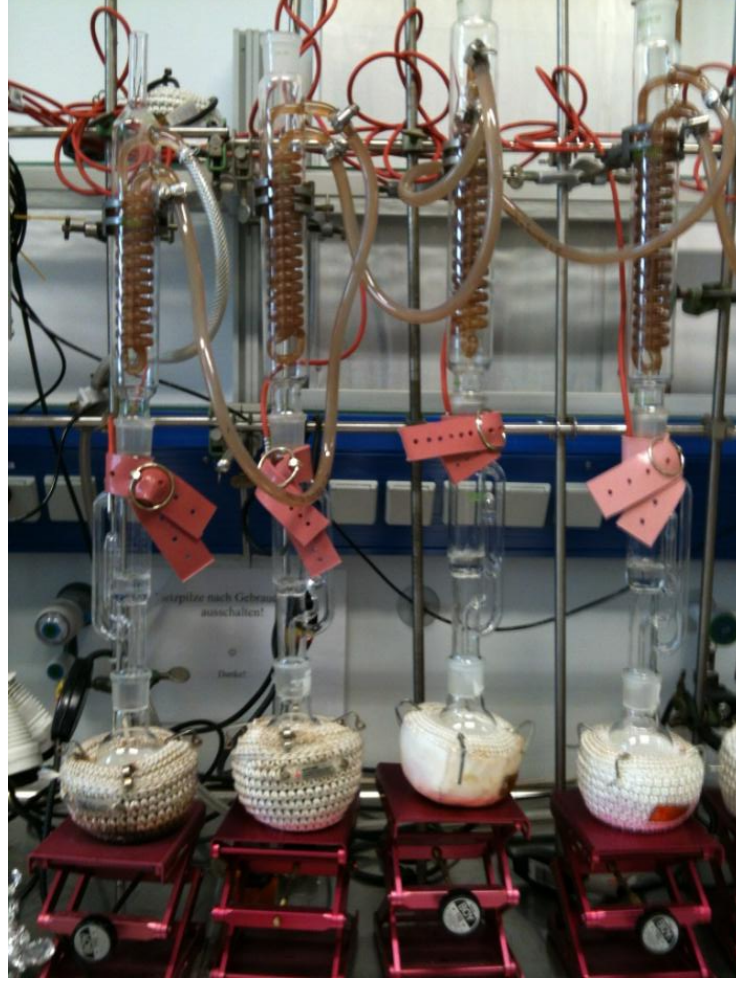
**Tablo 3.2:** Pestisit standartları.

İsim	Katalog Numarası	Üretici firma
Alfa-HCH	CLM-2482-1,2	CIL
Betta-HCH	CLM-3623-S	CIL
Gamma-HCH	CLM-1282-1,2	CIL
Delta- HCH	ULM-7233-1.2	CIL
o,p-DDT	ULM-7233-1.2	CIL
4,4-DDT	CLM-1281	CIL
p,p-DDD	ULM-6135-1.2	CIL
Beta endosulfan	CLM-6026-1.2	CIL
Heptachlor	XA14090000CY	Dr. Ehrenstorfer
Endrin	U-PP-230-1	CIL
PCB 28	EC-1413-3	CIL
PCB 52	EC-1424-3	CIL
PCB 138	EC-1436-3	CIL
PCB 153	EC-1406-3	CIL
PCB 180	EC -1407-3	CIL

### 3.2.1. Analizler

#### 3. 2. 1. 1. Ekstraksiyon Analizi

Ekstraksiyon analizleri Eurofin House Method (2005)'a göre yapılmıştır. Kullanılacak cam balonlara 2:1 oranında hekzan:aseton karışımı ve kaynama taşları konarak iki saat boyunca soxholet cihazında temizleme işlemi uygulanmıştır (Şekil 3.11).



**Şekil 3.11:** Temizleme işlemi.

Her bir örnek için, örneğin türüne göre yaş ağırlıktan yola çıkılarak kuru ağırlık üzerinden matematiksel orantı hesabı yapılarak, önceden ethanolden geçirilen filtre kağıtlarına örnekler hassas terazide (Sartorius CP, CPA2P-F, Germany) tartılmıştır. Aynı şartlarda kontrol örneği olarak kullanılan Pool-78 maddesi, kör ve örneklerin üzerine quality-qualification standartından 10  $\mu\text{L}$ , hekzan:aseton (2:1) karışımından 80 ml ilave ederek soxholet cihazında 8 saat ekstraksiyon işlemine tabi tutulmuştur (Şekil 3.12; Şekil 3.13).



Şekil 3.12: Örneklerin ekstraksiyon işlemine hazırlanması.



Şekil 3.13: Ekstraksiyon işlemi.

Sekiz saatlik ekstraksiyon işleminden sonra balonlar 40 °C'de 523 mbar vakumda (Vacuubrand, PC 510-620 NT, Germany) dibinde 10-15 mL kalacak kadar rotary



evaporatörde (Buchi, R II, Switzerland; Buchi, R-3, Switzerland) uçurma işlemine tabi tutulmuşlardır (Şekil 3.14).



**Şekil 3.14:** Uçurma işlemi.

Uçurma işleminden sonra balonun dibinde kalan solventli örnek kısmı, hekzanla iki kez yıkanarak küçük tek kullanımlık cam tüplere aktarılmıştır. Bu tüplerin üzerine 2 ml  $K_2CO_3$  ilave edilmiştir (Şekil 3.15).



**Şekil 3.15:** Tüplere alınmış örnekler.

$K_2CO_3$  'un ilavesinden sonra tüpler 3 dk 2500 RPM'de santrifüj işlemine tabi tutularak faz ayrımı oluşması sağlanmıştır (Şekil 3.16). santrifüjlenen tüplerde üst faz hekzan fazı, alt faz su fazı olacak şekilde iki farklı faz ayrımı oluşmaktadır. Alt fazın alınıp uzaklaştırılmasıyla, kalan kısmın üzerine tekrar 2 ml  $K_2CO_3$  ilave ederek aynı işlem

tekrarlanmıştır. İki faza ayrılan tüplerin üst fazı, pastör pipetiyle alınarak aşağıda anlatılan kolonların içine aktarılmıştır.



Şekil 3.16: Faz ayrımı gerçekleşen tüpler.

### 3. 2. 1. 2. *Yıkama (Clean-up) İşlemi*

Uçları teflonla kaplı kolonlar hekzan, sodyum sülfat, alox + % 6 su ve florisil +% 5 su maddesi ile doldurulmuştur. Ağzına kadar n-hezan ile doldurulan kolonların içine tekrar bir spatül kaşığı sodyum sülfat ilave edilerek yarım saat beklemeye alınmıştır (Şekil 3.17).



Şekil 3.17: Kolonların hazırlanması.

Yarım saat sonra kolonların altına toluol ve hekzan ile yıkanmış 500 mL'lik balonlar konulmuştur, ve kolonların ucu açılarak yıkama işlemi gerçekleştirilmiştir. Yıkama işleminden sonra kolonlara aktarılan örnekler (yukarda anlatıldığı gibi elde edilen), önce 300 mL n-hekzan ile daha sonra 60 mL hekzan:toluol (7/3) karışımıyla balonlara yıkanarak aktarılmıştır (Şekil 3.18).



**Şekil 3.18:** Örneklerin yıkanma işlemi.

Yıkama işleminden sonra balonlar, rotary evaporatörde 40 °C'de 330 mbarda yaklaşık 40 mL kalana kadar uçurma işlemine tabi tutulmuşlardır. Balonların içinde kalan solvent, küçük yuvarlak cam balonlara aktarılarak önce rotary evaporatörde 240-250 mbarda 3-5 ml kalana dek uçurulmuştur. Daha sonra kalan solvent nitrojen gazıyla 1 mL'den daha az bir miktar kalana dek uçurulmuştur (Şekil 3.19). Bu balonların dibinde kalan solvent, viallere aktarılarak hekzanla iki kez daha yıkama işlemine ve nitrojen gazıyla yarı yarıya kalacak şekilde uçurma işlemine tabi tutulmuştur. Bu şekilde

hazırlanan viallerin içine 5  $\mu\text{L}$  standart ilave edilerek cihaz analizi için hazır hale getirilmiştir.



Şekil 3.19: Örneklerin nitrojen gazıyla uçurulma işlemi.

Aynı anda kolonlar, endosülfan gibi pestisitleri yakalamak için turbo-vap cam tüplere önce 100 mL hekzan:toluol (7/3) karışımından ve sonrasında 50 mL toluol ile ikinci kez yıkanmışlardır (Şekil 3.20).



Şekil 3.20: Örneklerin ikinci yıkanma işlemi.

Turbo-vap cam tüplerde toplanan solventler de az bir miktar kalana kadar Turbo Vap II aletinde (Biotage, Sweden) nitrojen gazıyla uçurma işlemine tabi tutulmuşlardır. Yaklaşık bir saat süren bu işlemin sonunda tüplerin içinde 0,8 ml solvent kalmıştır. Bu tüplerde kalan solventlerde küçük cam tüplere pastör pipetiyle aktarılmıştır. Bu tüplere 3 mL asetonitril ilave edilerek, faz ayrımı gerçekleşmesi için santrifüj (Hettich ROTIXA 50 S, Andreas Hettich GmbH & Co. KG) edilmiştir (Şekil 3.21).



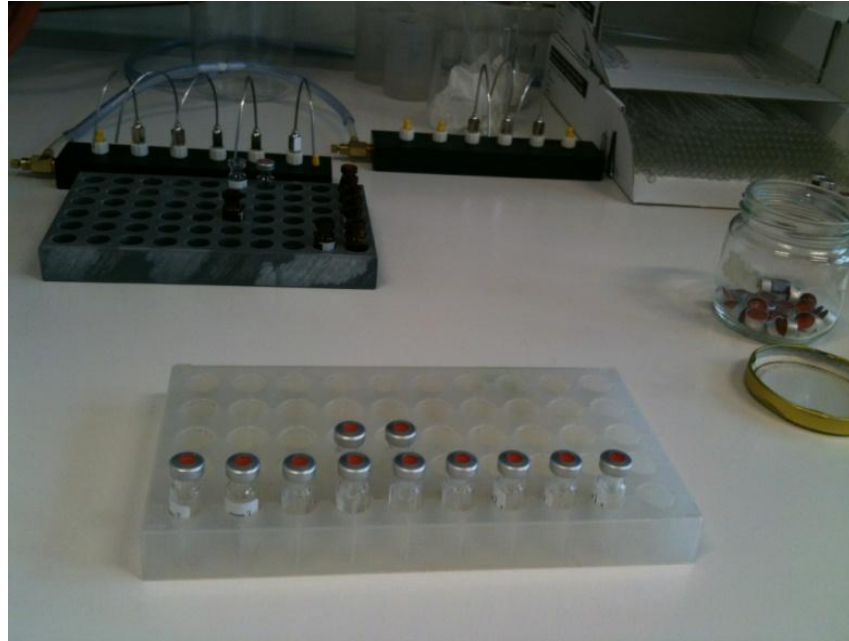
**Şekil 3.21:** Örneklerin küçük tüplerde santrifüje hazırlanması.

Santrifüj işleminden sonra alt fazda kalan asetonitrilli kısım bu kezde Turbo Vap-LV cihazında (Biotage, Sweden) az miktar kalana dek buharlaştırma işlemine tabi tutulmuştur (Şekil 3.22).



Şekil 3.22: Tüplerdeki solventin cihaz ile uçurulma işlemi.

Tüplerde yaklaşık 6-8  $\mu\text{L}$  kalan solvent, viallerin içine konulan insert tüplere aktarılmıştır. Bu tüplere birkaç damla asetonla, PCB-OC-W-A4 1.0 mikrogram/mL in toluol standartından 10  $\mu\text{L}$  ilave edilmiştir. Sonra vialler ters çevrilip karıştırılarak cihaz analizine hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.23).



Şekil 3.23: Viallere alınan örnekler.

### 3. 2. 1. 3. HRGC ve HRMS Cihazlarının Çalışma Koşulları ve Pestisit Miktarlarının Hesaplanması

Balık ve midyelerdeki pestisit seviyeleri HRGC ve GC-MS (HRMS) cihazlarında Eurofin House Method (2005) yöntemine göre belirlenmiştir. Örneklerdeki endosulphane ve endosulphane sülfat maddelerini tespit için GC-MS (HRMS) kullanılırken diğer pestisit maddeleri için GC (HRGC) cihazları kullanılmıştır. Tablo 3.3 ve Tablo 3.4 de analizlerin yapıldığı cihazların özellikleri belirtilmiştir.

**Tablo 3.3:** GC High Resolution özellikleri.

Gaz kromatogram	Thermo Scientific Trace GC Ultra Operation Manual
Autosampler	Thermo Scientific TriPlus Automatic Sampling System Operating Manual
Dedektör	Thermo Scientific Electron Capture Dedector
Kolon	Agilent DB- 5ms, length 60 m, diam. 0.250 mm, film 0.25 µm, sıcaklık limitler -60 °C to 325 °C
Cihaz Yazılımı	Xcalibur version 2.0
Enjeksiyon tipi	Tek
Örnek Hacmi (µL)	1.0
Hava hacmi (µL)	0.5
Enjeksiyon derinliği (mm)	41
Enjeksiyon hızı (µL/s)	90
Fırın	90°C (3 dk) 90°C→210 °C (Rate 25.0 °C/dk) 210°C→233 °C (Rate 2.0 °C/dk) 233°C (7.10 dk)→300 °C
Sol SSL	Sıcaklık: 260 °C Ayırma akışı (Split flow mL/dk): 50 Ayırma oranı (Split ratio): kapalı Ayırmama zamanı (splitless time dk): 1.50
Sol Carrier	Ramps/flow (mL/dk): on-0.8 Gaz koruyucu akışı (mL/dk): 20 Gaz koruma zamanı (dk): 2.00

**Tablo 3.4:** GC/MS özellikleri.

Gaz kromatogram	Agilent 6893 Series GC System (USA)
Autosampler	Agilent 7683 Series Injector-GC Autosampler
Dedektör	Agilent 5973 Network Mass Selective Dedector
Kolon	Rtx®-200 30 meter, 0.25 mm ID, 0.25 µm df, max. Temp. 340 °C, min. Bleed at 320 °C
Cihaz Yazılımı	Chemstation
Enjeksiyon tipi	Tek
Örnek Hacmi (µL)	1.0
Hava hacmi (µL)	0.5
Enjeksiyon derinliği (mm)	41
Enjeksiyon hızı (µL/s)	90
Fırın	90°C (3 dk) 90°C→210 °C (Rate 25.0 °C/dk) 210°C→233 °C (Rate 2.0 °C/dk) 233°C (7.10 dk)→300 °C
Split/Splitless	Mod: Pulsed splitless Sıcaklık: 250 °C İtiş basıncı: 250 kPa İtiş zamanı: 1.00 dk Purge flow: 100.0 mL/dk Purge time: 1.00 dk Toplam akış: 104.2 mL/dk Gaz koruyucu: kapalı Gaz: helyum

GC ve GC-MS cihazlarında örnek sonuçları standartların lineer eğrileri üzerinden hesaplanarak (µg ilgili pestisit/g) konsantrasyonu bulunur ve aşağıdaki formüle konur.

$$\text{Pestisit miktarı (ng/g)} = \frac{\text{GC okuma değeri (ng/L)} \times L}{\text{Örnek Ağırlığı (g)}} \quad (3.3)$$

Hesaplanan sonuçlar kuru ağırlıktaki pestisit değerlerini verdiği için, yaş ağırlığa göre hesaplanmıştır. Yaş ağırlığa göre pestisit miktarı, istavrit ve midye gruplarının liyofilize edilmeden alınan yaş ağırlık miktarı ve kurutma işleminden sonra alınan kurumuş örnek miktarı arasında kaybedilen yüzde su miktarından yola çıkılarak hesaplanmıştır:

- A: Yaş ağırlık (ilk tartım) g  
B: Kuru ağırlık (son tartım) g  
C: Kuru ağırlıktaki pestisit değeri (ng/g)  
x: Yaş ağırlıktaki pestisit miktarı (ng/g)

$$x \text{ (ng/g)} = \frac{B \times C}{A} \quad (3.4)$$



İstavrit ve midyelerde yağdaki pestisit miktarları da yağ ağırlık üzerinden etteki pestisit miktarlarından yola çıkılarak hesaplanmıştır. Yağ ağırlıkta yüzde yağ miktarı, 100 g etteki yağı verdiği için yağ ette çıkan pestisit miktarının 100 ile çarpılmasıyla çıkan sonuç yağ miktarındaki pestisit değeriyle aynı olduğundan çıkan sonuç 1 g yağ göre hesaplanarak yağdaki pestisit miktarı bulunmuştur.

A: Yağ ağırlık üstünden yağ miktarı

B: Yağ etteki pestisit değeri

X: 100 g etteki pestisit değeri yani A miktarındaki pestisit değeri

$$x \text{ (ng/g)} = \frac{B \times 100 \text{ g}}{1 \text{ g}} \quad (3.5)$$

Bu şekilde hesaplanan x değerinden yola çıkılarak da 1 g yağdaki pestisit miktarı hesaplanmıştır.

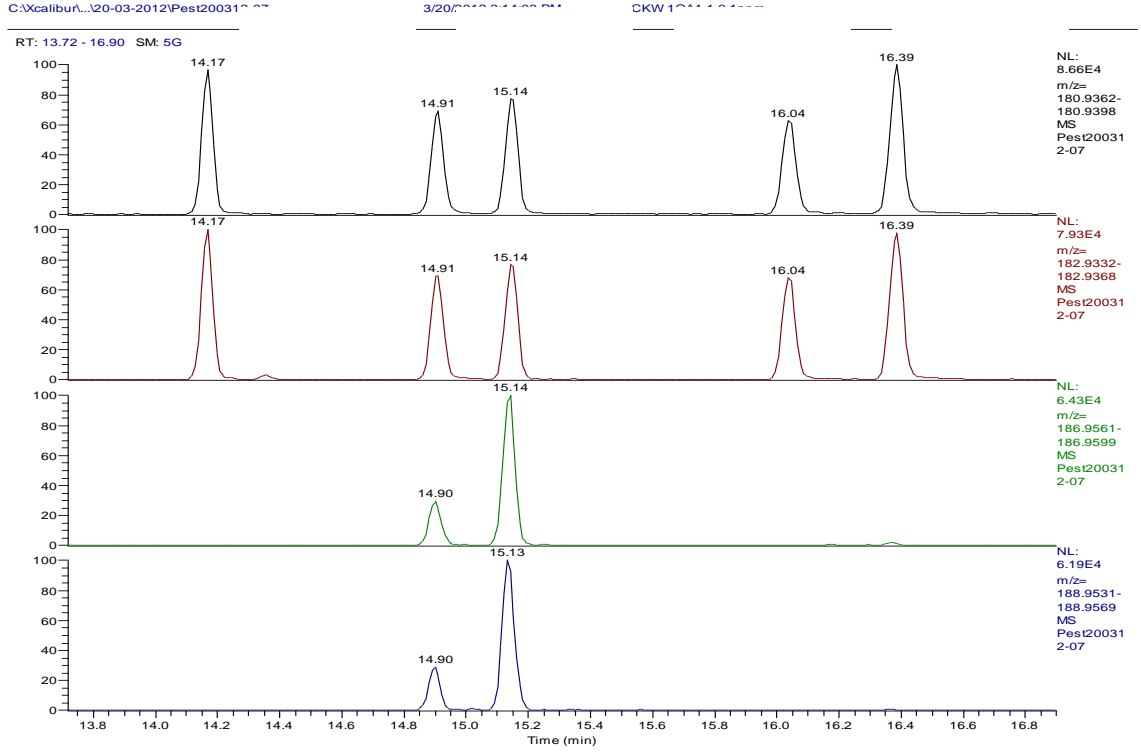
A: Yağ ağırlık üstünden yağ miktarı

C: 100 g yağ etteki pestisit değeri

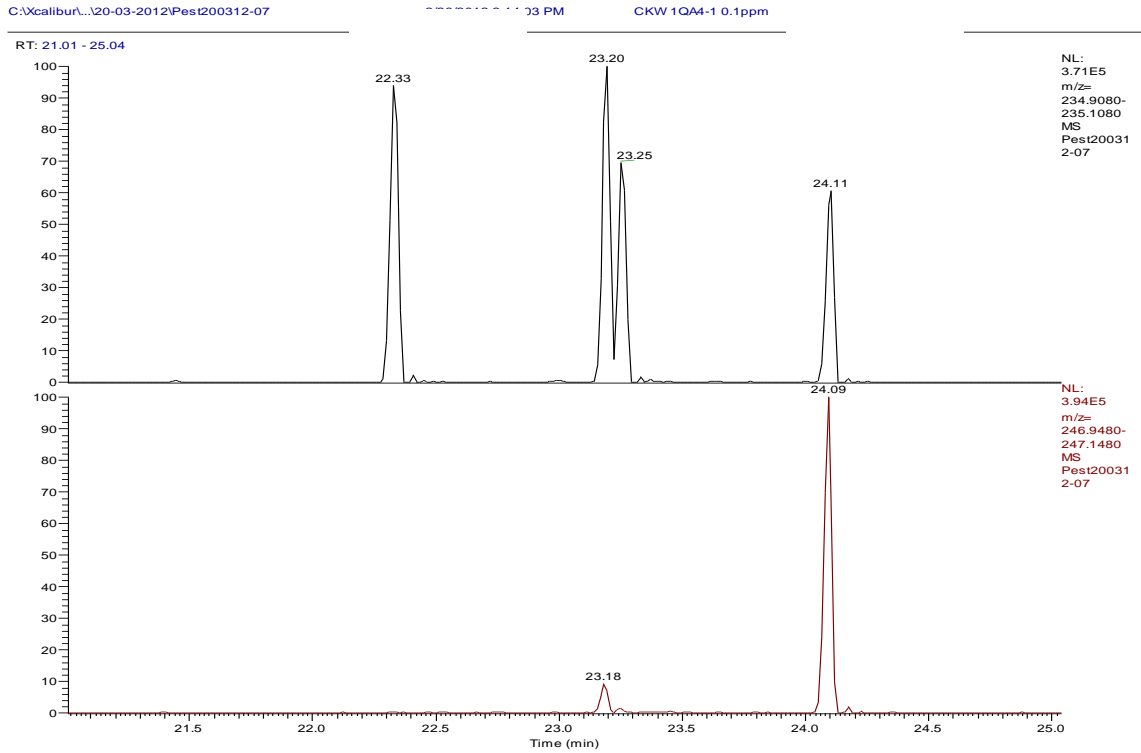
X: 1 g yağdaki pestisit değeri

$$x \text{ (ng/g)} = \frac{C \times 1 \text{ g}}{A} \quad (3.6)$$

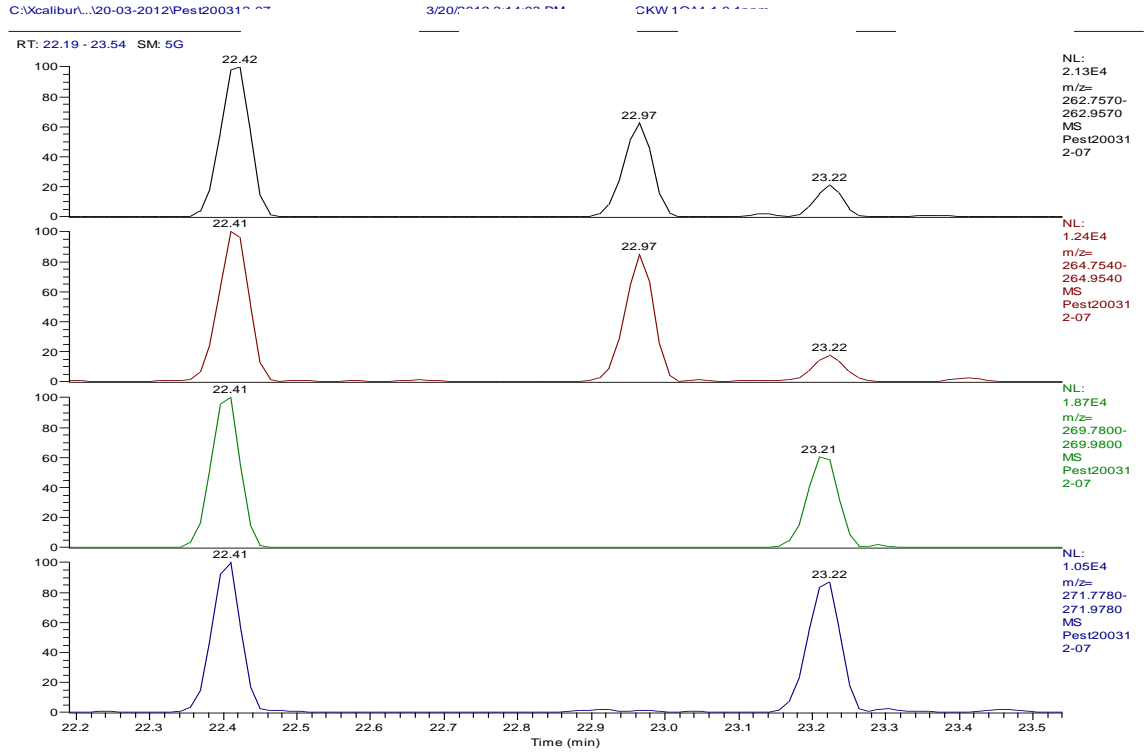
Analizlerde kullanılan standart kromatogramlar aşağıda Şekil 24 ve Şekil 32 arasında gösterilmiştir. Şekil 33 örnek kromatogramlarından birini göstermiştir.



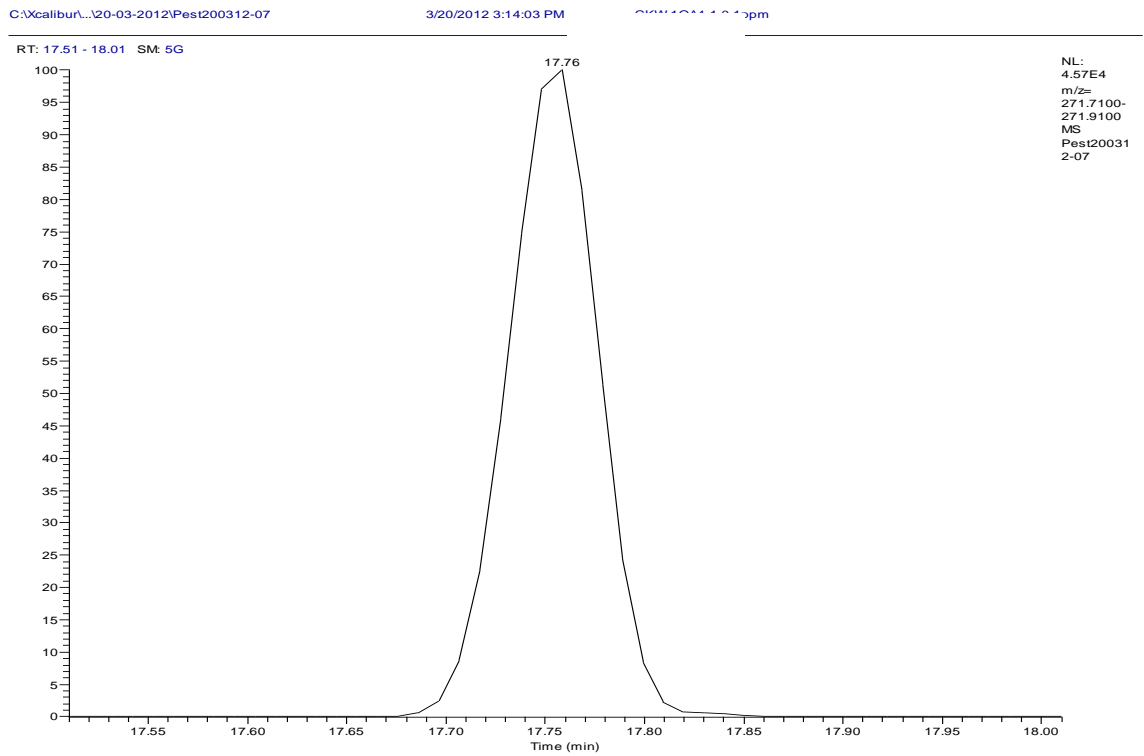
Şekil 3.24: HCH Standart kromatogramı.



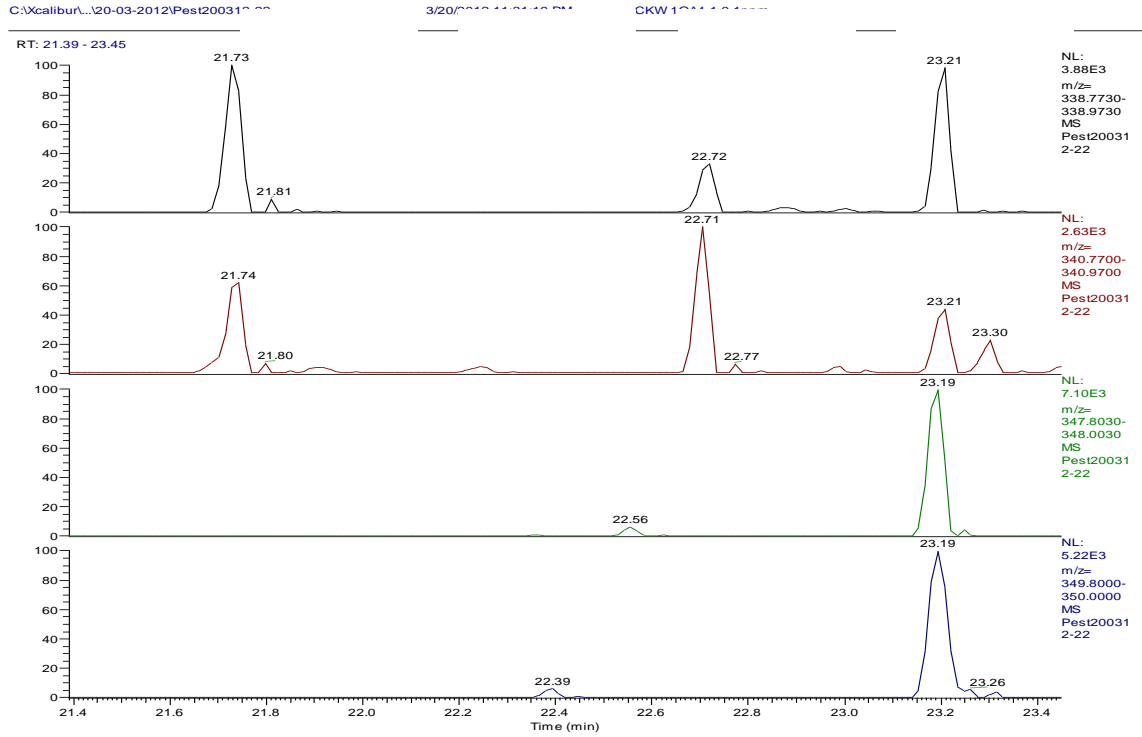
Şekil 3.25: DDD-DDT Standart kromatogramı.



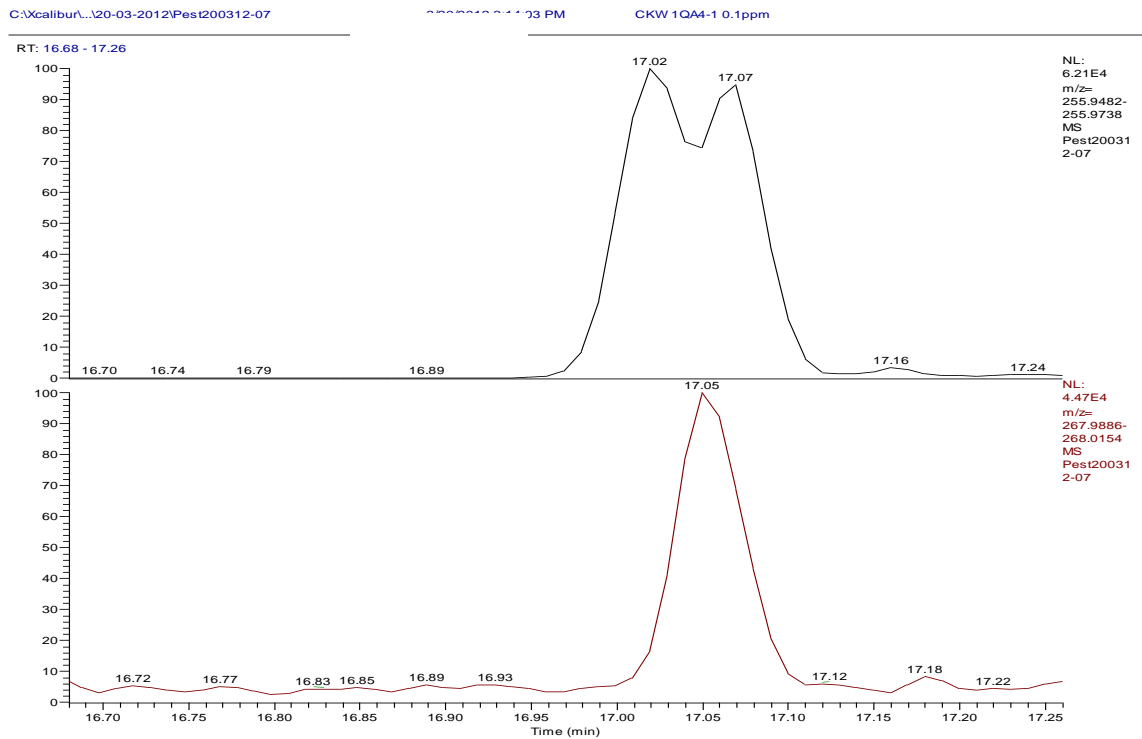
Şekil 3.26: Endrin Standart kromatogramı.



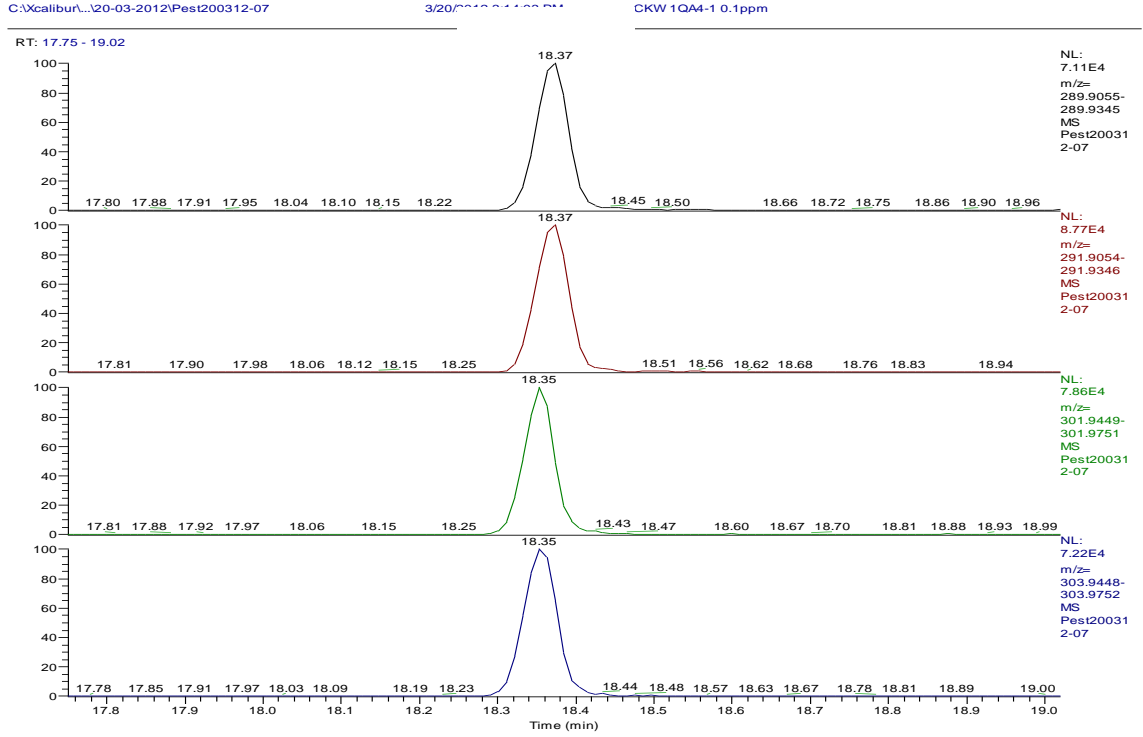
Şekil 3.27: Heptachlor Standart kromatogramı.



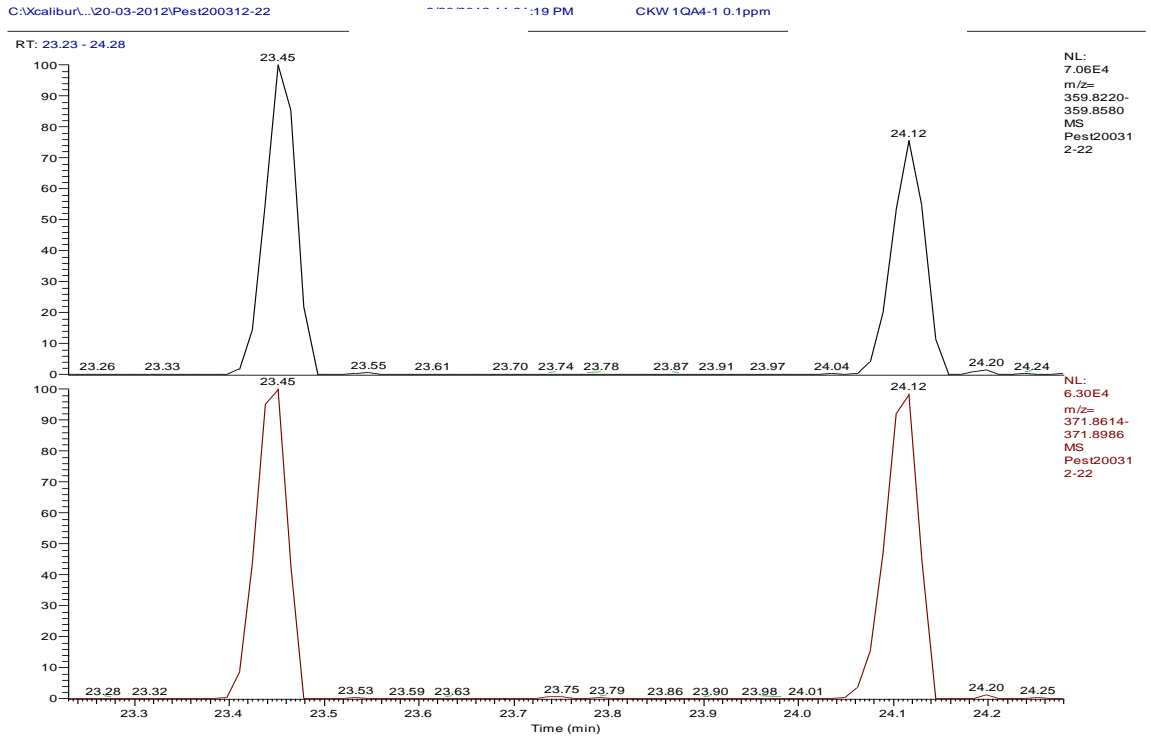
Şekil 3.28:  $\alpha$ - $\beta$  Endosulfan Standart kromatogramı.



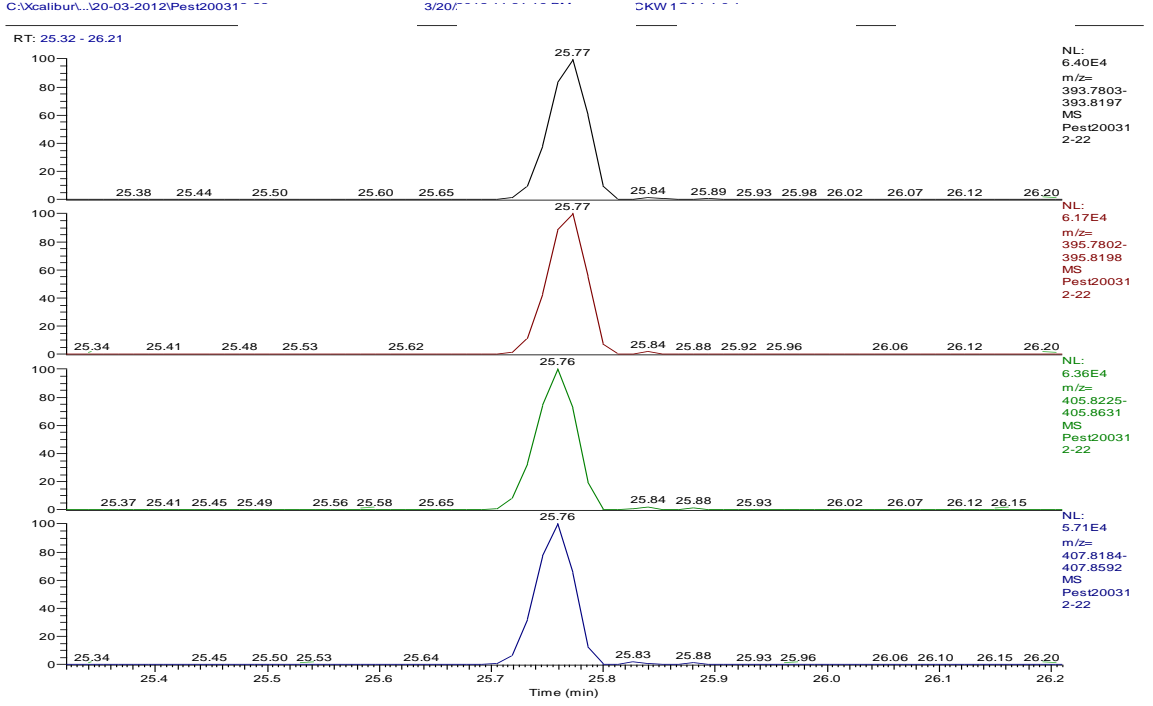
Şekil 3.29: PCB-28 Standart kromatogramı.



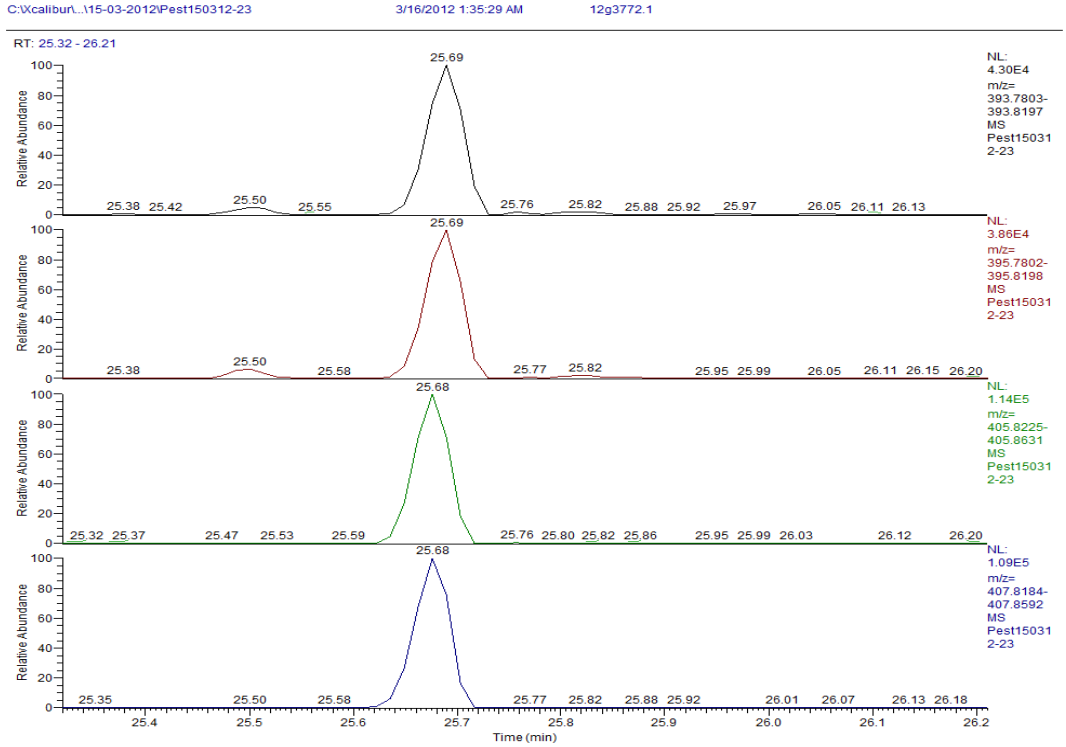
Şekil 3.30: PCB-52 Standart kromatogramı.



Şekil 3.31: PCB 153-138 Standart kromatogramı.



Şekil 3.32: PCB 180 Standart kromatogramı.



Şekil 3.33: Örnek PCB 180 kromatogramı.

### 3. 2. 1. 4. Nem ve Yağ Analizleri

Pestisitler lipofilik özellik gösterdiklerinden ve yağ ile nem arasında ters orantılı bir ilişki olduğundan dolayı istavrit ve midyelerin nem ve yağ analizleri yapılmıştır. Örneklerin nem analizleri yağ ağırlıktan üzerinden, Mattissek ve diğ. (1992)' ne göre yapılmıştır. Yönteminin prensibi, homojenize edilmiş örneğin sabit ağırlığa ulaşımaya kadar ısıtılmasıdır. Bu analizde örneklerin konulduğu petri kapları 105°C'de 3 saat kurutulmuştur. Desikatörde soğutulan bu petri kaplarına örnekler tartılarak 105°C 'de etüvde (Wiseven, Won 105, Güney Kore) kurutmaya alınmışlardır. Örneğin nemi dışında kalan ağırlık üzerinden hesaplama yapılarak yüzde nem miktarı bulunmuştur. Yüzde nem hesabı;

$$\% \text{ Nem} = \frac{(m+M_1)-M_2}{m} \times 100 \quad (3.1)$$

m= Örnek ağırlığı

M<sub>1</sub>=Boş petri ağırlığı

M<sub>2</sub>=örnekli petri ağırlığı

İstavrit ve midyelerin yağ analizleri liyofilize edilen örneklerde kuru ağırlık üstünden soxhlet yöntemiyle Varlık ve diğ. (2007)'ye göre yapılmıştır. Yöntemin prensibi numunenin petrol eter ile ekstrakte edilmesi, daha sonra da çözücünün rotary evaporatörde (Buchi, R 3000, Switzerland) buharlaştırılarak elde edilen kalıntının 105°C'e ayarlı etüvde (Wiseven, Won 105, Güney Kore) 3 saat kurutmaya bırakılıp kalıntının tartılması ilkesine dayanmaktadır. Yaş ağırlığa göre örnek miktarı, istavrit ve midye gruplarının liyofilize edilmeden alınan yağ ağırlık miktarı ve kurutma işleminden sonra alınan kurumuş örnek miktarı arasında kaybedilen yüzde su miktarından yola çıkılarak hesaplanmıştır. Bu hesaplama elde edilen yağ ağırlık, aşağıdaki yüzde yağ hesabı formülüne yerleştirilerek, yağ ağırlığa göre yüzde yağ hesabı yapılmıştır:

$$\% \text{ Yağ} = \frac{M_2-M_1}{m} \times 100 \quad (3.2)$$

M<sub>1</sub>=Sabit tartıma getirilmiş balonun ağırlığı g (Dara)

M<sub>2</sub>=Dara + Kalıntı ağırlığı (Yağ)

m=Alınan örneğin ağırlığı, g (0,0001g hassasiyette)

### 3.2.2. İstatistiki Analizler

İstatistiki hesaplamalarda SPSS 21.0 programı kullanılmış olup, istatistiksel değerlendirmede One-Sample Kolmogorov-Smirnov normal dağılım testi, varyansların homojenlik kontrolü Levene's testi kullanılarak yapılmıştır.

İstasyonlar arasındaki yıllık ortalamalar arasındaki farklılığın istatistiksel değerlendirmesinde tek yönlü varyans analizi kullanılmıştır. Grupların kendi aralarındaki farklılığın önemli olduğu durumlarda çoklu karşılaştırma testlerinden Scheffe testi ve Tamhane's T2 testi kullanılarak farklılık ortaya konulmuştur. Test sonuçları ( $p < 0.05$ ) önem seviyesinde incelenmiştir.



## 4. BULGULAR

Bu çalışmada Ekim 2010-Ekim 2011 tarihleri arasında 12 ay boyunca İstanbul Bölgesi, Gelibolu, Bandırma ve Tekirdağ olmak üzere dört farklı alandan temin edilmiş midye ve istavrit balıklarında total-HCH, total-DDT, Endrin,  $\alpha$ -Endosulphane,  $\beta$ -Endosulphane, Heptachlor, PCB 28, PCB 52, PCB 138, PCB 153 ve PCB 180 pestisitlerinin belirlenerek bunların tüketim ve gıda güvenliği açısından risk değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Her ay istavrit ve midyelerin boy ve ağırlık ölçümleri yapılarak, bu örneklere yaş ağırlık üzerinden nem analizi yapılmıştır. Liyofilizasyon sonrası ise örneklere kuru ağırlık üzerinden yağ analizi uygulanmıştır. İstavrit gruplarının liyofilizasyon sonrası ortalama yüzde nem kaybı İstanbul, Bandırma, Gelibolu, Tekirdağ için sırayla 66,71; 67,04; 67,93; 66,72 ve midye gruplarının yüzde nem kaybı ise sırayla 80,46; 80,51; 79,69; 80,37 olarak bulunmuştur. Pestisit değerleri kuru ağırlık üzerinden yapılmış olup, ette ve yağda olmak üzere iki farklı şekilde hesaplanmıştır.

### 4.1. BOY-AĞIRLIK, NEM VE YAĞ ANALİZ BULGULARI

Çalışmada bir sene boyunca dört farklı bölgeden temin edilen istavrit ve midyelerin boy ve ağırlıkları Tablo 4.1 ve Tablo 4.2’de verilmiştir.

**Tablo 4.1:** İstavrit boy ve ağırlık ölçümleri (cm/g).

İSTAVRİT	İSTANBUL		BANDIRMA		GELİBOLU		TEKİRDAĞ	
	Boy (cm)	Ağırlık (g)	Boy (cm)	Ağırlık (g)	Boy (cm)	Ağırlık (g)	Boy (cm)	Ağırlık (g)
I 1	11,48 ±0,87	15,60 ±7,46	11,48 ±1,16	22,87 ±6,85	12,38 ±1,67	25,38 ±10,98	11,39 ±1,36	21,90 ±8,04
I 2	10,54 ±1,78	18,37 ±10,64	11,56 ±0,94	23,01 ±6,59	13,07 ±0,72	33,06 ±6,70	10,92 ±1,72	18,3 ±8,59
I 3	10,3 ±1,05	14,81 ±5,42	10,55 ±2,01	15,26 ±7,56	12,57 ±1,05	29,62 ±8,99	9,36 ±0,82	10,41 ±3,75
I 4	9,88 ±0,90	12,53 ±3,57	11,35 ±1,98	22,06 ±11,47	12,83 ±0,92	26,7 ±6,75	10,28 ±1,08	13,26 ±4,92
I 5	9,83 ±0,49	13,67 ±1,73	10,32 ±0,59	13,89 ±2,66	11,45 ±1,20	19,54 ±6,02	10,23 ±0,68	12,78 ±2,04
I 6	10,98 ±0,91	20,31 ±5,21	10,94 ±0,85	19,63 ±4,31	12,62 ±0,84	27,02 ±5,72	10,64 ±0,41	16,96 ±2,49
Ort.	10,5 ±0,64	15,88 ±2,94	11,03 ±0,51	19,45 ±3,99	12,49 ±0,56	26,88 ±4,51	10,47 ±0,69	15,6 ±4,22

**Tablo 4.2:** Midye boy ve ağırlık (Kabuklu) ölçümleri (cm/g).

MİDYE	İSTANBUL		BANDIRMA		GELİBOLU		TEKİRDAĞ	
	Boy (cm)	Ağırlık (g)	Boy (cm)	Ağırlık (g)	Boy (cm)	Ağırlık (g)	Boy (cm)	Ağırlık (g)
M 1	6,91 ±0,88	27,55 ±8	5,52 ±0,70	15,52 ±6,84	7,38 ±0,59	48,19 ±16,52	5,18 ±0,90	17,69 ±10,98
M 2	6,93 ±0,74	24,79 ±7,21	5,76 ±0,69	23,52 ±8,96	5,50 ±1,70	26,55 ±24,19	3,98 ±0,52	16 ±11,38
M 3	7,82 ±0,83	37,42 ±10,28	6,21 ±0,78	19,71 ±5,36	5,91 ±0,84	27,16 ±15,22	4,76 ±1,12	12,93 ±8,11
M 4	7,89 ±0,54	34,17 ±7,88	6,21 ±1,07	22,63 ±8,31	6,26 ±1,12	33,71 ±23,65	4,28 ±0,55	8,16 ±2,39
M 5	6,68 ±0,52	33,96 ±10,86	6,49 ±0,84	25,59 ±8,52	6,69 ±0,93	46,95 ±24,83	4,86 ±0,69	12,47 ±4,12
M 6	6,29 ±0,67	23,64 ±9,55	6,93 ±0,69	29,40 ±8,85	5,67 ±0,98	21,81 ±21,47	4,04 ±0,41	7,08 ±2,21
Ort.	7,08 ±0,64	30,25 ±5,68	6,22 ±0,51	22,73 ±4,78	6,23 ±0,71	34,06 ±11,14	4,51 ±0,42	12,39 ±4,18

İstavrit ve midyelerde liyofilizasyon işlemi öncesi yaş ağırlık üzerinden 12 ay süresince elde edilen nem analiz verileri Tablo 4.3 ve Tablo 4.4’de verilmiştir.

İstavritlerde bölgelerin yıllık ortalama nem değerleri açısından, yapılan Scheffe testine göre bölgeler arasındaki fark önemsiz bulunurken ( $p>0.05$ ), benzer şekilde midye örneklerinde de yıllık ortalama nem değerleri açısından Tamhane’s T2 testine göre bölgeler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ( $p>0.05$ ).

**Tablo 4.3:** İstavrit nem analiz bulguları (%).

YÜZDE NEM (ORT.)	İSTANBUL	BANDIRMA	GELİBOLU	TEKİRDAĞ
I 1	67,21 <sup>a</sup> ±0,23	66,01 <sup>b</sup> ±0,12	63,19 <sup>c</sup> ±0,19	65,93 <sup>b</sup> ±0,08
I 2	69,66 <sup>a</sup> ±0,50	73,49 <sup>c</sup> ±0,14	71,77 <sup>a</sup> ±0,10	72,45 <sup>c</sup> ±0,31
I 3	73,34 <sup>a</sup> ±0,17	74,28 <sup>b</sup> ±0,26	69,55 <sup>c</sup> ±0,45	71,64 <sup>d</sup> ±0,08
I 4	76,79 <sup>a</sup> ±0,25	74,35 <sup>bc</sup> ±0,20	73,84 <sup>b</sup> ±0,38	74,62 <sup>c</sup> ±0,08
I 5	71,12 <sup>a</sup> ±0,02	74,44 <sup>b</sup> ±0,08	76,20 <sup>bc</sup> ±0,65	74,25 <sup>ab</sup> ±0,78
I 6	66,81 <sup>a</sup> ±0,12	69,36 <sup>b</sup> ±0,28	76,66 <sup>c</sup> ±1,08	67,08 <sup>a</sup> ±0,03
Yıllık ortalama	70,82 <sup>a</sup> ±3,81	71,99 <sup>a</sup> ±3,51	71,87 <sup>a</sup> ±5,03	71,00 <sup>a</sup> ±3,67

a,b,c,d: Aynı satırda yer alan küçük harfler gruplar arasındaki farkın istatistiki açıdan önemli ( $p<0.05$ ) olduğunu göstermektedir.

**Tablo 4.4:** Midye nem analiz bulguları (%).

YÜZDE NEM (ORT.)	İSTANBUL	BANDIRMA	GELİBOLU	TEKİRDAĞ
M 1	84,13 <sup>a</sup> ±0,06	87,61 <sup>b</sup> ±0,22	85,22 <sup>c</sup> ±0,30	87,36 <sup>b</sup> ±0,14
M 2	81,86 <sup>a</sup> ±0,08	90,41 <sup>b</sup> ±0,04	83,33 <sup>c</sup> ±0,10	85,31 <sup>d</sup> ±0,15
M 3	82,72 <sup>a</sup> ±0,17	87,94 <sup>b</sup> ±0,06	69,55 <sup>c</sup> ±0,45	81,70 <sup>d</sup> ±0,19
M 4	81,86 <sup>a</sup> ±0,08	84,11 <sup>b</sup> ±0,07	73,84 <sup>c</sup> ±0,01	84,42 <sup>ab</sup> ±0,69
M 5	81,94 <sup>a</sup> ±0,10	83,07 <sup>b</sup> ±0,08	80,42 <sup>c</sup> ±0,39	82,29 <sup>d</sup> ±0,22
M 6	86,18 <sup>a</sup> ±0,17	84,74 <sup>b</sup> ±0,02	82,84 <sup>c</sup> ±0,11	86,51 <sup>a</sup> ±0,88
Yıllık ortalama	83,12 <sup>a</sup> ±1,74	86,31 <sup>a</sup> ±2,79	79,2 <sup>a</sup> ±6,46	84,60 <sup>a</sup> ±2,26

a,b,c,d: Aynı satırda yer alan küçük harfler gruplar arasındaki farkın istatistiki açıdan önemli ( $p<0.05$ ) olduğunu göstermektedir.

İstavrit ve midyelerde liyofilizasyon işlemi sonrası kalan yüzde su miktarları Tablo 4.5'de verilmiştir.

**Tablo 4.5:** Liyofilize örneklerde kalan yüzde su miktarı (%).

	İSTANBUL	BANDIRMA	GELİBOLU	TEKİRDAĞ
İstavrit (ort.)*	4,11 ±3,18	3,94 ±3,17	4,95 ±3,13	4,28 ±3,62
Midye (ort.)*	3,31 ±1,77	1,47 ±2,60	5,8 ±3,32	4,23 ±2,86

\*: I1, I2, I3, I4, I5, I6 ve M1, M2, M3, M4, M5, M6 ortalamaları

İstavrit ve midyelerde liyofilizasyon işlemi sonrası kuru ağırlık üzerinden yağ analizleri yapılmıştır. Daha sonra yaş ağırlık üzerinden hesaplanan yağ analiz sonuçları Tablo 4.6 ve Tablo 4.7’de verilmiştir.

İstavritlerde Scheffe testine göre bölgelerin yıllık ortalama yağ değerleri açısından bölgeler arasındaki fark önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Midyelerde de Scheffe testine göre bölgelerin yıllık ortalama yağ değerleri açısından bölgeler arasındaki fark önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).

**Tablo 4.6:** İstavrit yağ analiz bulguları (%).

YÜZDE YAĞ (ORT.)	İSTANBUL	BANDIRMA	GELİBOLU	TEKİRDAĞ
<b>I 1</b>	9,90 <sup>a</sup> ±0,17	14,89 <sup>b</sup> ±0,03	16,53 <sup>c</sup> ±0,13	13,85 <sup>d</sup> ±0,06
<b>I 2</b>	8,63 <sup>a</sup> ±0,05	8,06 <sup>a</sup> ±0,16	6,75 <sup>b</sup> ±0,00	8,68 <sup>a</sup> ±0,03
<b>I 3</b>	8,52 <sup>a</sup> ±0,24	6,47 <sup>b</sup> ±0,37	13,31 <sup>c</sup> ±0,12	9,01 <sup>a</sup> ±0,11
<b>I 4</b>	4,03 <sup>ac</sup> ±0,74	7,16 <sup>b</sup> ±0,28	6,26 <sup>ab</sup> ±0,13	5,52 <sup>c</sup> ±0,15
<b>I 5</b>	9,24 <sup>a</sup> ±0,40	6,52 <sup>b</sup> ±0,13	3,38 <sup>c</sup> ±0,06	7,15 <sup>a</sup> ±0,03
<b>I 6</b>	14,54 <sup>a</sup> ±1,09	12,18 <sup>a</sup> ±0,18	3,76 <sup>b</sup> ±0,97	13,41 <sup>a</sup> ±0,41
<b>Yıllık ortalama</b>	9,14 <sup>a</sup> ±3,36	9,21 <sup>a</sup> ±3,50	8,33 <sup>a</sup> ±5,37	9,60 <sup>a</sup> ±3,66

a,b,c,d: Aynı satırda yer alan küçük harfler gruplar arasındaki farkın istatistiki açıdan önemli ( $p<0.05$ ) olduğunu göstermektedir.

**Tablo 4.7:** Midye yağ analiz bulguları (%).

YÜZDE YAĞ (ORT.)	İSTANBUL	BANDIRMA	GELİBOLU	TEKİRDAĞ
<b>M 1</b>	1,23 <sup>a</sup> ±0,03	2,12 <sup>b</sup> ±0,09	1,28 <sup>ac</sup> ±0,15	1,35 <sup>c</sup> ±0,03
<b>M 2</b>	1,53 <sup>ac</sup> ±0,30	1,40 <sup>a</sup> ±0,03	1,66 <sup>ab</sup> ±0,31	2,08 <sup>bc</sup> ±0,04
<b>M 3</b>	1,65 <sup>a</sup> ±0,09	1,76 <sup>ab</sup> ±0,01	2,01 <sup>b</sup> ±0,07	1,60 <sup>a</sup> ±0,11
<b>M 4</b>	1,32 <sup>a</sup> ±0,02	1,80 <sup>b</sup> ±0,03	1,81 <sup>b</sup> ±0,01	2,25 <sup>b</sup> ±0,12
<b>M 5</b>	1,47 <sup>ab</sup> ±0,09	1,84 <sup>a</sup> ±0,02	1,44 <sup>b</sup> ±0,04	1,79 <sup>ab</sup> ±0,35
<b>M 6</b>	1,89 <sup>ab</sup> ±0,09	1,76 <sup>ac</sup> ±0,21	2,12 <sup>b</sup> ±0,15	1,43 <sup>c</sup> ±0,09
<b>Yıllık ortalama</b>	1,52 <sup>a</sup> ±0,24	1,78 <sup>a</sup> ±0,23	1,72 <sup>a</sup> ±0,32	1,75 <sup>a</sup> ±0,36

a,b,c,d: Aynı satırda yer alan küçük harfler gruplar arasındaki farkın istatistiki açıdan önemli ( $p<0.05$ ) olduğunu göstermektedir.

## 4.2. OCP VE PCB ANALİZ BULGULARI

İstavrit balığı ve midye örneklerinde OCPs ve PCBs için elde edilen değerler hem yağ ağırlık üzerinden hem de yağdaki değerler olmak üzere Şekil 4.1 ve Şekil 4.36 arasında verilmiştir.

### 4.2.1. İstavrit Örneklerinde OCPs Bulguları

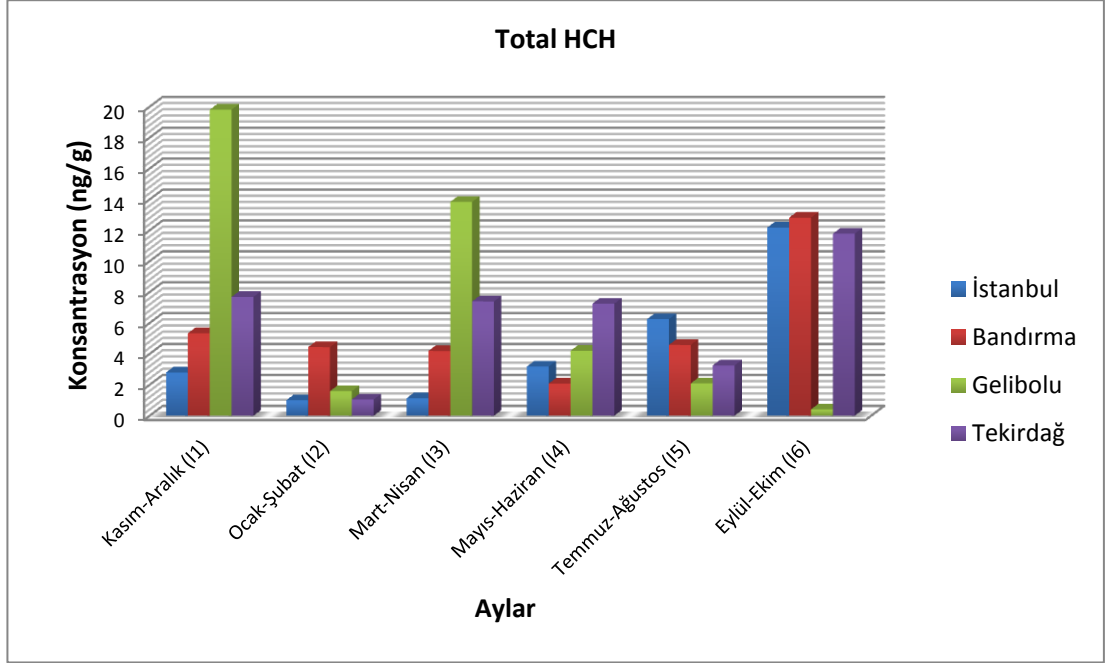
Bütün bölgelerde istavrit balığı grup örneklerinde tespit edilebilir seviyede  $\alpha$ -Endosulfan ve Heptachlor konsantrasyonu elde edilememiştir.  $\beta$ -Endosulfan konsantrasyonu İstanbul, Bandırma ve Gelibolu Bölgeleri'nden temin edilen istavrit örneklerinde tespit edilebilir seviyede elde edilememiştir.

Bölgeler arasında total-HCH konsantrasyonu açısından etteki en yüksek değer Gelibolu Bölgesi'nden Kasım+Aralık-2010 (I1) aylarından, en düşük değer ise yine Gelibolu Bölgesi'nden Eylül+Ekim-2011 (I6) aylarından elde edilmiştir (Şekil 4.1). Yağdaki en yüksek total-HCH konsantrasyonu ise Tekirdağ Bölgesi'nden Mayıs+Haziran-2011 (I4) aylardan, en düşük konsantrasyon ise Gelibolu Bölgesi'nden Eylül+Ekim-2011 (I6) aylarından elde edilmiştir (Şekil 4.2).

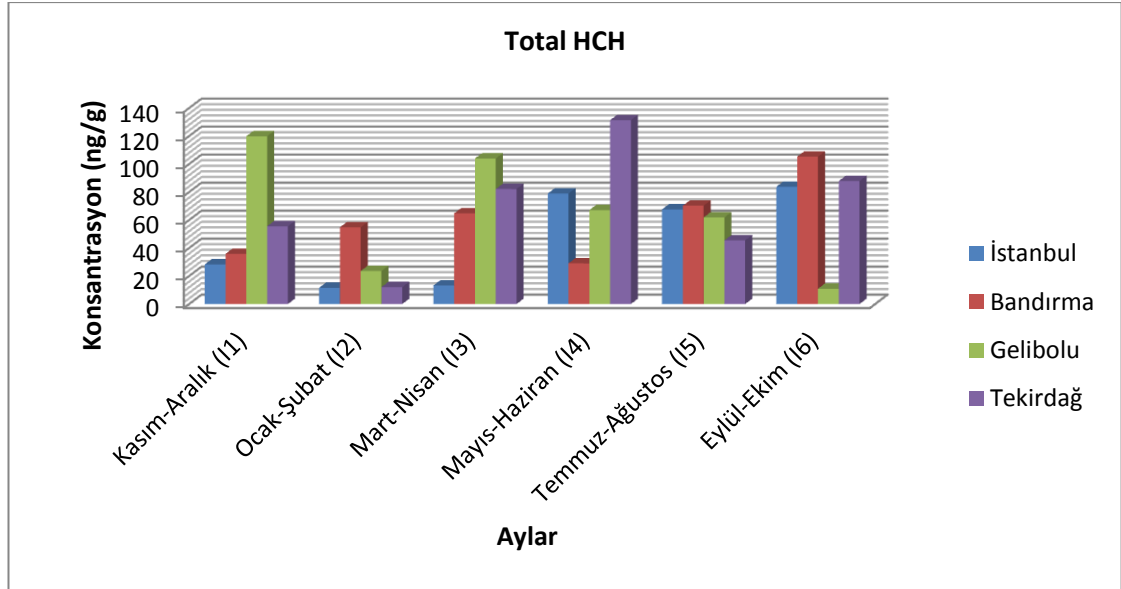
Etteki en yüksek total-DDT konsantrasyonu Mart+Nisan-2011 (I3) aylarında Tekirdağ Bölgesi'nde tespit edilirken, en düşük konsantrasyon Temmuz+Ağustos-2011 (I5) aylarında Gelibolu Bölgesi'nde tespit edilmiştir (Şekil 4.3). Yağdaki en yüksek total-DDT konsantrasyonu İstanbul Bölgesi'nden Mayıs+Haziran-2011 (I4) aylarında, en düşük değeri ise Tekirdağ Bölgesi'nden Eylül+Ekim-2011 (I6) aylarında bulunmuştur (Şekil 4.4).

Endrin konsantrasyonu açısından bölgeler arasındaki etteki en yüksek değer Mart+Nisan-2011 (I3) aylarında İstanbul Bölgesi'nden elde edilirken, en düşük değer ise Mayıs+Haziran-2011 (I4) aylarında Bandırma Bölgesi'nden elde edilmiştir (Şekil 4.5). Yağdaki en yüksek endrin konsantrasyonu ise Mart+Nisan-2011 (I3) aylarında İstanbul Bölgesi'nde, en düşük konsantrasyonu ise Kasım+Aralık-2010 (I1) aylarında İstanbul Bölgesi'nde bulunmuştur (Şekil 4.6).

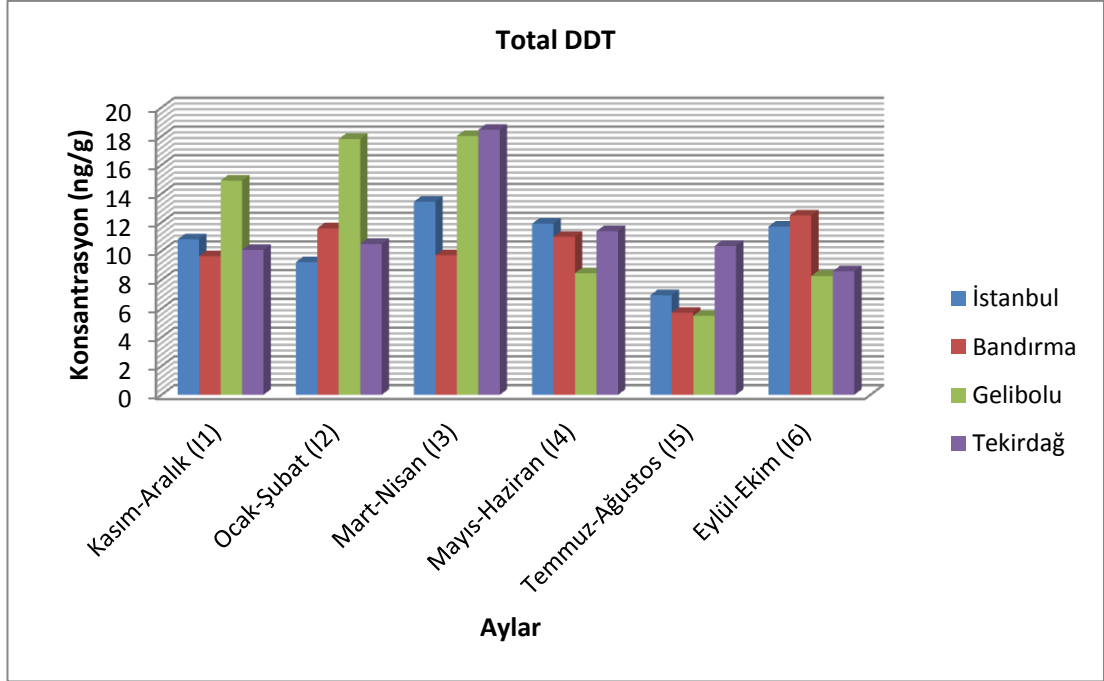
$\beta$ -Endosulfan konsantrasyonu sadece Mart+Nisan-2011 (I3) ve Temmuz+Ağustos-2011 (I5) aylarında Tekirdağ Bölgesi'nden temin edilen istavrit örneklerinde bulunmuştur (Şekil 4.7 ve Şekil 4.8).



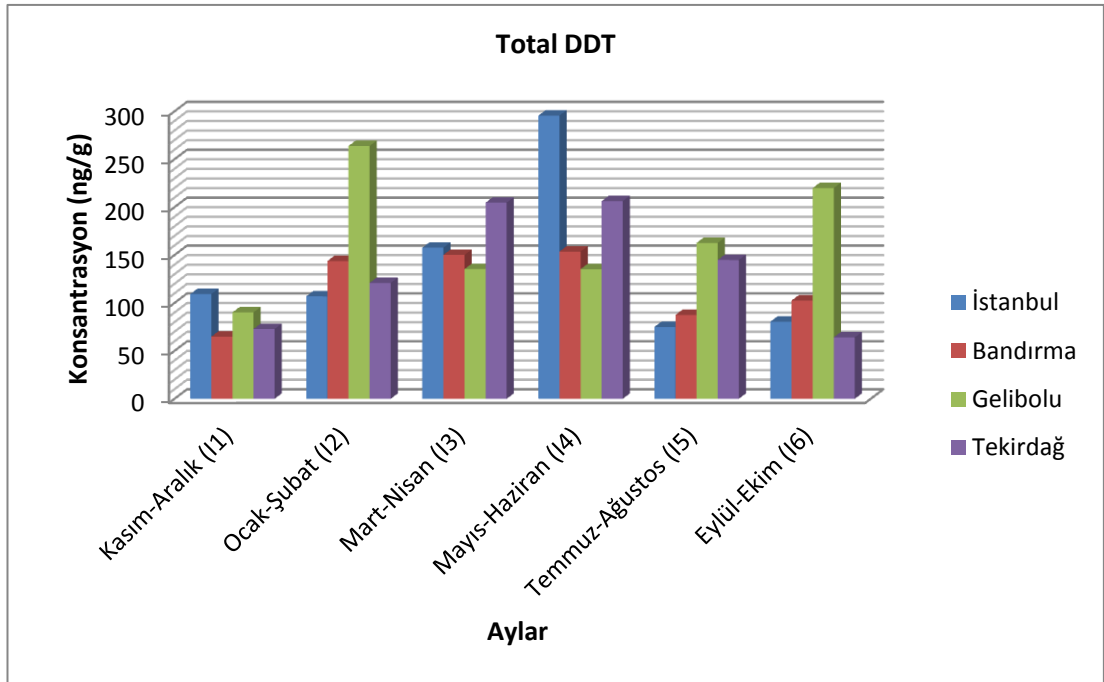
Şekil 4.1: İstavrit örneklerinde total-HCH konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yaş ağırlıkta).



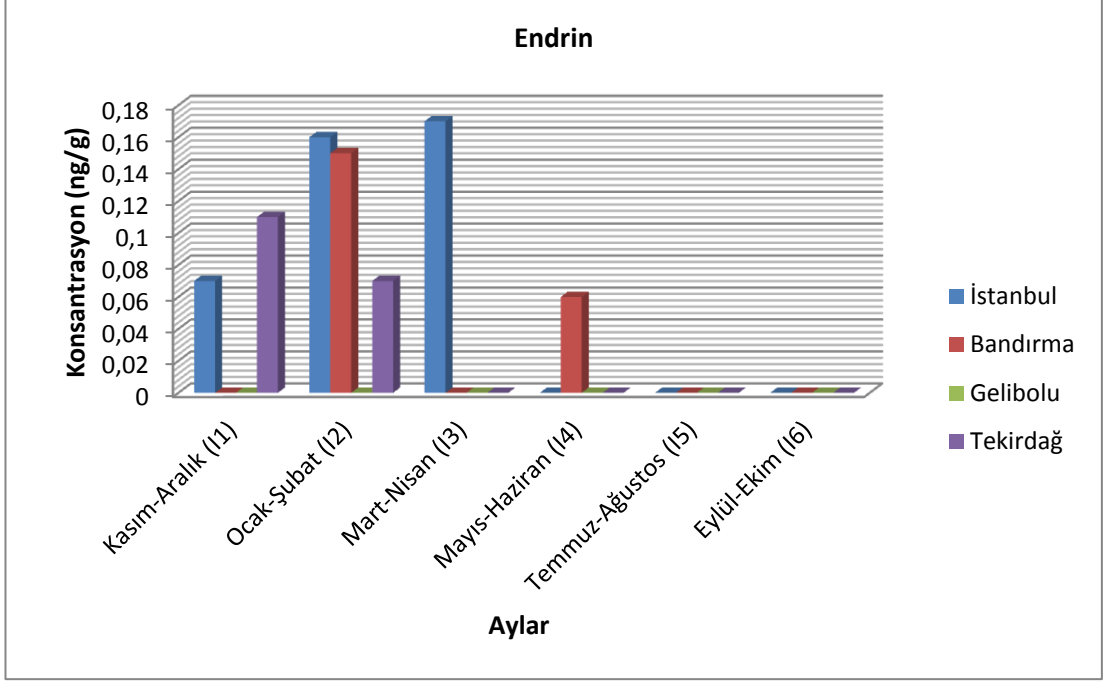
Şekil 4.2: İstavrit örneklerinde total-HCH konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yağda).



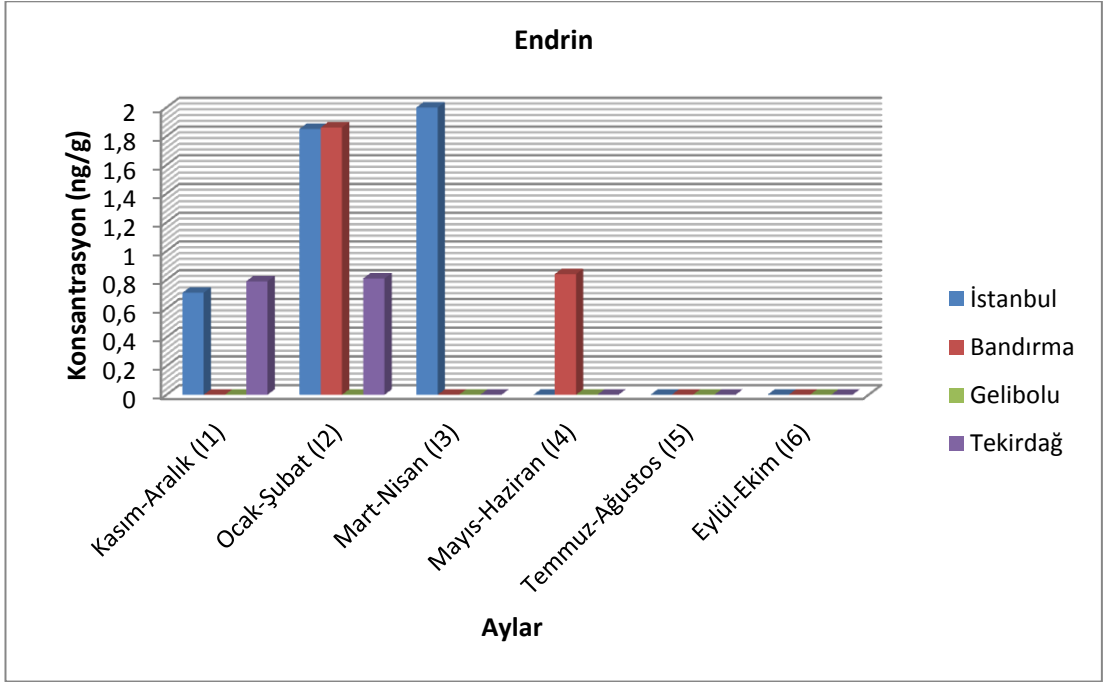
**Şekil 4.3:** İstavrit örneklerinde total-DDT konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yaş ağırlıkta).



**Şekil 4.4:** İstavrit örneklerinde total-DDT konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yağda).

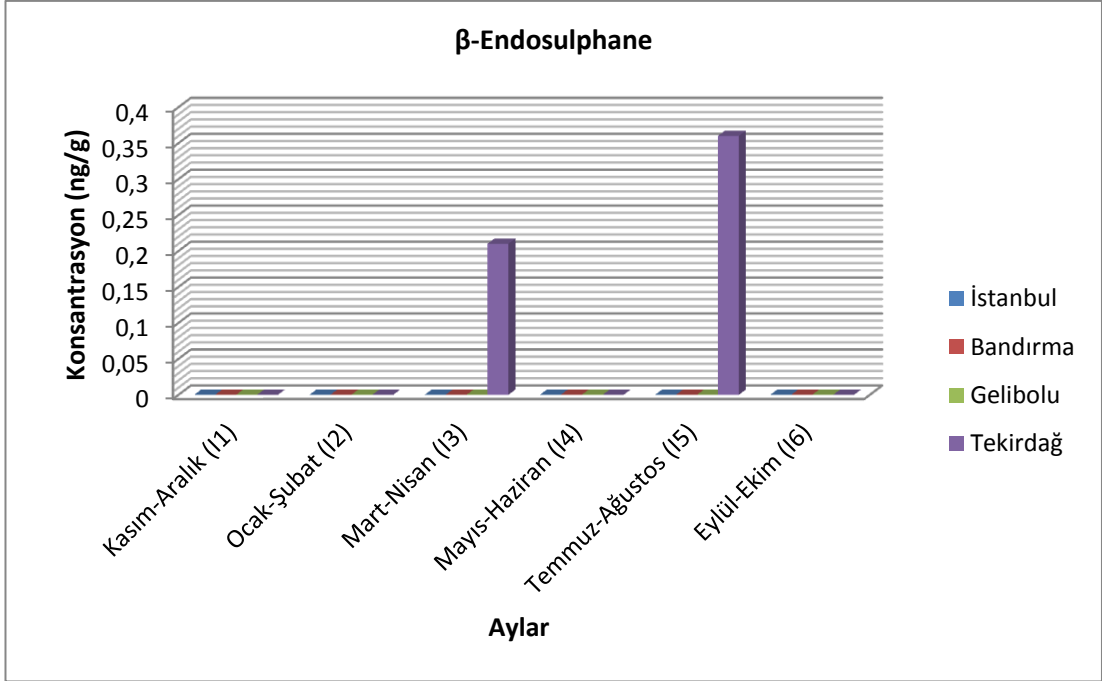


**Şekil 4.5:** İstavrit örneklerinde endrin konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yaş ağırlıkta).

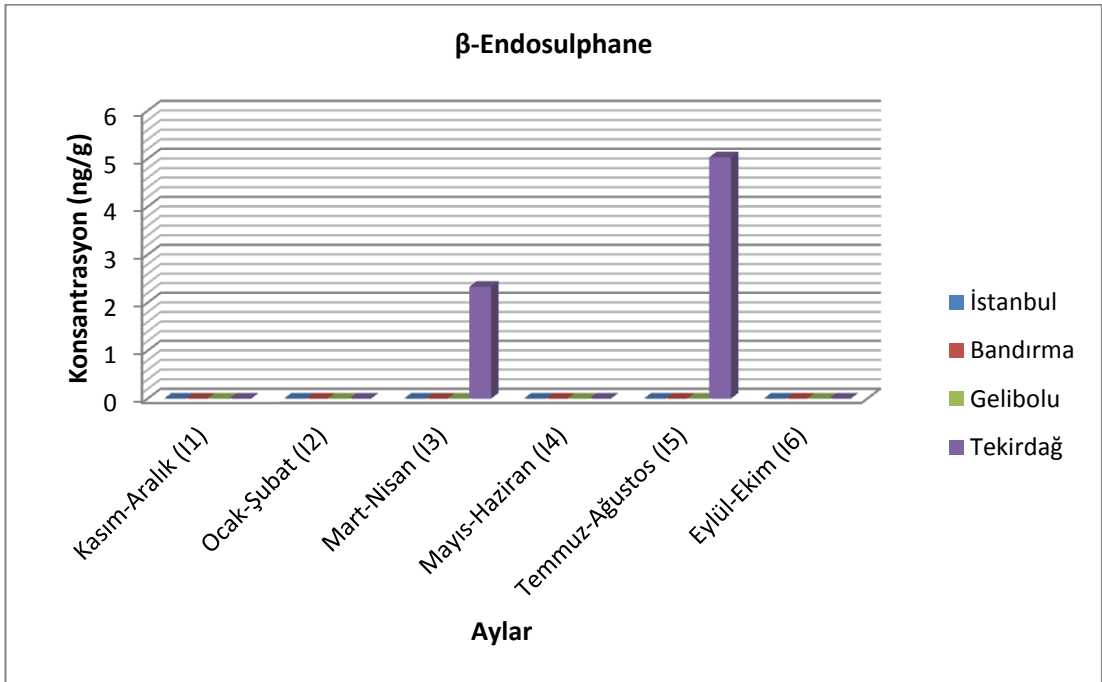


**Şekil 4.6:** İstavrit örneklerinde endrin konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yağda).





**Şekil 4.7:** İstavrit örneklerinde  $\beta$ -Endosulphane konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yaş ağırlıkta).



**Şekil 4.8:** İstavrit örneklerinde  $\beta$ -Endosulphane konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yağda).

#### 4.2.2. İstavrit Örneklerinde PCBs Bulguları

Bölgeler arasında PCB 28 konsantrasyonu açısından etteki en yüksek değer Tekirdağ Bölgesi'nden Kasım+Aralık-2010 (I1) aylarından, en düşük değer ise Gelibolu Bölgesi'nden Eylül+Ekim-2011 (I6) aylarından elde edilmiştir (Şekil 4.9). Yağdaki en yüksek PCB 28 konsantrasyonu ise Tekirdağ Bölgesi'nden Mayıs+Haziran-2011 (I4) aylardan, en düşük konsantrasyon ise Tekirdağ Bölgesi'nden Eylül+Ekim-2011 (I6) aylarından elde edilmiştir (Şekil 4.10).

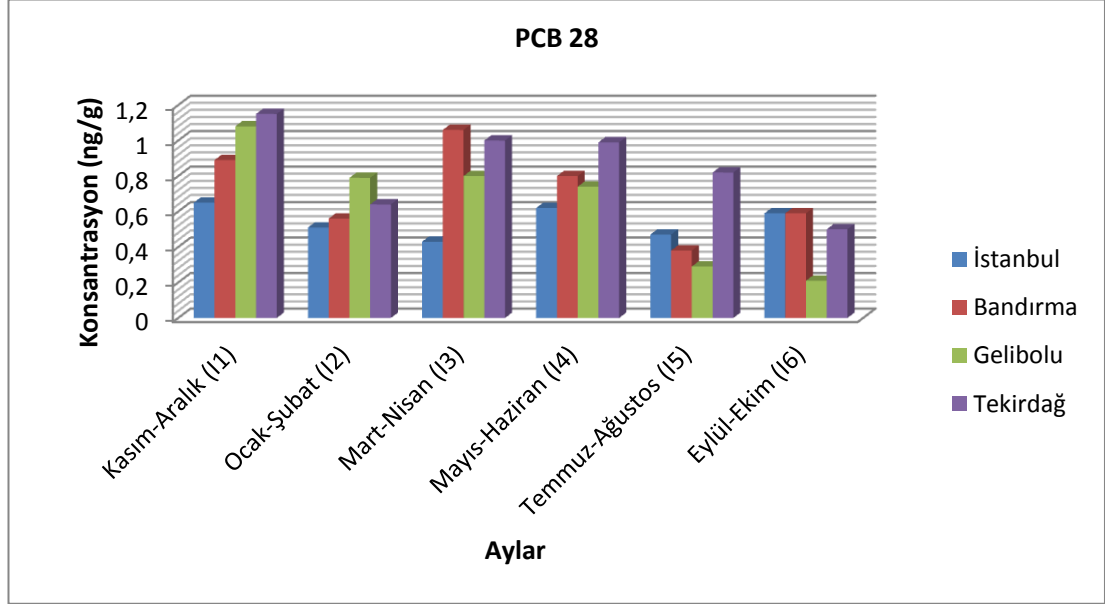
Etteki en yüksek PCB 52 konsantrasyonu Mayıs+Haziran-2011 (I4) aylarında İstanbul Bölgesi'nde tespit edilirken, en düşük konsantrasyon Temmuz+Ağustos-2011 (I5) aylarında Gelibolu Bölgesi'nde tespit edilmiştir (Şekil 4.11). Yağdaki en yüksek PCB 52 konsantrasyonu İstanbul Bölgesi'nden Mayıs+Haziran-2011 (I4) aylarında, en düşük değeri ise İstanbul Bölgesi'nden Eylül+Ekim-2011 (I6) aylarında bulunmuştur (Şekil 4.12).

PCB 138 konsantrasyonu açısından bölgeler arasındaki etteki en yüksek değer Eylül+Ekim-2011 (I6) aylarında Gelibolu Bölgesi'nden elde edilirken, en düşük değer ise Temmuz+Ağustos-2011 (I5) aylarında Bandırma Bölgesi'nden elde edilmiştir (Şekil 4.13). Yağdaki en yüksek PCB 138 konsantrasyonu ise Eylül+Ekim-2011 (I6) aylarında Gelibolu Bölgesi'nde, en düşük konsantrasyonu ise Temmuz+Ağustos-2011 (I5) aylarında İstanbul Bölgesi'nde bulunmuştur (Şekil 4.14).

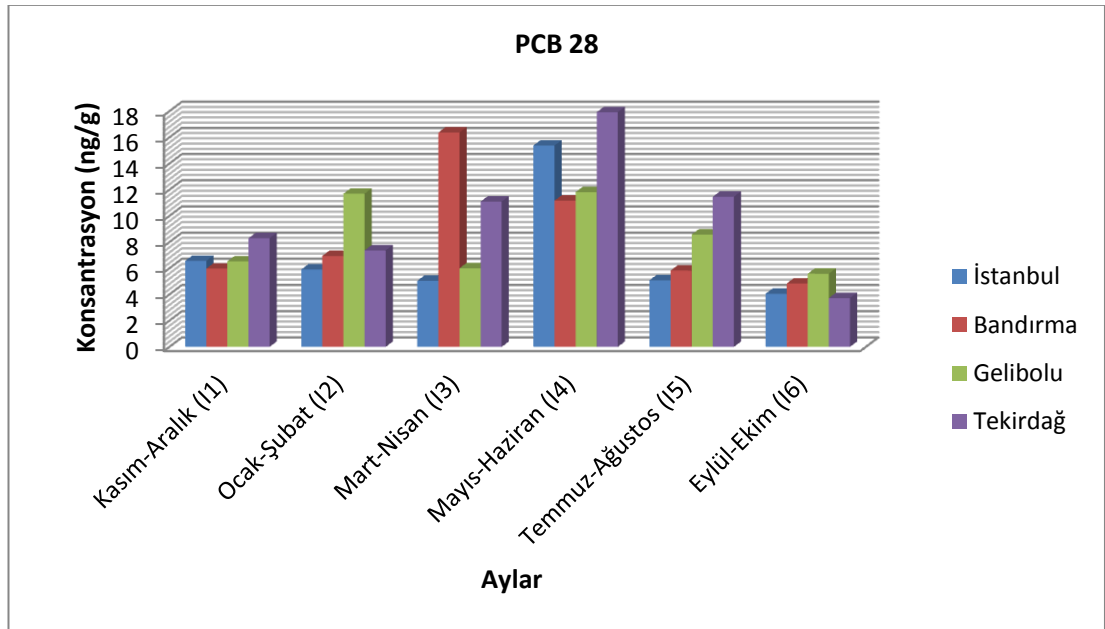
PCB 153 konsantrasyonu açısından bölgeler arasındaki etteki en yüksek değer Mart+Nisan-2011 (I3) aylarında İstanbul Bölgesi'nden elde edilirken, en düşük değer Temmuz+Ağustos-2011 (I5) aylarında Bandırma Bölgesi'nden elde edilmiştir (Şekil 4.15). Yağdaki en yüksek PCB 153 konsantrasyonu ise Eylül+Ekim-2011 (I6) aylarında Gelibolu Bölgesi'nden elde edilirken, en düşük konsantrasyonu ise Kasım+Aralık-2010 (I1) aylarında Bandırma Bölgesi'nde bulunmuştur. (Şekil 4.16).

Etteki en yüksek PCB 180 konsantrasyonu Mart+Nisan-2011 (I3) aylarında İstanbul Bölgesi'nde tespit edilirken, en düşük konsantrasyon Temmuz+Ağustos-2011 (I5) aylarında Bandırma Bölgesi'nde tespit edilmiştir (Şekil 4.17). Yağdaki en yüksek PCB 180 konsantrasyonu Gelibolu Bölgesi'nde Eylül+Ekim-2011 (I6) aylarında, en düşük

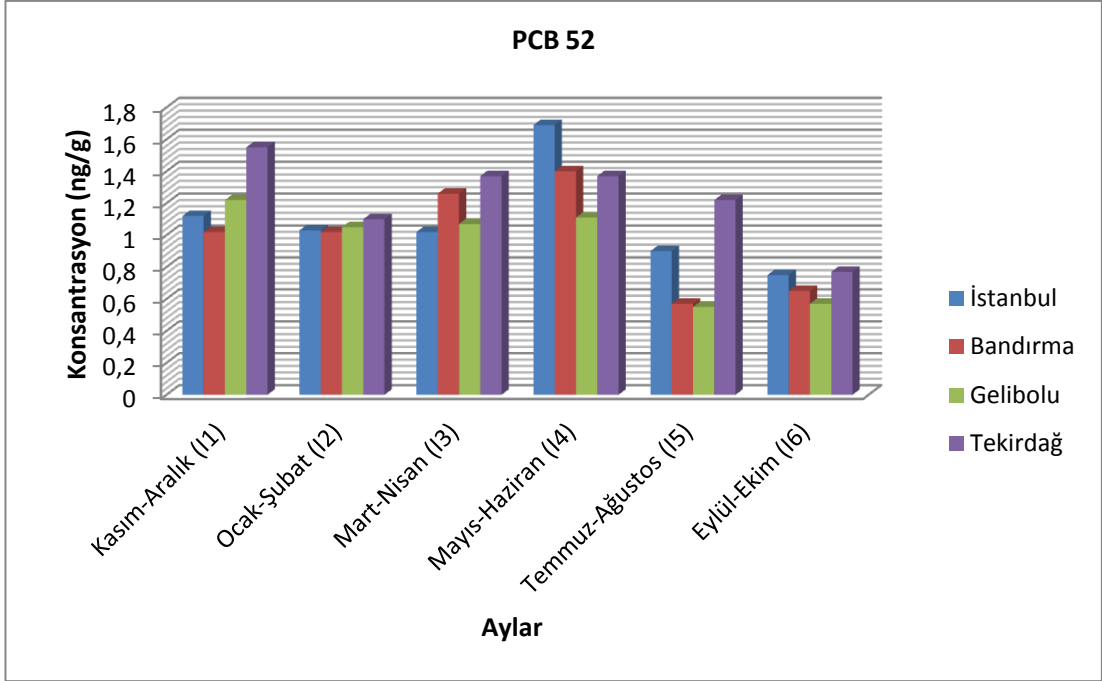
değeri ise Bandırma Bölgesi'nden Kasım+Aralık-2010 (11) aylarında bulunmuştur (Şekil 4.18).



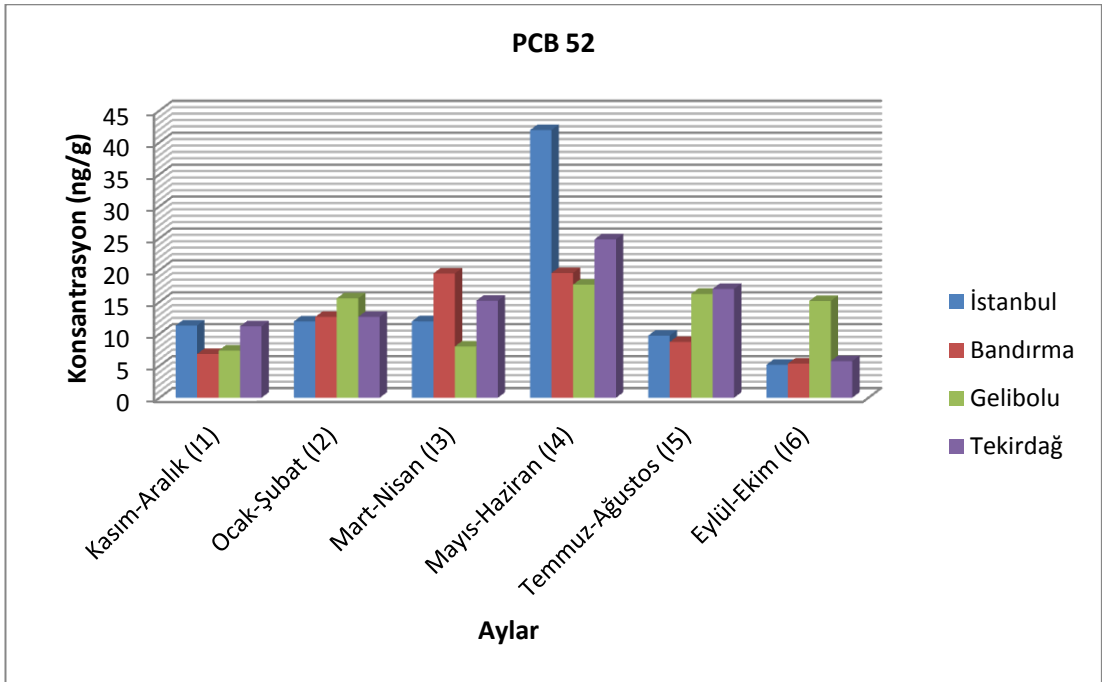
Şekil 4.9: İstavrit örneklerinde PCB 28 konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yaş ağırlıkta).



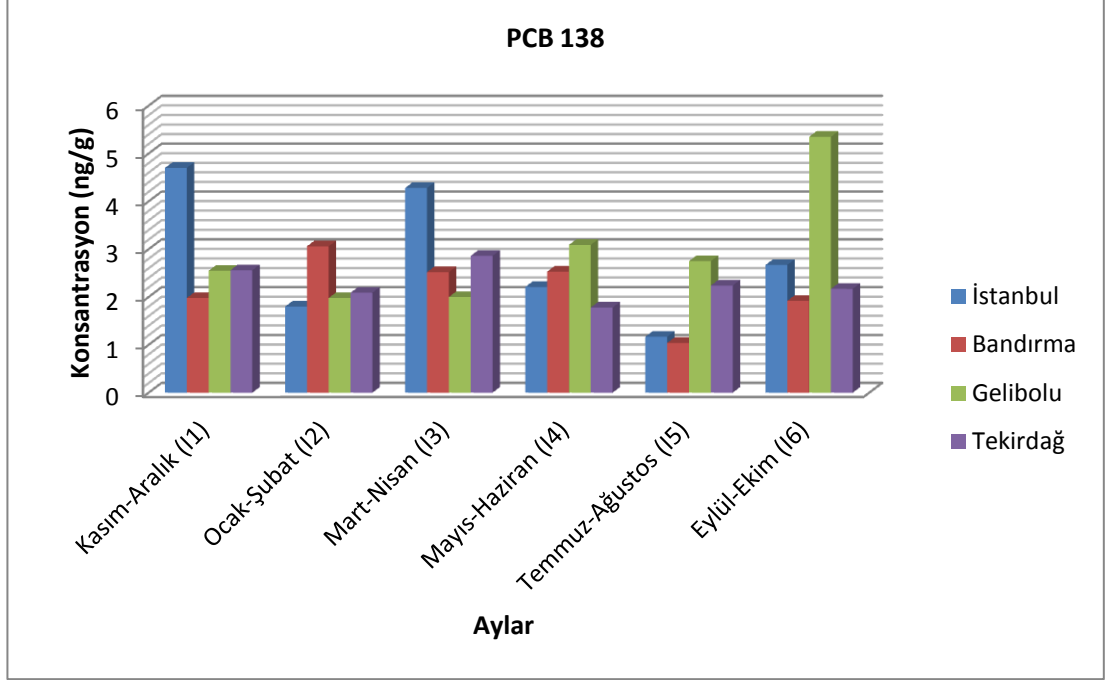
Şekil 4.10: İstavrit örneklerinde PCB 28 konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yağda).



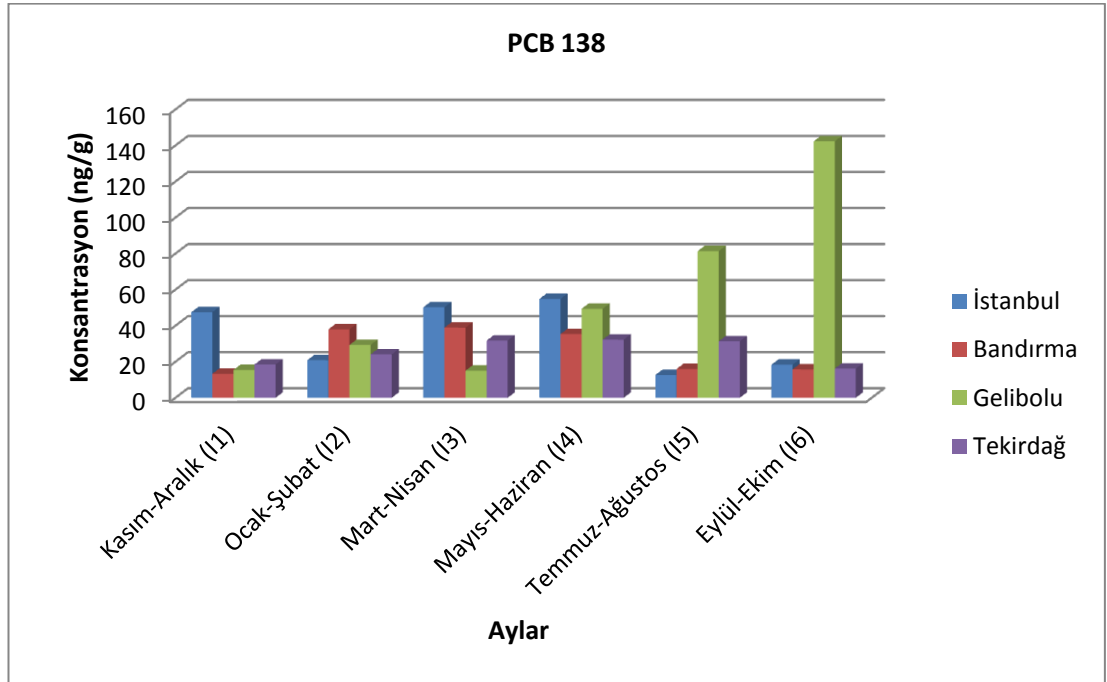
**Şekil 4.11:** İstavrit örneklerinde PCB 52 konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yaş ağırlıkta).



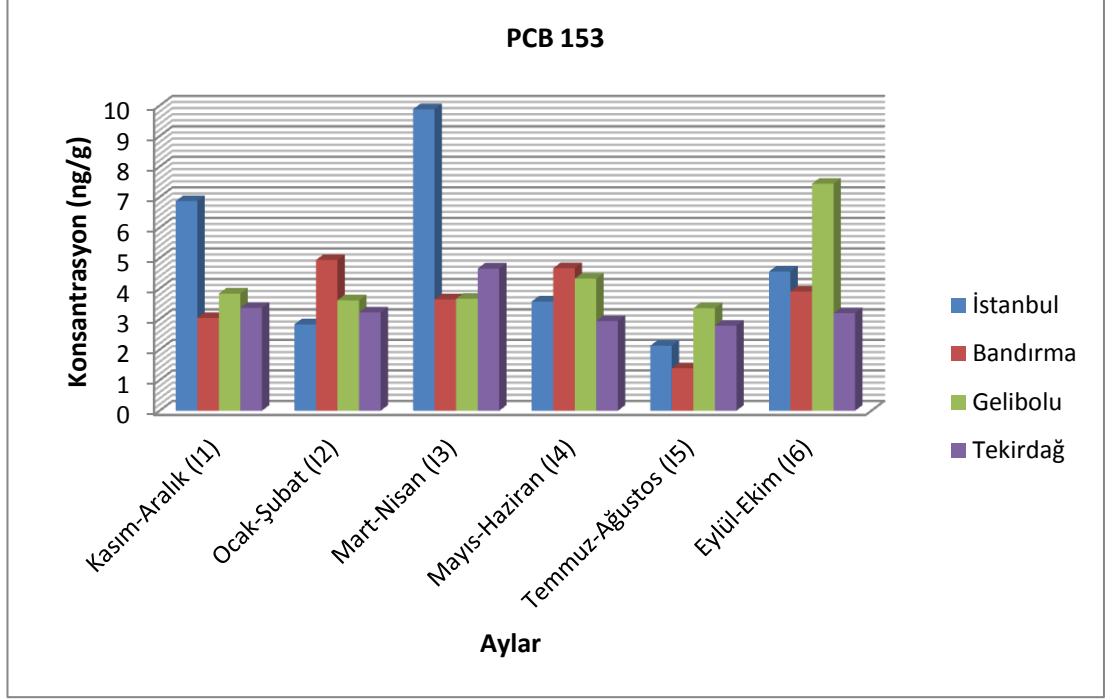
**Şekil 4.12:** İstavrit örneklerinde PCB 52 konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yağda).



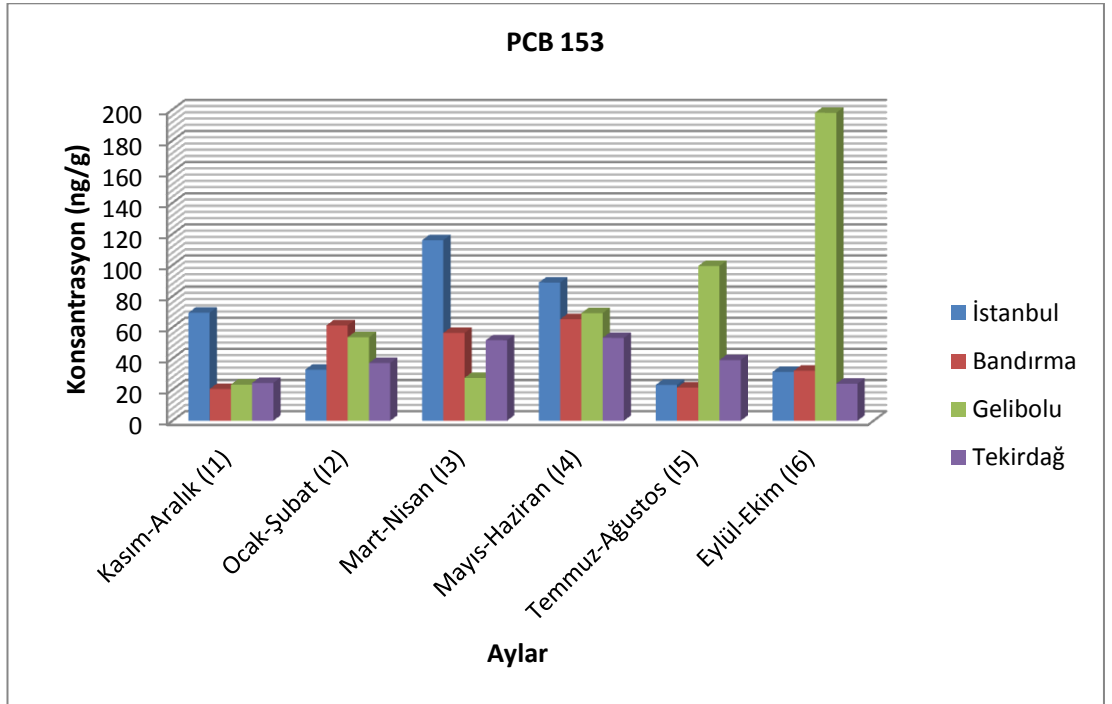
**Şekil 4.13:** İstavrit örneklerinde PCB 138 konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yaş ağırlıkta).



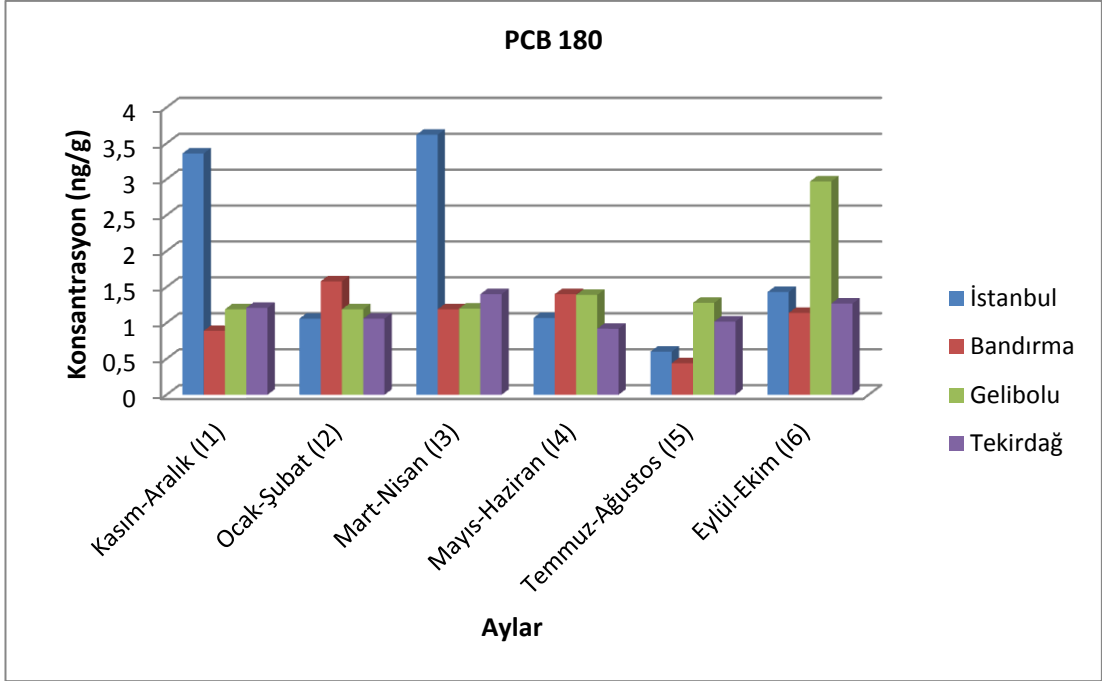
**Şekil 4.14:** İstavrit örneklerinde PCB 138 konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yağda).



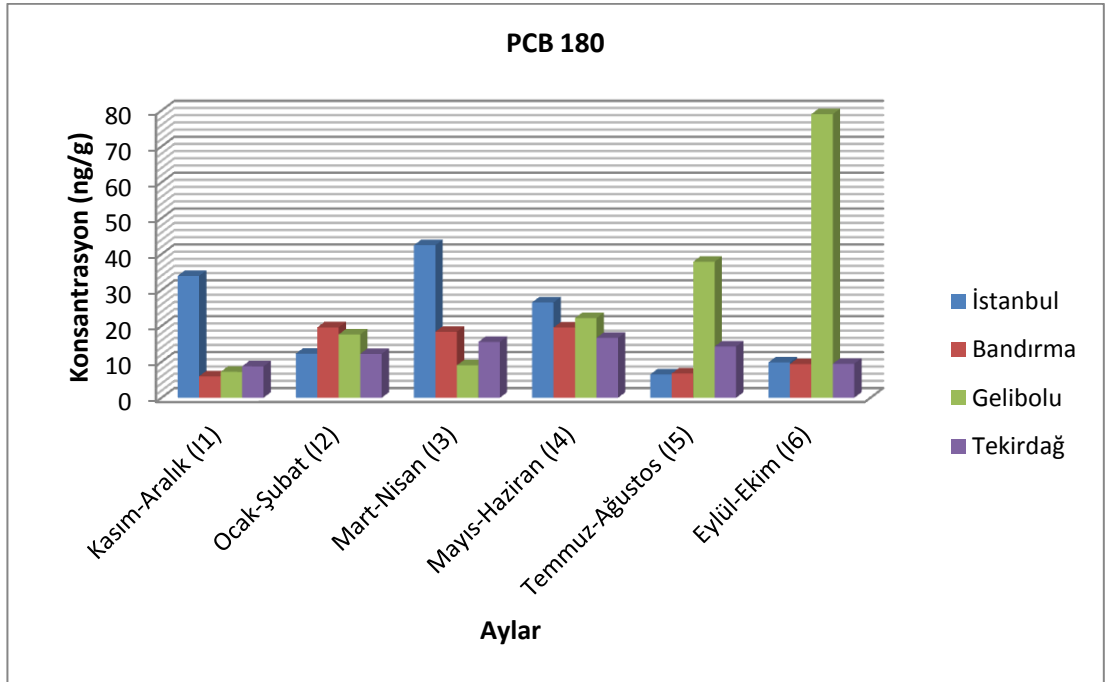
**Şekil 4.15:** İstavrit örneklerinde PCB 153 konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yaş ağırlıkta).



**Şekil 4.16:** İstavrit örneklerinde PCB 153 konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yağda).



**Şekil 4.17:** İstavrit örneklerinde PCB 180 konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yaş ağırlıkta).



**Şekil 4.18:** İstavrit örneklerinde PCB 180 konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yağda).

### 4.2.3. Midye Örneklerinde OCPs Bulguları

Bütün bölgelerde midye örneklerinde tespit edilebilir seviyede  $\alpha$ -Endosulfan ve Heptachlor konsantrasyonu elde edilememiştir. İstanbul ve Bandırma Bölgeleri'nden temin edilen örneklerde endrin konsantrasyonu tespit edilemezken, Gelibolu ve Tekirdağ Bölgeleri'nden temin edilen örneklerde  $\beta$ -Endosulfan konsantrasyonu tespit edilememiştir.

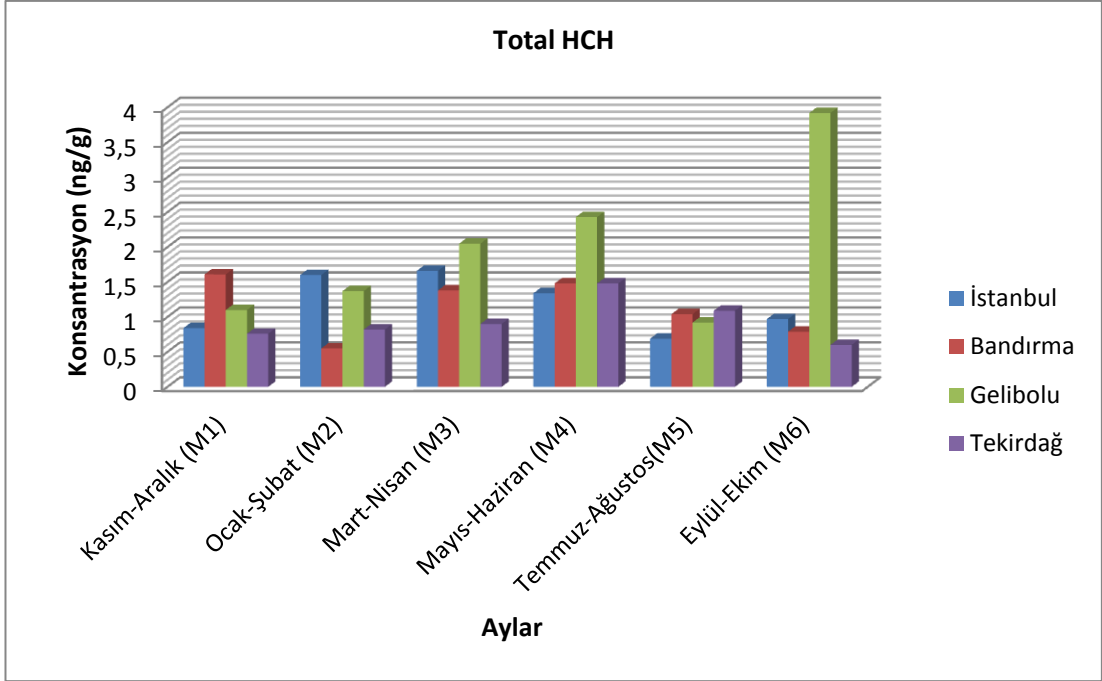
Total-HCH konsantrasyonu açısından bölgeler arasında etteki en yüksek değer Eylül+Ekim-2011 (M6) aylarında Gelibolu Bölgesi'nde tespit edilirken, en düşük değer Ocak+Şubat-2011 (M2) aylarında Bandırma Bölgesi'nde tespit edilmiştir (Şekil 4.19). Yağdaki en yüksek total-HCH konsantrasyonu Mayıs+Haziran-2011 (M4) aylarında Gelibolu Bölgesi'nden elde edilirken, en düşük değer ise Ocak+Şubat-2011 (M2) aylarında Bandırma Bölgesi'nden elde edilmiştir (Şekil 4.20).

Total-DDT konsantrasyonu açısından etteki en yüksek değer Mayıs+Haziran-2011 (M4) aylarında Tekirdağ Bölgesi'nde bulunurken, en düşük değer Kasım+Aralık-2010 (M1) aylarında Gelibolu Bölgesi'nde bulunmuştur (Şekil 4.21). Yağdaki en yüksek total-DDT konsantrasyonu ise Temmuz+Ağustos-2011 (M5) aylarında Gelibolu Bölgesi'nde tespit edilirken, en düşük değer Eylül+Ekim-2011 (M6) aylarında İstanbul Bölgesi'nde tespit edilmiştir (Şekil 4.22).

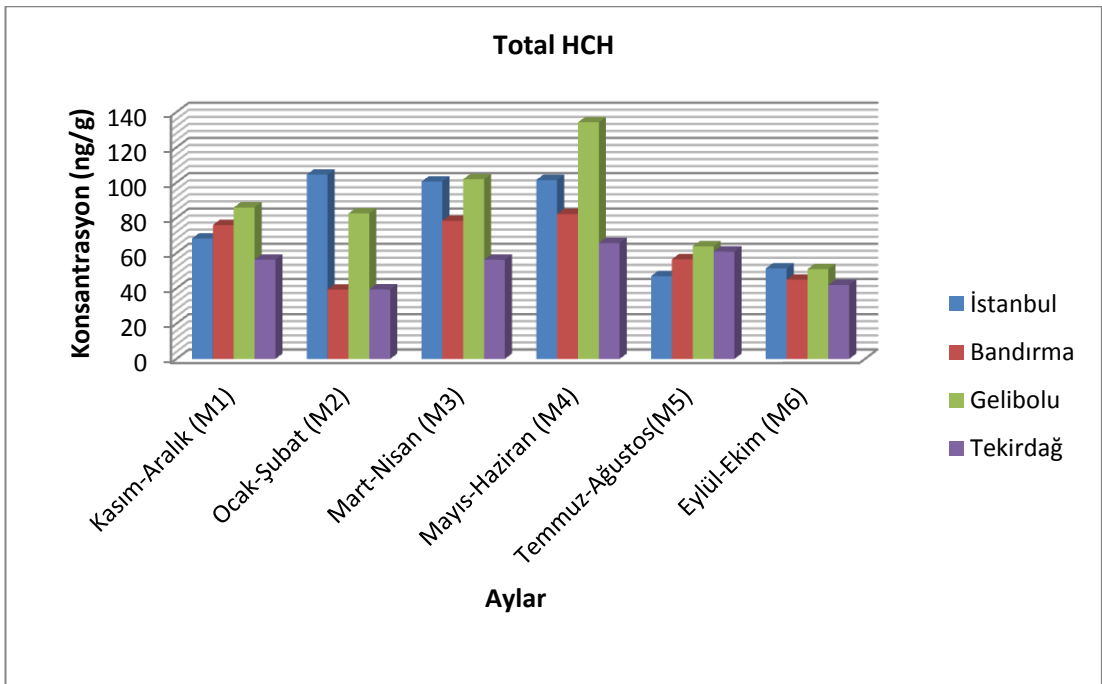
Endrin konsantrasyonunun etteki ve yağdaki en yüksek değeri Eylül+Ekim-2011 (M6) aylarında Gelibolu Bölgesi'nde tespit edilirken, en düşük etteki ve yağdaki değeri Mart+Nisan-2011 (M3) aylarında Tekirdağ Bölgesi'nde tespit edilmiştir (Şekil 4.23 ve Şekil 4.24).

$\beta$ -Endosulfan konsantrasyonunun etteki ve yağdaki en yüksek değeri Mart+Nisan-2011 (M3) aylarında Bandırma Bölgesi'nden elde edilirken (Şekil 4.25), etteki ve yağdaki en düşük değer Mart+Nisan-2011 (M3) aylarında İstanbul Bölgesi'nden elde edilmiştir (Şekil 4.26).

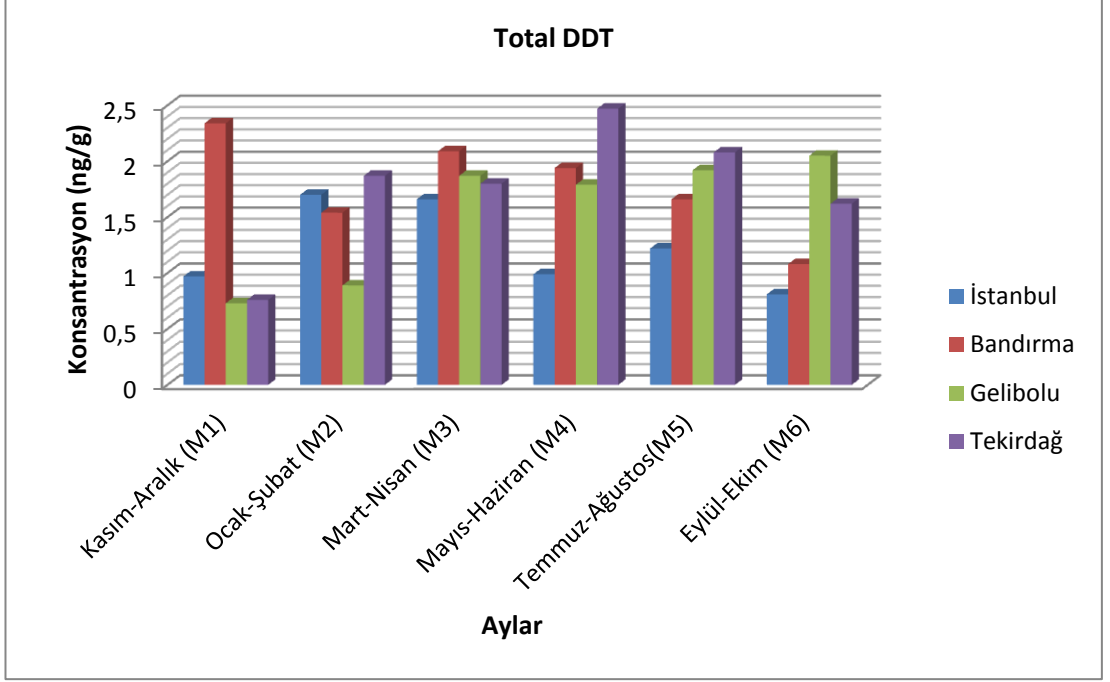




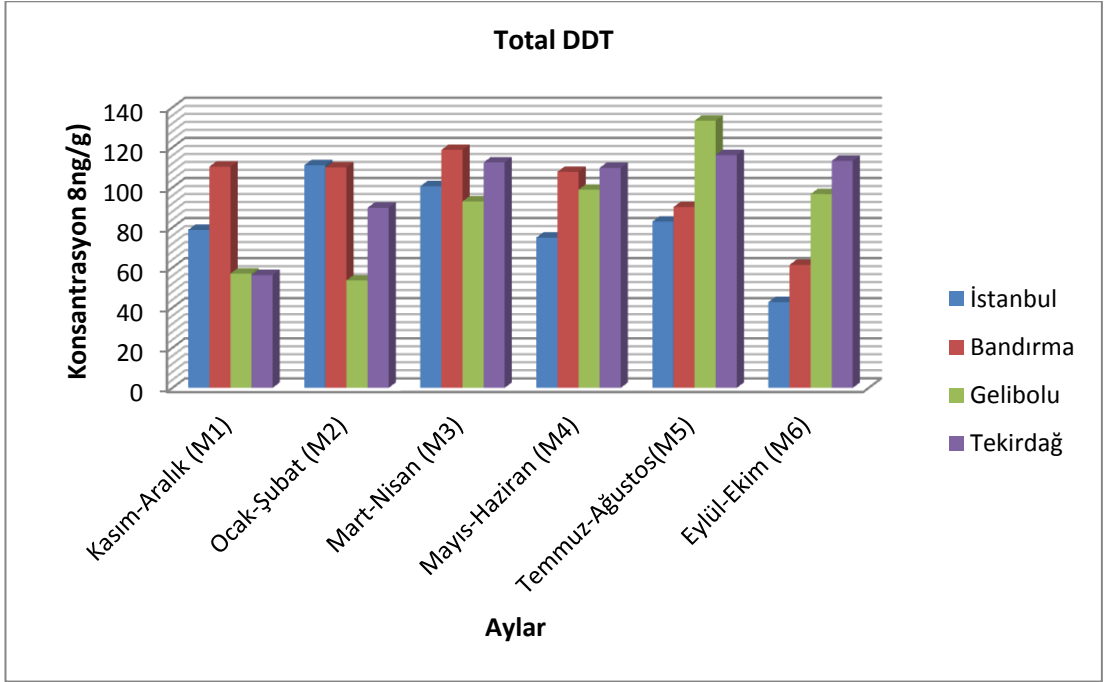
**Şekil 4.19:** Midye örneklerinde total-HCH konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yaş ağırlıkta).



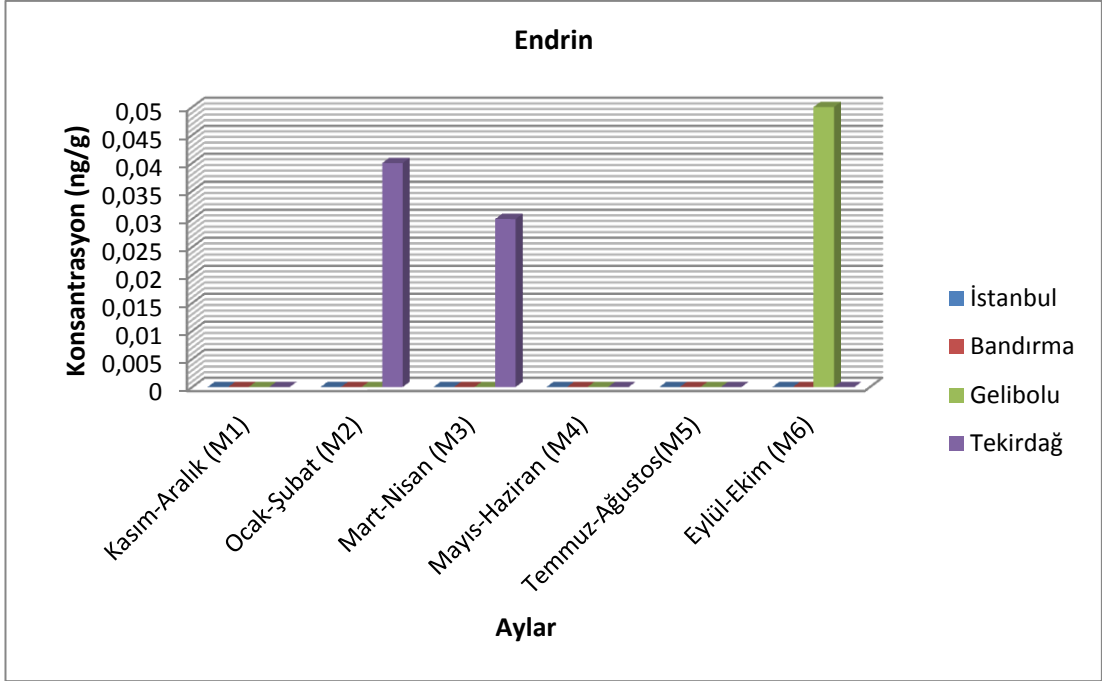
**Şekil 4.20:** Midye örneklerinde total-HCH konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yağda).



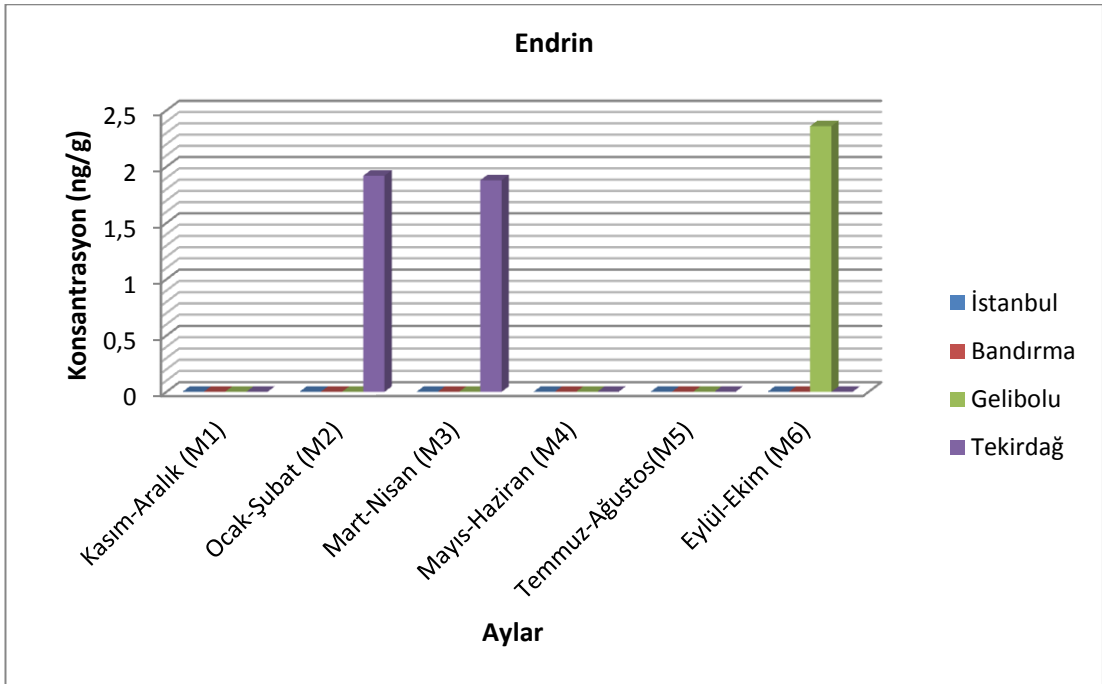
**Şekil 4.21:** Midye örneklerinde total-DDT konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yaş ağırlıkta).



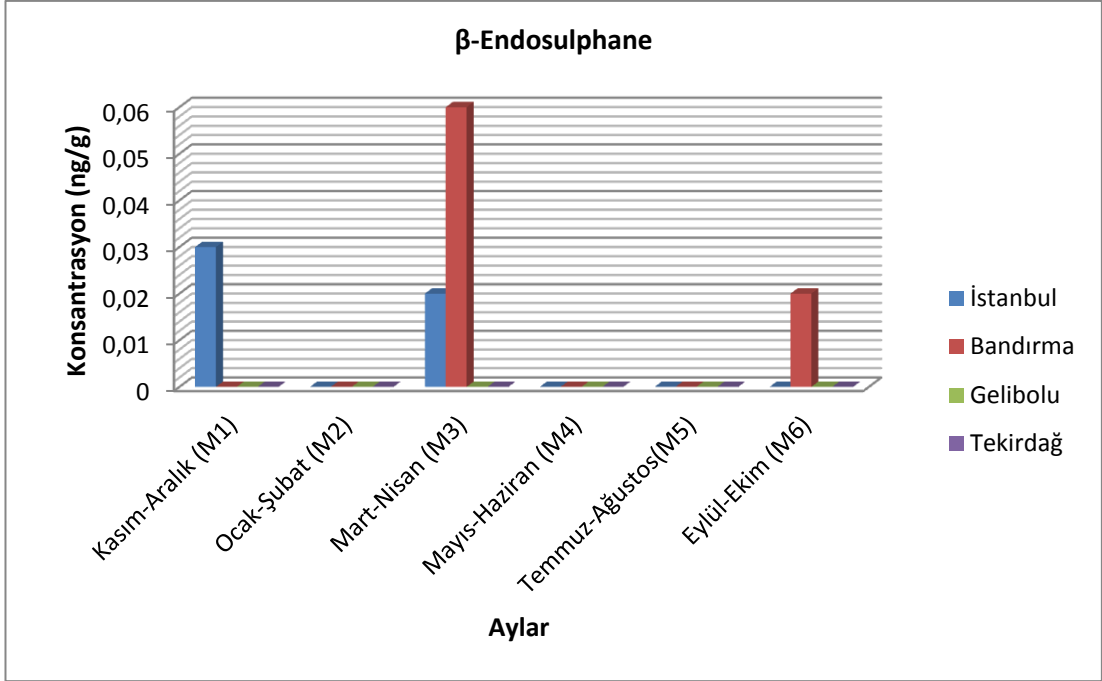
**Şekil 4.22:** Midye örneklerinde total-DDT konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yağda).



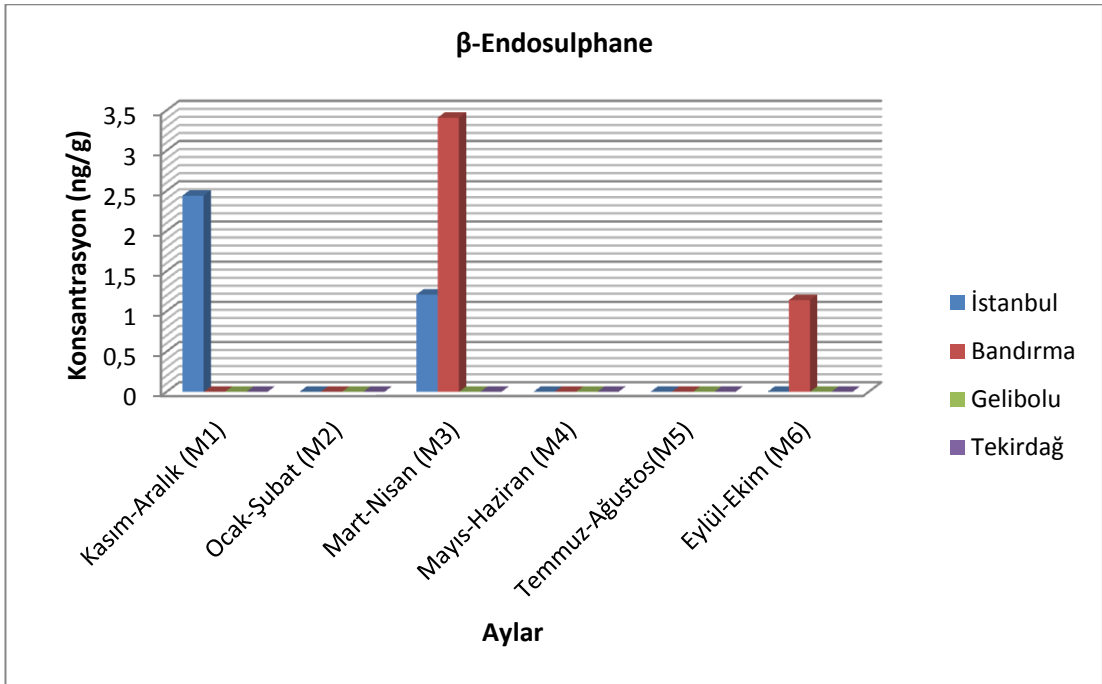
**Şekil 4.23:** Midye örneklerinde endrin konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yağ ağırlıkta).



**Şekil 4.24:** Midye örneklerinde endrin konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yağda).



**Şekil 4.25:** Midye örneklerinde  $\beta$ -Endosulphane konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yaş ağırlıkta).



**Şekil 4.26:** Midye örneklerinde  $\beta$ -Endosulphane konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yağda).

#### 4.2.4. Midye Örneklerinde PCBs Bulguları

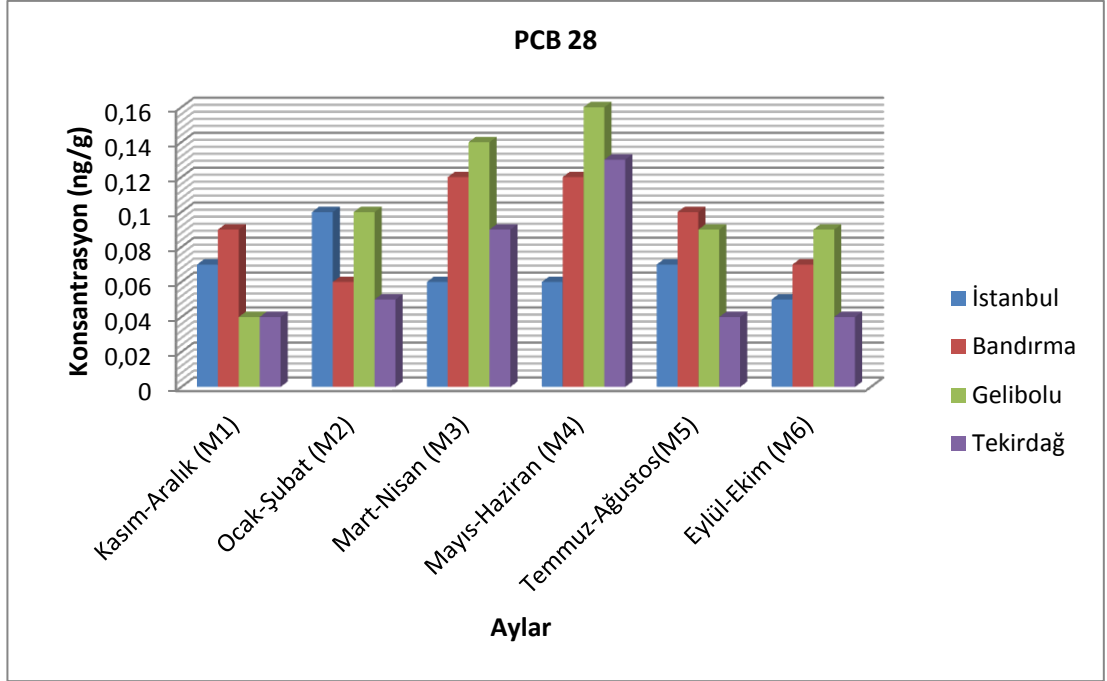
Bölgeler arasında PCB 28 konsantrasyonu açısından etteki en yüksek değer Gelibolu Bölgesi'nden Mayıs+Haziran-2011 (M4) aylarından, en düşük değer ise Gelibolu Bölgesi'nden Kasım+Aralık-2010 (M1) aylarından ve Tekirdağ Bölgesi'nden ise Kasım+Aralık-2010 (M1), Temmuz+Ağustos-2011 (M5), Eylül+Ekim-2011 (M6) aylarından elde edilmiştir (Şekil 4.27). Yağdaki en yüksek PCB 28 konsantrasyonu ise Gelibolu Bölgesi'nden Mayıs+Haziran-2011 (M4) aylardan, en düşük konsantrasyon ise Tekirdağ Bölgesi'nden Temmuz+Ağustos-2011 (M5) aylarından elde edilmiştir (Şekil 4.28).

Etteki en yüksek PCB 52 konsantrasyonu Eylül+Ekim-2011 (M6) aylarında İstanbul Bölgesi'nde tespit edilirken, en düşük konsantrasyon Kasım+Aralık-2010 (M1) aylarında Gelibolu Bölgesi'nde tespit edilmiştir (Şekil 4.29). Yağdaki en yüksek PCB 52 konsantrasyonu İstanbul Bölgesi'nden Kasım+Aralık-2010 (M1) aylarında, en düşük PCB 52 değeri ise Gelibolu Bölgesi'nden Kasım+Aralık-2010 (M1) aylarında bulunmuştur (Şekil 4.30).

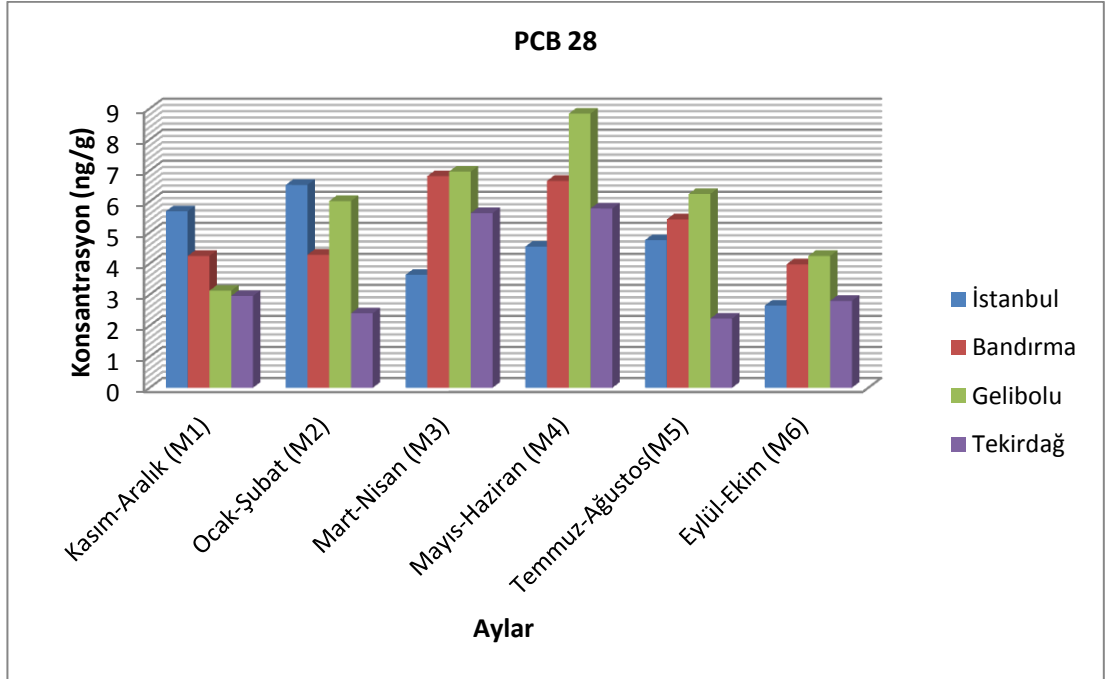
PCB 138 konsantrasyonu açısından bölgeler arasındaki etteki en yüksek değer Eylül+Ekim-2011 (M6) aylarında İstanbul Bölgesi'nden elde edilirken, en düşük değer ise Mayıs+Haziran-2011 (M4) aylarında Gelibolu Bölgesi'nden, Kasım+Aralık-2010 (M1) aylarında ise Tekirdağ Bölgesi'nden elde edilmiştir (Şekil 4.31). Yağdaki en yüksek PCB 138 konsantrasyonu ise Kasım+Aralık-2010 (M1) aylarında İstanbul Bölgesi'nde, en düşük konsantrasyonu ise Mayıs+Haziran-2011 (M4) aylarında Gelibolu Bölgesi'nde bulunmuştur (Şekil 4.32).

PCB 153 konsantrasyonu açısından bölgeler arasındaki etteki en yüksek değer Kasım+Aralık-2010 (M1) aylarında Bandırma Bölgesi'nden elde edilirken, en düşük değer Ocak+Şubat-2011 (M2) aylarında Gelibolu Bölgesi'nden ve Kasım+Aralık-2010 (M1) aylarında Tekirdağ Bölgesi'nden elde edilmiştir (Şekil 4.33). Yağdaki en yüksek PCB 153 konsantrasyonu ise Eylül+Ekim-2011 (M6) aylarında Tekirdağ Bölgesi'nden elde edilirken, en düşük konsantrasyonu ise Ocak+Şubat-2011 (M2) aylarında Gelibolu Bölgesi'nde bulunmuştur. (Şekil 4.34).

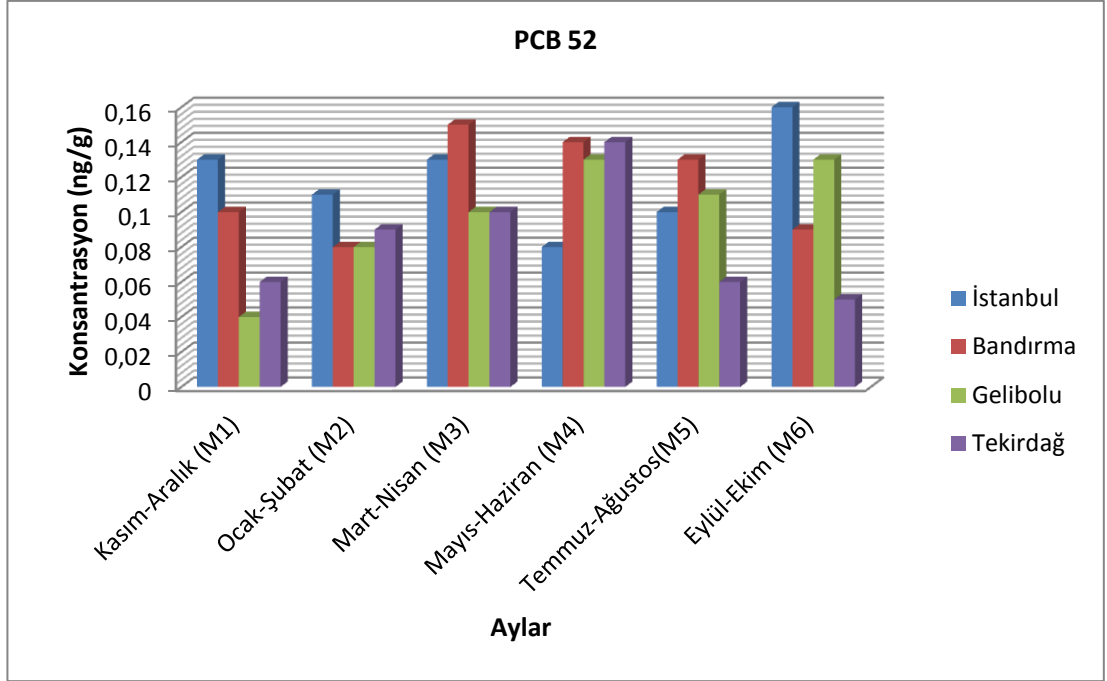
Etteki en yüksek PCB 180 konsantrasyonu Eylül+Ekim-2011 (M6) aylarında İstanbul Bölgesi'nde ve Kasım+Aralık-2010 (M1) aylarında Bandırma Bölgesi'nde tespit edilirken, en düşük konsantrasyon İstanbul ve Bandırma Bölgesi'nden Ocak+Şubat-2011 (M2) aylarında, Tekirdağ Bölgesi'nden Kasım+Aralık-2010 (M1) aylarında tespit edilmiştir (Şekil 4.35). Yağdaki en yüksek PCB 180 konsantrasyonu Tekirdağ Bölgesi'nde Eylül+Ekim-2011 (I6) aylarında, en düşük değeri ise Bandırma Bölgesi'nden Mayıs+Haziran-2011 (M4) aylarında bulunmuştur (Şekil 4.36).



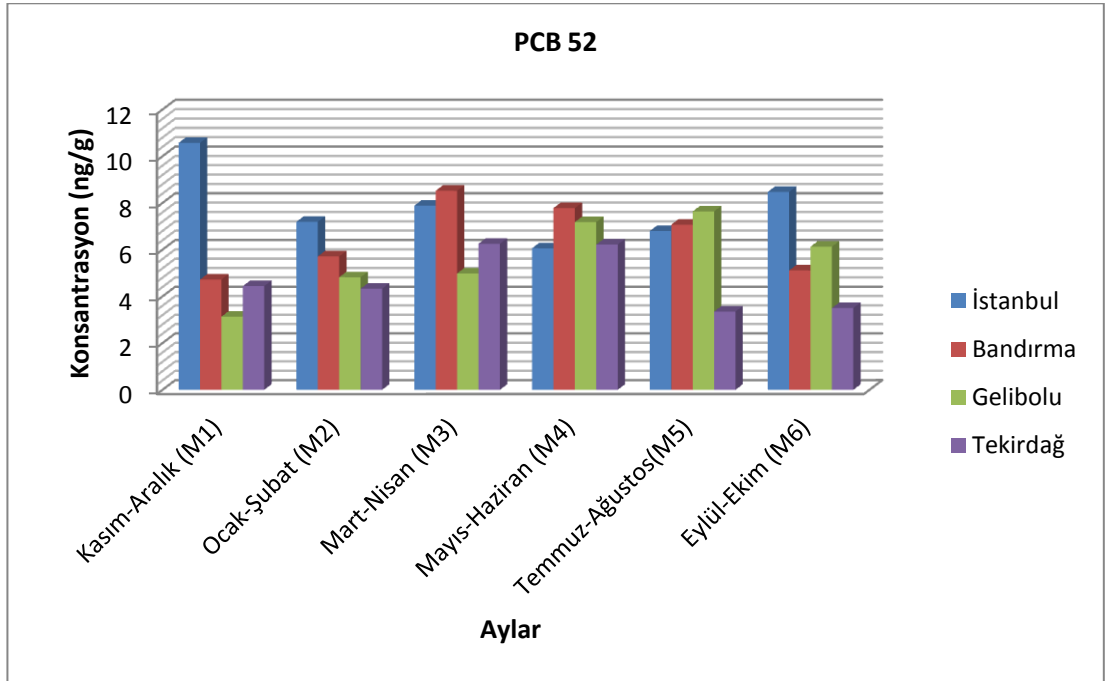
**Şekil 4.27:** Midye örneklerinde PCB 28 konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yaş ağırlıkta).



**Şekil 4.28:** Midye örneklerinde PCB 28 konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yağda).

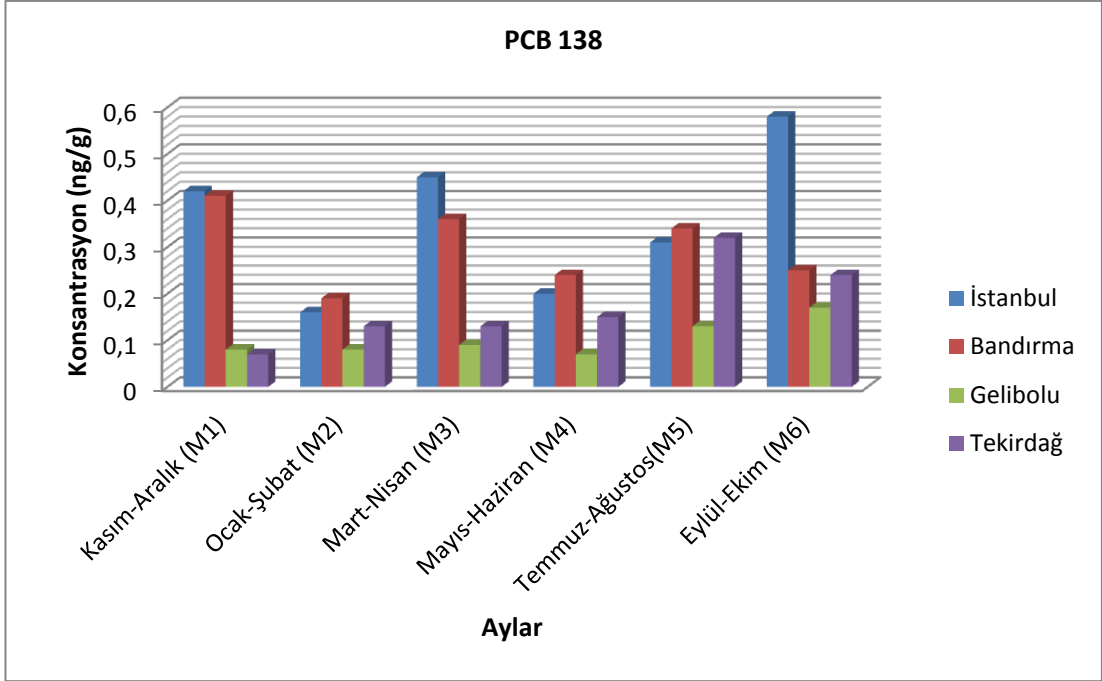


**Şekil 4.29:** Midye örneklerinde PCB 52 konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yaş ağırlıkta).

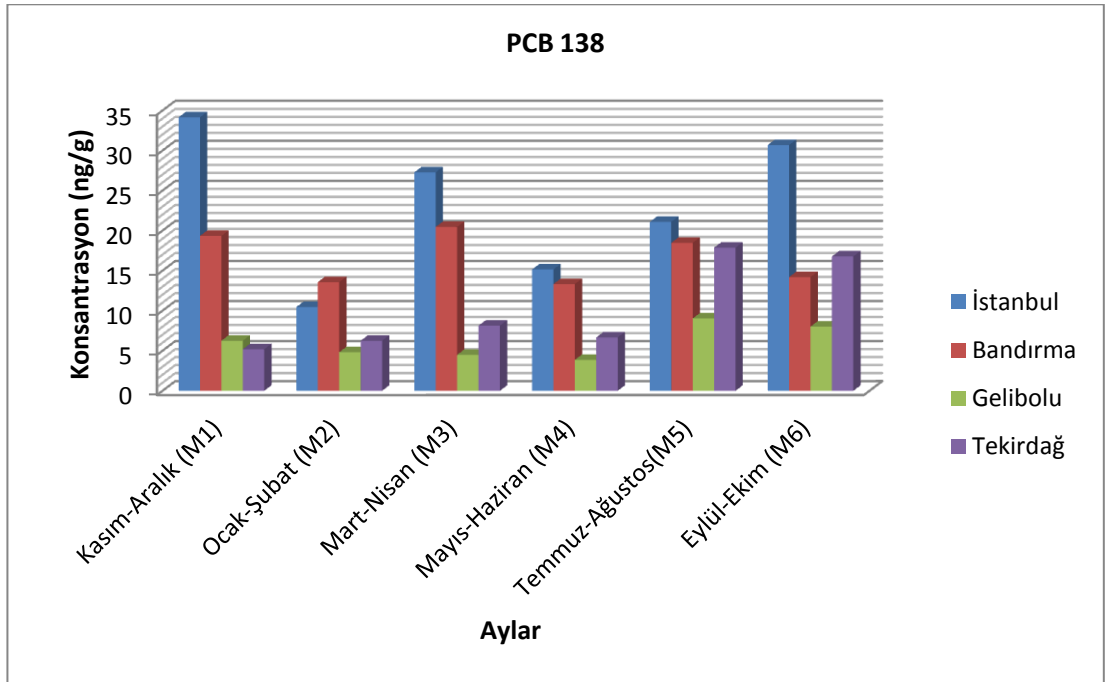


**Şekil 4.30:** Midye örneklerinde PCB 52 konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yağda).

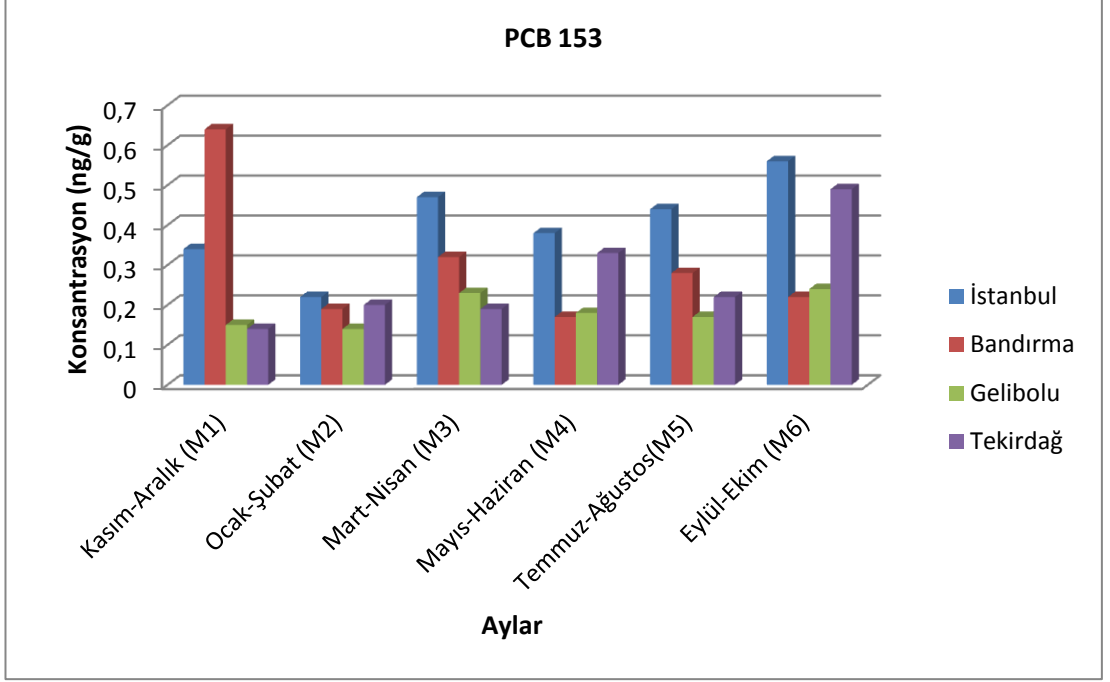




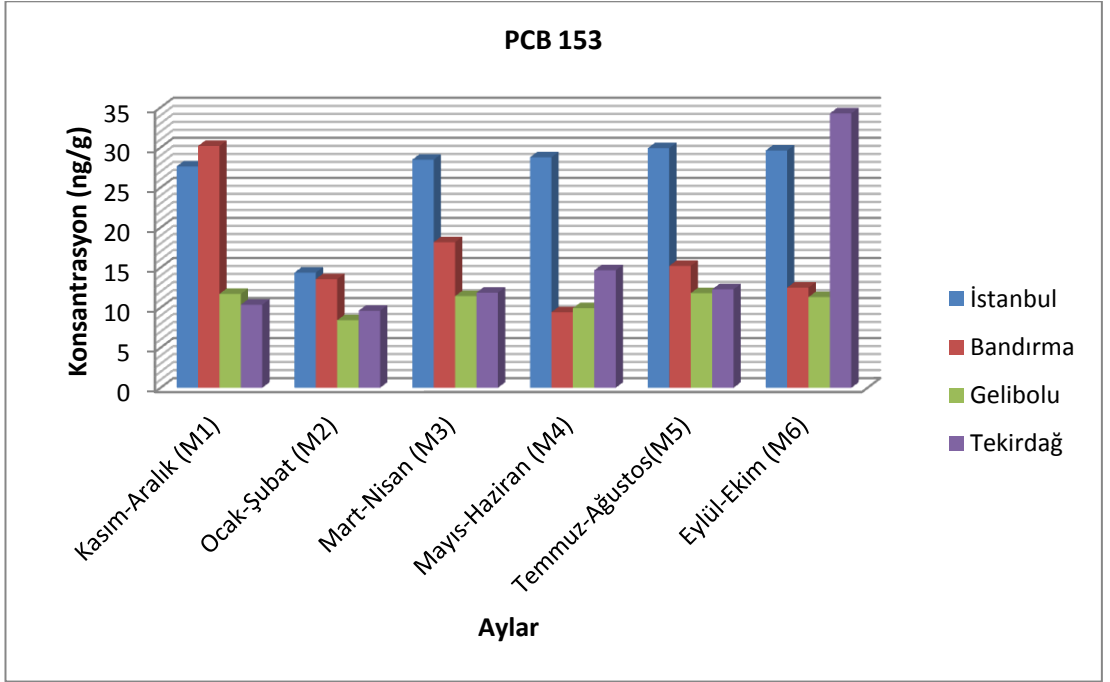
Şekil 4.31: Midye örneklerinde PCB 138 konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yaş ağırlıkta).



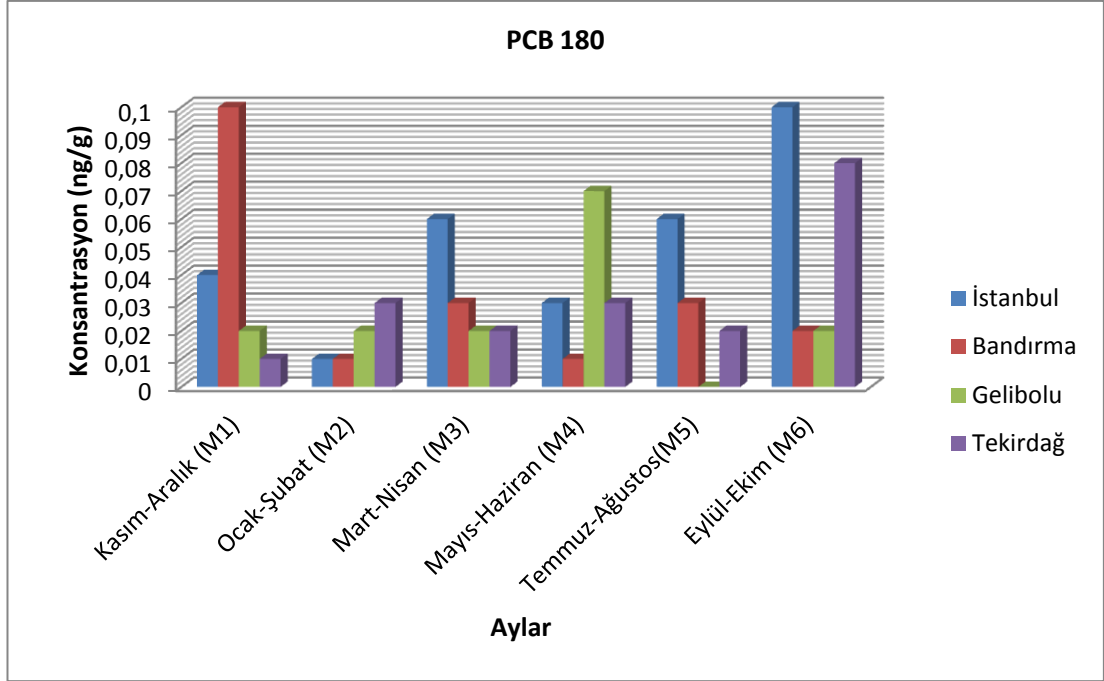
Şekil 4.32: Midye örneklerinde PCB 138 konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yağda).



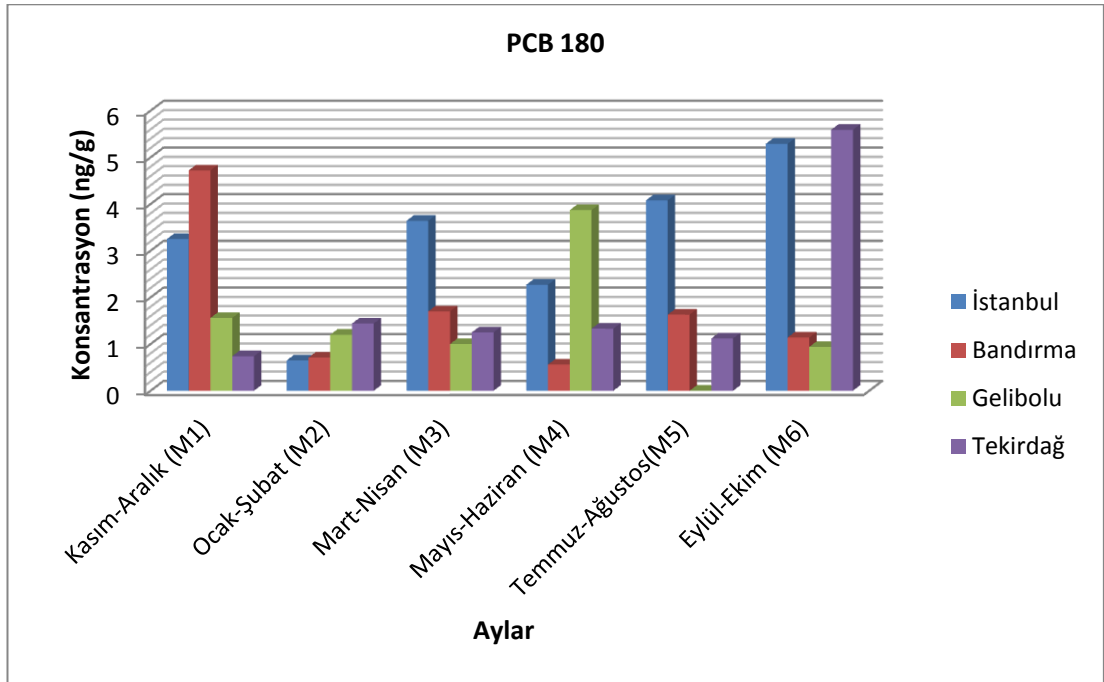
Şekil 4.33: Midye örneklerinde PCB 153 konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yaş ağırlıkta).



Şekil 4.34: Midye örneklerinde PCB 153 konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yağda).



Şekil 4.35: Midye örneklerinde PCB 180 konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yaş ağırlıkta).



Şekil 4.36: Midye örneklerinde PCB 180 konsantrasyonunun bölgelerde aylara göre dağılımı (ng/g yağda).

#### 4.2.5. İstavrit Örneklerinde Yıllık Ortalama OCPs ve PCBs Değerleri

İstavrit örneklerinde ette ve yağda Scheffe testine göre yıllık ortalama total-HCH konsantrasyonları açısından bölgeler arasındaki fark önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Etteki en yüksek konsantrasyon Gelibolu Bölgesi'nden, en düşük konsantrasyon ise İstanbul Bölgesi'nden elde edilmiştir. Yağdaki en yüksek total-HCH konsantrasyonu Tekirdağ Bölgesi'nden, en düşük konsantrasyon ise yine İstanbul Bölgesi'nde tespit edilmiştir (Tablo 4.8).

Yıllık ortalama total-DDT konsantrasyonları açısından değerlendirildiğinde ette ve yağda sırayla Tamhane's T2 ve Scheffe testine göre bölgeler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ( $p>0.05$ ). Etteki ve yağdaki en yüksek total-DDT konsantrasyonu Gelibolu Bölgesi'nde, en düşük değer ise Bandırma Bölgesi'nde bulunmuştur (Tablo 4.8).

Hem et hem de yağda Scheffe testine göre yıllık ortalama endrin konsantrasyonu açısından İstanbul, Bandırma ve Tekirdağ bölgeleri arasındaki fark önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Endrin konsantrasyonu Gelibolu Bölgesi'nde tespit edilmediği için istatistiki değerlendirmeye alınmamıştır. Hem etteki hem yağdaki en yüksek endrin konsantrasyonu İstanbul Bölgesi'nde en düşük değer ise Tekirdağ Bölgesi'nde bulunmuştur (Tablo 4.8).

$\beta$ -endosulphane konsantrasyonu sadece Tekirdağ Bölgesi'nde tespit edildiği için yıllık ortalamalar istatistik analizi açısından değerlendirilmemiştir.

İstavrit örneklerinde et ve yağda Scheffe testine göre yıllık ortalama PCB 28 konsantrasyonları açısından değerlendirildiğinde bölgeler arasındaki fark önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Hem etteki hem de yağdaki en yüksek PCB 28 konsantrasyonu Tekirdağ Bölgesi'nde bulunurken, en düşük değer ise İstanbul Bölgesi'nde bulunmuştur (Tablo 4.9).

İstavrit örneklerinde et ve yağda Scheffe testine göre yıllık ortalama PCB 52 konsantrasyonları açısından değerlendirildiğinde bölgeler arasındaki fark önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Etteki en yüksek PCB 52 konsantrasyonu Tekirdağ

Bölgesi'nden, en düşük değer ise Gelibolu Bölgesi'nde bulunmuştur. Yağdaki en yüksek ve en düşük konsantrasyonlar sırayla İstanbul ve Bandırma Bölgesi'nde tespit edilmiştir (Tablo 4.9).

Ette ve yağda sırayla Scheffe ve Tamhane's T2 testine göre PCB 138 konsantrasyonu açısından değerlendirildiğinde bölgeler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ( $p>0.05$ ). Etteki ve yağdaki en yüksek PCB 138 değeri Gelibolu Bölgesi'nde bulunmuştur. Etteki en düşük konsantrasyon Bandırma Bölgesi'nde, yağdaki en düşük konsantrasyon ise Tekirdağ Bölgesi'nde bulunmuştur (Tablo 4.9).

Ette ve yağda Tamhane's T2 testine göre PCB 153 konsantrasyonları açısından değerlendirildiğinde bölgeler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ( $p>0.05$ ). Etteki en yüksek PCB 153 konsantrasyonu İstanbul Bölgesi'nden, en düşük değer ise Tekirdağ Bölgesi'nden tespit edilmiştir. Yağdaki en yüksek PCB 153 değeri Tekirdağ Bölgesi'nde, en düşük değer ise İstanbul Bölgesi'nde bulunmuştur (Tablo 4.9).

Ette ve yağda Tamhane's T2 testine göre PCB 180 konsantrasyonları açısından değerlendirildiğinde bölgeler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ( $p>0.05$ ). Etteki en yüksek PCB 180 konsantrasyonu İstanbul Bölgesi'nde bulunurken, en düşük konsantrasyon Bandırma Bölgesi'nde bulunmuştur. Yağdaki en yüksek değer Gelibolu Bölgesi'nde tespit edilirken en düşük değer ise Tekirdağ Bölgesi'nde tespit edilmiştir (Tablo 4.9).

Tablolarda parantez içindeki rakamlar kuru ağırlıkta ölçüm yapan cihazın tespit edilebilir limit değerleridir (Limit of Detection-LOD) (Tablo 4.8 ve Tablo 4.9).

**Tablo 4.8:** İstavrit örneklerinde bölgelerin yıllık ortalama OCPs değerleri.

	İstanbul		Bandırma		Gelibolu		Tekirdağ	
	Ette (ng/g)	Yağda (ng/g)	Ette (ng/g)	Yağda (ng/g)	Ette (ng/g)	Yağda (ng/g)	Ette (ng/g)	Yağda (ng/g)
<b>Total-HCH</b>	4,42 <sup>a</sup> ±4,25	47,24 <sup>x</sup> ±33,28	5,58 <sup>a</sup> ±3,71	59,99 <sup>x</sup> ±27,36	6,99 <sup>a</sup> ±7,94	64,54 <sup>x</sup> ±42,86	6,40 <sup>a</sup> ±3,76	69,07 <sup>x</sup> ±40,96
<b>Total-DDT</b>	10,67 <sup>a</sup> ±2,30	137,51 <sup>x</sup> ±82,78	10,03 <sup>a</sup> ±2,38	117,11 <sup>x</sup> ±37,30	12,16 <sup>a</sup> ±5,42	167,90 <sup>x</sup> ±63,40	11,57 <sup>a</sup> ±3,49	135,66 <sup>x</sup> ±61,86
<b>Endrin</b>	0,13 <sup>a</sup> ±0,06	1,52 <sup>x</sup> ±0,71	0,11 <sup>a</sup> ±0,06	1,35 <sup>x</sup> ±0,72	- (0,1)	- (0,1)	0,09 <sup>a</sup> ±0,03	0,8 <sup>x</sup> ±0,01
<b>α-Endosulphane</b>	- (0,4)	- (0,4)	- (0,4)	- (0,4)	- (0,4)	- (0,4)	- (0,4)	- (0,4)
<b>β-Endosulphane</b>	- (0,4)	- (0,4)	- (0,4)	- (0,4)	- (0,4)	- (0,4)	0,29 ±0,11	3,68 ±1,91
<b>Heptachlor</b>	- (0,2)	- (0,2)	- (0,2)	- (0,2)	- (0,2)	- (0,2)	- (0,2)	- (0,2)

-: saptanmamış, a (et), x(yağ): Aynı satırda yer alan küçük harfler gruplar arasındaki farkın istatistiki açıdan önemli ( $p<0.05$ ) olduğunu göstermektedir.

**Tablo 4.9:** İstavrit örneklerinde bölgelerin yıllık ortalama PCBs değerleri.

	İstanbul		Bandırma		Gelibolu		Tekirdağ	
	Ette (ng/g)	Yağda (ng/g)	Ette (ng/g)	Yağda (ng/g)	Ette (ng/g)	Yağda (ng/g)	Ette (ng/g)	Yağda (ng/g)
<b>PCB 28</b>	0,55 <sup>a</sup> ±0,09	7,01 <sup>x</sup> ±4,19	0,71 <sup>a</sup> ±0,25	8,53 <sup>x</sup> ±4,44	0,65 <sup>a</sup> ±0,33	8,37 <sup>x</sup> ±2,82	0,85 <sup>a</sup> ±0,24	9,98 <sup>x</sup> ±4,80
<b>PCB 52</b>	1,09 <sup>a</sup> ±0,32	15,34 <sup>x</sup> ±13,28	0,99 <sup>a</sup> ±0,33	12,10 <sup>x</sup> ±6,24	0,93 <sup>a</sup> ±0,29	13,36 <sup>x</sup> ±4,47	1,23 <sup>a</sup> ±0,27	14,45 <sup>x</sup> ±6,40
<b>PCB 138</b>	2,81 <sup>a</sup> ±1,40	34,07 <sup>x</sup> ±18,72	2,18 <sup>a</sup> ±0,70	26,21 <sup>x</sup> ±12,37	2,95 <sup>a</sup> ±1,25	55,47 <sup>x</sup> ±49,33	2,28 <sup>a</sup> ±0,38	25,68 <sup>x</sup> ±7,16
<b>PCB 153</b>	4,98 <sup>a</sup> ±2,91	60,23 <sup>x</sup> ±37,35	3,6 <sup>a</sup> ±1,28	42,79 <sup>x</sup> ±20,53	4,38 <sup>a</sup> ±1,53	78,48 <sup>x</sup> ±64,87	3,36 <sup>a</sup> ±0,67	115,91 <sup>x</sup> ±197,22
<b>PCB 180</b>	1,86 <sup>a</sup> ±1,29	21,93 <sup>x</sup> ±14,60	1,11 <sup>a</sup> ±0,40	13,27 <sup>x</sup> ±6,58	1,54 <sup>a</sup> ±0,71	28,82 <sup>x</sup> ±26,93	1,15 <sup>a</sup> ±0,18	12,82 <sup>x</sup> ±3,24

a (et), x(yağ): Aynı satırda yer alan küçük harfler gruplar arasındaki farkın istatistiki açıdan önemli ( $p<0.05$ ) olduğunu göstermektedir.

#### 4.2.6. Midye Örneklerinde Yıllık Ortalama OCPs ve PCBs Değerleri

Midye örneklerinin ette ve yağda sırayla Tamhane's T2 ve Scheffe testine göre yıllık ortalama total-HCH konsantrasyonu açısından değerlendirildiğinde bölgeler arasındaki fark önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Etteki ve yağdaki en yüksek total-HCH konsantrasyonu Gelibolu Bölgesi'nde bulunurken, en düşük konsantrasyon ise Tekirdağ Bölgesi'nde bulunmuştur (Tablo 4.10).

Ette ve yağda Scheffe testine göre yıllık ortalama total-DDT konsantrasyonu açısından bölgeler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ( $p>0.05$ ). Hem ette hem de yağdaki en yüksek total-DDT konsantrasyonu Bandırma Bölgesi'nde tespit edilirken, en düşük konsantrasyon ise İstanbul Bölgesi'nde tespit edilmiştir (Tablo 4.10).

Midyelerde tespit edilen Endrin ve  $\beta$ -endosulphane konsantrasyonu değerleri yetersiz olduğundan istatistiki değerlendirmeye alınmamıştır (Tablo 4.10).

Midye örneklerinde et ve yağda Scheffe testine göre yıllık ortalama PCB 28 konsantrasyonu açısından değerlendirildiğinde bölgeler arasındaki fark önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Etteki en yüksek değer Gelibolu Bölgesi'nde bulunurken, en düşük değer ise İstanbul ve Tekirdağ Bölgeleri'nde bulunmuştur. Yağdaki en yüksek konsantrasyon Gelibolu Bölgesi'nden tespit edilirken, en düşük değer Tekirdağ Bölgesi'nden tespit edilmiştir (Tablo 4.11).

Midye örnekleri Scheffe testine göre ette yıllık ortalama PCB 52 konsantrasyonu açısından değerlendirildiğinde bölgeler arasındaki fark önemli bulunmazken ( $p>0.05$ ), yağdaki PCB 52 konsantrasyonu açısından İstanbul ve Tekirdağ Bölgeleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Etteki en yüksek PCB 52 konsantrasyonu İstanbul ve Bandırma Bölgesi'nde, en düşük konsantrasyon ise Tekirdağ Bölgesi'nde bulunmuştur. Yağdaki en yüksek konsantrasyon İstanbul Bölgesi'nde tespit edilirken, en düşük konsantrasyon Tekirdağ Bölgesi'nden tespit edilmiştir (Tablo 4.11).

Midye örneklerinde Tamhane's T2 testine göre ette yıllık ortalama PCB 138 konsantrasyonu açısından değerlendirildiğinde hem et hem de yağ içeriğinde İstanbul ve Gelibolu, Bandırma ve Gelibolu bölgeleri arasındaki fark önemli bulunmuştur

( $p < 0.05$ ). Hem et hem de yağdaki en yüksek PCB 138 konsantrasyonu İstanbul Bölgesi'nde, en düşük konsantrasyon ise Gelibolu Bölgesi'nde tespit edilmiştir (Tablo 4.11).

Midye örneklerinde Scheffe testine göre ette yıllık ortalama PCB 153 konsantrasyonu açısından değerlendirildiğinde bölgeler arasındaki fark önemli bulunmazken ( $p > 0.05$ ), yağda İstanbul ve Gelibolu Bölgeleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Hem et hem de yağdaki en yüksek PCB 153 konsantrasyonu İstanbul Bölgesi'nde, en düşük konsantrasyon ise Gelibolu Bölgesi'nde tespit edilmiştir (Tablo 4.11).

Midye örneklerinde ette ve yağda Scheffe testine göre yıllık ortalama PCB 180 konsantrasyonları açısından değerlendirildiğinde bölgeler arasındaki fark önemli bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ). Etteki en yüksek PCB 180 değeri İstanbul Bölgesi'nde bulunurken, en düşük değer ise Bandırma, Gelibolu ve Tekirdağ Bölgeleri'nde tespit edilmiştir. Yağdaki en yüksek konsantrasyon Tekirdağ Bölgesi'nden, en düşük konsantrasyon ise Gelibolu Bölgesi'nden elde edilmiştir (Tablo 4.11).

Tablolarda parantez içindeki rakamlar kuru ağırlıkta ölçüm yapan cihazın tespit edilebilir limit değerleridir (Detection limit-LOD) (Tablo 4.10 ve Tablo 4.11).



**Tablo 4.10:** Midye örneklerinde bölgelerin yıllık ortalama OCPs değerleri.

	İstanbul		Bandırma		Gelibolu		Tekirdağ	
	Ette (ng/g)	Yağda (ng/g)	Ette (ng/g)	Yağda (ng/g)	Ette (ng/g)	Yağda (ng/g)	Ette (ng/g)	Yağda (ng/g)
<b>Total-HCH</b>	1,18 <sup>a</sup> ±0,41	78,88 <sup>x</sup> ±26,59	1,14 <sup>a</sup> ±0,42	62,89 <sup>x</sup> ±18,47	1,97 <sup>a</sup> ±1,12	86,59 <sup>x</sup> ±29,36	0,94 <sup>a</sup> ±0,31	53,43 <sup>x</sup> ±10,51
<b>Total-DDT</b>	1,23 <sup>a</sup> ±0,38	81,90 <sup>x</sup> ±23,60	1,78 <sup>a</sup> ±0,45	99,75 <sup>x</sup> ±21,02	1,54 <sup>a</sup> ±0,58	88,77 <sup>x</sup> ±29,71	1,77 <sup>a</sup> ±0,57	99,66 <sup>x</sup> ±23,25
<b>Endrin</b>	- (0,1)	- (0,1)	- (0,1)	- (0,1)	0,05 <sup>*</sup>	2,36 <sup>*</sup>	0,04 ±0,01	1,9 ±0,03
<b>α-Endosulphane</b>	- (0,4)	- (0,4)	- (0,4)	- (0,4)	- (0,4)	- (0,4)	- (0,4)	- (0,4)
<b>β-Endosulphane</b>	0,03 ±0,01	2,44 ±1,72	0,04 ±0,03	2,29 ±1,61	- (0,4)	- (0,4)	- (0,4)	- (0,4)
<b>Heptachlor</b>	- (0,2)	- (0,2)	- (0,2)	- (0,2)	- (0,2)	- (0,2)	- (0,2)	- (0,2)

-: saptanmamış \* : tek ayda tespit edildiği için standart sapma verilmeyen değerler, a (et), x(yağ): Aynı satırda yer alan küçük harfler gruplar arasındaki farkın istatistiki açıdan önemli (p<0.05) olduğunu göstermektedir.

**Tablo 4.11:** Midye örneklerinde bölgelerin yıllık ortalama PCBs değerleri.

	İstanbul		Bandırma		Gelibolu		Tekirdağ	
	Ette (ng/g)	Yağda (ng/g)	Ette (ng/g)	Yağda (ng/g)	Ette (ng/g)	Yağda (ng/g)	Ette (ng/g)	Yağda (ng/g)
<b>PCB 28</b>	0,07 <sup>a</sup> ±0,02	4,64 <sup>x</sup> ±1,39	0,09 <sup>a</sup> ±0,03	5,24 <sup>x</sup> ±1,27	0,10 <sup>a</sup> ±0,04	5,91 <sup>x</sup> ±2,02	0,07 <sup>a</sup> ±0,04	3,63 <sup>x</sup> ±1,63
<b>PCB 52</b>	0,12 <sup>a</sup> ±0,03	7,83 <sup>x</sup> ±1,58	0,12 <sup>a</sup> ±0,03	6,49 <sup>xy</sup> ±1,53	0,10 <sup>a</sup> ±0,03	5,65 <sup>xy</sup> ±1,67	0,08 <sup>a</sup> ±0,03	4,68 <sup>y</sup> ±1,28
<b>PCB 138</b>	0,35 <sup>ab</sup> ±0,16	23,14 <sup>x</sup> ±9,21	0,30 <sup>a</sup> ±0,08	16,56 <sup>x</sup> ±0,17	0,10 <sup>b</sup> ±0,04	6,08 <sup>y</sup> ±2,07	0,17 <sup>ab</sup> ±0,09	10,15 <sup>xy</sup> ±5,65
<b>PCB 153</b>	0,40 <sup>a</sup> ±0,12	26,48 <sup>x</sup> ±5,98	0,30 <sup>a</sup> ±0,17	16,52 <sup>xy</sup> ±7,30	0,19 <sup>a</sup> ±0,04	10,78 <sup>y</sup> ±1,33	0,26 <sup>a</sup> ±0,13	15,52 <sup>xy</sup> ±9,35
<b>PCB 180</b>	0,05 <sup>a</sup> ±0,03	3,20 <sup>x</sup> ±1,59	0,03 <sup>a</sup> ±0,03	1,74 <sup>x</sup> ±1,53	0,03 <sup>a</sup> ±0,02	1,71 <sup>x</sup> ±1,23	0,03 <sup>a</sup> ±0,02	3,28 <sup>x</sup> ±3,59

a,b (et), x,y (yağ): Aynı satırda yer alan küçük harfler gruplar arasındaki farkın istatistiki açıdan önemli (p<0.05) olduğunu göstermektedir.

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Tez çalışmasında Ekim 2010 - Ekim 2011 tarihleri arasında 12 ay boyunca İstanbul Boğazı, Gelibolu, Bandırma ve Tekirdağ olmak üzere dört farklı bölgeden temin edilmiş ve iki aylık periyotlarla midye ve istavrit balıklarında total-HCH, total-DDT, Endrin,  $\alpha$ -Endosulphane,  $\beta$ -Endosulphane, Heptachlor, PCB 28, PCB 52, PCB 138, PCB 153 ve PCB 180 pestisitleri belirlenerek bunların tüketim ve gıda güvenliği açısından risk değerlendirilmesi yapılmış, elde edilen sonuçlar OCPs ve PCBs konsantrasyonları açısından literatür sonuçlarıyla karşılaştırılarak tartışılmıştır.

### 5.1. NEM VE YAĞ ANALİZ SONUÇLARI

İstavrit ve midye örneklerinin yıllık ortalama nem değerleri ve yağ değerleri açısından bölgeler arasında önemli bir fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).

İstavrit örneklerinde en yüksek nem miktarı İstanbul Bölgesi'nde Mayıs+Haziran-2011 (I4) aylarında % 76,79 olarak, en düşük nem miktarı ise Gelibolu Bölgesi'nde Kasım+Aralık-2010 (I1) aylarında % 63,19 olarak bulunmuştur. Özden (2010), İstanbul Bölgesi'nden temin edilen istavrit balıklarında en yüksek nem miktarını Temmuz ayında % 73,87 olarak, en düşük nem miktarını Eylül ayında % 66,13 olarak tespit etmiştir. Bu tez çalışmasında İstanbul Bölgesi'nden temin edilen istavrit örneklerinin en yüksek ve en düşük nem değerleri (%) benzer olarak sırayla 76,79 (Mayıs+Haziran-I4) ve 66,81 (Eylül+Ekim-I6) olarak bulunmuştur. Boran ve Karaçam (2011) Ekim ve Mart ayları arasında altı ay süresince istavrit balıklarında en düşük nem miktarını Aralık ayında % 65,56 olarak, en yüksek değerleri Ocak ve Ekim aylarında sırayla % 75,25 ve % 75,01 olarak tespit etmişlerdir. Orban ve diğ. (2011) istavrit balıklarında nem değerini en düşük % 76,17 olarak Eylül ayında, en yüksek % 78,70 olarak Mart ayında tespit etmişlerdir. İstavrit örneklerinde nem miktarının arttığı aylarda yağ miktarında düşüş gözlenmektedir. Pelajik balıklarda, kas dokuda yağı depoladıklarından genellikle nem miktarı yağ miktarıyla ters orantılıdır. Bu ters orantı kendi sabit yoğunluklarını korumanın da bir sonucu olarak ortaya çıkabilir (Tzikas ve diğ., 2007). İstavrit örneklerinde en yüksek ve en düşük yağ miktarı sırayla Kasım+Aralık-2010 (I1)

aylarında % 16,53; Temmuz+Ağustos-2011 (I5) aylarında % 3,38 olarak olarak Gelibolu Bölgesi'nde tespit edilmiştir. Bütün bölgelerde yağ miktarı yaz aylarında düşüş göstermektedir. İstavrit balığında üreme genellikle yaz aylarında gerçekleşmektedir. Bu dönem boyunca enerji kaynağı olarak kas dokularındaki yağın tüketilmesi ve üreme döneminde çok miktarda beslenmeye ihtiyaç duymamaları yağ miktarında düşüşe sebep olmaktadır (FAO, 2004). Bu tez çalışmasındaki Kasım-Aralık aylarında dört bölgenin istavrit örneklerinde yağ artışı söz konusu olmuştur. Tzikas ve diğ., (2007)'de buna benzer bir sonucu istavrit balığının üreme döneminden sonra uygun gıda bulup beslenmesiyle açıklamışlardır. Balıklardaki yağ miktarı değişimini avlandığı yerler ve mevsimsel faktörler dışında, esas olarak balığın tükettiği gıda kalitesi ve hareket miktarı etkilemektedir (FAO, 2004). Balıklar genellikle % 10'un üzerindeki yağlı, % 5-10 arasındakiler orta yağlı, % 5'ten az yağa sahip olanlar yağsız balıklar olarak sınıflandırılmaktadır (Silva ve Chamul, 2000). Bu sınıflandırmaya göre İstanbul Bölgesi'nden temin edilen balıklar Mayıs-Haziran aylarında, Gelibolu Bölgesi'nden temin edilen balıklar Temmuz-Ağustos, Eylül-Ekim aylarında yağsız olarak, diğer aylarda bütün bölgelerdeki balıklar orta yağlı ve yağlı olarak tanımlanabilir. Yapılan bir çalışmada İstanbul Bölgesi'nden temin edilen istavrit balıklarında en yüksek yağ miktarı Kasım ayında % 12,26 olarak, en düşük yağ miktarı ise Haziran ayında % 2,67 olarak bulunmuştur (Özden, 2010). Boran ve Karaçam (2011) Ekim ve Mart ayları arasında altı ay süresince istavrit balığındaki en yüksek yağ miktarını benzer olarak Aralık ayında % 13.26 olarak bulmuşlardır. Barlas ve diğ. (2000) Marmara Denizi'nden temin edilen istavrit balığının (*Trachurus trachurus*) yüzde yağ miktarını % 9 olarak tespit etmişlerdir. İstavrit balıklarında aynı aylarda bölgelerin kendi aralarında ayrı ayrı nem değerleri ve yağ değerleri açısından farklılık önemli ( $p < 0.05$ ) bulunmuştur. Yapılan çalışmalarda aynı zamanda temin edilen aynı tür balıklarda yağ ve nem değerleri arasındaki farklılıklar mevsim, su sıcaklığı, besin bulunabilirliği, coğrafik durum, balığın yakalandığı derinlik gibi dış faktörlerle, yaş ve üreme dönemi gibi iç faktörlerdeki değişimlere bağlıdır (Orban ve diğ., 2011; Silva ve Chamul, 2000).

Midye örneklerinde en yüksek ve en düşük nem miktarı sırayla Bandırma Bölgesi'nde Ocak+Şubat-2011 (I2) aylarında % 90,41 ve Gelibolu Bölgesi'nde Mart+Nisan-2011 (I3) aylarında % 69,55 olarak bulunmuştur. Bu örneklerin en yüksek ve en düşük yağ

miktarı ise sırayla Tekirdağ Bölgesi'nde Mayıs+Haziran-2011 (I4) aylarında % 2,25 ve Gelibolu Bölgesi'nde Kasım+Aralık-2010 (II) aylarında % 1,28 olarak bulunmuştur. Ulusoy (2008) İstanbul Boğazı'ndan avlanan kara midyelerin Aralık ve Ocak ayında nem değerlerini sırayla % 86,16 ve % 86,77; yağ değerlerini ise sırayla % 1,22 ve % 0,41 olarak bulmuştur. Çelik ve diğ. (2012) Karadeniz'den Mayıs 2005-Mayıs 2006 ayları arasında temin edilen kara midyelerin yaş ağırlıkta nem değerini en yüksek ve en düşük sırayla % 86 (Nisan) ve % 78 (Haziran), kuru ağırlıkta yağ miktarını ise en yüksek ve en düşük sırayla % 18.03 (Mayıs) ve % 6.03 (Aralık) olarak tespit etmişlerdir. Okumuş ve Stirling (1998) İskoçya'da yetiştiricilik midyelerinin (*Mytilus edulis*) mevsimsel aralıklarda nem değerini sırayla en yüksek ve en düşük % 85,4 ve % 72; yağ değerini ise organik ağırlıkta sırayla en yüksek ve en düşük % 12,7 ve % 5,3 olarak tespit etmişlerdir. Karayücel ve diğ. (2003) Temmuz-1997 ve Haziran-1998 ayları arasında Karadeniz'den avlanan kara midyelerde ortalama nem oranını ve yağ oranını sırayla % 82,99 ve % 8,75 olarak tespit etmişlerdir. Midyelerde genellikle nem değerinde yaz aylarında düşüş ve bahar aylarında artışın olması beklenen bir durumdur. Yağ içeriklerinde ise genellikle yumurtlama döneminden sonra bir düşüş ve üreme hücrelerinin olgunlaşmasına bağlı olarak da tekrar bir artışın olması normal kabul edilmektedir (Çelik ve diğ., 2012). Bazı çalışmalarda bivalvelerde mevsime bağlı biyokimyasal kompozisyonundaki farklılıklar su sıcaklığı gibi çevresel ve iklim şartları, lokasyonu, denizdeki mevcut gıda kaynağı ve kalitesi, üreme dönemi, vücutlarında enerji rezervlerinin kullanımı ve depolanması gibi faktörlere bağlı olarak oldukça değişim gösterdiğini belirterek açıklanmıştır (Çelik ve diğ., 2012; Lachowicz, 2005; Okumuş ve Stirling, 1998; Orban ve diğ., 2002).

## 5.2. OCPS VE PCBS SONUÇLARI

Tez çalışmasında, av sezonu ve dışında her zaman bulunabilen, insanların devamlı olarak tükettiği ekonomik bir tür olan hem de organik kirleticiler açısından bir risk oluşturan yağlı bir balık türü olan istavrit ile, özellikle Marmara Bölgesi'ndeki halkın severek tükettiği ve denizlerde bioindikatör olarak tanımlanan dipte tutunarak yaşayan kara midye türü seçilmiştir. Bu çalışmada Marmara Denizi'ne kıyısı olan İstanbul, Bandırma, Gelibolu ve Tekirdağ Bölgeleri'nin tercih edilmesinin nedeni Marmara Bölgesi'nin sanayi ve endüstrinin yoğun olduğu ve aynı zamanda entansif tarımın en çok yapıldığı bölgelerden birisi olmasıdır (Yeşil ve Ögür, 2011). İnsanların direk

tükettiği balık ve kabuklular, kalıcı organik bileşikler için indikatör organizmalardır (Bella ve diğ., 2006; Carro ve diğ., 2004). Bu çalışmayla bu türlerdeki mevcut pestisit miktarlarının ortaya konularak, bu canlıların insanlar tarafından tüketilmesinin risk taşıyıp taşımadığı belirlenmeye çalışılmıştır.

Bu tezde, yaş ağırlık üzerinden değerlendirilen sonuçlar tartışılmıştır. Yaş ağırlık üzerinden değerlendirilen kontaminant konsantrasyonlarının, kontamine olmuş balıkları tüketen insanların bu maddelere ne kadar maruz kaldıklarını ortaya çıkarmak için daha doğru sonuçlar vereceği EPA (1995) tarafından belirtilmektedir (Çakıroğulları, 2006; Miesner, 2000).

### 5.2.1. İstavrit Örneklerinde OCPs Sonuçları

Bu çalışmada dört bölgeden temin edilen istavrit örneklerinin hiçbirinde  $\alpha$ -endosulfan ve heptachlor konsantrasyonları tespit edilebilir seviyede bulunmamıştır.  $\beta$ -endosulfan konsantrasyonu sadece Tekirdağ Bölgesi istavrit örneklerinde Mart-Nisan 2011 ve Temmuz-Ağustos-2011 aylarında sırayla 0,21 ve 0,36 ng/g yaş ağırlıkta tespit edilmiştir. Yaş ağırlık üzerinden tespit edilen en yüksek OCPs değeri (19,81 ng/g) istavrit örneklerinin en yüksek yağ değerine sahip olduğu dönemde tespit edilmiştir. Bu durum yağ dokuda OCPs'lerin daha çok birikim göstermesiyle, lipofilik özellikleriyle açıklanabilir (EPA, 2000; Kolankaya, 2006). İstavrit örneklerinin et ve yağ içeriği yıllık ortalama total HCH ve total DDT konsantrasyonları açısından değerlendirildiğinde bölgeler arasında önemli fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Hem et hem de yağ içeriği yıllık ortalama endrin konsantrasyonu açısından değerlendirildiğinde İstanbul, Bandırma ve Tekirdağ bölgeleri arasında önemli fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Endrin konsantrasyonu Gelibolu Bölgesi'nde tespit edilmediği için istatistiki değerlendirmeye alınmamıştır.

Bu çalışmada heptachlor konsantrasyonunun tespit edilememesi, heptachlorun birçok organizma tarafından hızlı bir şekilde heptachlor epoksite ve diğer metabolitlere dönüştürülüp, bunun sonucu olarak da heptachlor konsantrasyonu tespit edilemeyecek miktarlara indirgenip veya düşük değerlerde bulunabilmesinden kaynaklanmaktadır (El Nabawi ve diğ., 1987). İstavrit örneklerinde bütün bölgelerde bazı aylar hariç çoğunlukla yaş ağırlıktaki total-DDT değerleri total-HCH değerlerinden yüksek bulunmuştur. Bu tezde de balık örneklerindeki total- DDT konsantrasyonları çoğunlukla total-HCH konsantrasyonlarından daha yüksek değerlerde bulunmuştur. HCH

konsantrasyonlarının DDT konsantrasyonlarından daha düşük değerlerde olmasının nedeni DDT komponentlerinin daha az biyolojik bozunabilirlik (ayrışabilen) göstermesi ve daha yüksek lipofilik karakterde olmasından kaynaklanmaktadır (Guo ve diğ., 2007; Hongsheng, 2011). Bununla birlikte bütün bölgelerde total-HCH konsantrasyonları, çoğu aylarda total-DDT konsantrasyonlarına göre daha düşük miktarlarda bulunmuştur. Bunun sebebi, tarımda HCH kullanımı DDT'nin kullanımına göre çok olmasına rağmen, su canlılarında ve deniz ortamında daha az biyolojik birikim göstermesi, iki bileşiğin fizikokimyasal ve biyokimyasal özellikleri arasındaki farklar, HCH'nin DDT'ye göre daha az lipofilik olması, yüksek biyo-bozunabilirlik göstermesi, yüksek hidroliz oranlarına sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca HCH, DDT'ye göre daha yüksek buhar basıncına sahip olduğu için, sedimentte daha az kalıntı bırakmaktadır (Guo ve diğ., 2007; Özkoç ve diğ., 2007; Said ve diğ., 2008).

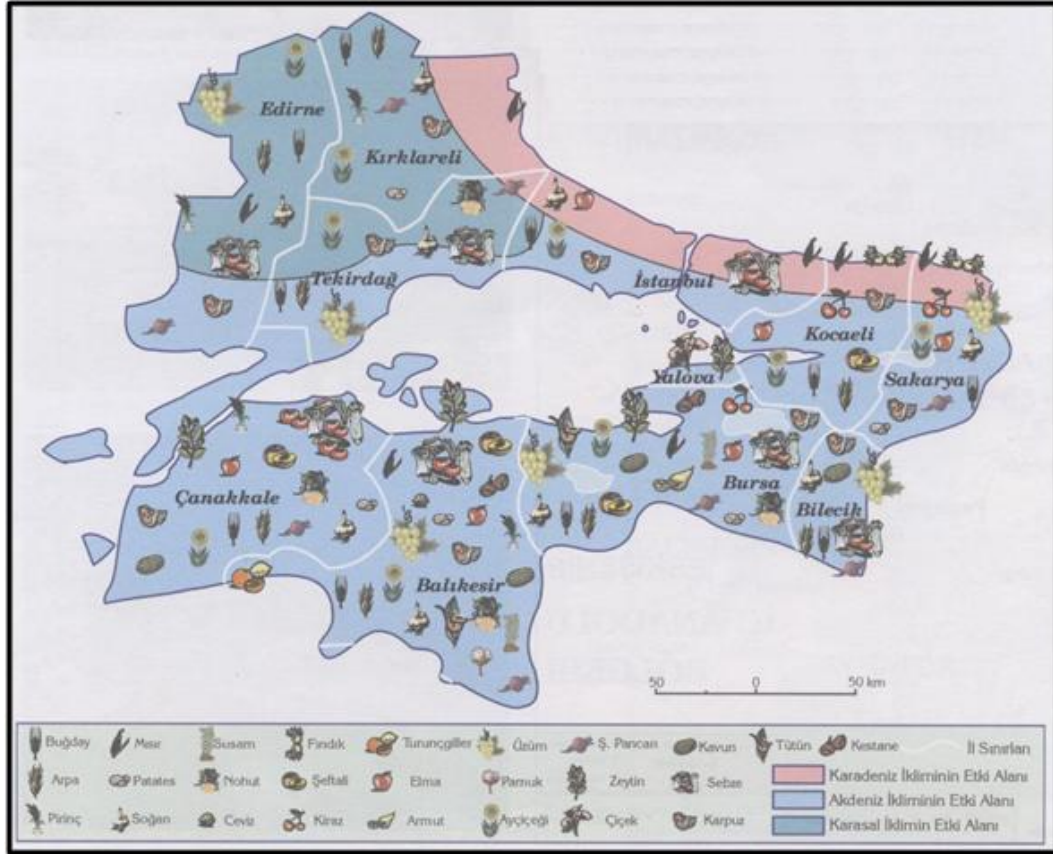
DDT ve onun metabolitleri birbiriyle çok yakından ilişkili olmasına rağmen, EPA (1994) insan sağlığı ile ilgili tüketim önerileri ve analitik data havuzu için total-DDT konsantrasyonlarının kullanılmasını önermektedir (Miesner, 2000). İstavrit örneklerinde tüm bölgelerde total-DDT için balık ve su ürünleri için yağda verilen 2000 ng/g olan sınır değeri (FAO, 1983) aşılmamıştır. Balık örneklerimiz FDA (2011)'nin balıkta harekete geçilmesi gereken gereken DDT, TDE ve DDE'nin tek veya kombinasyonlarının etki değeri (action level) olarak verdiği 5000 ng/g sınır değerinin altında kalmıştır. National Academy of Sciences & National Academy of Engineering-Ulusal Bilimler Akademisi ve Ulusal Mühendislik Akademisi (1972)'nin için total-DDT önerilen 1000 ng/g akuatik biyotayı koruma sınır değeri aşılmamıştır. CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment) (2001)'in akuatik biota tüketicilerini korumak amacıyla total-DDT için önerilen sınır değeri 14 ng/g sadece Gelibolu (I1, I2, I3 aylarında) ve Tekirdağ Bölgeleri (I3 aylarında)'ndeki istavrit örnekleri aşmıştır. Tüm bölgelerde toplam total-HCH değerleri istavrit örnekleri balık ve su ürünleri için yağda verilen 500 ng/g olan sınır değerininin (FAO, 1983) altında kalmıştır. Tüm bölgelerde istavrit örneklerinde endrin konsantrasyonları balık ve su ürünleri için verilen 10 ng/g olan sınır değerininin altında tespit edilmiştir (FAO, 1983). İstavrit örneklerinde tespit edilen  $\alpha$ - endosulphane konsantrasyonu ette verilen 50 ng/g günlük alınabilir sınır değeri aşmamıştır (Hussein, 2012).

İstavrit örneklerinde çıkan DDT değerleri, US EPA (2000) tarafından DDT için belirlenen bir insanın eğer sınırsız öğün (>16 öğün) balık yerse (bir öğün 227 g kabul edilerek) kanser yapma riski (1: 100.000) üst sınır değeri olarak verilen 86 ng/g (yaş ağırlıkta-balık dokusu) konsantrasyonunu aşmamıştır.

EPA (2000) tarafından endosulfan için belirlenen bir insanın ayda eğer sınırsız öğün (>16 öğün) balık yerse (bir öğün 227 g kabul edilerek) kanser dışı sağlık etkileri yapma üst sınır değeri olarak verilen 1800 ng/g (yaş ağırlıkta-balık dokusu) konsantrasyonları hiçbir istavrit örneğimizde aşılmamıştır.

EPA (2000) tarafından endrin için belirlenen bir insanın ayda eğer sınırsız öğün (>16 öğün) balık yerse (bir öğün 227 g kabul edilerek) kanser dışı sağlık etkileri yapma üst sınır değeri olarak verilen 88 ng/g (yaş ağırlıkta-balık dokusu) konsantrasyonları hiçbir istavrit örneğimizde aşılmamıştır.

Tekirdağ ve Gelibolu Bölgesi'ndeki istavrit örneklerinde bahar aylarında (Mart+Nisan) total-HCH ve total-DDT konsantrasyonlarında bir artış görülürken, yıllık ortalama total-HCH ve total-DDT değerleri İstanbul ve Bandırma Bölgelerinde istavrit örneklerinde tespit edilen değerlerden daha yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni Tekirdağ ve Gelibolu bölgelerinin Türkiye'nin en önemli tarım alanlarına sahip olması dolayısıyla DDT'nin yasal olduğu zamanlarda kullanımından kalan bir kirliliği ve aynı zamanda hala bir illegal kullanımın da olduğunu göstermektedir. Bu bölgelerdeki bahar aylarındaki artış, bu mevsimde yoğunlaşan tarımsal faaliyetlere bağlanabilir. Organoklorlu bileşiklerin hala tespit ediliyor olması Kuzey ve Güney kıyılarında yapılan yoğun tarımcılık faaliyetleriyle ilişkili olarak açıklanmaktadır. Marmara Bölgesi'nde tarım haritası Şekil 5.1'de verilmiştir (Anon. 2014).



Şekil 5.1: Marmara Bölgesi Tarım Haritası.

Total-DDT konsantrasyonunun istavrit örneklerinde baskın çıkmasının nedeni bu bileşiğin son 30 yıldır Türkiye’de kullanımının yasak olmasına rağmen, tarımda bu pestisitinin illegal kullanımı sebebiyle DDT’nin nehirler vasıtasıyla denizlere ulaşmasına veya önceki kullanım yüzünden yüksek kimyasal ve termal kararlılığa sahip bir yapıya sahip olmasından kaynaklanabilmektedir. Bu maddenin varlığı diğer bölgelerden atmosferik faaliyetlere ve deniz akıntıları, suda yaşayan organizmaların farklı göç alışkanlıkları ve farklı beslenme alışkanlıklarına da bağlı bir mevcudiyet gösterebilir (Aksu ve diğ., 2011; Di Bella ve diğ., 2006; Tuncer ve diğ., 1998).

Coelhan ve diğ. (2006) Marmara Denizi’nden temin ettikleri 12 balık türünde aradıkları organoklorlu pestisit çalışmasında, çalışmamızla ilişkili şekilde istavrit balığındaki heptachlor bileşeni tespit edilmezken, yağda 33,82 ng/g total-HCH ve 455,09 ng/g total-DDT bulmuşlardır. Bulunan değerlerin Karadeniz’deki sonuçlardan düşük, Akdeniz’deki sonuçlara göre de yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Bütün balık türlerinde total-DDT konsantrasyonunu baskın bulmalarını bu maddenin illegal kullanımına,



Karadeniz'den Marmara Denizi'ne girdilerden kaynaklanabileceğini vurgularken, çıkan değerlerin Alman Yönetmeliğine göre sınır değerlerin altında olduğunu belirtmişlerdir.

Barlas ve diğ. (2000) İstanbul Balık Hali'nden temin edilen yağ oranını % 9 olarak belirledikleri sahip istavrit (*Trachurus trachurus*) örneklerinde yağ ağırlıkta total-DDT, total-HCH konsantrasyonlarını 133,4 ve 11,8 ng/g olarak bulurken, heptachlor konsantrasyonu tespit etmemişlerdir.

Tanabe ve diğ. (1997a) Karadeniz Yakakent ve Sinop'tan temin ettikleri % 13 yağ içeriğine sahip istavrit (*Trachurus mediterraneus*) örneklerinde total-DDT ve total-HCH değerlerini yağ ağırlıkta 490 ve 40 ng/g olarak bulmuş, bu değerler tez çalışmamızdan yüksek konsantrasyonda belirlenmiştir. Karadeniz'deki örneklerde özellikle DDT ve organoklorlu pestisitlerin Marmara Denizi'nden temin ettiğimiz istavrit örneklerinden yüksek değerlerde çıkmasının sebebini bu maddenin illegal kullanımının devam etmesi ile birlikte Karadeniz'deki havzalarda son yıllardaki yoğun kullanımından kaynaklanacağını belirtmişlerdir.

Kalyoncu ve diğ. (2009) Konya pazarından temin ettikleri istavrit balıklarında total-HCH, total-DDT, endrin,  $\alpha$ -endosulphane,  $\beta$ -endosulphane ve heptachlor konsantrasyonlarını yağ ağırlıkta sırayla 32,6 ng/g; 60,6 ng/g; 32,6 ng/g, 15,3 ng/g; 13 ng/g ve 10,3 ng/g olarak bu çalışmadaki bulgulardan daha yüksek değerlerde tespit etmişlerdir. Ortaya konulan değerlerin EC limitleri altında kaldığı belirtilmiştir.

Çakıroğulları ve Secer (2011) Karadeniz'den avlanan hamsi balığındaki Kasım (2005)-Mart (2006) ayları arasında aylara göre sırayla  $\alpha$ -endosulphane değerlerini de 6,05; 7,41; 30,4 ve  $\beta$ - endosulphane değerlerini sırayla yağ ağırlıkta 7,01; 4,90 ve 32,5 ng/g olarak bu çalışmadaki sonuçlardan yüksek, total-DDT konsantrasyonlarını Kasım Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarında sırayla yağ ağırlıkta 19,0; 17,6; 8,95; 2,93 ve 16,5 ng/g bularak bu çalışmadaki sonuçlara benzer olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmadan farklı olarak örneklerde total-HCH ve endrin konsantrasyonu tespit edilmemiştir. Tespit edilen değerlerin FAO/WHO sınır değerlerini aşmadığını belirtmişlerdir.

Bir başka çalışmada Fas'ın Akdeniz kıyı şeridindeki dört farklı bölgeden avlanan istavrit balıklarında bahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde 8,61 ng/g total-DDT, 0,15 ng/g heptachlor ve 0,38 ng/g endrin konsantrasyonu tespit ederek, bu değerleri kabul edilebilir sınır değerlerin altında bulmuşlardır. El Hraiki, (1993) çalışmamızla paralellik arz eden pestisit konsantrasyonları arasında bölgesel ve mevsimsel açıdan fark çıkmamasını ise örnekleme yerlerinin birbirine çok yakın olmasıyla açıklamışlardır.

Uluocak ve Egemen (2005) İzmir ve Aliğa Körfezi'nin farklı bölgelerinden mevsimsel olarak avlanan dört tür balıkta (kefal, barbun, çipura, dil balığı) organoklorlu pestisitlerden DDE'nin varlığına tüm numunelerde rastlamışlardır ve bizim çalışma sonuçlarıyla benzer olarak pestisit miktarlarındaki farklılıkların istasyonlara, mevsimlere ve balıkların yaşına göre değişim gösterdiğini vurgulamışlardır ve yine çalışmamızla benzer olarak balıklardaki pestisit birikiminin tarımsal faaliyetlere bağlı olarak kış ve ilkbahar aylarında arttığını belirtmişlerdir.

Erkmen ve Kolankaya (2006) Meriç Deltası'nda farklı bölgelerden Mayıs 2002-Ağustos 2003 ayları arasında avladıkları sazan balıklarında en yaygın  $\alpha$ ,  $\beta$ -HCH, p,p'-DDT, p,p'-DDE,  $\beta$ -endosulfan, heptachlor epoxide ve endrin keton organoklorlu bileşiklerinin olduğunu tespit etmişlerdir. Suda çözünürlükleri az olan bu bileşiklerin balıkta, sedimentte ve suda bulunan miktarlardan daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Bu bileşiklerin konsantrasyonları limitler altında olsa da hala tespit ediliyor oluşunu özellikle tarım faaliyetlerindeki yasadışı kullanımı, endüstriyel atıklar ve komşu ülkelerin organoklorlu bileşiklerini Karadeniz'e boşaltmalarına bağlamışlardır.

Yapılan bir başka çalışmada Kahramanmaraş Sir Baraj Gölü'nden temin edilen dört farklı balık türünde OCPs değerleri araştırılmıştır. Bu örneklerde en baskın OCPs türünün bizim çalışmamıza benzer olarak DDT olduğu ve oldukça düşük değerlerde bulunduğu belirtilmiştir (Erdoğan ve diğ., 2005).

Portekiz'de yapılan bir çalışmada Ekim 2002-Temmuz 2003 aylarında yakalanan istavrit örneklerinde ortalama total-DDT ve total-HCH konsantrasyonları yaş ağırlıkta 55,7 ve 26,5 ng/g olarak bulunmuştur. Çıkan sonuçların insan maruziyeti açısından kabul edilebilir günlük alım değerlerini (ADI-acceptable daily intakes) aşmadığını ve

bizim çalışmamızla benzer olarak İsveç Gıda yasası ve Ulusal Bilimler Akademisi ve Ulusal Mühendislik Akademisi'nin verdiği sınır değerleri de aşmadığını belirtmişlerdir. Diğer taraftan, bizim çalışmamızla benzer, DDT sonuçlarının Kanada Konseyi'nin su biyotasının tüketicilerini korumak için verdiği DDT tolerans sınır değerlerinin üzerinde olduğu belirtilmiştir (Campos ve diğ., 2005).

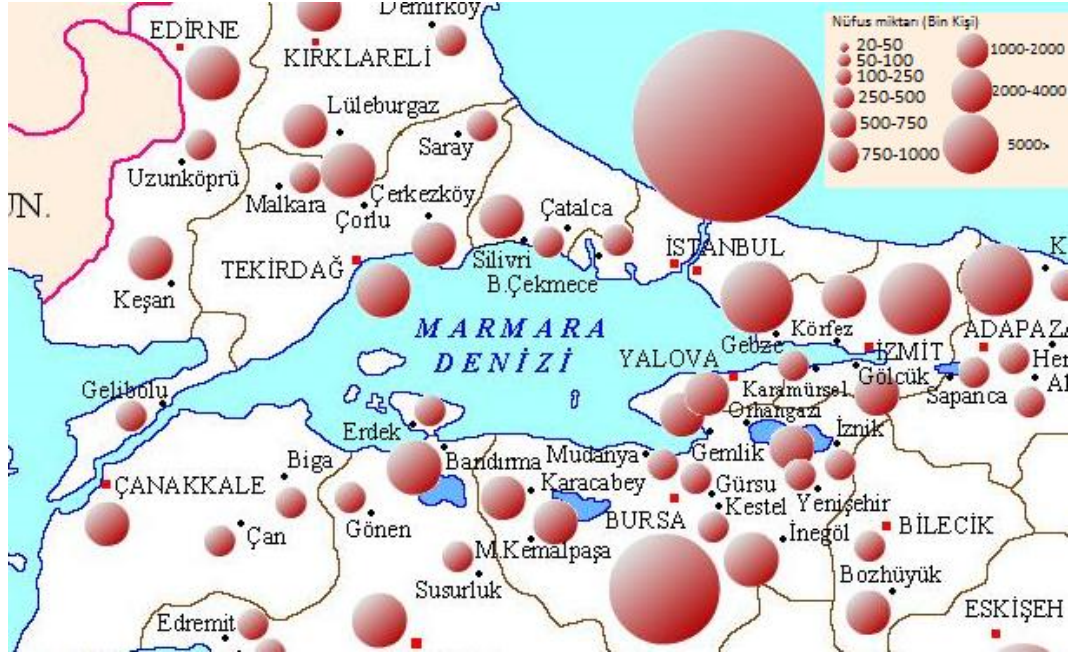
Georgieva ve diğ. (2012) Bulgaristan'ın Karadeniz kıyısından 2009 yılında avladıkları % 17,49 yağ içeriğine sahip barbun balıklarında yağ ağırlıkta total-DDT miktarını 130,58 ng/g olarak, 2010 yılında avladıkları % 14,29 yağ içeriğine sahip balık örneklerinde ise yağ ağırlıkta total-DDT miktarını 78,61 ng/g olarak tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamıza benzer olarak en yaygın pestisit DDT olduğunu belirtmişlerdir. Ancak bu sonuçların çalışmamızdaki sonuçlardan yüksek bulunması Karadeniz'in Marmara Denizi'ne göre daha çok pestisit girdilerine maruz kalmasıyla açıklanabilir. DDT'nin hala bulunuyor olmasını Bulgaristan kıyılarından Karadeniz'e giren mevcut yeni DDT girdileriyle bağlamışlardır. DDT sonuçlarının bu çalışmadaki sonuçlardan oldukça yüksek çıkması DDT'nin Bulgaristan'da illegal kullanımının çok olması ve barbunun dip balığı olmasıyla ilişkilendirilebilir.

Stoichev ve diğ. (2007) Bulgaristan'ın Karadeniz kıyılarından iki yıl boyunca dört mevsim boyunca temin edilen % 11,2 yağ içeriğine sahip istavrit örneklerinde total-DDT konsantrasyonunu yağ ağırlıkta 50,4 ng/g olarak bulmuşlardır. Bu çalışmaya benzer olarak balık örneklerindeki yağ içeriğindeki artışa paralel DDT konsantrasyonlarındaki artış arasında doğru orantılı bir ilişkinin olmadığını belirtmişlerdir. İstavrit balıklarının Karadeniz için indikatör türler olabileceğini ortaya koyarak DDT konsantrasyonunun yüksek çıkmasını kent merkezleri ve yerel kaynaklardan denize giriş yapan kirli atıklar olduğunu vurgulamışlardır. Bu çalışmadaki sonuçlardan yüksek değerlerde çıkmasının sebebi Karadeniz'in Marmara Denizi'nden daha kirli oluşuna bağlı olabilir.

### **5.2.2. İstavrit Örneklerinde PCBs Sonuçları**

Bütün bölgelerdeki istavrit örneklerinde en baskın çıkan poliklorlu bileşik PCB 153 maddesi olarak bulunmuştur. İstavrit balıklarının et ve yağ içerikleri yıllık ortalama PCB 28, PCB 52, PCB 138, PCB 153 ve PCB 180 konsantrasyonları açısından ayrı ayrı değerlendirildiğinde kendi aralarında bölgeler arasında önemli fark bulunmamıştır

( $p > 0.05$ ). En yüksek PCB değerinin İstanbul Bölgesi'nden elde edilmiş olması diğer yerlere göre şehirleşmenin daha fazla olması, insan ve endüstriyel aktivitelerden kaynaklanan PCBs girişlerine bağlanabilir (Barlas ve diğ., 2000). Marmara Bölgesi şehir yerleşim haritası Şekil 5.2.'de verilmiştir (Karadağ, 2011).



Şekil 5.2: Marmara Bölgesi Şehir Yerleşim Haritası.

İstavrit balığının yumurta bırakma dönemi Nisan ve Ağustos ayları boyunca gerçekleşmektedir (Abaunza ve diğ., 2003). Küçüksezgin ve diğ. (2001) yaptıkları çalışmada üreme dönemindeki balıklarda beslenme miktarından dolayı, yağ içeriğinin üreme dönemi süresince azaldığını belirtmişlerdir. Bu genel olarak doğru olmakla birlikte bu tez çalışmasında üreme dönemlerinde kas dokularında azalan yağ miktarıyla organoklorlu bileşiklerin konsantrasyonlarında doğru orantılı bir düşüş yoktur. Manchester-Neesvig ve diğ., 2001, somon balığının yağ içeriğiyle, ihtiva ettiği pestisit miktarı arasındaki uyumsuzluğun balığın yağ içeriğindeki çok hızlı değişimlere, aynı balık içindeki kalıcı organik kirletici maddelerin dokulardan uzaklaştırılması ve bu maddelerin yavaş alımıyla ilişkisi olduğu bildirilmiştir. Balıkta yağ miktarı ile içerdikleri pestisit miktarı arasında uyumsuz ilişkiye yönelik benzer sonuçlar Çakıroğulları ve Seçer (2011), El Hraiki (1993), Manchester-Neesvig ve diğ. (2001), Uluocak ve Egemen (2005) tarafından da tespit edilmiştir. Pestisit konsantrasyonları aynı tür balıkların her bireyinde bile farklılık gösterebilmektedir. Bu bileşiklerin

birikimi, türün kas ve dokularındaki yağ miktarına bağlı olduğu kadar, hem kontaminantın fiziko-kimyasal özelliklerine, mevsime, çevresel şartlara, türün beslenme özelliklerine, türün temin edildiği yerin coğrafik konumu, endüstriyel kirliliği ve türün beslenme tercihi, genel davranışı, fizyolojisi, bölgedeki besinsel muhteviyatı, büyüme hızı, yaş, cinsiyet, büyüklüğü, sağlık durumu gibi ekolojik, fizyolojik ve biyolojik özelliklerine bağlı olarak değişim arz etmektedir (Çakıroğulları ve Secer, 2011; El Hraiki, 1993; EPA, 2000; FDA, 2011; Nakata ve diğ., 1995; Storelli ve diğ., 2004). Bazı literatür verileri pestisit konsantrasyonlarının birbirinden farklı değerlerde çıkması (Hongsheng, 2011; Kalyoncu ve diğ., 2009; Lake ve diğ., 1995) ve ayrıca balığın yaşının da pestisit konsantrasyonunu etkilediği bildirilmiştir (El Nabawi ve diğ., 1987).

PCBs yükünü izleme altına almak için balık ve midye örneklerinde genellikle WHO tarafından insan sağlığı risk değerlendirmesinde önemli bulunan PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153, PCB 180 bileşenleri analiz edilmektedir (Rizov ve Georgieva, 2010). İstavrit örneklerinde her bölgede her ay belirlenen PCBs değerleri çoğunlukla total-DDT ve total-HCH değerlerinden düşük bulunmuştur. Bunun nedeni yüksek yağ içerikli gıdaların daha az PCBs alımı yapmaları dolayısıyla daha az miktarda PCBs içermelerine (Xing ve diğ., 2008) veya deniz akıntılarına, organizmanın göç ve beslenme alışkanlığına (Di Bella ve diğ., 2006), ve çevreye salınan PCBs'lerde yaklaşık son otuz yıldır azalma olmasına (Magnusson ve diğ., 2006) bağlı olabilir. Yapılan yeni çalışmalar PCBs'lerin lipofilik özellikte olmasının yanı sıra örnekteki yağ içeriği özelliğinin organik kirleticilerin emilimini önemli bir şekilde etkilediğini göstermektedir. Ancak örnekteki yağ miktarı ile PCBs miktarları arasında her zaman doğru orantılı bir korelasyon olmayabilir (Hongsheng, 2011). Bütün bölgelerin istavrit örneklerinde baskın olarak bulunan PCB 153 bileşeni, son derece kalıcı ve PCBs'lerin biyolojik değişimini gösteren iyi bir indikatördür (Storelli ve diğ., 2004). İstavrit örneklerinde PCB 153 bileşenini PCB 138 bileşeni takip etmektedir. PCB 153 ve PCB 138 balıklarda en sık bulunan komponentlerdir (Çakıroğulları ve diğ., 2010). PCB 153, PCB 138, PCB 180 ve PCB 118 daha yaygın bulunmasının nedeni su ekosisteminde ve sedimentte adsorbe edilmesi, dayanıklılık ve uzun süre kalıcılığa sahip olmaları ve lipofilik özellik göstermelerinden kaynaklanmaktadır (Naso ve diğ., 2005). Balık örneklerinde PCB 153 ve PCB 138 bileşenlerini takiben sırayla PCB 180, PCB 52 ve PCB 28 gelmektedir. PCBs'lerin klor sayılarındaki artışa paralel olarak yağda

çözünübilirliği ve biyobirikimlerinde artış görülmektedir (Tuomisto ve diğ., 2011) ve tüm PCBs bileşenleri farklı bir molekül yapıya sahip olduğundan, çevrede birikimlerinde farklılıklara yol açan kendi fiziksel ve kimyasal özelliklere sahiptir (El Nabawi ve diğ., 1987). Bu çalışmada istavrit örneklerinde tüm bölgelerde PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 138, PCB 153 ve PCB 180 toplamı balık için 75 ng/g olarak verilen maksimum sınır değerinin altında kalmıştır (EU Commission, 2011; Türk Gıda Kodeksi, 2011). FDA (2011)'nın PCBs için balık için verdiği 2000 ng/g olan tolerans sınır değer aşılmamıştır. İstavrit örneklerinde çıkan PCBs değerleri, US EPA (2000) tarafından PCBs (aroklor toplamı) için belirlenen bir insanın eğer sınırsız öğün (>16 öğün) balık yerse (bir öğün 227 g kabul edilerek) kanser yapma riski (1: 100.000) üst sınır değeri olarak verilen 1,5 ng/g (yaş ağırlıkta-balık dokusu) konsantrasyonunu aşmıştır.

Yıllık ortalama total-PCBs değerleri İstanbul Bölgesi'nde diğer bölgelere göre daha yoğun konsantrasyonlarda bulunmuştur. Bu İstanbul'da Boğazdaki yoğun gemi trafiği, çevrenin daha fazla sanayi binaları ve endüstri sahalarına sahip olmasından kaynaklanabilir. Marmara Denizi'nde istavrit örneklerinde PCBs'lerin hala tespit ediliyor olması ısı transferinde ve hidrolik sıvılarda hala kullanılıyor olmasından kaynaklanmaktadır. Türkiye'de hala PCBs kullanım kontrolü ve satışı ile ilgili resmi bir yönetmelik bulunmamaktadır (Çok ve diğ., 2003). Gıda örneklerinde PCBs'ler, dioksin benzeri PCBs'lere göre daha az toksik olmalarına rağmen lipofilik kontaminasyonu ortaya çıkaran önemli bir indikatör olarak kullanılmaktadır (Tuomisto ve diğ., 2011).

Coelhan ve diğ. (2006) Marmara Denizi'nden temin ettikleri 12 balık türünde aradıkları organoklorlu pestisit çalışmasında istavrit örneklerinde PCB 28, PCB 52, PCB 153, PCB 138 ve PCB 180 konsantrasyonlarını bizim çalışmamızla benzer olarak sırayla yağda 9,18; 9,73; 51,45; 60,36 ve 20 ng/g olarak tespit etmişlerdir. Bizim bulduğumuz sonuçlar gibi örneklerdeki en baskın bileşiğin PCB 153 ve PCB 138 olduğunu ve konsantrasyonlarını da yakın değerlerde bulmuşlardır. Hiçbir örnekteki PCBs değerleri Alman Yönetmeliğine göre verilen sınır değerlerini aşmamıştır.

Bir diğer çalışmada ise Marmara Denizi'nde İstanbul, Bandırma, Gelibolu ve Tekirdağ Bölgelerine yakın koordinatlardaki istasyonlarda avladıkları berlam (*Merluccius merluccius*) örneklerinde İstanbul Adalar için total-HCH, total-DDT,  $\alpha,\beta$ -endosulphan

ve endrin konsantrasyonlarını yaş ağırlıkta 23,2; 173,23; 74,8; 15,3 ve 157 ng/g, Kapıdağ için 19,4; 162,3; 20,5; 0,72 ve 34,5 ng/g, Gelibolu'na yakın sular için 21; 66,5; 10,5; 1,31 ve <0,05 ng/g, Tekirdağ için 11,7; 109,5; <0,05; <0,05 ve 96 ng/g olarak bulmuşlardır. Söz konusu sonuçlar, tez çalışmasındaki sonuçlardan değer olarak yüksek bulunmuştur. Bizim istavrit örneklerindeki OCPs değerlerinden daha yüksek çıkmasının sebebi mezigit balığının dip balığı olmasından kaynaklanabilir. Total-DDT konsantrasyonunun baskın olmasını da bu maddenin illegal kullanımına, Karadeniz'den Marmara Denizi'ne olan girdilerden kaynaklanabileceği yönünde yorumlamışlardır (Aksu ve diğ., 2011).

Barlas ve diğ. (2000) İstanbul Balık Hali'nden temin edilen yağ oranını % 9 olarak belirledikleri sahip istavrit (*Trachurus trachurus*) örneklerinde PCB 28 ve PCB 52 konsantrasyonlarını tespit edemezken, PCB 138, PCB 153 ve PCB 180 konsantrasyonlarını yaş ağırlıkta sırayla 11,6; 8,5 ve 7,05 ng/g olarak tespit etmişlerdir. Marmara Denizi'ni çevreleyen endüstriyel yoğunluğa rağmen bizim çalışmamızdaki sonuçlara benzer olarak PCBs grubu bileşenlerini DDTs grubu bileşenlerden daha düşük çıkmasını DDTs bileşenlerinin doğrudan veya dolaylı olarak Marmara Denizi'ne ulaştığını bildirmişlerdir.

Tanabe ve diğ. (1997a) Karadeniz Yakakent ve Sinop'tan temin ettikleri % 13 yağ içeriğine sahip istavrit (*Trachurus mediterraneus*) örneklerinde total PCBs değerini PCBs 210 ng/g olarak bizim çalışmamızdan daha yüksek değerlerde tespit etmişlerdir. PCBs'lerin bütün örneklerde yaygın bir miktarda bulunmasını ise eski SSCB ülkelerinden doğu Avrupa ülkelerinin kapasitörler ve transformatörlerde dielektrik sıvısı olarak bu maddeleri kullanmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Çakıroğulları ve Secer (2011) Karadeniz'den Kasım (2005)- Mart (2006) ayları arasında avladıkları hamsi örneklerinde PCB 28 ve PCB 180 bileşenleri tespit edilemezken, yaş ağırlıkta en yüksek tespit edilen PCB 52, PCB 138, PCB 153 değerleri sırayla 17,1; 3,45; 3,40 ng/g olup en yaygın bileşenin PCB 52 olduğunu vurgulamışlardır. Tespit edilen sonuçların bu tez çalışmasıyla farklılık içermesi Karadeniz ve Marmara Denizi'nin kirlilik açısından farklı olmasıyla ilişkilendirilebilir. Çalışmamızla benzer olarak, balıktaki yağ değeri ve kontaminant değerleri arasında doğru orantılı bir

korelasyon bulunmadığını, tespit edilen değerlerin FAO/WHO sınır değerlerini aşmadığı belirtmişlerdir.

Yapılan bir başka çalışmada Kahramanmaraş Sir Baraj Gölü'nden temin edilen dört farklı balık türünde PCBs değerleri araştırılmıştır ve PCBs'lerden de en baskın bileşenlerin bizim çalışmamıza benzer olarak PCB 138, PCB 153 ve PCB 180 olduğu belirtilmiştir. Bulunan PCBs değerlerinin tez çalışmamızla benzer olarak düşük konsantrasyonlarda çıkmasına rağmen Baraj Gölü etrafındaki tekstil fabrika atıklarının zamanla artması dolayısıyla bu değerlerin de artacağı vurgulanmıştır (Erdoğan ve diğ., 2005).

Georgieva ve diğ. (2012) Bulgaristan'ın Karadeniz kıyısından 2009 yılında avladıkları % 17,49 yağ içeriğine sahip barbun balıklarında yağ ağırlıkta PCB 28, PCB 52, PCB 138, PCB 153, PCB 180 konsantrasyonlarını sırayla yağ ağırlıkta 3,47; 1,64; 7,52; 15,34; 6,46 ng/g olarak, 2010 yılında 3,20; nd; 4,98; 9,11; 5,53 ng/g olarak tespit etmişlerdir. PCBs konsantrasyonlarının bizim çalışmamızdan yüksek bulunması barbunun dip balığı olmasıyla ilişkilendirilebilir. PCBs değerlerinin düşük değerlerde olmasını Bulgaristan'da PCB üretim fabrikalarının olmamasına bağlamışlardır.

Tanabe ve diğ. (1997b) Karadeniz'den temin ettikleri hamsi ve mezigit balıklarında total-PCBs değerlerini yağ ağırlıkta hamsi için 50 ng/g ve mezigit için 14 ng/g olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmaya benzer olarak balık örneklerindeki en yüksek değerdeki PCBs bileşiminin PCB 153 olduğunu belirtmişlerdir. Sonuçların bu tez çalışmasındaki sonuçlardan daha yüksek değerlerde bulunmasının nedeni Karadeniz'in Marmara Denizi'ne göre daha kirli oluşu ile ilişkilendirilebilir.

Bayarri ve diğ. (2001) Adriyatik Denizi'nin farklı bölgelerinden temin ettikleri uskumru örneklerinde total-PCBs değerlerini yağ ağırlıkta sırayla 80,6; 75,3 ve 46,1 ng/g olarak, bu çalışmadaki yıllık ortalama total-PCB değerleri İstanbul, Bandırma, Gelibolu ve Tekirdağ Bölgeleri için sırayla 11,29; 8,59; 10,45 ve 8,87 ng/g değerlerinden yüksek bulmuşlardır. Bu çalışmadaki ve benzer olarak PCB 153 bileşiminin bütün örneklerde en yüksek konsantrasyonda çıkan komponent olduğunu bildirmişlerdir.



El Nabawi ve diğ. (1987) Mısır Alexandri Bölgesi'nden temin ettikleri beş farklı balık türünde en baskın organik kirleticilerin total-DDT ve PCBs bileşenleri olduğunu belirterek, bu çalışmaya benzer olarak total-DDT komponentlerinin PCBs bileşenlerinden daha yüksek miktarda bulduklarını belirtmişlerdir. Hiçbir balık örneğinde  $\beta$ -endosulphane konsantrasyonu tespit etmemişlerdir. Bu tez çalışmasına benzer olarak balık örneklerinde en baskın PCBs bileşenlerinin PCB 138, PCB 152 ve PCB 180 olduğunu belirtmişlerdir.

### 5.2.3. Midye Örneklerinde OCPs Sonuçları

Tez çalışmasında dört bölgeden temin edilen midye örneklerinin et ve yağ içeriği yıllık ortalama total HCH ve total DDT konsantrasyonu açısından değerlendirildiğinde bölgeler arasında önemli fark görülmemiştir ( $p>0.05$ ).

Akdeniz midyesi de olarak bilinen kara midyeler kıyıların kirlilik göstergesinin en iyi indikatörleri olarak bilinirler. Diğer taraftan direk pestisit ve organik kirleticilerin alımına maruz kaldıklarından, organik/inorganik kirleticilerin gıda zincirine girerek insana ulaşması ihtimaline birçok literatürde dikkat çekilmiştir (Magnusson ve diğ., 2006; Stoichev ve diğ., 2007). Bu çalışmada midyelerin yağ içeriği ile içerdikleri OCPs değerleri arasında doğru orantılı bir ilişki tespit edilmemiştir. Midyelerde yağ içeriğindeki değişim, gıda alımı ve yumurtlama dönemi, optimal büyüme şartlarına göre büyük değişim gösterir. Besin alımı ve yumurtlama süresince lipofilik bileşiklerin ve yağ içeriğinin birikimine veya atılımına etkisi çok yüksektir. Kış aylarında da besindeki azalmaya bağlı kirletici maddelerde bir azalma veya direk olarak sudan, inorganik komponentlerin alımı organik kirleticilerin birikimine etki göstermektedir. Bundan başka, bu durum yumurtalardaki lipit stoğunun gelişmesi, gıda alınımından çok önceden depolanmış glikojenin dönüşümüne de bağlı olabilmektedir (Picer, 2000). Midyelerde yağ içeriği ve pestisit birikimi arasında korelasyon tespit edilmediği birçok çalışma vardır (Khim ve diğ., 2000; Picer, 2000).

Deniz canlılarında OCPs ve PCBs'lerin dağılımı ve biyobirikimi canlının yağ içeriği ve bileşiğin fiziksel-kimyasal özellikleri (suda çözünürlük, buhar basıncı ve oktanol/su dağılım katsayısı) gibi birçok faktörden etkilenmektedir. Yağ içeriği gibi bazı özellikler de canlının biyolojik şartları, midyenin gonad döngüsü, tuzluluk, sıcaklık, sediment

durumu, su özelliği, gıda miktarı gibi çevresel ve iklimsel dış etkenlere, besin rezervi ve hormonal döngüler gibi iç etkenlere, midyenin yaşı ve gıdaları emilim şekli ile ilgili biyolojik şartlarına bağlı olarak değişim göstermektedir (Carro ve diğ., 2004; Porte ve Albaiges, 1993; Ross ve diğ., 2000). Bivalvelerde canlı türü ve kimyasalların özellikleri pestisitlerin biyobirikim seviyesine direk etki etmektedir. Biyobirikimi etkileyen diğer en önemli faktörlerden kirletici alımı ve depurasyon dereceleri, beslenme ekolojisi, kirletici metabolizmasının büyüklüğü, hayvanın büyüme derecesi, büyüklük ve uzunluğa göre değişim gösterebilmektedir (Magnusson ve diğ., 2006; Storelli ve diğ., 2004). Total-HCH ve total-DDT komponentleri midye örneklerinde en yaygın ve baskın çıkan pestisit maddeleri olmuştur. Bu maddelerin hala tespit ediliyor olması DDT'nin su ekosisteminde yarılanma ömrü 5 yılken, bu sürenin bivalvelerde 10-20 yıl sürmesi, DDT türevlerinden DDE'nin klor kaybetme işleminin altı yıl olması, metabolizması yüksek canlılarda DDT'nin türevlerine parçalanma işleminin yavaş olması, deniz canlılarında biyolojik yıkımının 10-20 yıla kadar sürmesi veya bu maddenin uzun mesafeli atmosferik taşınım ile deniz ekosistemine giriş yapıyor olması, nehir ağızlarına tarım bölgelerinden girişı olduğu, komşu bölgelerin daha önceki kullanımından kaynaklanan girişler, illegal kullanımın devam ediyor olması, gemilerde kullanılan çürümeyi önleyici boyalardan kaynaklanabileceğini göstermektedir (Klumpp ve diğ., 2002; Kurt ve Özkoç, 2004; Licata ve diğ., 2004; Liu ve diğ., 2007; Quensen ve diğ., 1998).

Kara midye örneklerinde bütün bölgelerde total-HCH konsantrasyonları, çoğu aylarda total-DDT konsantrasyonlarına göre daha düşük miktarlarda bulunmuştur. Bunun sebebi, tarımda HCH kullanımı DDT'nin kullanımına göre çok olmasına rağmen, su canlılarında ve deniz ortamında daha az biyolojik birikim göstermesi, iki bileşiğin fizikokimyasal ve biyokimyasal özellikleri arasındaki farklar, HCH'nin DDT'ye göre daha az lipofilik olması, yüksek biyo-bozunabilirlik göstermesi, yüksek hidroliz oranlarına sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca HCH, DDT'ye göre daha yüksek buhar basıncına sahip olduğu için, sedimentte daha az kalıntı bırakmaktadır (Guo ve diğ., 2007; Özkoç ve diğ., 2007; Said ve diğ., 2008).

Bu çalışmada midye örneklerindeki total-HCH değerleri US EPA (2000)'nın  $\gamma$ -HCH için insan tüketimi için önerilen yaş ağırlıktaki sınır değer olan 3,78 ng/g değerini

aşmamıştır. Midye örneklerindeki total-DDT değerleri tüm bölgelerde total-DDT için su ürünleri için yağda verilen 2000 ng/g olan sınır değerinin (FAO, 1983) altında tespit edilmiştir. National Academy of Sciences & National Academy of Engineering-Ulusal Bilimler Akademisi ve Ulusal Mühendislik Akademisi (1972)'nin için total-DDT önerilen 1000 ng/g akuatik biotayı koruma sınır değeri aşılmamıştır. CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment) (2001)'in akuatik biota tüketicilerini korumak amacıyla total-DDT için önerilen sınır değeri 14 ng/g hiçbir midye örneğinde aşılmamıştır. Tüm bölgelerde toplam total-HCH değerleri istavrit örneklerinde balık ve su ürünleri için yağda verilen 500 ng/g olan limit değerinin (FAO, 1983) altındadır. Tüm bölgelerde midye örneklerinde endrin konsantrasyonları su ürünleri için verilen 10 ng/g olan sınır değeri (FAO, 1983) aşmamıştır. Hiçbir midye örneğindeki OCPs değerleri sınır değerleri aşmamış olup oldukça düşük seviyelerde tespit edilmiştir. Midye örneklerinde ortalama yıllık ortalama total-HCH değeri Gelibolu Bölgesi'nde, yıllık ortalama total-DDT değerleri Tekirdağ ve Bandırma Bölgesi'nde en yüksek değerine ulaşmıştır. Gelibolu ve Tekirdağ Bölgeleri yoğun tarım alanlarına sahip olduğundan bu bölgelerde daha yüksek OCPs çıkması muhtemel olup Marmara Denizi'nde hala OCPs tespit ediliyor oluşu illegal kullanımlar, eski kullanımlardan kalıntılar, Karadeniz'den gelen girdi ve diğer bölgelerden atmosferik taşımaya bağlı mevcudiyetle açıklanabilir.

Özkoç ve diğ. (2007) Karadeniz'de dört istasyondan Aralık (2001), Ekim (2002) ve Haziran (2003) aylarında temin ettikleri midye örneklerinde (*Mytilus galloprovincialis*) total-DDT,  $\gamma$ -HCH, endrin konsantrasyonlarını yaş ağırlıkta sırayla <0,12-14,0; <0,10-1,511; <0,15-7,782 ng/g aralıklarında tespit etmişlerdir. Bu çalışmaya benzer olarak örneklerdeki en baskın maddenin DDTs konsantrasyonları olduğunu ve bütün organoklorlu bileşiklerin sınır değerlerin altında olduğunu vurgulamışlardır.

Okay ve diğ. (2011) Adalar Bölgesi'nde başlayıp İstanbul Boğazı boyunca farklı istasyonlardan temin ettikleri kara midyelerde (*Mytilus galloprovincialis*) bu çalışmaya benzer olarak Heptachlor konsantrasyonu tespit edemezken, total-DDT, total-HCH, endrin,  $\alpha$  ve  $\beta$ -endosulphane bileşenleri arasında baskın ve yüksek değerlerde total-DDT ve total-HCH konsantrasyonunu bulduklarını belirtmişlerdir. Tespit edilen OCPs sonuçlar, bu tez çalışmasındaki sonuçlara göre daha düşük bulunmuştur. Bu durum Boğazdaki akıntının İstanbul'daki diğer yerlere göre daha çok olmasından

kaynaklanabilir. Sonuçların hiçbirinin limit değerleri geçmediğini ve böylece insan sağlığı riskinin olmadığını belirtmişlerdir.

Özden ve diğ. (2002) İstanbul'dan temin ettikleri kara midyelerde (*Mytilus galloprovincialis*) altı aylık örneklemelerde total-HCH, total-DDT,  $\alpha$ -endosulphane ve endrin konsantrasyonlarını yaş ağırlıkta sırayla 1,5-4,1; 13-5,6; 0,2-1,7 ve 0,8-nd ng/g aralıklarında bu çalışmadaki sonuçlardan daha yüksek tespit ederken, benzer olarak heptachlor konsantrasyonlarını tespit edememişlerdir. Midye örneklerindeki değerlendirilen OCPs değerlerinin Alman yönetmeliğine göre sınır değerlerin altında olduğunu vurgulamışlardır.

Türkiye'nin Karadeniz kıyısından 1999-2000 yıllarında 6 istasyondan üç farklı zamanda temin edilen kara midyelerde (*Mytilus galloprovincialis*) total-HCH ve total-DDT değerleri sırayla 4,5-0,022 ve 5,52-1,55 ng/g yaş ağırlık arasında değişim gösterdiği belirtilmiştir. Bu çalışmayla benzer olarak midyelerdeki en baskın OCP'nin total-DDT konsantrasyonu olduğu görülmektedir.  $\alpha$  ve  $\beta$  endosulphane değerleri sırayla 0,08-16; 0,27-1,5 ng/g olarak bulunurken, endrin ve heptachlor değerleri 0,18-1,5; 0,04-1,6 ng/g aralıklarında olduğu tespit edilmiştir. Bazı aylarda bizim sonuçlardan daha yüksek değerlerde bulunan OCPs miktarları Karadeniz'in Marmara Denizi'ne göre daha çok organoklorlu pestisitler tarafından kirletildiği ile açıklanabilir (Kurt ve Özkoç, 2004).

Ergüden (2012) İzmir Körfezi'nde yedi farklı istasyondan temin ettikleri midye (*Mytilus galloprovincialis*) örneklerinde DDTs, HCH, endrin konsantrasyonları sırayla 0,01-0,09; 0,002-0,08; 0,001-0,04 ng/g aralıklarında tespit etmiştir. Örneklerde bu çalışmadan farklı olarak en baskın maddenin heptachlorepoide olduğunu vurgularken en az değerde tespit edilenlerin ise DDT bileşiklerinin olduğunu vurgulamıştır. Hiçbir maddenin sınır değerleri aşmadığı vurgulanırken körfeze yeni DDT girişlerinin çok az olduğunu belirtmiştir.

Bayen ve diğ. (2004) Singapur kıyılarında farklı sekiz bölgeden Nisan-Mayıs 2002 aylarında temin ettikleri midyelerde (*Perna viridis*) bu çalışmaya benzer olarak Heptachlor konsantrasyonunun tespit edilemediğini, çoğu aylarda bu çalışmadaki sonuçlardan daha yüksek olarak bulunan total-DDT konsantrasyonlarının 2,6-54 ng/g

yaş ağırlıkta olduğunu belirtmişlerdir. Midyelerde pestisit değerlerinin en fazla çıktığı istasyonların bu çalışmaya benzer olarak büyük tersanelerin bulunduğu ve gemi nakliye hatlarının en çok bulunduğu noktalar olduğunu vurgulamışlardır.

Rizov ve Georgieva (2010), Bulgaristan Varna Körfezi'nden yakalanan yağ miktarı % 3,3 olan kara midyelerde (*Mytilus galloprovincialis*) total-DDTs konsantrasyonunu yağda 192,3 ng/g olarak tespit etmişlerdir. Varna Gölü'nden yakalanan yağ miktarı % 2,8 olan kara midyelerde ise total-DDTs değerini ise yağda 422,9 ng/g olarak tespit etmişlerdir. Çalışma sonuçları bu tez çalışmasındaki değerlerden oldukça yüksek değerlerde bulunmuştur. Bunun nedeni olarak özellikle Bulgaristan tarafından Karadeniz'e organoklorlu bileşiklerin girdisinin fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yapılan bir çalışmada Bulgaristan'ın Karadeniz kıyılarından iki yıl boyunca dört mevsim boyunca temin edilen % 3 yağ içeriğine sahip midye örneklerinde total-DDT konsantrasyonunu yaş ağırlıkta 9,6 ng/g olarak bulunmuştur. Bu tez çalışmasına benzer olarak kara midyelerdeki total-DDT konsantrasyonları aynı dönemde örnekleme yaptıkları istavrit örnekleri dahil birkaç balık örneklerinde tespit ettikleri total-DDT konsantrasyonundan daha düşük değerlerde tespit edilmiştir (Stoichev ve diğ., 2007). Sonuçlar bizim çalışmamızda elde edilen sonuçlardan daha yüksek değerlerde belirlenmiştir. Bu da Karadeniz'in organoklorlu bileşikler açısından Marmara Denizi'ne göre daha çok girdi almasından kaynaklanabilir.

Perugini ve diğ. (2004) İtalya'da Adriyatik Denizi kıyısında farklı iki bölgeden dört ay boyunca (Ekim-Mart 2002) temin ettikleri kara midye örneklerinde (*Mytilus galloprovincialis*) ortalama total-DDT konsantrasyonunu bizim sonuçlara benzer şekilde yaş ağırlıkta 1,88-1,90 ng/g aralıklarında, tespit etmişlerdir. Bulunan sonuçların sınır değerleri geçmediği belirtilmiştir.

Chen ve diğ. (2002) Çin'de iki farklı bölgeden temin ettikleri farklı türdeki kabuklu örneklerinde total-DDT konsantrasyonlarının en baskın organoklorlu bileşiklerden olduğunu, en yüksek değerlerin Nisan ayında olduğunu vurgulamışlardır. Bu çalışmayla

benzer sonuçla DDT konsantrasyonlarının hala bulunuyor olmasını hala yeni girişlerin olduğuna bağlamışlardır.

Mısır'da yapılan bir çalışmada Kızıldeniz'de onbir farklı konumdan temin edilen midyelerin (*Brachiodontes sp.*) DDTs, HCHs, heptachlor konsantrasyonlarının yaş ağırlıkta sırayla 125-772; 16,2-183,4; 1,5-21,6 ng/g arasında bu çalışmadaki değerlerden daha yüksek olarak tespit edilmiştir. DDTs'nin daha yüksek miktarda bulunmasını Mısır'da pamuk tarlalarındaki önceki yıllarda yoğun kullanılmasıyla ilişkilendirilmiştir. Bulunan konsantrasyonların benzer olarak sınır değeri aşmadığı belirtilmiştir (Khaled ve diğ., 2004).

Khim ve diğ. (2000) Kore'de farklı dört körfezde 34 istasyondan temin ettikleri midyelerde (*Mytilus edulis*) DDTs ve HCHs konsantrasyonlarını ortalama yaş ağırlıkta sırayla 4,22-10,7 ve 0,32-0,51 ng/g bu çalışmadaki değerlerden yüksek olarak tespit etmişlerdir. DDTs'nin midye örneklerinde tespit edilen en yaygın madde olduğunu belirtmiş, OCPs konsantrasyonlarının limit değerlerin altında olduğunu vurgulamışlardır.

Sicilya'da yapılan bir çalışmada Faro Gölü'nün farklı beş bölgesinden temin edilen midye (*Mytilus galloprovincialis*) örneklerinde p,p'-DDE konsantrasyonları yaş ağırlıkta 7.00–11.00 ng/g aralıklarında bu çalışmadaki değerlerden yüksek olarak bulunmuştur. DDE konsantrasyonlarının hala bulunuyor olmasını, kullanımının yıllardır yasak olmasına rağmen komşu bölgelerdeki eski kullanılan dönemlerden kalıntılar olduğunu ve atmosferik taşımının etkisi olduğunu bağlamışlardır. Bulunan değerlerin hepsi maksimum kalıntı limit değerlerinin altında bulunduğu belirtilerek midye tüketiminin insan sağlığı için bir risk oluşturmadığı belirtilmiştir (Licata ve diğ., 2004).

#### **3.2.4. Midye Örneklerinde PCBs Sonuçları**

Bütün bölgelerdeki midye örneklerinde en baskın çıkan poliklorlu bileşik PCB 138 ve PCB 153 komponentleridir. Midye örneklerinin et ve yağ içerikleri yıllık ortalama PCB 28 konsantrasyonları açısından değerlendirildiğinde bölgeler arasında önemli fark tespit edilmemiştir ( $p>0.05$ ). Midye örneklerinin et içeriği yıllık ortalama PCB 52 konsantrasyonu açısından değerlendirildiğinde bölgeler arasında önemli fark

görülmezken ( $p>0.05$ ), yağ içeriğinde İstanbul ve Tekirdağ Bölgeleri arasında fark önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Midye örneklerinin et içeriği yıllık ortalama PCB 138 konsantrasyonu açısından değerlendirildiğinde Bandırma ve Gelibolu, İstanbul ve Gelibolu bölgeleri arasında fark önem arz ederken ( $p<0.05$ ), yağ içeriği konsantrasyonları açısından değerlendirildiğinde ise İstanbul ve Gelibolu, Bandırma ve Gelibolu Bölgeleri arasındaki fark da önem arz etmektedir ( $p<0.05$ ). Midye örneklerinin yıllık ortalama PCB 153 konsantrasyonu açısından değerlendirildiğinde et içeriğinde bölgelerin birbiriyle mukayesesindeki değişim önemli bulunmazken ( $p>0.05$ ), yağ içeriği bakımından İstanbul ve Gelibolu Bölgeleri arasında fark da önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Midye örneklerinin et ve yağ içerikleri yıllık ortalama PCB 180 konsantrasyonları açısından değerlendirildiğinde bölgeler arasında önem arz etmektedir ( $p>0.05$ ).

Bu çalışmada midyelerin yağ içeriği ile içerdikleri PCBs değerleri arasında doğru orantılı bir ilişki tespit edilmemiştir. Midyelerde yağ içeriğindeki değişim, gıda alımı ve yumurtlama dönemi, optimal büyüme şartlarına göre büyük değişim gösterir. Besin alımı ve yumurtlama süresince lipofilik bileşiklerin ve yağ içeriğinin birikimine veya atılımına etkisi çok yüksektir. Kış aylarında da besindeki azalmaya bağlı kirletici maddelerde bir azalma veya direk olarak sudan, inorganik komponentlerin alımı organik kirleticilerin birikimine etki göstermektedir. Bundan başka, bu durum yumurtalardaki lipit stoğunun gelişmesi, gıda alınımından çok önceden depolanmış glikojenin dönüşümüne de bağlı olabilmektedir (Picer, 2000). Midyelerde yağ içeriği ve pestisit birikimi arasında korelasyon tespit edilmediği birçok çalışma vardır (Khim ve diğ., 2000; Picer, 2000).

Deniz canlılarında PCBs'lerin dağılımı ve biyobirikimi canlının yağ içeriği ve bileşiğin fiziksel-kimyasal özellikleri (suda çözünürlük, buhar basıncı ve oktanol/su dağılım katsayısı) gibi birçok faktörden etkilenmektedir. Yağ içeriği gibi bazı özellikler de canlının biyolojik şartları, midyenin gonad döngüsü, tuzluluk, sıcaklık, sediment durumu, su özelliği, gıda miktarı gibi çevresel ve iklimsel dış etkenlere, besin rezervi ve hormonal döngüler gibi iç etkenlere, midyenin yaşı ve gıdaları emilim şekli ile ilgili biyolojik şartlarına bağlı olarak değişim göstermektedir (Carro ve diğ., 2004; Porte ve Albaiges, 1993; Ross ve diğ., 2000). Bivalvelerde canlı türü ve kimyasalların özellikleri

pestisitlerin biyobirikim seviyesine direk etki etmektedir. Biyobirikimi etkileyen diğer en önemli faktörlerden kirletici alımı ve depurasyon dereceleri, beslenme ekolojisi, kirletici metabolizmasının büyüklüğü, hayvanın büyüme derecesi, büyüklük ve uzunluğa göre değişim gösterebilmektedir (Magnusson ve diğ., 2006; Storelli ve diğ., 2004).

Bu çalışmada midye örneklerinde tüm bölgelerde PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 138, PCB 153 ve PCB 180 toplamı kabuklular için 75 ng/g olarak verilen maksimum sınır değeri aşmamıştır (Türk Gıda Kodeksi, 2011; EU Commission, 2011). Aylara göre değerlendirildiğinde yıllık ortalama toplam PCBs değerleri en yoğun İstanbul ve peşinden Bandırma Bölgelerinde tespit edilmiştir. Bu durum bu bölgelerde daha yoğun sanayi alanlarının olması, endüstriyel atıkların girdileri, gemi trafiğinden kaynaklı olabilir. Marmara Denizi'nde midye örneklerinde PCBs'lerin hala tespit ediliyor olması ısıl transferinde ve hidrolik sıvılarda hala kullanılıyor olmasından kaynaklanmaktadır. Gıda örneklerinde PCBs'ler, dioksin benzeri PCBs'lere göre daha az toksik olmalarına rağmen lipofilik kontaminasyonu ortaya çıkaran önemli bir indikatör olarak kullanılmaktadır (Tuomisto ve diğ., 2011).

PCBs yükünü izleme altına almak için midye örneklerinde genellikle WHO tarafından insan sağlığı risk değerlendirmesinde önemli bulunan PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153, PCB 180 bileşenleri analiz edilmektedir (Rizov ve Georgieva, 2010). PCBs'ler özellikle daha sert özellikte olanları sedimentin ince tortu kısmıyla özellikle ilişkilendirilmektedir. Bu ince tortu kısımları su üstünde daha fazla bulunduğu bentik organizmalarda da daha çok alıma yatkındır (Pierard ve diğ., 1996). Bu çalışmada midyelerin PCBs değerleri istavritlerden genellikle daha düşük çıkmasının nedeni PCBs'lerin yağlı bir film tabakasında suda asılı olarak yoğunlaşmasına ve istavritlerin pelajik ve kıyılarda yaşayan türler olarak daha yüksek besin tüketmesine, bileşenlerin her birinin alımı, dönüşümü ve boşaltım mekanizmalarında türlere göre farklılık göstermesine bağlı olabilir (Çakıroğulları ve diğ., 2010; El Nabawi ve diğ., 1987). PCB 138 ve PCB 153 komponentleri midye örneklerinde de en yaygın çıkan PCBs bileşenleridir. PCB 180, PCB 153, PCB 138, PCB 118 maddeleri lipofilik özellikleri, kalıcılıkları ve uzun süren dayanıklılıkları ve moleküler yapıları, nedeniyle deniz ekosisteminde kabuklu, balık ve sedimentte daha



baskın olarak bulunmaktadır. Daha fazla klor içeren PCBs bileşenleri, daha az klor içerenlere göre canlı organizmada daha fazla birikim göstermektedir. PCB 153 maddesi bir veya iki zincirinde 2-4 veya 5 pozisyonlarında klora sahiptir (Bkz. Şekil 2.15). Bu özelliği dolayısıyla denizel organizmalarda daha yoğun birikim ve kalıcılık göstermektedir (Bright ve diğ., 1995; Loizeau ve diğ., 2001; Naso ve diğ., 2005). Yapılan çalışmalarda kabuklularda buna benzer sonuçlar bulunmuştur (Bayarri ve diğ., 2001; Carro ve diğ., 2004; Okay ve diğ., 2009; Porte ve Albaiges, 1993). PCB 138 maddesinin İstanbul ve Bandırma Bölgesi'nde Gelibolu Bölgesi'nde tespit edilen miktardan daha fazla çıkmasının nedeni İstanbul Bölgesi'nde özellikle Boğaz'daki gemi trafiği, yoğun endüstri alanlarının bulunması, kentsel alanların fazlalığından kaynaklı olabilir. Aynı zamanda yıllık ortalama total-PCBs değerleri en yoğun İstanbul ve Bandırma Bölgesi'nde tespit edilmiştir. Bu İstanbul'da Boğazdaki yoğun gemi trafiği, her iki bölgede çevrenin daha fazla sanayi binaları ve endüstri sahalarına sahip olmasından kaynaklanabilir. Marmara Denizi'nde istavrit örneklerinde PCBs'lerin hala tespit ediliyor olması ısı transferinde ve hidrolik sıvılarda hala kullanılıyor olmasından kaynaklanmaktadır.

Çalışmada midye örneklerindeki OCPs ve PCBs konsantrasyonları istavritlere göre daha düşük olarak bulunmuştur. Midyelerde, istavritlere göre OCPs ve PCBs değerlerinin az olmasının başlıca nedeni, midyenin tür olarak çok daha az yağ içeriğine sahip olması ve türlerin su ekosisteminde farklı besin zinciri seviyelerinde bulunmalarına bağlı olabilmektedir (Stoichev ve diğ., 2007). Bazı çalışmalarda bunun tersi örnekleri görmek de mümkündür (Green ve Knutzen, 2003; Naso ve diğ., 2005). Bu farklılıklar, örneklerin beslenme ve yaşama alanlarının yanı sıra kimyasalların klorlama derecesi ve birikim oktanol+su katsayısına da bağlı olarak değişim göstermektedir (Ashley ve diğ., 2003).

Bayarri ve diğ. (2001) Adriyatik Denizi'nin farklı bölgelerinden temin ettikleri kara midyelerde (*Mytilus galloprovincialis*) total-PCBs değerlerini yaş ağırlıkta 18,5; 1,32 ve 5,95 ng/g bu çalışmadaki değerlerden yüksek olarak bulmuşlardır. Bu Adriyatik Denizi'ne endüstriyel atık girdisinin ve gemi trafiğinin Marmara Denizi'nden daha çok olmasından kaynaklanıyor olabilir. Bu çalışmaya benzer olarak balık örneklerindeki pestisit kalıntı miktarlarını midye örneklerinden daha yüksek bulmuşlardır ve bunu

yağlı türlerin vücutlarında daha çok pestisit birikimine meyilli olduğundan kaynaklandığını vurgulamışlardır.

Okay ve diğ. (2009) Adalar Bölgesi'nde başlayıp İstanbul kıyısı boyunca farklı istasyonlardan temin ettikleri kara midyelerde (*Mytilus galloprovincialis*) PCB 28, PCB 52, PCB 138, PCB 153, PCB 180 bileşenleri arasında en baskın komponentin bu çalışmaya benzer olarak PCB 153 ve peşinden de PCB 138 olduğunu belirtmişlerdir. En yüksek PCB konsantrasyonlarını Adalar Bölgesi'nden elde edilmesini şehrin atıksularının boşalma noktaları veya birçok geminin burada demirlemesi nedeninden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Denizdeki tabakalaşma ve sürüklenmenin bu bölgeye birçok kirleticiyi taşıyabileceği öngörülmüştür. Çıkan değerlerin bu çalışma sonuçlarına benzer olarak güvenlik limitlerini aşmadığı tespit edilmiştir.

Türkiye'nin Karadeniz kıyısından 1999-2000 yıllarında 6 istasyondan üç farklı zamanda temin edilen kara midyelerde (*Mytilus galloprovincialis*) PCBs komponentlerinin örneklerin hiçbirinde tespit edilmediği vurgulanmıştır. Bu durum Marmara Denizi etrafının daha fazla sanayi ve endüstri alanlarıyla çevrili olmasından kaynaklanabilir (Kurt ve Özkoç, 2004).

Özden ve diğ. (2002) İstanbul'dan temin ettikleri kara midyelerde (*Mytilus galloprovincialis*) altı aylık örneklemelerde PCB 28 komponenti tespit edemezken, PCB 52, PCB 138, PCB 153 ve PCB 180 komponentleri yaş ağırlıkta sırayla benzer olarak 1,5-0,1; 0,7-0,5; 1,4-0,6 ve 0,1-nd ng/g aralıklarında bulunduğunu belirtmişlerdir. Midye örneklerindeki değerlendirilen PCBs değerlerinin Alman yönetmeliğine göre sınır değerlerin altında olduğunu vurgulamışlardır.

Perugini ve diğ. (2004) İtalya'da Adriyatik Denizi kıyısında farklı iki bölgeden dört ay boyunca (Ekim-Mart 2002) temin ettikleri kara midye örneklerinde (*Mytilus galloprovincialis*) ortalama PCB52, PCB 138, PCB 153, PCB 180 değerlerini yaş ağırlıkta sırayla 0,76-1,70; 0,90-2,11; 0,68-1,55; 0,04-0,16 ng/g aralıklarında bu çalışmadaki değerlerden yüksek olarak tespit etmişlerdir. Sonuçların bu çalışmadaki değerlerden yüksek çıkması Adriyatik Denizi'nin Marmara Denizi'ne göre daha yoğun endüstriyel atık girdilerine ve gemi tarfiğine maruz kalmasından kaynaklanabilir.

Midyelerde değerlendirilen pestisit konsantrasyonlarının sınır değeri geçmediğini vurgulamışlardır.

Pasifik Okyanusu'nda Guam Adası'nda yapılan bir çalışmada dört farklı limandan temin edilen istiridye örneklerinde PCB 28, 52 bileşikler tespit edilemezken, PCB 138, 153 ve 180 bileşikler yaş ağırlıkta nd- 21,8; nd-0,11 ve 0,14-8,21 ng/g olarak tespit edilmiştir. Bütün örneklerde en yaygın PCB bileşenlerinin bizdekine benzer olarak PCB 153 ve ayrıca PCB 187 olduğu vurgulanmıştır. Çoğu örneğin, yumuşakça ve kabuklularda PCB bileşenlerinin toplamının, kirletilmemiş su kriteri olarak verilen 10 ng/g sınır değeri altında tespit edildiği belirtilmiştir (Denton ve diğ., 2006).

Chen ve diğ. (2002) Çin'de iki farklı bölgeden temin ettikleri farklı türdeki kabuklu örneklerinde en yaygın benzer olarak PCBs bileşenlerinin PCB 101, 138, 149, 153, 180 olduğunu belirtmişlerdir. Benzer olarak midyelerde yüksek klorlu PCBs bileşenlerinin düşük klorlulara göre daha çok birikim yaptığını belirtmişlerdir.

Mısır'da yapılan bir çalışmada Kızıldeniz'de on bir farklı konumdan temin edilen midyelerin (*Brachiodontes sp.*) PCB 28, 52, 138, 153, 180 konsantrasyonları yaş ağırlıkta sırayla 0,46-6,57; 1,37-11,09; 0,61-9,07; 0,76-14,76; 0,56-22,66 ng/g olarak bu çalışmadaki PCBs değerlerinden yüksek olarak bulunmuştur. Bulunan konsantrasyon değerlerinin sınır değerleri aşmadığı bildirilmiştir. Bu sonuçlardan daha yüksek çıkması Kızıldeniz'deki Marmara Denizi'ne göre daha yoğun gemi trafiği ve çevre yerlerden endüstriyel atık girdilerinin daha yoğun oluşu ile açıklanabilir (Khaled ve diğ., 2004).

Khim ve diğ. (2000) Kore'de farklı dört körfezde 34 istasyondan temin ettikleri midyelerde (*Mytilus edulis*) total-PCBs (98 bileşenin toplamı) konsantrasyonlarını yaş ağırlıkta 13,1-33,4 ng/g olarak tespit etmişlerdir. Benzer olarak çıkan sonuçların limit değerlerin altında olduğunu vurgulamışlardır.

İklim ve çevre koşullarının bu bileşiklerin konsantrasyonu ve çevredeki kalıcılıkları üstünde çok çeşitli etkileri bulunduğundan, sadece belli özel alanlarda kullanılmaları çevresel kirlenme riskini azaltmamaktadır. OCPs ve PCBs bileşenlerinin varlığı, çevrede insan kaynaklı bir kirlenmenin olduğunun kanıtıdır. Türkiye'deki çoğu

organoklorlu bileşiğin (dieltrin, aldrin, endrin, chlordane, DDT, HCH, Lindane ve heptachlor gibi) kullanımı ve üretimi 1990'lı yıllarda tamamen yasaklanmış olmasına rağmen, Marmara Denizi'nden temin edilen istavrit ve midyelerdeki OCPs'lerin dağılımı deniz etrafındaki köylerde ve tarım alanlarında bu maddelerin yasadışı kullanımı, bireysel kullanımlar, eski kullanımlardan kalan kalıntıların hala mevcut olmasına, Karadeniz'den gelen bir kirlenmeye ve başka bölgelerden atmosferik taşımayla buraya kadar ulaştığına işaret ederken, PCBs'lerin dağılımı ise deniz etrafındaki şehirleşmenin getirdiği yoğun endüstriyel ve sanayi faaliyetlerinden kaynaklanan atık deşarjları, atmosferik çökme, yüzeyden girişler, özellikle İstanbul ve Çanakkale Boğazı'ndaki yoğun gemi trafiği ve gemi kazalarından kaynaklı risklerin yoğunluğunu göstermektedir.

Bu tez çalışmasında değerlendirilen organoklorlu bileşiklerin ve PCBs'lerin limit tüketim değerlerinin altında kalmıştır. Marmara Denizi'nden elde edilen balıkların genel itibariyle güvenli tüketilebileceği sonucunu oluşturmuştur. Buna rağmen daha detaylı önlem ve çalışmaların aşağıdaki öneriler doğrultusunda sürekliliğinin sağlanması tavsiye edilir:

- Su ürünleri tüketimine bağlı insan sağlığını tehdit eden pestisitlerle ilgili su ürünlerinde pestisit seviyeleri ile ilgili araştırma ve çalışmaların devamlı olarak yapılması
- Ülkemizde Bakanlığın, pestisit seviyelerini düzenli bir şekilde izleyerek sonuçları uygun bir şekilde değerlendirmesi,
- Oturmuş bir izleme programıyla yıllara göre pestisit kirliliği ile ilgili düşüş ve çıkışların takip edildiği, kirliliğin kaynaklarının nereden ve neden kaynaklandığı, bu yeni girdiler ve geçmişte oluşmuş kirlenmelerele ilgili neler yapılacağı ve nasıl önlem alınacağına dökümantasyonunun yapılarak gıda güvenliği politikalarının oluşturulması,
- Hem üretici hem de tüketicilerin su ürünlerinde pestisit kontaminasyonunu önlemek yönünde bilinçlendirilmesi,
- Oluşturulacak bu izleme programlarıyla pestisit kullanımının ülkemizde halk sağlığının korunumu yönünde gıda güvenliğini sağlamak üzere yıllık verilere duyulan ihtiyacın giderilmesinin amaçlanması,

Tüm bunlara ek olarak en önemlisi Türkiye'deki yaş ve kilo dağılımına bağlı risk gruplarının belirlenmesi için çalışmaların yapılması gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- Abaunza, P., Gordo, L., Karlou-Riga, C., Murta, A., Eltink, A.T.G.W., Garcia Santamaria, M.T., Zimmermann, C., Hammer, C., Lucio, P., Iversen, S.A., Molloy, J., Gallo, E., 2003, Growth and reproduction of horse mackerel, *Trachurus trachurus* (carangidae), *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 13, 27–61.
- Adeshina, F., Kueberuwa, S.S., 1999, Endocrin disruption, organochlorine pesticides, and human development: an overview. In: Henshel, D. S., Black, M. C., Harnass, M. C. (ed.), *Environmental toxicology and risk assessment*, Toronto, Kanada, pp. 272-273.
- Anonim, 2014, Marmara Bölgesi, <http://bycografyam.wordpress.com/tag/marmara-bolgesinde-tarim-ve-hayvancilik/>, [Ziyaret tarihi: 2 Mayıs 2014].
- ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 2013, Toxic substances portal, <http://www.atsdr.cdc.gov/substances/indexAZ.asp> [Ziyaret tarihi: 9 Eylül 2013].
- Ağca, İ., 2006, *Konya’da satılan bazı balık türlerinde organoklorlu bazı pestisit kalıntılarının tayini*, Yüksek Lisans, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Aksoy, A., Güvenç, D., Yavuz, O., Daş, Y.K., Atmaca, E., 2012, Seasonal variation of polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticide levels of sea and cultured farm fish in the Samsun Region of Turkey, *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 88, 842-849.
- Aksu, A., Balkıs, N., Taşkın, Ö.S., Erşan, M.S., 2011, Toxic metal (Pb, Cd, As and Hg) and organochlorine residue levels in hake (*Merluccius merluccius*) from the Marmara Sea, Turkey, *Environmental Monitoring Assessment*, 182, 509–521.
- Akşıray, F., 1987, Türkiye Deniz Balıkları ve Tayin Anahtarı (2. Baskı), İstanbul Üniversitesi Rektörlüğü Yayınları. No: 3490, İstanbul, 811.
- Aktümsek, A., Kara, H., Nizamlioğlu, F., Dinç, İ., 2002, Monitoring of organochlorine pesticide residues in pikeperch, *Stizostedion lucioperca L.* in Beyşehir Lake (Central Anatolia), *Environmental Technology*, 23, 391-394.
- Aral, O., 1999, Growth of the Mediterranean mussel (*Mytilus galloprovincialis* Lam., 1819) on ropers in the Black Sea, Turkey, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 23, 183-189.
- Arslan, S., 2009, *Bitkisel kaynaklı aktif karbon ile pestisit giderimi*, Yüksek Lisans, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Ashley, J.T.F., Horwitz, R., Steinbacher, J., Ruppel, B., 2003, A comparison of congeneric PCB patterns in American eels and striped bass from the Hudson and Delaware River Estuaries, *Marine Pollution Bulletin*, 46, 1294–308.
- Atamanalp, M., 2004, Pestisitlerin balıkların üreme biyolojisi üzerine etkileri, 4. *Ulusal Zootekni Bilim Kongresi Sözlü Bildiriler Programı*, 1-4 Eylül 2004, Isparta, 1-8.
- Atamanalp, M., Yanık, T., 2001, Pestisitlerin Cyprinidae'lere toksik etkileri, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 3-4, 555-563.
- Ayaz, Z., 2007, Review on DDT and its residues in Turkey's wetlands, *Journal of Environmental Biology*, 28, 707-715.
- Bansal, O.P., 2012, *Degradation of pesticides*. In: Rathore, H. S., Nollet, L. M. L. (ed.), *Pesticides evaluation of environmental pollution*, CRC Press, Boca Raton, USA, pp. 47-76.
- Balkıs, N., Aksu, A., Erşan, M.S., 2010, Marmara Denizi'nde demersal balıklarda (*Merluccius merluccius*) pestisit içerikleri, *Marmara Denizi 2010 Sempozyumu Bildirileri Kitabı*, 25-26 Eylül 2010, İstanbul, 504-509.
- 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.
- Barlas, H., Coelhan, M., Bayat, C., 2000, Marmara Denizi'ndeki bazı balıklarda pestisit kirliliği düzeylerinin belirlenmesi, *Marmara Denizi 2000 Sempozyumu Bildirileri Kitabı*, 11-12 Kasım 2000, İstanbul, 575-578.
- Başçınar, N., Gümrükçü, F., Okumuş, İ., 2008, Genç gökkuşuğu alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss Walbaum*) yemleme stratejisi üzerine bir çalışma, *Journal of Fisheries Sciences.com*, 2, 224-232.
- Başçınar, H., Durmuşoğlu, E., Yıldırım, E.M., 2010, Türkiye'de Tarım İlaçları Üretim ve Kullanımı, VII. Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, 11-15 Ocak 2010, Ankara.
- Bayarri S, Baldassarri LT, Iacovella N, Ferrara F, di Domenico A., 2001, PCDDs, PCDFs, PCBs and DDE in edible marine species from the Adriatic Sea, *Chemosphere*, 43, 601–10.
- Bayen, S., Thomas, G.O., Kee LEE, H., Obbard, J.P., 2004, Organochlorine pesticides and heavy metals in green mussel, *Perna Viridis* in Singapore, *Water, Air, and Soil Pollution*, 155, 103–116.
- Bayhan, B., Kalaycı, F., Sever, T.M., Samsun, N., 2005, Orta Karadeniz'de dağılım gösteren karagöz istavritin, *Trachurus trachurus* L., 1758 (Pisces: Carangidae),

- Mevsimsel beslenme rejimi üzerine ilk gözlemler, *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, 3: 4, 110-114.
- Bedard, D.L., 2001, *Microbial dechlorination of PCBs in aquatic sediments*. In: Robertson, L. W., Hansen, L. G. (ed.), *PCBs recent advances in environmental toxicology and health effects*, The University Press of Kentucky, Kentucky, USA, pp. 27.
- Belluck, D.A., 1981, *Pesticides in aquatic environment*, Thesis (pHD), University of Illinois.
- Benedict, L.A., 2007, *Recent trends of polychlorinated biphenyls and polybrominated diphenyl ethers in the Hudson River Basin*, Thesis (PhD), Rensselaer Polytechnic Institute, New York.
- Boran, H., 2009, *Maneb ve karbaril aktif maddelerini içeren pestisitlerin gökkuşuğu alabalıkları (Oncorhynchus mykiss) üzerine olan histopatolojik etkilerinin belirlenmesi*, Yüksek Lisans, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Boran, G., Karaçam, H., 2011, Seasonal Changes in proximate composition of some fish species from the Black Sea, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11, 01-05.
- Boscolo, R., Cacciatore, F., Berto, D., Giani, M., 2007, Polychlorinated biphenyls in clams *Tapes philippinarum* cultured in the Venice Lagoon (Italy): contamination levels and dietary exposure assessment, *Food and Chemical Toxicology*, 45, 1065-1075.
- Bostancı, D., 2009, Sarıkuyruk istavrit, *Trachurus mediterraneus* (Steindachner, 1868)'un otolit özellikleri ve bazı populasyon parametreleri, *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 21, 53-60.
- Bright, D.A., Grundy, S.L., Reimer, K.J., 1995. Differential bioaccumulation of non-ortho-substituted and other PCB congeners in coastal Arctic invertebrates and fish (*Myoxocephalus quadricornis*, *M. scorpius*, *Gadus ogac* and *Salvelinus alpinus*), *Environmental Science and Technology*, 29, 2504–2512.
- Bulut, H., Tamer, A., 1996, Pestisit kullanımının azaltılması ile ilgili politika ve stratejiler, *II. Ulusal Zirai Mücadele İlaçları Sempozyumu 18-20 Kasım Ankara*, 1-23.
- Campos, A., Lino, C.M., Cardoso, S.M., Silveira, M.I.N, 2005, Organochlorine pesticide residues in European sardine, horse mackerel and Atlantic mackerel from Portugal, *Food Additives and Contaminants*, 22(7), 642–646.
- Carlile, B., 2006, *Pesticide selectivity, health and the environment*, Cambridge University press publishing, New York, 9780521010818.



- Carvalho, F.P., 2006, Agriculture, pesticides, food security and food safety, *Environmental Science and Policy*, 9, 685-692.
- Carro, N., Garcia, I., Ignacio, M., Mouteira, A., 2004, Possible influence of lipid content on levels of organochlorine compounds in mussels from Galicia coast (Northwestern, Spain). Spatial and temporal distribution patterns, *Environment International*, 30: 457 – 466.
- CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment), 2001, Canadian tissue guidelines for the protection of wildlife consumers of aquatic biota: Summary table. Update in: Canadian Environmental Quality Guidelines. 1999. Winnipeg: Canadian Council of Ministers of Environment.
- Chemicalbook, 2013, Products, [http://www.chemicalbook.com/ProductIndex\\_EN.aspx](http://www.chemicalbook.com/ProductIndex_EN.aspx) [Ziyaret tarihi: 9 Eylül 2013].
- Chemspider, 2013, The free chemical database, <http://www.chemspider.com/> [Ziyaret tarihi: 9 Eylül 2013].
- Chen, W., Zhang, L., Xu, L., Wang, X., Hong, L., Hong, H., 2002, Residue levels of HCHs, DDTs and PCBs in shellfish from coastal areas of east Xiamen Island and Minjiang Estuary, China, *Marine Pollution Bulletin*, 45, 385–390.
- Chopra, A.K., Sharma, M. K., Chamoli, S., 2010, Bioaccumulation of organochlorine pesticides in aquatic system- an overvie, *Environmental Monitoring and Assessment*, DOI 10.1007/s10661-010-1433-4.
- Coelhan, M., Strohmeier, J., Barlas, H., 2006, Organochlorine levels in edible fish from the Marmara Sea, Turkey, *Environment International*, 32, 775-780.
- Çakıroğulları, G.Ç., 2006, *İzmit Körfezi'nde su, sediment, mezigit (Gadus merlangus L.1758) ve istavrit (Trachurus mediterraneus S.1868) balıklarında poliklorlu bifeniller ile DDT'nin Saptanması*, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi.
- Çakıroğulları, G.Ç., Uçar, Y., Oymael, B., Bozkurt, E.N., Kılıç, D., 2010, PCDD/F, dl-PCB and indicator PCBs in whiting, horse mackerel and anchovy in Black Sea in Turkey, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10: 357-362.
- Çakıroğulları, G.Ç., Uçar, Y., Kılıç, D., 2011, PCDD, PCDF and PCB contamination in *Atherina boyeri* (Risso, 1810) from Turkey, *Food Control*, 22, 67-71.
- Çakıroğulları, G.Ç., Secer, S., 2011, Seasonal variation of organochlorine contaminants in bonito (*Sarda sarda* L. 1758) and anchovy (*Engraulis encrasicolus* L. 1758) in Black Sea region, Turkey, *Chemosphere*, 85, 1713–1718.
- Çelik, M.Y., Karayücel, S., Karayücel, İ., Öztürk, R., Eyüboğlu, B., 2012, Meat yield, condition index, and biochemical composition of mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) in Sinop, South of the Black Sea, *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 21:198–205.

- Çok, I., Görücü, E., Satiroglu, M.H., Demircigil, G.C, 2003, Polychlorinated biphenyl(PCB) levels in human milk from Turkish mothers, *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 70:41 –5.
- Delen, N., Durmuşoğlu, E., Güncan, A., Güngör, N., Turgut, C., Burçak, A., 2005, Türkiye’de pestisit kullanımı kalıntı ve organizmalarda duyarlılık azalışı sorunları, Turkey Agricultural Engineering Sixth Technical Congress, 3-7 Ocak, Ankara.
- Denton, G.R.W., Concepcion, L.P., Wood, H.R., Morrison, R.J., 2006, Polychlorinated biphenyls (PCBs) in marine organisms from four harbours in Guam, *Marine Pollution Bulletin*, 52, 214–238.
- Desgupta, S., Meisner, C., 2005, Health effects and pesticide perception as determinants of pesticide use: evidence from Bangladesh, *World Bank policy research working paper*, Kasım 2005, <http://econ.worldbank.org>, 2-5.
- Di Bella, G., Licata, P., Bruzzese, A., Naccari, C., Trombetta, D., Lo Turco, V., Dugo, G., Richetti, A., Naccari, F., 2006, Levels and congener pattern of polychlorinated biphenyl and organochlorine pesticide residues in bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) from the Straits of Messina (Sicily, Italy), *Environment International*, 32, 705–710.
- Dikshith, T.S.S., Diwan, P.V., 2003, *Industrial guide to chemical and drug safety*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, pp. 122.
- DPT (Devlet Planlama Teşkilatı), 2001, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı. Kimya sanayi özel ihtisas komisyonu raporu. Tarım ilaçları alt komisyonu raporu, Nisan 2001 Ankara, <http://ekutup.dpt.gov.tr/imalatsa/kimya/oik603.pdf>.
- DPT (Devlet Planlama Teşkilatı), 2008, Dokuzuncu Kalkınma Planı. Kimya sanayi özel ihtisas komisyonu. Gübre-tarım ilaçları çalışma grubu raporu, 2008 Ankara, <http://ekutup.dpt.gov.tr/imalatsa/kimya/oik704.pdf>.
- EC (European Council), 2006, 1986L0363 — EN — 16.08.2006 — 034.001 — 1-25.
- EC (European Commission), 2011, Maximum levels for certain contaminants in foodstuffs, Regulation (EC) No 1881/2006, 29 April 2011.
- El Hraiki, A., 1993, *Assessment of chlorinated hydrocarbons and trace metal contamination of Moroccan marine species*, PhD Thesis, Oregon State University.
- El Nabawi, A., Heinzow, B., Kruse, H., 1987, Residue, levels of organochlorine chemicals and polychlorinated biphenyls in fish from the Alexandria Region, Egypt, *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 16, 689-696.

- EPA, 2000, Risk Assessment and Fish Consumption Limits, *Guidance for Assessing Chemical Contaminant Data for Use in Fish Advisories*, Volume 2, Third Edition, November 2000, Washington, DC, 25-27.
- Erdoğrul, Ö., Covacı, A., Schepens, P., 2005, Levels of organochlorine pesticides, polychlorinated biphenyls and polybrominated diphenyl ethers in fish species from Kahramanmaraş, Turkey, *Environment International*, 31, 703-711.
- Ergüden, C., 2012, *İzmir körfezi'nde su kalitesi ve organoklorlu pestisitlerin midye (Mytilus galloprovincialis lamarck, 1819) dağılımına etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Erickson, M.D., 2001, *Introduction: PCB properties, uses, occurrence, and regulatory history*. In: Robertson, L. W., Hansen, L. G. (ed.), PCBs recent advances in environmental toxicology and health effects, The University Press of Kentucky, Kentucky, USA.
- Erkmen, B., Kolankaya, D., 2006, Determination of organochlorine pesticide residues in water, sediment and fish samples from the Meriç Delta, Turkey, *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 86, 161-169.
- Esen, Ö., 2006, *İzmir Körfezi'ndeki kara midye Mytilus galloprovincialis LAMARCK, 1819'da bulunan toksik maddelerin araştırılması*, Yüksek Lisans, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- European Business Journal, 2014, Eurofin food GmbH, [http://www.european-business-journal.com/eurofins\\_food\\_gmbh/portrait/](http://www.european-business-journal.com/eurofins_food_gmbh/portrait/) [Ziyaret tarihi: 19 Haziran 2014].
- Eurofin House Method, 2005, Pesticides in water, soil, sediment, biosolids, and tissue by HRGC/HRMS, Eurofins GfA Lab Service GmbH, Hamburg, Germany.
- Ezemonye, L.I., Ikpesu, T.O., Tongo, I., 2009, Distribution of endosulfan in water, sediment and fish from Warri river, Niger delta, Nigeria, *African Journal of Ecology*, 48, 248-254.
- FAO, 1983, Compilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery products, FAO Library Fische An: 84W00354, FAO Fisheries Circular No. 764.
- FAO, 2002, International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides. [Ziyaret tarihi: 25 Eylül 2010].
- FAO, 2004, The composition of fish, <http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5916e/x5916e01.htm>, [Ziyaret tarihi: 27 Şubat 2014].
- FAO, 2010, FAOSTAT, Pesticide consumption 1990-2007 (dataset), <http://faostat.fao.org/site/424/DesktopDefault.aspx?PageID=424#ancor> [Ziyaret tarihi: 29 Eylül 2010].

- FAO, 2011, FAOSTAT, *Pesticide consumption 1990-2011 (dataset)*, <http://faostat.fao.org/site/424/default.aspx#ancor> [Ziyaret tarihi: 17 Kasım 2012].
- FAO, 2013 (a), Fisheries and aquaculture department *Trachurus trachurus* (Linnaeus, 1758), <http://www.fao.org/fishery/species/2306/en> [Ziyaret tarihi: 24 Eylül 2013].
- FAO, 2013 (b), Fisheries and aquaculture department *Trachurus mediterraneus* (Steindachner, 1868), <http://www.fao.org/fishery/species/2311/en> [Ziyaret tarihi: 24 Eylül 2013].
- FAO, 2013 (c), Fisheries and aquaculture department *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819), <http://www.fao.org/fishery/species/3529/en> [Ziyaret tarihi: 24 Eylül 2013].
- Ferrante, M.C., Clausi, M.T., Meli, R., Fusco, G., Naccari, C., Lucisano, A., 2010, Polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides in European eel (*Anguilla anguilla*) from the Garigliano River (Campania region, Italy), *Chemosphere*, 78, 709-716.
- FDA, 2011, Fish and fishery products hazards and controls guidance fourth edition, Environmental chemical contaminants and chemicals, Chapter 9, <http://www.fda.gov/downloads/Food/GuidanceRegulation/UCM252404.pdf> [Ziyaret tarihi: 16 Ağustos 2013].
- Flandysz, J., Wyrzykowska, B., Worzocha, J., Barska, I., Garbacik-Wesolowska, A., Szefer, P., 2004, Organochlorine pesticides and PCBs in perch *Perca fluviatilis* from the Odra/Oder River Estuary, Baltic Sea, *Food Chemistry*, 87, 17-23.
- Gallagher, H., De Souza, I.E.J., Regan, C.M., 2004, *The impact of chemical residues: the case of polychlorinated biphenyls (PCBs)*. In: Watson D. H. (ed.), *Pesticide, veterinary and other residues in food*, CRC Press LLC, Boca Raton, USA, pp. 66-80.
- Georgieva, S., Stancheva, M., Makedonski, L., 2012, Organochlorine pesticides and PCBs in marine fish, *Ovidius University Annals of Chemistry*, 23, 92-98.
- Gevao, B., Alegria, H., Jaward, F.M., Beg, M.U., 2010, *Persistent organic pollutants in the developing world*. In: Harrad, S. (ed.), *Persistent organic pollutants*, John Wiley & Sons. Ltd., UK, pp. 161.
- Green, N.W., Knutzen, J., 2003, Organohalogen and metals in marine fish and mussels and some relationships to biological variables at reference localities in Norway, *Marine Pollution Bulletin*, 46, 362-377.
- Guo, J.Y., Zeng, E.Y., Wu, F.C., Meng, X.Z., Mai, B.X., Luo, X.J., 2007. Organochlorine pesticides in seafood products from Southern China and

- health risk assessment, *Environmental Toxicology and Chemistry*, 26, 1109-1115.
- Güvenç, D., Aksoy, A., 2007, Poliklorlu bifenillerin toksikolojisi, *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 78, 18-25.
- Hamilton, D., Crossley, S., 2004, *Introduction*. In: Hamilton D., Crossley, S. (ed.), Pesticide residues in food and drinking water human exposure and risks, John Wiley & Sons Ltd, England, pp. 1-27.
- Harris, J., 2000, *Chemical pesticide markets, health risks and residues*, CABI publishing, New York, 0851994768.
- Harvey, J., Harwell, L., Summers, K.J., 2008, Contaminant concentrations in whole-body fish and shellfish US estuaries, *Environmental Monitoring and Assessment*, 137, 403-412.
- Heinzow, B., Andersen, H.R., 2006, *Biocides and pesticides*. In: Duffus, J. H., Worth, H. G. (ed.), *Fundamental Toxicology*, Chapter 22, Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, pp. 292.
- Holoubek, I., 2001, *Polychlorinated biphenyl (PCB) contaminated sites worldwide*. In: Robertson, L. W., Hansen, L. G. (ed.), *PCBs recent advances in environmental toxicology and health effects*, Section 1, The University Press of Kentucky, Kentucky, USA, pp. 19.
- Hongsheng, W., 2011, *Persistent organic pollutants in aquaculture systems in the Pearl River Delta, with focus on their bioaccessibility via fish consumption*, Thesis (pHD), Hong Kong Baptist University.
- Hussein, O.M., 2012, *Development of on site sampling approaches for organochlorine pesticides in sea water and seafoods*, Master of Science, King Fahd University.
- Kalyoncu, L., Ağca, İ., Aktümsek, A., 2009, Some organochlorine pesticide residues in fish species in Konya, Turkey, *Chemosphere*, 74, 885-889.
- Karadağ, S., 2011, Haritalarla Türkiye (Türkiye Haritaları), <https://cografyabilim.wordpress.com/tag/turkiye-buyuk-boy-harita/>, [Ziyaret tarihi: 21 Nisan 2014].
- Karakaya, M., Boyraz, N., 1992, Gıda kirlenmesinde pestisitler ve korunma yolları, *Çevre Dergisi*, 4, 11-15.
- Karakurt, İ., 2009, *Ankara ve çevre illerinde tavuk yumurtalarında bazı organik klorlu (DDD, DDE, DDT, linden, endrin) ve poliklorlu bifenil (PCB 28 ve PCB 118) kalıntılarının aranması*, Yüksek Lisans, Ankara Üniversitesi.
- Karayücel, S., Kaya, Y., Karayücel, İ., 2003, Sinop Bölgesi'nde Akdeniz midyesinin (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck , 1819) kondisyon faktörü ve biyokimyasal

- kompozisyonu üzerine çevresel faktörlerin etkisi, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 27, 1391-1396.
- Kaya, H., 2007, *Atikhisar Barajı ve Sarıçay'da pestisit ve evsel kirliliğin araştırılması*, Yüksek Lisans, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi.
- Kayhan, F.E., Balkıs, N., Aksu, A., 2006, İstanbul balık halinden Alınan Akdeniz midyelerinde (*Mytilus galloprovincialis*) arsenik düzeyleri, *Ekoloji*, 15, 1-5.
- Khaled, D.A., El Nemr, A., Said, T.O., El-Sikaily, A., Abdallah, A.M.A., 2004, Polychlorinated biphenyls and chlorinated pesticides in mussels from the Egyptian Red Sea coast, *Chemosphere*, 54, 1407-1412.
- Khim, J.S., Villeneuve, D.L., Kannan, K., Hu, W.Y., Giesy, J.P., Kang, S.-G., Song, K.-J., Koh, C.-H., 2000, Instrumental and bioanalytical measures of persistent organochlorines in blue mussel (*Mytilus edulis*) from Korean coastal waters, *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 39, 360–368.
- Klumpp, D.W., Huasheng, H., Humphrey, C., Xinhong, W., Codi, S., 2002, Toxic contaminants and their biological effect in coastal waters of Xiamen, China. I. Organic pollutants in mussel and fish tissues, *Marine Pollution Bulletin*, 44 (8), 752–760.
- Koesoemadinata, S., 1980, *Pesticides as a major constraint to integrated agriculture-aquaculture farming systems*. In: Pullin, R. S. V., Shehadeh, Z. H., *Integrated agriculture-aquaculture farming systems*, International Center for Living Aquatic Resources Management, Philippines, pp. 45-47.
- Kolankaya, D., 2006, Organochlorine pesticide residues and their toxic effects on the environment and organisms in Turkey, *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 86, 147–160.
- Kınık, Ö., Kavas, G., 2002, Süt ve ürünlerinde pestisitler, *TMMOB, Gıda Mühendisliği Dergisi*, 6-12, 31-38.
- Kurşun, Ö., Mor, F., 2009, A perspective on the potential health risks of dioxin in human food, *Uludağ University Journal of Faculty of Veterinary Medicine*, 2, 43-47.
- Kurt, P.B., Özkoç, H.B., 2004, A survey to determine levels of chlorinated pesticides and PCBs in mussels and seawater from the Mid-Black Sea Coast of Turkey, *Marine Pollution Bulletin*, 48, 1076-1083.
- Küçüksezgin, F., Altay, O., Uluturhan, E., Kontas, E., 2001, Trace metal and organochlorine residue levels in red mullet (*mullus barbatus*) from the eastern Aegean, Turkey, *Water Research*, 35, 2327–2332.
- Lachowicz, L.S., 2005, *Population biology of mussels (Aulacomya maoriana, Mytilus galloprovincialis and Perna canaliculus) from rocky intertidal shores in*

Wellington Harbour, New Zealand, Thesis (PhD), Victoria University of Wellington.

- Lake, J.L., Mckinney, R., Lake, C.A., Osterman, F.A., Heltshe, J., 1995, Comparisons of patterns of polychlorinated biphenyl congeners in water, sediment, and indigenous organisms from New-Bedford Harbor, Massachusetts, *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 29, 207-220.
- Levine, M.J., 2007, Pesticides: A Toxic Time Bomb in Our Midst, Greenwood Publishing Group, Inc., United States of America, 0-275-99127-X.
- Licata, P., Trombetta, D., Cristani, M., Martino, D., Naccari, F., 2004, Organochlorine compounds and heavy metals in the soft tissue of the mussel *Mytilus galloprovincialis* collected from Lake Faro (Sicily, Italy), *Environment International*, 30, 805– 810.
- Liu, Z., Zhong, H., Tao, M., Yang, S., Wang, L., Liu, Y., Ma, D., He, Z., 2010, Organochlorine pesticides in consumer fish and mollusks of Lianoning Province, China: Distribution and human exposure implications, *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 59, 444-453.
- Liu, W., Chen, J., Lin, X., Fan, Y., Tao, S., 2007, Residual concentrations of micropollutants in benthic mussels in the coastal areas of Bohai Sea, North China, *Environmental Pollution*, 146, 470-477.
- Loizeau, V., Abarnou, A., Cugier, P., Jaouen-Madoulet, A., Le Guellec, A-M., Menesguen, A., 2001, A model of PCB bioaccumulation in the sea bass food web from the Seine Estuary (Eastern English Channel), *Marine Pollution Bulletin*, 43, 242– 55.
- Longnecker, M.P., Rogan, W.J., Lucier, G., 1997, Polychlorinated Biphenyls and Terphenyls (Second Edition), Environmental Health Criteria, *Annual Review of Public Health*, 18: 211-244.
- Magnusson, K., Ekelund, R., Grabic, R., Bergqvist, P.A., 2006, Bioaccumulation of PCB congeners in marine benthic infauna, *Marine Environmental Research*, 61, 379-395.
- Mahmoud, F.M., Loutfy, N., 2012, *Biocides*. In: Rathore, H. S., Nollet, L. M. L. (ed.), Pesticides evaluation of environmental pollution, Section 1, CRC Press, Boca Raton, USA, pp. 14.
- Manchester-Neesvig, J.B., Valters, K., Sonzogni, W.C., 2001. Comparison of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) and polychlorinated biphenyls (PCBs) in Lake Michigan salmonids, *Environmental Science & Technology*, 35, 1–17.

- Mattisek, R., Schnepel, M.F. & Steiner, G. 1992. *Lebensmittelanalytik, Grundzüge. Methoden. Anwendungen.* ISBN: 3-540-54684-7 Zweite, korrigierte Auflage. Springer Berlin Heidelberg New York.
- Mead, P.S., Slutsker, L., Dietz, V., Mc Caigh, L.F., Bresee, J. S., Shapiro, C., Griffin, P.M., Tauxe, R.V., 1999, Death in the United States, *Emerging Infectious Diseases*, 5, 607-625.
- Mergel, M., 2009, Endrin, <http://toxipedia.org/display/toxipedia/Endrin> [Ziyaret tarihi: 10 Eylül 2012].
- Metin, N. S., 2006, *Bazı pestisitlerin tahıllarda sitotoksik etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Miesner, J.F., 2000, Contaminant residue analysis of fish tissues from Marais des Cygnes National Wildlife Refuge-Kansas, *United States Fish and Wildlife Service Region 6 Environmental Contaminants Program Contaminant report number: R6/801M/1998*, February 2000, Kansas Field Office 315 Houston, Suite E. Manhattan, Kansas 66502, 3.
- Nakata, H., Tanabe, S., Tatsukawa, R., Amano, M., Miyazaki, N., Petrov, E. A., 1995, Persistent organochlorine residues and their accumulation kinetics in Baikal seal (*Phoca sibirica*) from Lake Baikal, Russia, *Environmental Science & Technology*, 29, 2877–2885.
- Naso, B., Perrone, D., Ferrante, M.C., Bilancione, M., Lucisano, A., 2005, Persistent organic pollutants in edible marine species from the Gulf of Naples, Southern Italy, *Science of the Total Environment*, 343, 83–95.
- Okay, O.S., Karacık, B., Başak, S., Henkelmann, B., Bernhöft, S., Schramm, K.W., 2009, PCB and PCDD/F in sediments and mussels of the Istanbul Strait (Turkey), *Chemosphere*, 76, 159-166.
- Okay, O.S., Karacık, B., Henkelmann, B., Schramm, K.W., 2011, Distribution of organochlorine pesticides in sediments and mussels from the Istanbul Strait, *Environmental Monitoring and Assessment*, 176, 51-65.
- Okumuş, İ., Stirling, H.P., 1998, Seasonal variations in the meat weight, condition index and biochemical composition of mussels (*Mytilus edulis* L.) in suspended culture in two Scottish sea lochs, *Aquaculture*, 159, 249–261.
- Omaye, S.T., 2000, *Introduction to food toxicology*. In: Watson, D. E. (ed.), *Pesticide, veterinary and other residues in food*, CRC Press LLC, North America, pp. 1-24.
- Orban, E., Dilena, G., Nevigato, T., Masci, M., Casini, I., Caproni, R., 2011, Proximate, unsaponifiable lipid and fatty acid composition of bogue (Boops boops) and horse mackerel (*Trachurus trachurus*) from the Italian trawl fishery, *Journal of Food Composition and Analysis*, 24, 1110–1116.



- Özcan, S., 2003, *Konya atıksuyunda organoklorlu pestisitlerin (OCPs) araştırılması*, Yüksek Lisans, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özçelik, B., Uygun, Ü., Bayram, B. (2011) *Seafoods and Environmental Contaminants*. In: Alasalvar, C., Shahidi, F., Miyashita, K., Wanasundara (eds.), Handbook of seafood quality, safety and health applications, Chapter 25, A John Wiley & Sons, Ltd., Publication, UK, pp. 303-311.
- Özden, Ö., Kruse, R., Erkan, N., 2002, Bestimmung von organochlor- pestiziden und polychlorierten biphenylen in miesmuscheln, *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 6, 215-219.
- Özden, Ö., 2010, Micro, macro mineral and proximate composition of Atlantic bonito and horse mackerel: a monthly differentiation, *International Journal of Food Scienc and Technology*, 45, 578-586.
- Özkoç, H.B., Bakan, G., Arıman, S., 2007, Distribution and bioaccumulation of organochlorine pesticides along the Black Sea coast, *Environmental Geochemistry and Health*, 29, 59-68.
- Perugini, M., Cavaliere, M., Giammarino, A., Mazzone, P., Olivieri, V., Amorena, M., 2004, Levels of polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides in some edible marine organisms from the Central Adriatic Sea, *Chemosphere*, 57, 391–400.
- Picer, M., 2000, DDTs and PCBs in the Adriatic Sea, *Croatica Chemica Acta*, 73 (1), 123-186.
- Pierard, C., Budzinski, H., Garrigues, P., 1996, Grain-size distribution of polychlorobiphenyls in coastal sediments, *Environmental Science and Technology*, 31, 2686–2691.
- Pimentel, D., Acquay, H., Biltonen, M., Rice, P., Silva, M., Nelson, J., Lipner, V., Giardano, S., Horowitz, A., D'amore, M., 1992, Environmental and economic costs of pesticide use, *American Institute of Biological Sciences*, 10, 750-760.
- Pimentel, D., Lehman, H., 1993, *New directions for pesticide use*. In: Lehman, H. (ed.), The Pesticide question environment, economics and ethics, Chapman & Hall, Inc., New York, pp. 3-13.
- Polat, H., Ergün, H., 2008, Karadeniz'in pelajik balıkları, *SÜMAE Yunus Araştırma Bülteni*, 8-1, 1-5.
- Porte, C., Albaiges, J., 1993, Bioaccumulation patterns of PCB congeners in bivalves, crustaceans and fishes from the Mediterranean coast, Implications in biomonitoring studies, *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 26, 273–281.

- PPD (PAN PESTICIDES DATABASE), 2013, Chemicals [http://www.pesticideinfo.org/Search\\_Chemicals.jsp](http://www.pesticideinfo.org/Search_Chemicals.jsp) [Ziyaret tarihi: 10 Eylül 2013].
- Quensen, J.F., Mueller, S.A., Jain, M.K., Tiedje, J.M., 1998, Reductive dechlorination of DDE to DDMU in marine sediment microcosms, *Science*, 280, 722–724.
- Raeside, A., 2007, *Investigating the variability of PCB toxicokinetics in the freshwater mussel biomonitor, Elliptio complanata*, Thesis (degree of master), University of Windsor.
- Rimayi, C.C., 2011, Influence of matrix effect on selected organochlorine pesticide residues in water from the Jukskei River catchment: Gauteng, South Africa, Boca Raton, Florida, USA, pp. 18-21.
- Rizov, T., Georgieva, R., 2010, Polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides in black mussel and goby from Black sea, Bulgaria, *Scripta Scientifica Medica*, 42 (4), 241-244.
- Rodgers, K.E., 2001, *Immunotoxicity of pesticides*. In: Krieger, R. (ed.), Handbook of pesticide toxicology principles, Academic Press, California, USA, pp.
- Ross, P.S., Ellis, G.M., Ikonomou, M.G., Barret-Lennards, L.G., Addison, R.F., 2000, High PCB concentrations in free-ranging pacific Killer Whales, *Orcinus orca*: effect of age, sex and dietary preference, *Marine Pollution Bulletin*, 40 (86), 504-515.
- Said, T.O., El Moselhy, K.M., Rashad, A.A.M., Shreadah, M.A., 2008, Organochlorine Contaminants in Water, Sediment and Fish of Lake Burullus, Egyptian Mediterranean Sea, *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 81, 136–146.
- Saler, S., 2006, Pestisitlerin akuatik omurgasızlar üzerine etkisi, *Sünder Dergisi*, 25-26, 28-32.
- Sigma-Aldrich, 2013, Products, <http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/fluka/33660?lang=en&region=TR> [Ziyaret tarihi: 23 Eylül 2013].
- Silva, J.J, Chamul, R.S., 2000, *Composition of marine and freshwater finfish and shellfish species and their products*, Marine and freshwater products handbook, In: Martin R.E., Paine Carter E., Flick E.J., Davis L.M. (Eds.), Technomic Publishing Company, Inc., Pennsylvania, USA, 31-46.
- Smith, A.G., Gangolli, S.D., 2002, Organochlorine chemicals in seafood: occurrence and health concerns, *Food and Chemical Toxicology*, 40, 767-779.

- Stoichev, T., Makedonski, L., Trifonova, T., Stancheva, M., Ribarova, F., 2007, DDT in fish from the Bulgarian region of the Black Sea, *Chemistry and Ecology*, 23, 191–200.
- Storelli, M.M., Storelli, A., Barone, G., Marcotrigiano, G.O., 2004, Polychlorinated biphenyl and organochlorine pesticide residues in *Lophius budegassa* from the Mediterranean Sea (Italy), *Marine Pollution Bulletin*, 48,743–748.
- Syasina, I.G., 2003, Organochlorine pesticides in fishes and mollusks from lower reaches of the Tumen River and of the contiguous part of Peter the Great Bay (Sea of Japan), *Ecology*, 29, 23-30.
- Storelli, M.M., 2008, Potential human health risks from metals (Hg, Cd and Pb) and polychlorinated biphenyls (PCBs) via seafood consumption: Estimation of target hazard quotients (THQs) and toxic equivalents (TEQs), *Food and Chemical Toxicology*, 46, 2782-2788.
- Tanabe, S., Madhusree, B., Ozturk, A. A., Tatsukawa, R., Miyazaki, N., Ozdamar, E., Aral, O., Samsun, O., Öztürk, B., 1997a, Persistent organochlorine residues in harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) from the Black Sea, *Marine Pollution Bulletin*, 34, 338–347.
- Tanabe S, Madhusree B, Amaha AO, Tatsukawa R, Miyazaki N, Ozdamar E, Aral, O., Samsun, O., Öztürk, B., 1997b, Isomer-specific analysis of polychlorinated biphenyls in harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) from the Black Sea, *Marine Pollution Bulletin*, 34, 712–20.
- Takazawa, Y., Tanaka, A., Shibata, Y., 2008, Organochlorine pesticides in muscle of rainbow trout from remote Japanese Lake and their potential risk on human health, *Water, Air and Soil Pollution*, 187, 31-40.
- Tarım ve Gıda Paneli Son Rapor, 2003, Tübitak vizyon 2023 bilim ve teknoloji öngörüsü projesi. [http://www.tubitak.gov.tr/tubitak\\_content\\_files/vizyon2023/tg/tarimgida\\_son\\_surum.pdf](http://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/vizyon2023/tg/tarimgida_son_surum.pdf). [Ziyaret tarihi: 8 Şubat 2013].
- Tatlı, Ö., 2006, *Ege Bölgesi'ne özgü bazı yaş meyve, sebze ve kurutulmuş gıda ürünlerinde pestisit kalıntı düzeylerinin tespiti*, Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Timur, S., 2001, *Pestisit tayinine yönelik biyosensör geliştirilmesi ve karakterizasyonu*, Doktora tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Tuomisto, J., Vartiainen, T., Tuomisto, J.T., 2011, Synopsis on dioxins and PCBs, KTL Division of Environmental Health, National Public Health Institute, Finland, Kuopio, ISBN: 1798-0089.
- Tuncer, G., Karakas, T., Balkas, T. I., Gökçay, C. F., Aygnn, S., Yurteri, C., & Tuncel, G., 1998, Land-based sources of pollution along the Black Sea coast of

- Turkey: concentrations and annual loads to the Black Sea, *Marine Pollution Bulletin*, 36, 409–423.
- Turgut, C., 2003, The contamination with organochlorine pesticides and heavy metals in surface water in Küçük Menderes River in Turkey, 2000-2002, *Environment International*, 29, 29-32.
- Türk Gıda Kodeksi, 2011, Türk Gıda Kodeksi Bulaşanları Yönetmeliği, Yetki Kanunu: 5996, Resmi Gazete: 29.12.2011-28157, Ankara.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2011 (a), Toplam tarım alanı, <http://www.tuik.gov.tr/Gosterge.do?id=3630&metod=IlgiliGosterge> [Ziyaret tarihi: 4 Nisan 2013].
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2012, Su Ürünleri İstatistikleri 2011, Ekim 2012, Ankara.
- Türkiye Tarım Sektörü Raporu, 2010, Türkiye Cumhuriyeti Başbakanlık yatırım destek ve tanıtım ajansı, <http://www.invest.gov.tr/en-US/infocenter/publications/Documents/AGRICULTURE.INDUSTRY.PDF> [Ziyaret tarihi: 4 Nisan 2013].
- Tzikas, Z., Amvrosiadis, I., Soutos, N., Georgakis, Sp., 2007, Seasonal variation in the chemical composition and microbiological condition of Mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*) muscle from the North Aegean Sea (Greece), *Food Control*, 18, 251–257.
- Uluocak, B.H., Egemen, Ö., 2005, İzmir ve Aliğa Körfezi'nde mevsimsel olarak avlanan bazı ekonomik balık türlerinde organik klorlu pestisit kalıntılarının araştırılması, *E. Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 22, 149-160.
- Ulusoy, Ş., 2008, *Midye dolmalarının modifiye atmosferle paketlenmesi*, Yüksek Lisans, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ündeğer, Ü., 2010, *Pestisit kullanımının çevre ve halk sağlığı üzerine etkileri*, Gumushanesaglık.gov.tr, [http://gumushanesaglik.gov.tr/gida\\_cevre/egitim.asp](http://gumushanesaglik.gov.tr/gida_cevre/egitim.asp) [Ziyaret Tarihi: 5 Kasım 2010].
- Varlık, C., Özden, Ö., Erkan, N., Üçok Alakavuk, D., 2007, Su ürünlerinde temel kalite kontrol, *İstanbul Üniversitesi Yayını, İstanbul*, 975-404-771-5.
- Vernocchi, P., Maffei, M., Lanciotti, R., Suzzi, G., Gardini, F., 2007, Characterization of Mediterranean mussels (*Mytilus galloprovincialis*) harvested in Adriatic Sea (Italy), *Food Control*, 18, 1575–1583.
- Wang, B., 2012, *Polychlorinated biphenyls in fish from Maryland waters*, Thesis (Master of Science), University of Maryland Baltimore County.

- World Resorces Institute, 1999, *World resources 1998-9, pesticide health risks*, <http://www.wri.org/publication/content/8437>. [Ziyaret Tarihi: 27 Nisan 2011].
- Xing, G.H., Yang, Y., Chan, J.K.Y., Tao, S., Wong, M.H., 2008, Bioaccessibility of polychlorinated biphenyls in different foods using an in vitro digestion method, *Environmental Pollution*, 156, 1218–1226.
- Yang, R.Q., Yao, Z.W., Jiang, G.B., Zhou, Q.F., Liu, J.Y., 2004, HCH and DDT residus in molluscs rom Chinese Bohai Coastal sites, *Marine Pollution Bulletin*, 48, 795-805.
- Yang, L., 2007, Organochlorine pesticides in sediments from Long Island Sounds, Proquest Information and Learning Company, USA, pp. 3-11.
- Yatağan, M., 2008, *Afyonkarahisarda'ki barajlardan mevsimsel olarak avlanan bazı ekonomik balık türlerinde organoklorlu pestisit kalıntılarının araştırılması*, Yüksek lisans tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi.
- Yeşil, S., Öğür, E., 2011, *I. Konya Kent Sempozyumu*, 26-27 Kasım 2011, Konya, 443.
- Yücel, Ş., Erkoyuncu, İ., 2000, Orta Karadeniz Bölgesi'nde avlanan istavrit (*Trachurus trachurus* L., 1758)'in populasyon dinamiği, *Turkish Journal Of Biology*, 24, 543-552.

## ÖZGEÇMİŞ

Fotoğraf

### Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı	Şafak ULUSOY
Uyruğu	Türkiye Cumhuriyeti
Doğum tarihi, Yeri	08.08.1982, Çorum
Telefon	0212 4555700-16460
E-mail	safak@istanbul.edu.tr
Web adres	-

### Eğitim

Derece	Kurum/Anabilimdalı/Programı	Yılı
Doktora	İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü/İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı/İşleme Programı	2014
Yüksek Lisans	İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü/ İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı/İşleme Programı	2008
Lisans	İ.Ü. Su Ürünleri Fakültesi/İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı/İşleme Programı	2004
Lise	Çorum Fen Lisesi (1996-1998), Atatürk Lisesi (1998-1999)	1999