



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



Doktora Tezi

**İZNİK GÖLÜ'NDE SU, SEDİMAN VE BALIK ÖRNEKLERİNİN
ORGANOKLORLU PESTİSİT VE POLİSİKLIK AROMATİK
HİDROKARBON SEVİYELERİNİN BELİRLENMESİ**

Fatih AYDIN

Deniz ve İçsu Kaynakları Yönetimi Anabilim Dalı

İçsu Kaynakları ve Yönetimi Programı

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Meriç ALBAY**

Ocak, 2024

İSTANBUL

Bu çalışma, 22.01.2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Deniz ve İçsu Kaynakları Yönetimi Anabilim Dalı, İçsu Kaynakları ve Yönetimi Programında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

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

Prof. Dr. Nüket SİVRİ
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpařa
Mühendislik Fakültesi

Prof. Dr. Fatma ÇEVİK
ukurova Üniversitesi
Su Ürünleri Fakültesi

Prof. Dr. Melike GÜREL
İstanbul Teknik Üniversitesi
İnşaat Fakültesi

Doç. Dr. Özcan GAYGUSUZ
İstanbul Üniversitesi
Su Bilimleri Fakültesi

İntihal Programı Beyanı

20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi’nin aboneli olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

Proje Destekleri

Bu tez, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin 30942 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

Tezden Üretilmiş Yayınların Künye Bilgileri

Aydın, F., & Albay, M. (2022). Accumulation of organochlorine pesticide (OCP) residues in surface water and sediment from the İznik Lake in Turkey. Environmental Monitoring and Assessment, 194(12), 872.

Ozbayram, E. G., Koker, L., Akçaalan, R., Aydın, F., Ertürk, A., Ince, O., & Albay, M. (2021). Contrasting the water quality and bacterial community patterns in shallow and deep lakes: Manyas vs. Iznik. Environmental Management, 67(3), 506-512.

ÖNSÖZ

Doktora süresince danışmanlığımı üstlenen, bu sürecin her aşamasında bilgi birikimini ve desteğini esirgemeyen ve bana yol gösteren değerli danışman hocam Prof. Dr. Meriç ALBAY'a,

Tez izleme komitemde yer alan Prof. Dr. Nüket SİVRİ ve Doç. Dr. Özcan GAYGUSUZ hocama,

Arazi, laboratuvar ve tez yazım çalışmaları sırasında desteklerini esirgemeyen Prof. Dr. Reyhan AKÇAALAN ALBAY'a, Doç. Dr. Zeynep DORAK'a, Doç. Dr. Latife KÖKER DEMO'ya, Doç. Dr. E. Gözde ÖZBAYRAM'a, Dr. Öğr. Üyesi Cenk GÜREVİN'e, Dr. Aydın KALELİ'ye, Araş. Gör. Ayça OĞUZ ÇAM'a, Araş. Gör. Zuhale ZENGİN'e ve laborant Cansu ATAR'a ve doktora öğrencisi Anıl ALGEDİK'e ve TÜBİTAK MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü çalışanlarına,

Son olarak doktora tezimin başından sonuna kadar her konuda yardımını ve desteğini aldığım, her zaman yanımda olan ve varlığıyla beni mutlu eden canım yoldaşım eşim Melek YILDIRIM AYDIN'a, doğduğu andan itibaren ömrüme ömür katan neşe kaynağım biricik kızım Nil AYDIN'a ve manevi destekleri için sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ocak 2024

Fatih AYDIN

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİL LİSTESİ	viii
TABLO LİSTESİ.....	xiii
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ	xviii
ÖZET	xx
SUMMARY	xxii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL KISIMLAR.....	5
2.1 PESTİSİTLERİN TANIMI VE GENEL ÖZELLİKLERİ	5
2.2 PESTİSİTLERİN SINIFLANDIRILMASI	6
2.2.1 Organoklorlu pestisitler (OCP'ler)	8
2.2.2 Ölçümü yapılan organoklorlu pestisitler	10
2.2.2.1 Benzen heksaklorür ve Türevleri	10
2.2.2.2 Aldrin ve Dieldrin	10
2.2.2.3 Heptaklor ve Heptaklor Epoksit	10
2.2.2.4 Endosülfan ve Türevleri.....	11
2.2.2.5 Endrin ve türevleri	11
2.2.2.6 DDT ve türevleri (Diklorodifeninletanlar)	12
2.2.2.7 Metoksiklor	12
2.3 PESTİSİTLERİN ÇEVREDEKİ TAŞINIMI	13
2.4 TÜRK ÇEVRE MEVZUATINDA VE ULUSLARARASI SÖZLEŞMELERDE PESTİSİTLER VE POLİSİKLİK AROMATİK HİDROKARBONLAR	15
2.5 ORGANOKLORLU PESTİSİTLER İLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALAR	17
2.6 POLİSİKLİK AROMATİK HİDROKARBONLAR (PAH) TANIMI VE GENEL ÖZELLİKLERİ	21
2.6.1 PAH oluşumu, kökeni ve doğal kaynakları	22
2.6.2 PAH'ların Kimyasal Yapı ve Özellikleri	23
2.6.3 PAH'ların çevresel akıbeti ve su kirliliği	25
3. MALZEME VE YÖNTEM.....	27

3.1	ÇALIŞMA ALANININ ÖZELLİKLERİ	27
3.2	ÖRNEKLEME ÇALIŞMALARI	27
3.2.1	Fiziksel ve Kimyasal Özellikler	27
3.2.2	Su, Sediman ve Balık Doku Örnekleme	28
3.3	KULLANILAN YÖNTEMLER.....	30
3.3.1	İznik Gölü Yüzey Suyu, Sediman ve Balık Örneklerinde Organoklorlu Pestisit Analizi	30
3.3.1.1	<i>Yüzey suyunda organoklorlu pestisit analizi</i>	30
3.3.1.2	<i>Sediman örneklerinde organoklorlu pestisit analizi.....</i>	31
3.3.1.3	<i>Balık örneklerinde organoklorlu pestisit analizi</i>	32
3.3.1.4	<i>Geri kazanım, doğrusalılık, tespit limiti (LOD) ve miktar tayini limiti</i>	34
3.3.2	İznik Gölü Yüzey Suyu, Sediman ve Balık Örneklerinde Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) Analizi	35
3.3.2.1	<i>Yüzey suyu Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) Analizi</i>	35
3.3.2.2	<i>Sediman örneklerinde Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) Analizi.....</i>	35
3.3.2.3	<i>Balıklarda Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) Analizi.....</i>	36
3.3.2.4	<i>Geri kazanım, doğrusalılık, tespit limiti (LOD) ve miktar tayini limiti:</i>	38
3.3.3	İstatistiksel Analizler	39
4.	BULGULAR.....	40
4.1	FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLER	40
4.1.1	Sıcaklık	40
4.1.2	Çözülmüş oksijen (ÇO)	41
4.1.3	pH	43
4.1.4	Elektriksel İletkenlik (Eİ)	44
4.1.5	Nitrit+Nitrat Azotu	46
4.1.6	Ortofosfat (o-PO ₄)	47
4.1.7	Toplam Fosfor (TP).....	48
4.1.8	Silika.....	50
4.1.9	Klorofil- <i>a</i>	52
4.1.10	Sülfat.....	53
4.1.11	Toplam Organik Karbon (TOK).....	54
4.1.12	Toplam İnorganik Karbon (TİK).....	56
4.1.13	Alkalinite	57
4.2	YÜZEY SU ÖRNEKLERİNDE ÖLÇÜLEN ORGANOKLORLU PESTİSİT SONUÇLARI	59

4.3	SU KOLONUNDA ÖLÇÜLEN ORGANOKLORLU PESTİSİTLER	71
4.4	SEDİMAN ÖRNEKLERİNDE ÖLÇÜLEN ORGANOKLORLU PESTİSİTLER.....	79
4.5	BALIK ÖRNEKLERİNDE TESPİT EDİLEN ORGANOKLORLU PESTİSİTLER.....	85
4.4.1	Kas Doku Örneklerinde Ölçülen Organoklorlu Pestisit Değerlerinin Mevsimsel Değişimi	86
4.4.2	Karaciğer Doku Örneklerinde Ölçülen Organoklorlu Pestisit Değerlerinin Mevsimsel Değişimi	91
4.5	SU ÖRNEKLERİNDE ÖLÇÜLEN POLİSİKLİK HİDROKARBON DEĞERLERİ.....	95
4.6	SU KOLONUNDA ÖLÇÜLEN POLİSİKLİK AROMATİK HİDROKARBON (PAH) DEĞERLERİNİN AYLIK DEĞİŞİMİ.....	105
4.7	SEDİMAN ÖRNEKLERİNDE BELİRLENEN POLİSİKLİK HİDROKARBON KONSANTRASYONLARI.....	114
4.8	BALIK ÖRNEKLERİNDE ÖLÇÜLEN POLİSİKLİK AROMATİK HİDROKARBON (PAH) SONUÇLARI.....	122
4.8.1	Balıklarda Kas Doku Örneklerinde Ölçülen PAH Değerlerinin Mevsimsel Değişimi.....	123
4.8.2	Karaciğer Doku Örneklerinde Ölçülen PAH Değerlerinin Mevsimsel Değişimi.....	127
5.	TARTIŞMA VE SONUÇ	134
	KAYNAKLAR.....	159
	EKLER	178
	ÖZGEÇMİŞ	179

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1: Pestisitlerin taşınımı (IPCS, 2009).....	14
Şekil 2.2: PAH'ların molekül yapıları (Alver ve diğ., 2012)	24
Şekil 3.1: İznik Gölü (QGIS programıyla oluşturulmuştur).....	29
Şekil 4.1: Araştırma süresince yüzey suyunda kaydedilen sıcaklık değerleri	40
Şekil 4.2: Araştırma süresince 5. istasyonda sıcaklık değerlerinin derinliğe bağlı dikey değişimi	41
Şekil 4.3: Araştırma süresince yüzey suyunda ölçülen Çözünmüş Oksijen değerlerinin zamana bağlı değişimi	42
Şekil 4.4: Araştırma süresince 5. istasyonda ölçülen Çözünmüş Oksijen değerlerinin derinliğe bağlı dikey değişimi	42
Şekil 4.5: Araştırma süresince yüzey suyunda kaydedilen pH değerlerinin zamana bağlı değişimi	43
Şekil 4.6: Araştırma süresince 5. istasyonda ölçülen pH'nın derinliğe bağlı dikey değişimi	44
Şekil 4.7: Araştırma süresince yüzey suyunda ölçülen iletkenlik değerlerinin zaman bağlı değişimi	45
Şekil 4.8: Araştırma süresince 5. İstasyonda ölçülen Elektriksel İletkenlik değerlerinin derinliğe bağlı dikey değişimi	45
Şekil 4.9: Araştırma süresince yüzey istasyonlarında ölçülen Nitrit + Nitrat azotu değerlerinin zamana bağlı değişimi.....	46
Şekil 4.10: Araştırma süresince 5. istasyonda ölçülen Nitrit + Nitrat azotu değerlerinin zamana bağlı değişimi	47
Şekil 4.11: Araştırma süresince yüzey suyunda ölçülen o-PO ₄ değerlerinin zamana bağlı değişimi	48
Şekil 4.12: Araştırma süresince 5. istasyonda ölçülen o-PO ₄ değerlerinin zamana bağlı değişimi	48
Şekil 4.13: Araştırma süresince yüzey suyunda ölçülen Toplam Fosfor (TP) değerlerinin zamana bağlı değişimi	49

Şekil 4.14: Araştırma süresince 5. istasyon su kolonunda ölçülen Toplam Fosfor (TP) değerlerinin zamana bağlı değişimi.....	50
Şekil 4.15: Araştırma süresince yüzey suyunda ölçülen Silika değerlerinin zamana bağlı değişimi	51
Şekil 4.16: Araştırma süresince 5. istasyon su sütununda ölçülen Silika değerlerinin zamana bağlı değişimi	51
Şekil 4.17: Araştırma süresince yüzey suyunda ölçülen klorofil- <i>a</i> değerlerinin zamana bağlı değişimi	52
Şekil 4.18: Araştırma süresince 5. istasyon su sütununda ölçülen klorofil- <i>a</i> değerlerinin zamana bağlı değişimi	53
Şekil 4.19: Araştırma süresince yüzey suyunda ölçülen sülfat değerlerinin zamana bağlı değişimi	54
Şekil 4.20: Araştırma süresince 5. istasyon su sütununda ölçülen sülfat değerlerinin zamana bağlı değişimi	54
Şekil 4.21: Araştırma süresince yüzey suyunda ölçülen TOK değerlerinin zaman bağlı değişimi	55
Şekil 4.22: Araştırma süresince 5. istasyon su sütununda ölçülen TOK değerlerinin zamana bağlı değişimi	55
Şekil 4.23: Araştırma süresince yüzey suyunda ölçülen TİK değerlerinin zamana bağlı değişimi	56
Şekil 4.24: Araştırma süresince 5. istasyon su sütununda ölçülen TİK değerlerinin zamana bağlı değişimi	57
Şekil 4.25: Araştırma süresince yüzey suyunda ölçülen Alkalinite değerlerinin zamana bağlı değişimi	58
Şekil 4.26: Araştırma süresince 5. istasyon su sütununda ölçülen Alkalinite değerlerinin zamana bağlı değişimi	58
Şekil 4.27: İznik Gölü yüzey suyunda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin istasyonlara göre değişimi	60
Şekil 4.28: 1. istasyonda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi	62
Şekil 4.29: 2. istasyon yüzey suyunda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi	64
Şekil 4.30: 3. istasyon yüzey suyunda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi	66

Şekil 4.31: 4. istasyon yüzey suyunda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi	68
Şekil 4.32: 5. istasyon yüzey suyunda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi	69
Şekil 4.33: 6. istasyonda yüzey suyunda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi	71
Şekil 4.34: 5. istasyon su kolonunda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin derinliğe bağlı değişimi	72
Şekil 4.35: 5. istasyon su kolonunda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin mevsimsel değişimi	73
Şekil 4.36: 5. istasyon yüzeyde ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi	75
Şekil 4.37: 5. istasyon, 10 m derinlikte ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi	76
Şekil 4.38: 5. istasyon 20 m derinlikte ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi	77
Şekil 4.39: 5. istasyon 30 m derinlikte ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi	78
Şekil 4.40: 5. istasyon 40 m derinlikte ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi	79
Şekil 4.41: Kış aylarında sedimanda ölçülen ortalama organoklorlu pestisit değerlerinin istasyonlara göre değişimi	83
Şekil 4.42: Yaz aylarında sedimanda ölçülen ortalama organoklorlu pestisit değerlerinin istasyonlara göre değişimi	84
Şekil 4.43: Araştırma süresince <i>Carassius gibelio</i> kas dokusu örneklerinde ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin mevsimsel değişimi	87
Şekil 4.44: Araştırma süresince <i>Rutilus friisi</i> kas dokusu örneklerinde ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin mevsimsel değişimi	88
Şekil 4.45: Araştırma süresince <i>Cyprinus carpio</i> kas dokusu örneklerinde ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin mevsimsel değişimi	90
Şekil 4.46: Araştırma süresince <i>Carassius gibelio</i> karaciğer doku örneklerinde ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin mevsimsel değişimi	92
Şekil 4.47: Araştırma süresince <i>Rutilus friisi</i> karaciğer doku örneklerinde ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin mevsimsel değişimi	93

Şekil 4.48: Araştırma süresince <i>Cyprinus carpio</i> karaciğer dokusu örneklerinde ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin mevsimsel değişimi	94
Şekil 4.49: 1. istasyon yüzey suyunda ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi	100
Şekil 4.50: 2. istasyon yüzey suyunda ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi	101
Şekil 4.51: 3. istasyon yüzey suyunda ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi	102
Şekil 4.52: 4. istasyon yüzey suyunda ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi	103
Şekil 4.53: 5. istasyon yüzey suyunda ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi	104
Şekil 4.54: 6. istasyon yüzey suyunda ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi	105
Şekil 4.55: 5. istasyon yüzey suyunda ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi	110
Şekil 4.56: 5. İstasyon 10 m ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi	111
Şekil 4.57: 5. İstasyon 20 m ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi	112
Şekil 4.58: 5. İstasyon 30 m ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi	113
Şekil 4.59: 5. İstasyon 40 m ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi	114
Şekil 4.60: Kış aylarında sedimanda ölçülen ortalama polisiklik aromatik hidrokarbon değerlerinin istasyonlara göre değişimi.....	116
Şekil 4.61: Yaz aylarında sedimanda ölçülen ortalama polisiklik aromatik hidrokarbon değerlerinin istasyonlara göre değişimi.....	118
Şekil 4.62: Araştırma süresince <i>Carassius gibelio</i> kas doku örneklerinde ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) değerlerinin mevsimsel değişimi	124
Şekil 4.63: Araştırma süresince <i>Rutilus friisi</i> kas doku örneklerinde ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) değerlerinin mevsimsel değişimi	126
Şekil 4.64: Araştırma süresince <i>Cyprinus carpio</i> kas doku ölçülen örneklerinde polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) değerlerinin mevsimsel değişimi	127

Şekil 4.65: Araştırma süresince <i>Carassius gibelio</i> karaciğer doku örneklerinde ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) değerlerinin mevsimsel değişimi	129
Şekil 4.66: Araştırma süresince <i>Rutilus frisii</i> karaciğer doku örneklerinde ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) değerlerinin mevsimsel değişimi	131
Şekil 4.67: Araştırma süresince <i>Cyprinus carpio</i> karaciğer doku örneklerinde ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) değerlerinin mevsimsel değişimi	132



TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 3.1: İznik Gölü'nde örnekleme yapılan istasyonların koordinatları.....	29
Tablo 3.2: Yüzde geri kazanım, hassas RSD (%), R^2 değerleri, su, sediman ve balıkta ölçülen OCP'lerin tespit ve miktar tayini limiti	34
Tablo 3.3: Yüzde geri kazanım, hassas RSD (%), R^2 değerleri, su ve tortudaki PAH'ların tespit ve miktar tayini limiti	38
Tablo 4.1: İznik Gölü yüzey suyunda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin istasyonlara göre değişimi (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir).....	59
Tablo 4.2: 1. istasyon yüzey suyunda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi	61
Tablo 4.3: 2. istasyon yüzey suyunda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi	63
Tablo 4.4: 3. istasyon yüzey suyunda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi	65
Tablo 4.5: 4. istasyon yüzey suyunda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi	67
Tablo 4.6: 5. istasyon yüzey suyunda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi	68
Tablo 4.7: 6. istasyon yüzey suyunda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi	70
Tablo 4.8: 5. istasyon su kolonunda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin yüzey, 10m, 20m, 30m ve 40m derinlikteki değişimi (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir)	72
Tablo 4.9: 5. istasyon su kolonunda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin mevsimsel değişimi (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir).....	73
Tablo 4.10: 5. istasyon yüzeyde ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi	74
Tablo 4.11: 5. istasyon 10 m derinlikte ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi	75

Tablo 4.12: 5. istasyon, 20 m derinlikte ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi	76
Tablo 4.13: 5. istasyon 30 m derinlikte ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi	77
Tablo 4.14: 5. istasyon 40 m derinlikte ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi	78
Tablo 4.15: 1. istasyon sedimanda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin ölçüm yapılan aylardaki değişimi.....	80
Tablo 4.16: 2. istasyon sedimanda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin ölçüm yapılan aylardaki değişimi.....	80
Tablo 4.17: 3. istasyonda sedimanda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin ölçüm yapılan aylardaki değişimi.....	81
Tablo 4.18: 4. istasyon sedimanda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin ölçüm yapılan aylardaki değişimi.....	81
Tablo 4.19: 5. istasyon sedimanda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin ölçüm yapılan aylardaki değişimi.....	82
Tablo 4.20: 6. istasyon sedimanda ölçülen organoklorlu Pestisit değerlerinin ölçüm yapılan aylardaki değişimi.....	82
Tablo 4.21: Kış aylarında sedimanda ölçülen ortalama organoklorlu pestisit değerlerinin istasyonlara göre değişimi ve istatistiksel değerlendirmesi (tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir)	83
Tablo 4.22: Yaz aylarında sedimanda ölçülen ortalama organoklorlu pestisit değerlerinin istasyonlara göre değişimi ve istatistiksel değerlendirmesi (tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir).....	84
Tablo 4.23: <i>Carassius gibelio</i> (A), <i>Rutilus frisii</i> (B) ve <i>Cyprinus carpio</i> (C) Kas doku örneklerinde ölçülen organoklorlu pestisit değerleri	86
Tablo 4.24: Araştırma süresince <i>Carassius gibelio</i> kas dokusu örneklerinde ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin mevsimsel değişimi ve istatistiksel değerlendirmesi (tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir).....	87
Tablo 4.25: Araştırma süresince <i>Rutilus friisi</i> kas dokusu örneklerinde ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin mevsimsel değişimi ve istatistiksel değerlendirmesi (tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir).....	88

Tablo 4.26: Araştırma süresince <i>Cyprinus carpio</i> kas dokusu örneklerinde ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin mevsimsel değişimi ve istatistiksel değerlendirmesi (tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir).....	89
Tablo 4.27: Araştırma süresince balıkların karaciğer doku örneklerinde ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin mevsimsel değişimi.....	91
Tablo 4.28: Araştırma süresince <i>Carassius gibelio</i> karaciğer doku örneklerinde ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin mevsimsel değişimi ve istatistiksel değerlendirmesi (tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir).....	92
Tablo 4.29: Araştırma süresince <i>Rutilus friisi</i> karaciğer doku örneklerinde ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin mevsimsel değişimi ve istatistiksel değerlendirmesi (tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir).....	93
Tablo 4.30: Araştırma süresince <i>Cyprinus carpio</i> karaciğer dokusu örneklerinde ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin mevsimsel değişimi ve istatistiksel değerlendirmesi (tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir).....	94
Tablo 4.31: İznik Gölü yüzey suyunda ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon ortalama değerlerinin aylık değişimi ve istatistiksel değerlendirmesi (Tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir).....	96
Tablo 4.32: İznik Gölü yüzey suyunda ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon değerlerinin mevsimsel değişimi ve istatistiksel değerlendirmesi (Tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir).....	97
Tablo 4.33: İznik Gölü yüzey suyunda ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon değerlerinin istasyonlara göre değişimi ve istatistiksel değerlendirmesi (Tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir).....	98
Tablo 4.34: 1. istasyon yüzey suyunda ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi	99
Tablo 4.35: 2. istasyon yüzey suyunda ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi	100
Tablo 4.36: 3. istasyon yüzey suyunda ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi	101
Tablo 4.37: 4. istasyon yüzey suyunda ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi	102

Tablo 4.38: 5. istasyon yüzey suyunda ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi	103
Tablo 4.39: 6. istasyon yüzey suyunda ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi	104
Tablo 4.40: 5. istasyon su kolonunda ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon değerlerinin aylık değişimi ve istatistiksel değerlendirmesi (tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir).....	106
Tablo 4.41: 5. İstasyon su kolonunda ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon değerlerinin yüzey, 10m, 20m, 30m ve 40m derinlikteki değişimi ve istatistiksel değerlendirmesi (tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir).....	108
Tablo 4.42: 5. istasyon yüzey suyunda ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi	109
Tablo 4.43: 5. İstasyon 10 m ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi	110
Tablo 4.44: 5. İstasyon 20 m ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi	111
Tablo 4.45: 5. İstasyon 30 m ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi	112
Tablo 4.46: 5. İstasyon 40 m ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi	113
Tablo 4.47: Kış aylarında sedimanda ölçülen ortalama polisiklik aromatik hidrokarbon değerlerinin istasyonlara göre değişimi ve istatistiksel değerlendirmesi (tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir).....	114
Tablo 4.48: Yaz aylarında sedimanda ölçülen ortalama polisiklik aromatik hidrokarbon değerlerinin istasyonlara göre değişimi istatistiksel değerlendirmesi (tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir).....	117
Tablo 4.49: 1. istasyon sedimanda ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylara göre değişimi	119
Tablo 4.50: 2. istasyon sedimanda ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylara göre değişimi	119
Tablo 4.51: 3. istasyon sedimanda ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylara göre değişimi	120

Tablo 4.52: 4. istasyon sedimanda ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylara göre değişimi	120
Tablo 4.53: 5. istasyon sedimanda ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylara göre değişimi	121
Tablo 4.54: 6. istasyon sedimanda ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylara göre değişimi	121
Tablo 4.55: <i>Carassius gibelio</i> (A), <i>Rutilus frisii</i> (B), <i>Cyprinus carpio</i> (C) kas doku örneklerinde kaydedilen polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) değerlerinin mevsimsel değişimi	123
Tablo 4.56: Araştırma süresince <i>Carassius gibelio</i> kas doku örneklerinde ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) değerlerinin mevsimsel değişimi ve istatistiksel değerlendirmesi (tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir).....	124
Tablo 4.57: Araştırma süresince <i>Rutilus frisii</i> kas doku örneklerinde ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) değerlerinin mevsimsel değişimi ve istatistiksel değerlendirmesi (tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir).....	125
Tablo 4.58: Araştırma süresince <i>Cyprinus carpio</i> kas doku ölçülen örneklerinde polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) değerlerinin mevsimsel değişimi ve istatistiksel değerlendirmesi (tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir).....	126
Tablo 4.59: <i>Carassius gibelio</i> (A), <i>Rutilus frisii</i> (B), <i>Cyprinus carpio</i> (C) karaciğer doku örneklerinde ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) değerlerinin mevsimsel değişimi	128
Tablo 4.60: Araştırma süresince <i>Carassius gibelio</i> karaciğer doku örneklerinde ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) değerlerinin mevsimsel değişimi ve istatistiksel değerlendirmesi (tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir).....	129
Tablo 4.61: Araştırma süresince <i>Rutilus frisii</i> karaciğer doku örneklerinde ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) değerlerinin mevsimsel değişimi ve istatistiksel değerlendirmesi (tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir).....	130
Tablo 4.62: Araştırma süresince <i>Cyprinus carpio</i> karaciğer doku örneklerinde ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) değerlerinin mevsimsel değişimi ve istatistiksel değerlendirmesi (tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir).....	132
Tablo 5.1: İznik Gölü su kalitesi parametlerine göre trofik seviye tablosu.....	135
Tablo 5.2: Ulusal ve uluslararası mevzuata göre belirlenmiş olan bazı pestisit türlerinin maksimum kalıntı limitleri	140

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
----------	----------

%	: Yüzde
γ	: Gamma
$\sim$	: Yaklaşık
<	: Küçüktür
>	: Büyüktür
$\pm$	: Artı eksi
°	: Derece
‰	: Binde

Kısaltmalar	Açıklama
-------------	----------

Σ (Sigma)	: Toplam
μg	: mikrogram
μS	: Mikro siemens
C	: Santigrad
cm	: Santimetre
DDD	: 1,1-dichloro-2,2-bis (p-chlorophenyl) ethane
DDE	: 1,1-dichloro-2,2-bis (p-chlorophenyl) ethylene
DDT	: 1,1-trichloro-2,2-bis (p-chlorophenyl) ethane
diğ.	: Diğerleri
ECD	: Elektron yakalama dedektörü
EPA	: Çevre Koruma Ajansı
FAO	: Gıda Tarım Örgütü
g	: Gram
GC	: Gaz kromatografisi
HPLC	: Yüksek performans sıvı kromatografisi
kg	: Kilogram
L	: Litre
m ²	: Metrekare
m ³	: Metreküp
mg	: Miligram

mL	: Mililitre
mm	: Milimetre
MS	: Kütle spektrometresi
ng	: nanogram
NH₄⁺-N	: Amontum azotu
nm	: Nanometre
NO₂	: Nitrit
NO₃	: Nitrat
O₂	: Oksijen
OCP	: Organoklorlu pestisit
PAH	: Polisiklik aromatik hidrokarbon
PCB	: Poliklorlu bifenil
PO₄	: Fosfat
ppb	: Milyarda bir kısım
ppm	: Milyonda bir kısım
SD	: Standart deviation, standart sapma
TE	: Tespit edilemedi
TP	: Topla fosfor
UNEP	: Birleşmiş Milletler Çevre Programı
USEPA	: Birleşik Devletler Çevre Koruma Kurumu
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü

ÖZET

DOKTORA TEZİ

İZNİK GÖLÜ'NDE SU, SEDİMAN VE BALIK ÖRNEKLERİNİN ORGANOKLORLU PESTİSİT VE POLİSİKLIK AROMATİK HİDROKARBON SEVİYELERİNİN BELİRLENMESİ

Fatih AYDIN

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Deniz ve İçsu Kaynakları Yönetimi Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Meriç ALBAY

Bu çalışmada yüzey alanı bakımından Marmara Bölgesinin birinci, Türkiye'nin beşinci büyük gölü olan İznik Gölü'nde organoklorlu pestisit (OCP) ve polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) kirlilik düzeyleri tespit edilmiş, temel su kalitesi analizleri yapılmıştır. Bu amaçla, seçilen 6 istasyonda, Ocak 2019-Aralık 2019 tarihleri arasında yüzey suyu, sediman ve balık örneklerinde (kas ve karaciğer) GC-MS cihazında ölçümleri yapılmıştır.

Organoklorlu pestisitler yüzey suyu örneklerinde 0,01-56,50 µg/L aralığındadır. Sediman örneklerinde 0,06-14,21 ng/g kuru ağırlık değerleri arasında tespit edilmiştir. Balık doku örneklerinde ise en yüksek konsantrasyonlar karaciğer dokularında yaz mevsimi sonuçlarında kaydedilmiştir. Endrin keton, Endrin aldehit, Endosülfan II, Endrin, Heptaklor epoksi, beta-BHC, gama-BHC, ppDDD ve ppDDT konsantrasyonlarının yüzey suları için belirlenen maksimum kalıntı sınır değerlerini aştığı belirlenmiştir.

Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) yüzey suyu örneklerinde 0,0142-1,9625 µg/L aralığında bulunmuştur. Sediman örneklerinde PAH değerleri 0,0233-3,2433 ng/g kuru ağırlık olarak saptanmıştır. Balık doku örneklerinde en yüksek kalıntı değerleri *Cyprinus carpio* türünde sonbahar örneklerinde tespit edilmiştir.

Bu çalışmada İznik Gölü yüzey suyu, sediman ve doku örnekleri değerlendirilmiş ve elde edilen bulgulara göre mevsimler boyunca organoklorlu pestisit ve PAH konsantrasyonlarının antropojenik faaliyetlerden etkilendiği görülmüştür.

Ocak 2024, 204 sayfa.

Anahtar kelimeler: Organoklorlu Pestisit, Polisiklik Aromatik Hidrokarbon, İznik Gölü, Tarım İlaçları



SUMMARY

Ph.D. THESIS

DETERMINATION OF ORGANOCHLORINE PESTICIDES AND POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBON LEVELS OF WATER, SEDIMENT AND FISH SAMPLES IN IZNIK LAKE

Fatih AYDIN

İstanbul University

Institute of Graduate Studies in Sciences

Department of Marine and Freshwater Resources Management

Supervisor : Prof. Dr. Meriç ALBAY

In this study, organochlorine pesticide (OCP) and polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) pollution levels and basic water quality were determined in Iznik Lake, which is the largest lake in the Marmara Region and the fifth largest lake in Turkey in terms of surface area. For this purpose, measurements were made on surface water, sediment and fish samples (muscle and liver) using the GC-MS device at 6 selected stations between January and December, 2019. Organochlorine pesticide results showed that OCP concentrations detected in surface water samples were in the range of 0,01-56,50 µg/L. OCP in the sediment samples were detected between 0,06-14,21 ng/g dry weight values. In fish tissue samples, the highest concentrations were obtained from liver tissues during the summer season. The concentrations of Endrin ketone, Endrin aldehyde, Endosülfan II, Endrin, Heptachlor epoxy, beta-BHC, gamma-BHC, ppDDD and ppDDT exceeded the maximum residue limit values determined for surface waters.

Polycyclic aromatic hydrocarbon results showed that the concentrations determined in surface water samples were between the range of 0,0142-1,9625 µg/L. Sediment samples were determined as 0,0233-3,2433 ng/g dry weight. The highest residue values in fish tissue samples were detected in autumn from the samples of *Cyprinus carpio* species.

In this study samples from Iznik Lake surface water, sediment and tissue were investigated and it was observed that organochlorine pesticide and PAH concentrations were affected by anthropogenic activities along the seasons.

January 2024, 204 pages.

Keywords: Organochlorine Pesticide, Polycyclic Aromatic Hydrocarbon, Lake Iznik, Pesticides

1. GİRİŞ

Doğanın dengesini, insan ve diğer canlıların yaşamını tehdit eden en önemli unsurların başında çevre sorunları gelmektedir. Tarım ilaçları, endüstriyel atıklar, kontrol edilemeyen katı atıklar özellikle sucul ekosistemleri tehdit eden önemli çevresel kirleticilerdir. Bu maddelerin ihtiva ettiği azot oksitler, kükürt dioksit, metaller, pestisitler, polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH) doğa ve halk sağlığı için toksik etkiye sahip olup ve kanserojen etkiye yapabilmektedirler (Alver ve diğ., 2012).

Akarsular ve göller çevre kirliliğinden birinci derecede etkilenen ekosistemlerdir. Özellikle göller ve barajlar gibi durgun su kütlelerinde bu olumsuz etkiler daha yoğun bir şekilde kendini gösterebilmektedir. Başlıca ağır metallerden, pestisitlerden ve polisiklik aromatik hidrokarbonlardan oluşan kirletici maddeler; doğal veya antropojenik yollar ile su ekosistemine taşınabilmeleri, çevresel etmenlere karşı dayanıklı olmaları ve besin zincirine kolaylıkla girerek organizmalarda birikim yapmaları ile en üst seviyeye kadar taşınabilmesi sebebiyle kimyasal kirleticiler arasında ayrı bir önem taşırlar (Klassen ve diğ., 1986).

Çağımızda özellikle son yıllarda hızla gelişen sanayileşmenin etkisi ile insan yaşamının büyük ölçüde kolaylaşması birçok çevre sorununun da ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Üretilen birçok ticari ürün ekosistemde dönüşü olmayan ekolojik zararlara yol açmaktadır.

Bu ürünler arasında yer alan tarım ilaçları, genellikle bitkilere zarar veren böcekler, mantarlar, mikroorganizmalar ve yabancı otlar gibi zararlıların olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak veya azaltmak için kullanılmakta olan kimyasal maddelerdir. Organoklorlu pestisitler II. Dünya Savaşı'ndan beri yaygın olarak kullanılan kalıcı organik kirleticilerdir. Genellikle uçucu olmayan, yağda çözülebilen ve besin zincirlerinde biyoakümülyasyona ve biyomagnifikasyona uğrayarak yüksek toksik etki gösterebilirler (Öz, 2009).

Tarımsal üretim faaliyetlerinde sorun teşkil eden hastalık yapıcı, ürüne zarar veren yabancı bitkilerin, mantarların ve canlıların tarım ürünleri üzerindeki negatif etkilerini ortadan kaldırarak ekonomik kayıpları en aza indirebilmek için küresel tarım sisteminde olduğu gibi ülkemizde de pestisit kullanımı yaygındır (Durmusoglu ve diğ., 2010). Pestisitlerin yaygın

olarak kullanımı, dayanıklılık özellikleri ve kalıntı oluşturmaları nedeniyle insanlara ve çevreye olan olumsuz etkilerini saptayabilmek gereklilik ve önem arz etmektedir.

Organoklorlu pestisitler yıllarca tarımsal ve halk sağlığı uygulamalarında yoğun bir şekilde kullanılmış olup özellikle böceklerin ortamdan uzaklaştırılmasında baskın sınıfı oluşturmuştur. Çevre, insan sağlığı ve vahşi yaşam üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle pestisitler, gelişmiş ülkelerde 1970’li yılların ortalarından, ülkemizde ise 1980’li yılların başından itibaren kullanımları kısıtlanmaya ve yasaklanmaya başlanmıştır. Yaklaşık 40 yıl geçmesine rağmen, bu maddelerin, biyoakümülyasyon yetenekleri ve kararlılıkları nedeniyle halen birçok canlı türünde kalıntılara rastlanılmaktadır. Dünya üzerindeki araştırmalar, DDT’nin önemli bir metaboliti olan p-p ‘DDE’nin varlığının genel popülasyonun %95’inden fazlasında görüldüğünü göstermektedir. (Everett ve Matheson, 2010; Saoudi ve diğ., 2014; Zubero ve diğ., 2015; Schettgen ve diğ., 2015).

Pestisitlerin, uzun süredir değişik yöntemler ile kontrolsüz ve bilinçsiz olarak tarım endüstrisinde kullanımı ile oluşan pestisit kalıntılarının etkisi, ülkemizde tarımsal faaliyetlerin yoğun olarak yapıldığı birçok ilimizde görülmektedir. Kullanılan bu kirleticilerin göllere, göletlere, lagüner alanlara ve haliçlere verilmesi, sucul ortamda bulunan canlılara (algler, omurgasız canlılar, balıklar, kuşlar ve memeliler gibi) birçok şekilde zarar verebilirken, bu canlı organizmalarında birikim yaparak bunlarla beslenen diğer canlılarda ve insanlarda toksik etkiler gösterebilmektedir. (WHO, 1984; ATSDR, 1995).

Polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH) ise doğal olaylar ve antropojenik prosesler sonucunda oluşmakta olup, geniş bir dağılıma sahip olmalarından dolayı oldukça önemlidirler ve tüm çevresel olaylardaki başlıca organik kirleticilerdendir (Moret ve Conte, 2000; Barranco ve diğ., 2003; Gong ve diğ., 2005; Pensado ve diğ., 2005). PAH’lar havada, toprakta, suda ve gıda örneklerinin birçoğunda bulunabilmektedir (Phillips, 1999; Danyi ve diğ., 2009; Bartos ve diğ., 2009; Zhang ve diğ., 2009). PAH’ların kanserojenik, mutajenik ve toksik etkiler gösterdikleri bilinmektedir (Nieva-Cano ve diğ., 2001; Tsai ve diğ., 2002; Liang ve diğ., 2006; Wang ve diğ., 2010). Bu tehlikeli özellikleri sebebiyle çevresel ortamlarda, yiyeceklerde ve içeceklerdeki olası kalıntı miktarları halk sağlığı açısından önemlidir ve düzenli olarak araştırılması gerekmektedir. Doğal ortamlarda 100’ün üzerinde polisiklik aromatik hidrokarbon bileşiği mevcuttur (ATSDR, 1995; Moret ve diğ., 2010; Martorell ve diğ., 2010). Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Birimi tarafından bunların yalnızca 16 tanesi öncelikli

kirleticiler arasında olduğu belirtilmiştir (EPA, 1999). PAH'lar ile ilgili yapılan çalışmaların çoğunda bu 16 bileşiğin bulunduğu belirtilmiştir (Pensado ve diğ., 2005).

PAH'lar iki ve ikiden fazla benzen halkası içeren hidrofobik karakterli organik bileşikler olup doğal veya antropojenik kaynaklı olarak bu maddelerin eksik yanması sonucu oluşurlar (Wcisło, 1998; Zhang ve diğ., 2006; Wang ve diğ., 2010). PAH ve pestisit kalıntılarının suya, toprağa ve havaya karışarak meydana getirdikleri kirlilik, direkt veya dolaylı olarak ekosistemleri etkileyerek bu ortamlarda yaşayan canlılar üzerinde akut ve kronik etki yaratmaktadırlar.

Endüstriyel, evsel ve tarımsal faaliyetlerden kaynaklı kirleticiler ilk olarak sucul ortamlara taşınmaktadır. Organoklorlu pestisitler ve polisiklik aromatik hidrokarbonlar gibi kirleticiler, su ekosistemlerinin bozulmasına yol açmakta, sedimanda ve sucul canlılar üzerinde olumsuz etkiler meydana getirmektedirler.

Tarımsal faaliyetlerin yoğun olarak yapıldığı, üretim potansiyelinin yüksek olduğu İznik Gölü çevresinde; zeytin, üzüm, şeftali, kiraz, erik, armut, elma, ceviz, domates, taze fasulye, brokoli, brüksel lahanası ve toprak ve ikliminin de elverişli olmasından dolayı birçok meyve ve sebze üretimi yapılmaktadır. Özellikle toplam üretilen tarım ürünlerinin yaklaşık %70 gelir kaynağına ulaşan ekonomik getirisiyle zeytincilik ön plana çıkmaktadır. TÜİK verilerine göre 2010 yılında yaklaşık 14000 ton olan zeytin üretimi 2018 yılında 25000 ton miktarına ulaşmıştır (URL1). Bu bilgiler ele alındığında İznik Gölü çevresinde yapılan tarımsal faaliyetlerde kullanılan tarım ilaçlarındaki (pestisitlerin) potansiyel artış ciddi boyutlara ulaşmıştır.

İznik'te içinde bulunduğu Bursa ili tarım faaliyetlerinde önemli miktarlarda tarımsal mücadele ilacı kullanımı yapılmaktadır. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü verilerinde tarımsal ilaçların çevre sağlığı ve biyolojik denge yönünden zararları dikkate alınarak, mücadelenin zamanında ve yeteri kadar yapılması konusunda çiftçi eğitimi ve erken uyarı çalışmalarının yapıldığı vurgulanmaktadır. Bakanlığın verilerine göre Bursa ili bazında 2010 yılında toplam 2.968.682 kg olan tarım ilacı kullanımı 2018 yılında 4.288.898 kg'a (yaklaşık 1.760.000 kg insektisit, 1.800.000 kg fungusit) ulaştığı belirtilmektedir. Tarım ilacı tüketim verileri dikkate alındığında tarla, meyve ve sebze tarımı yapılan 3.078.874 dekar tarım alanlarında ortalama 0,96 kg/da tarımsal ilaç kullanıldığı hesaplanabilmektedir. Bu miktarlar göz önüne alındığında ülke geneli ve diğer ülkelerdeki tarımsal ilaç kullanımı ile

karşılaştırıldığı Bursa ilinde yoğun şekilde tarımsal ilaç kullanıldığı görülmektedir. (Tiryaki ve diğ., 2010; URL2)

Türkiye'nin beşinci, Marmara Bölgesi'nin ise en büyük gölü olan İznik Gölü Havzası bölgenin en önemli tarım merkezlerinden biridir ve gerek toprak yapısı gerek sulama olanakları ve elverişli iklim özellikleri nedeniyle tarımsal faaliyetlerin yoğun olarak yapılmasından kaynaklı olarak tarımsal ilaç kirliliğine maruz kalmaktadır. Bununla birlikte endüstriyel ve hızlı kentleşme sonucu meydana gelen atıklar göl üzerinde baskı oluşturarak gölün hızlı bir kirlenme sürecine girmesine ve su kalitesinin bozulmasına sebep olmaktadır. Gölün çevresinde tarihi alanlar, turistik tesisler, piknik/gezi alanları ve zengin bitki örtüsü bulunmaktadır. Ayrıca bulunduğu konum itibarıyla sanayileşmenin ve endüstriyel çalışma alanlarıyla birlikte nüfusun en kalabalık bölgelerine yakınlığından dolayı göl ekosistemi polisiklik aromatik hidrokarbon kirliliğine de maruz kalmaktadır.

Tez çalışması kapsamında İznik Gölü'nden Ocak 2019-Aralık 2019 tarihleri arasında örneklemeler yapılmıştır. Örneklemeler, aylık periyotlarda su örnekleme ve iki kez (yaz ve kış mevsimi olmak üzere) sediman örnekleme yapılmıştır. Ayrıca mevsimsel olarak bölgedeki balıkçılardan balık örnekleri temin edilerek alınan örnekler için organoklorlu pestisit ve polisiklik aromatik hidrokarbon seviyelerinin gaz kromatografisi kütle spektrometre cihazı ile belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla, bir yıl boyunca aylık periyotlar da 6 farklı istasyon üzerinde tüm gölü temsil edecek şekilde örnekleme yapılmış ve örneklemeler sırasında toplanan numuneler sahada uygun koşullar altında muhafaza edilmiştir. Aynı gün içerisinde İ.Ü. Su Bilimleri Fakültesi İçsu Kaynakları Anabilim Dalı laboratuvarlarına getirilmiştir. Ayrıca araştırma süresince Secchi Diski derinliği, Çözünmüş Oksijen, pH, Elektriksel İletkenlik, besin elementleri (NO_2 , NO_3 , TN, o-PO_4 , TP, SiO_2) ve klorofil-*a* gibi bazı su kalitesi parametreleri de ölçülerek suyun trofik seviyesi de belirlenmiştir. Bu tez çalışmasında elde edilen sonuçların özellikle halk sağlığını da ilgilendirmesi nedeniyle önemli bir boşluğu dolduracağı düşünülmektedir.

Tez çalışması kapsamında ayrıca İznik Gölü gibi tarımsal faaliyetlerin yoğun olarak gerçekleştiği, artan nüfus nedeniyle insan baskısının her geçen yıl arttığı havzada İznik Gölü'nde organoklorlu pestisit, PAH gibi kalıcı organik kirleticiler yönünden kirlilik seviyelerinin belirlendiği bir veri tabanının da oluşturulması hedeflenmiştir.

2. GENEL KISIMLAR

2.1 PESTİSİTLERİN TANIMI VE GENEL ÖZELLİKLERİ

Genel tanımları itibariyle pestisitler, zararlı organizmaları ortadan kaldırmak, kontrol altına almak veya olası zararlı etkilerini en aza indirmek için kullanılan kimyasal maddelerden oluşan karışımlardır. Antik çağlardan beri pestisitler tarım faaliyetlerinde zararlı organizmaları ortamdaki uzaklaştırmak ve/veya kontrol altında tutmak için kullanılan kimyasal maddelerdir. İlk bulgular 4500 yıl kadar Mezopotamya'da bahçe zararlılarıyla mücadele için kullanıldığını göstermektedir. 20. yüzyıl ve özellikle II. Dünya savaşı sonrası sanayileşmenin ve hızlı nüfus artışına paralel olarak gıda maddelerine erişimin ve talebin yükselmesi, birim alandan elde edilen tarım ürünlerinin fazla olmasını gerekli hale getirmiştir. Bu sebeple kaliteli gıda elde etmek için yoğun olarak tarımsal faaliyetlerde pestisit kullanımı artmıştır (Altıkat ve diğ., 2009).

Pestisitler tarımsal faaliyetler dışında park ve bahçelerde, su kanallarında, demiryollarında bulunan zararlı otlara ve ormanlarda bulunan böceklerle karşı oldukça yoğun olarak kullanılmaktadır (Rajendran ve diğ., 2005; Çakıroğulları, 2006).

Amacına uygun olarak kullanılan pestisitlerde bulunması istenen özellikler; hedef organizma dışında hiçbir canlıya zarar vermemeli, sadece istenmeyen canlı üzerinde etkili olmalı, yarılanma ömrü kısa olmalı, sadece uygulandığı alanda sınırlı kalabilmeli ve çevresel ekosistemde birikim yapabilme potansiyeline sahip olmamalıdır. Fakat kullanılan pestisitlerde bu özelliklerin hiçbirisi tümüyle bulunmamaktadır. Özellikle ülkemiz gibi gelişmekte olan ülkelerde kontrolsüz ve bilinçsizce kullanılan tarım ilaçları, sucul ekosistemin kirlenmesine, tarım alanlarının sınırlandırılmasına ve tümüyle ekolojik dengenin bozulmasına sebep olmaktadır. Pestisitlerin birçoğu da topraktan sızıntı yolu ile yeraltı sularına karışmakta ve hidrolojik çevrimde taşınabilmektedir. Yapılan çalışmalarda, pestisitlerin toprağı kirleterek sızıntı suları ile yeraltı sularına ve denizlere karıştığını, ayrıca hava yoluyla hidrolojik çevrimde taşındığını göstermektedir (Sapota, 2004; Yalvaç, 2005).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (EPA) gibi uluslararası kuruluşların verilerine göre her geçen yıl pestisit kullanımı artış göstermektedir (WHO, 2018). Bu sebeple tarım

faaliyetlerinin sürdürülebilirliğinin sağlanması, su kaynakları mevcudiyetinin korunması, pestisit kullanımının kontrol altında tutulması ve en önemlisi insan ve çevre sağlığı ile ilgili tehditlerin ortadan kaldırılması amacıyla pestisit ve pestisit kalıntılarının izlenmesi için birçok kuruluş yasal düzenleme getirmişlerdir. Meydana gelebilecek zararlar ve bunların önlenmesi ile ilgili tedbirler belirlenerek pestisitlerin kullanımı ve kontrolü yönetmeliklere bağlanmıştır. Ayrıca gıda güvenliği ve kalitesinin korunmasına yönelik maksimum kalıntı miktarları ile ilgili düzenlemeler getirmişlerdir (Soyöz ve Özçelik, 2003).

2.2 PESTİSİTLERİN SINIFLANDIRILMASI

Genel olarak pestisitler, etkiledikleri canlı grubuna göre, bileşimindeki etken maddenin kimyasal yapısına göre ve formülasyon biçimlerine göre sınıflandırılırlar (Yalvaç, 2005). Sınıflandırmalar içerisinde en çok kullanılan pestisitler etkiledikleri canlı grubuna göre olanıdır. Bunlardan en çok araştırmalara konu olanlar fungusit (%38,4), herbisit (%24,7) ve insektisitlerdir (%23) (TÜİK, 2022).

Etkiledikleri canlı gruplarına göre:

1. İnsektisitler
2. Herbisitler
3. Fungisitler
4. Rodentisitler
5. Nematositler
6. Mollusitler
7. Algisitler
8. Akarasitler
9. Avidler
10. Aktraktanlar
11. Bakterisitler
12. Afisitler
13. Repellentler
14. Ovisidis
15. Feromonos
16. Mikrobiyal pestisitler

Bileşimindeki etken maddenin kimyasal yapısına göre;

Doğal organik pestisitler

1. Pyrethrum
2. Nikotin
3. Allethrin
4. Rotenon

Anorganik pestisitler

1. Elementer kükürt
2. Florürlü pestisit
3. Civalı pestisit
4. Bakırlı pestisit
5. Arsenikli pestisit

Sentetik pestisitler

1. Organoklorlu pestisitler
2. Organofosforlu pestisitler
3. Karbamatlar
4. Sentetik Pyrethroid

Formülasyon biçimlerine göre

1. Kuru akışkanlar
2. Akıcı konsantreler
3. Zehirli yemler
4. Kapsül şekli verilmiş formülasyonlar
5. Aerosoller
6. Toz tohum ilaçları
7. Sıvı tohum ilaçları
8. Tabletler
9. Peletler
10. Granüller

11. Suda çözünebilir toz ilaçlar
12. Solüsyon konsantre ilaçlar
13. Islanabilir toz ilaçlar
14. Emülsiyon konsantre ilaçlar
15. Toz ilaçlar

2.2.1 Organoklorlu pestisitler (OCP'ler)

Çoğunlukla insektisit canlı grupları için kullanılan sentetik pestisitlerdir. Kimyasal yapılarında yüksek miktarda klor (Cl) içerirler ve bu sebeple yarılanma süreleri diğer pestisit türlerine göre çok uzundur. Ayrıca uzun mesafeli taşınma kapasiteleri, canlılarda biyolojik birikim yapmaları ve toksisiteye neden olmaları çevre ve insan sağlığı açısından çok önemlidir. Yaygın biçimde kullanımları, çevresel ortamlarda ve besin zinciri içerisinde biyolojik birikimle sonuçlanmaktadır. Yarılanma ve ortamdan uzaklaşma süreleri yıllarca sürebilmektedir. Pek çok organoklorlu insektisit türü yasaklanmış olmasına rağmen, biyolojik birikimleri çevre ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkiler oluşturabilir (Kang ve Chang, 2011).

Organoklorlu pestisitler kimyasal yapılarına göre şu şekilde sınıflandırılabilirler;

- DDT ve türevleri
- BHC ve türevleri
- Aldrin ve Dieldrin
- Heptaklor ve Heptaklor epoksit
- Endosülfan ve türevleri
- Endrin ve türevleri
- Metoksiklor

OCP'ler uygulandıkları bölgelerden fiziko-kimyasal etkilerle ayrışıp atmosferde yayılarak uzun mesafelere taşınabilen yarı uçucu kimyasal maddelerdir. Ayrıca bu maddeler atmosferik olaylar ile veya doğrudan deşarj yoluyla sucul ortamlara karışabilmektedir. Kullanılan OCP'lerin biyolojik ayrışmasından ve ayrışma sonrası ortaya çıkan türevleri çevresel ortamlarda bozulmaya uğramadan kalabilmektedir. Bu durum tarım faaliyetlerinde ortamdan uzaklaştırılmak istenen zararlılar ile mücadelede kolaylık sağlasa da ortaya çıkan bozulma ürünlerinin ekosistem üzerinde meydana getirdiği olumsuz etkiden dolayı bir dezavantaj

oluşturmaktadır. Dolayısıyla da zararlı organizmalar haricinde diğer canlı grupları da maruziyet yaşamaktadırlar (Tatlı, 2006).

Pestisitlerin özellikle gelişmemiş ülkelerdeki bilinçsiz kullanımı ekolojik denge açısından ciddi sorunlara sebep olmakta, canlı organizmalar üzerinde akut ve kronik rahatsızlıklar oluşturabilmektedir. OCP'lerin ekolojik sistem üzerinde (i) toksik içerikli olmaları, (ii) yarılanma ömürlerinin uzun olması ve (iii) özellikle yağda birikim göstermeleri başlıca olumsuz etkileri olarak gösterilmektedir. Bunun yanında OCP'lerin zaman içerisinde etkinliklerinin azalarak yeniden kullanıma ihtiyaç duyulması pestisite maruz kalan zararlıların bu kirletici/öldürücü maddelere karşı bağışıklık kazanmasına neden olarak daha fazla pestisit kullanımını pekiştirmektedir.

OCP'lerin organizmalara ilk temasları solunum veya deri yoluyla olmaktadır. Bunun haricinde besin yoluyla vücuda alınarak gerçekleşmektedir. Organik klorlu pestisitlerin suda ve kandaki çözünürlükleri çok az olduğundan ve lipofilik özellikli yapıları sebebiyle canlıların yağ dokularında birikim yapabilme eğilimindedirler. Yağ dokularındaki bu birikim yapma özelliği sebebiyle besin zincirinde bulunan miktarları her basamakta katlanarak artmaktadır (Vural, 1996). OCP'lerin yerüstü-yeraltı sularına ve besin maddelerine karıştıkları, kanserojen etki gösterdikleri, yapılan çalışmalar sonrası ortaya konarak insan ve çevre sağlığı açısından tehlike oluşturdukları saptanmıştır (Matsumara, 1985). Bu tür olumsuz etkileri bertaraf etmek ve ortadan kaldırmak için araştırmacılar yeni pestisitler üretmek için harekete geçmişlerdir. Özellikle ortamda kalıcılığı çok olan, hızlı parçalanabilen, daha seçici ve suda çözünürlüğü yüksek olan pestisitler üzerinde çalışmalarını yoğunlaştırmışlardır (Matsumara, 1985; Bailey, 1992).

Organik klorlu pestisitlerin kullanımları sonrasında yağmur suları ile yıkanarak yüzey ve yeraltı sularına taşınmaktadır. Ayrıca OCP'ler yapısal özellikleri dolayısıyla parçalanmaları uzun zaman alarak toprak katmanlarında bulunan ve toprağın rejenerasyonunu gerçekleştiren bakterileri etkileyerek toprak verimliliğini düşürmektedir. Bu durum, ekosistemdeki çoğu bitki ve hayvan türlerinin ortamdaki uzaklaşmasını sağlayarak diğer canlı türlerinin baskın duruma gelmesine sebep olmaktadır (Bailey, 1992).

2.2.2 Ölçümü yapılan organoklorlu pestisitler

2.2.2.1 Benzen heksaklorür ve Türevleri

Benzen heksaklorür (BHC) ve türevleri renksiz kristaller şeklinde olup yaprak, ağaç, tohum ve toprak ıslahı, ektoparazitlerle mücadele konusunda kullanılan geniş spektrumlu bir insektisittir. Lindan (Gama BHC) BHC türevleri içerisinde saf izomerinin adıdır. BHC'nin toksik etkileri DDT'ye benzer olmakla birlikte izomerlere göre bazı farklılıklar gösterebilir. Dünyada 1940'larda kullanıma başlanan BHC türevleri 1970'lerde en üst seviyeye ulaşmıştır.

2.2.2.2 Aldrin ve Dieldrin

Aldrin ve Dieldrin benzer yapıya sahip iki insektisit türüdür. Dieldrin, Aldrin'in yıkım ürünüdür. II. Dünya savaşı sonrası 1970'li yıllara kadar Aldrin ve Dieldrin pamuk, mısır ve patates gibi tarım ürünlerinde ayrıca ahşap yapılarda karıncalara karşı yaygın bir biçimde kullanılmıştır (USEPA, 2002). Toprak yapıya bağlanmasının az olduğu ve buharlaşması yavaş olduğundan havaya karışması yavaştır. Aldrin ve Dieldrin, canlı organizmalarda yağ dokuda depolandığı için sistemden yavaş atılır, sucul ekosisteme ve çevreye oldukça toksiktir.

İmmün sistemi baskılaması, sinir sistemine etki etmesi ve karaciğer hasarına yol açtığı çalışmalarda bildirilmiştir (Miranda ve diğ., 2008). Çevreye olan zararları ve insan sağlığı için risk teşkil etmelerinden dolayı EPA tarafından 1974'te sınırlandırılmış 1987'de tamamen yasaklanmıştır. Türkiye'de ise Aldrin'in 1979 yılında Dieldrin'in ise 1971 yılında kullanımı yasaklanmıştır.

2.2.2.3 Heptaklor ve Heptaklor Epoksit

Heptaklor organik çözücülerde çözünür ve uçucu bir yapıya sahiptir. Toprakta bulunan termitlerin ve diğer zararlıların ortamdan uzaklaştırılmasında kullanılan heptaklor, çekirge, sivrisinek gibi zararlılar buğday ve arpa gibi ekinlerin zararlıları ile mücadelede ve pamuk üretiminde kullanılmıştır. Çevreye olan kanserojen ve toksik etkileri sebebiyle ülkemizde 1979 yılında kullanımı yasaklanmıştır (Acara, 2006).

Heptaklor epoksit heptaklora göre değerlendirildiğinde suda çözünebilir, sedimente kolaylıkla bağlanabilir ve suda kalıcılığı çok fazladır (Barlas ve diğ., 2006). Heptaklorun oksidasyonu ile oluşur, ticari olarak üretilmez. Canlı organizmaların yağ dokularında birikim yaparlar ve kutup

bölgelerinde bile su, hava ve canlılarda bulundukları bildirilmiştir (Ritter ve diğ., 1995; Barrie ve diğ., 1992).

2.2.2.4 Endosülfan ve Türevleri

Endosülfan, Endosülfan I ve Endosülfan II olmak üzere iki farklı izomeri vardır ve teknik olarak formülasyonu bu iki izomerin belirli bir oranda karışımı ile elde edilir (Usha ve Harikrishnan, 2005). Endosülfan sülfat ise bu izomerlerin yıkım ürünü olarak ortaya çıkmaktadır. Endosülfan I ve Endosülfan II ışık ile yıkıma uğramaya oldukça dayanıklıdır; ama yıkım ürünü olan Endosülfan sülfat fotolize duyarlıdır (WHO, 1989; Schuphan ve diğ., 1972). Endosülfan izomerleri birçok tarım ürünüde insektisit olarak kullanılmıştır (meyve, sebze, pamuk, çay, pirinç, tütün ve kahve). Organoklorlu pestisitlerle kıyaslandıklarında suda çözünürlükleri oldukça yüksek olmasından dolayı yağ dokusunda birikim göstermeleri çok azdır. Endosülfan sülfat, bu izomerlere maruz kalan organizmaların dokularında belirlenen genellikle tek maddedir (WHO, 1984; Schoettger, 1970). Endosülfan ve türevleri toprak yapıda hareketsizdir ve kalıcılığı özellikle asidik ortamlarda yüksektir. Yapılan çalışmalarda tarım ürünlerinde, et ve yağda saptanmıştır. Canlı organizmalarda ortaya çıkışı deri ile temas, toprak ile temas ve Endosülfan türevlerini içeren tütünlerden tüketilen sigara ile olmaktadır. Suda ppb seviyelerinde bulunan Endosülfan ve türevlerinin sedimentte ppm seviyesinde bulunduğu belirtilmiştir (EPA, 1997). Yarılanması bulanıklığa, pH seviyesine ve suda bulunan diğer kirleticilerin konsantrasyonlarına göre değişmektedir. Sucul ortamda özellikle balıklarda birikim yapabilmekte diğer canlı organizmalarda da deri ve solunum yoluyla emilim gösterebilmektedir (Siang ve diğ., 2009).

2.2.2.5 Endrin ve türevleri

II. Dünya Savaşı'ndan sonra pirinç, pamuk, mısır, şeker kamışı ve diğer gıda maddelerinde rodendisitler ve insektisitler gibi zararlıları kontrol etmek üzere kullanılmıştır. Endrin ve türevleri sucul ekosisteme çoğunlukla yağmur suları ile topraktan yıkanarak geçmektedir (UNEP/IEO, 1990; IPCS, 2009). Endrinin yarılma ömrü uzundur (14 yıl veya daha fazlasına kadar), ancak Endrin ketonun yarılma ömrü Endrin'e göre daha kısadır. Biyobozunma, su basan topraklarda veya anaerobik koşullar altında biraz artabilir. Suda çözünürlüğü düşük ve toprağa güçlü adsorpsiyonu, yeraltı suyuna sızma olasılığını azaltabilir. Bununla birlikte, belirli

yeryüzü suyu örneklerinde endrin tespiti, bazı topraklarda sızıntısının mümkün olabileceğini düşündürmektedir (UNEP/IEO, 1990).

Su sistemlerine salınan Endrin hidroliz olmaz veya biyolojik olarak parçalanmaz. Endrin keton fotoizomerizasyona tabi tutulur. Sediment, ortamda bulunan Endrin'i yoğun bir şekilde emecektir ve sudan buharlaşma önemli olmayacaktır. Endrin'in atmosferdeki akıbeti ise tam olarak bilinmemektedir (UNEP/IEO, 1990).

Endrin, hayvanlar tarafından hızla metabolize edilir ve benzer yapıdaki bileşiklerle karşılaştırıldığında (stereoizomeri- dieldrin dahil) yağda çok az birikmektedir. Endrin balıklar için oldukça toksiktir ve çoğu LC50 değeri 1,0 µg/L'nin altındadır (UNEP, 1995).

2.2.2.6 DDT ve türevleri (Diklorodifeninletanlar)

DDT, 1847'de Othmar Zeidler tarafından sentezlenen ilk klorlu hidrokarbon yapısındaki insektisit pestisit türü olup 1936'da Paul U. Müller insektisit özelliği gösterdiğini keşfetmiştir (Li ve Bidleman, 2003). DDT yarı uçucu, suda çözünmeyen ama organik solventte çözünür yapıda yarı uçucu bir maddedir. DDT'nin kimyasal isimlendirmesi 1,1-dikloro-2,2-bis(4-klorofenil) etan; DDE'nin kimyasal isimlendirmesi 1,1-dikloro-2,2-bis (4-klorofenil)etilen şeklindedir (Ritter ve diğ., 1995). II. Dünya Savaşı süresince bazı hastalıkları yayan böceklerin kontrolünü sağlamak amacıyla, savaş sonrasında da özellikle pamuk gibi tarım ürünlerinde kullanılmıştır. DDT ve türevlerinin diğer pestisitlere göre yarılanma sürelerinin çok uzun olması ve çevreye olan etkilerinin anlaşılması üzerine 1970'lerde çoğu ülkede yasaklanmasına sebep olmuştur. DDT'nin ciddi çevresel etkileri üzerindeki endişeler 1970'lerde birçok ülkede yasaklanmasıyla veya kısıtlanmasıyla sonuçlanmıştır (Hua ve diğ., 2008). Ülkemizde 1978'de kullanımı sınırlandırılmış, 1985'te ise tamamen yasaklanmıştır (Acara, 2006).

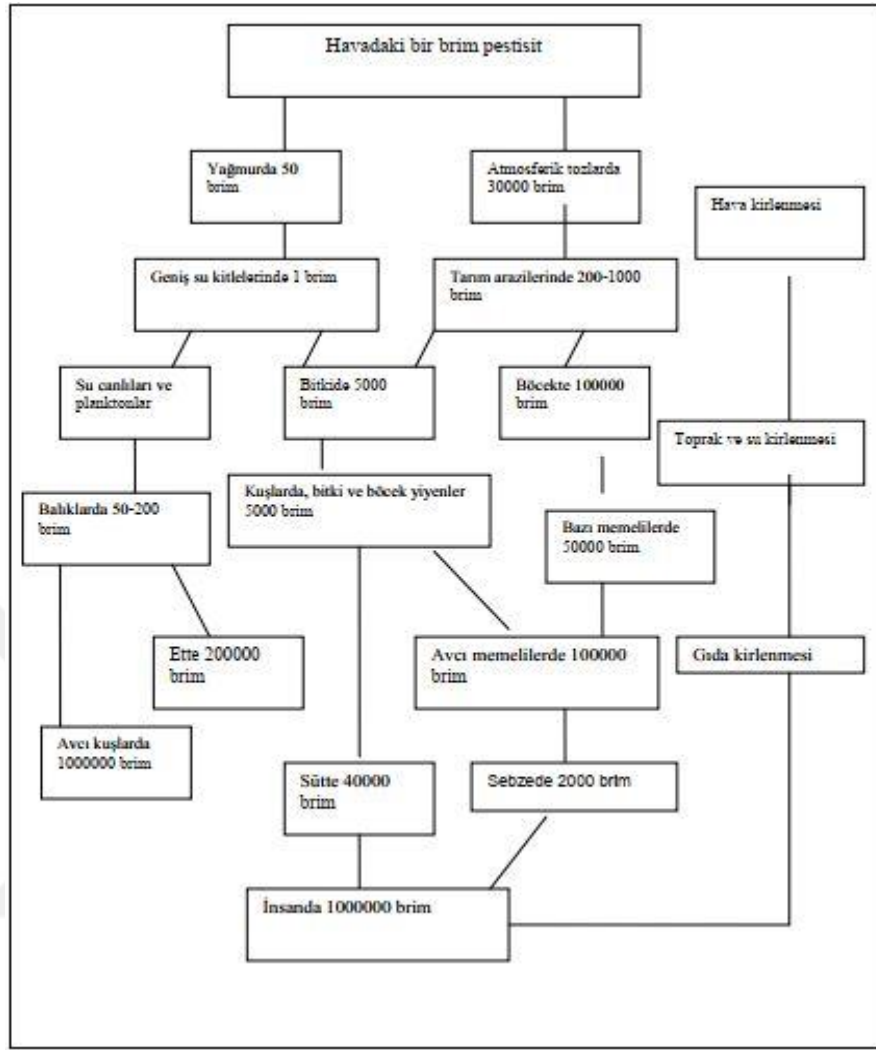
2.2.2.7 Metoksiklor

Metoksiklor, DDT'nin aromatik halkasına bağlı olan klorlar yerine metoksi (-OCH₃) gruplarının bağlandığı, ekin zararlıları, sivrisinek ve kara böceklerle mücadelede kullanılan organoklorlu bir pestisit türüdür (Vural, 1996; Gürkan, 2011). Üreme sistemi ve endokrin sistemi üzerindeki etkileri sebebiyle endokrin bozucu kimyasallar listesine dahil edilmiştir. (Chapin ve diğ., 1997; Hu ve Kupfer, 2002; Yeo ve diğ., 2004). Farklı organizmalar üzerindeki çalışmalar, metoksiklorun üreme başarısı üzerine olumsuz etki gösterdiğini ortaya koymaktadır

(Martinez ve Swartz, 1992; Fort ve diğ., 2004; Gupta ve diğ., 2006). Bu etkiler, böceklerde dişi bireylerin ovaryumunda metoksiklorun atreziye sebep olması ve bu ovaryum hücrelerinin ürettiği hormon ve salgıların azalmasına; erkek bireylerde ise testiküler sistemde dejenerasyona sebep olarak sperm kalitesi ve sayısında azalmalar biçiminde görülmektedir (Martinez ve Swartz, 1992; Mwatibo ve Green, 1998). Tarımsal aktivitelerde Metoksiklorun kullanımı Avrupa Birliği ülkelerinde 2002 yılında, ABD’de 2003 yılında yasaklanmıştır.

2.3 PESTİSİTLERİN ÇEVREDEKİ TAŞINIMI

OCP’lerin çevredeki hareket yeteneği ve akıbeti ortamdaki farklı birçok karmaşık yapının çözünürlük, uçuculuk, yarılanma ömrü, adsorpsiyon vb. özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Pestisitlerin çevre dolaşımını etkileyen en önemli üç faktör; su, toprak ve atmosferdir. Pestisitlerin kullanımından sonra büyük bir kısmı hedeflenen tarım ürünlerine ulaşırken geri kalan kısmı rüzgâr ve hava olayları ile veya yağmurlar sebebiyle serpinti şeklinde hedef dışı ortamlara ulaşarak toprağa ve atmosfere karışmaktadır (Kuş, 2007). Yapılan birçok çalışma, pestisitlerin çok geniş alanlara yayılmasının temel sebebinin atmosfere geçen kalıntıların taşınımından kaynaklandığını göstermiştir (Şekil 2.1) (Falandysz ve diğ., 2004). Antarktika’da Goldberg (1976) tarafından balık dokuları üzerinde yapılan çalışmada DDT kalıntılarına rastlanılmıştır.



Şekil 2.1: Pestisitlerin taşınımı (IPCS, 2009)

OCP'ler toprak katmanlarında biriktiğinde, parçalanma son bulana kadar buharlaşıp atmosfere karışarak atmosfer ve yer yüzeyi arasında sürekli hareket halindedir. Bu parçalanma bazen on yıllar süren bir olaya dönüşebilmektedir. Bazı OCP'lerin parçalanma sonrası oluşan yan ürünleri ana bileşikten daha fazla toksik olabilmekte ve bu döngüye yan ürünlerde katılabilmektedir.

Çözünürlüğü yüksek pestisitlerin tarım alanlarında uygulanmaları sonrasında toprağın en üst katmanından geçerek yeraltı suyuna doğru sızma eğilimleri fazla olmaktadır. OCP'lerin toprak katmanları tarafından emilimi ya da toprakta tutunması kullanılan pestisit adsorpsiyon yeteneği ile alakalıdır. Adsorpsiyon yeteneği yüksek olan pestisitler, toprak katmanlarına

tutunması fazla olacağından yeraltı sularına karışım seviyeleri daha az olacaktır (Ahmed ve diğ., 1998). Pestisitlerin topraktaki parçalanma ve bozulma hızı pestisit türüne bağlı olarak değişmektedir. Parçalanma ve bozunma güneş ışığı, mikroorganizmalar ve kimyasal yollarla gerçekleşebilmektedir (LaPrade, 1992).

Pestisitlerin tarım faaliyetleri, park-bahçe gibi alanlarda kullanımı sonrasında yağmur ve kar suları ile yüzeysel akış oluşturarak veya toprak katmanlarından yeraltı sularına sızarak sucul ortamlara taşınırlar. Bunlara ek olarak pestisitlerin uygulandıkları aletlerin ve boş ambalaj kaplarının çevrede temizlenmesi sırasında veya kanalizasyon, endüstriyel atıklar ve kazara meydana gelen olaylar neticesinde sulara karışabilmektedirler. Yıkama ve sızma ile taşınan pestisitler lipofilik ve nonpolar karakterde olmaları, yarılanma sürelerinin çok olması ve parçalanmaya dirençli olmaları sebebiyle sucul ortamda bulunan canlıların dokularında birikim yaparak besin zincirinde üst basamaklara çıkıldıkça artan konsantrasyonlara sahip olabilirler (Mwevura ve diğ., 2002; Atamanalp ve Yanık, 2001).

Sucul ortamlarda pestisitlerin birikim kapasitesi karasal ortamlar ile kıyaslandığında oldukça yüksektir. Bu nedenle pestisitlerin sedimandaki bağlanma kapasitesi yüksek olduğundan özellikle sedimandan veya sedimana yakın bölgelerden beslenen canlılar üzerinde olumsuz etki yaparak kalıntı miktarını arttırmaktadır. Pestisitlerin kullanımı sırasında gözetilen amaçlar; hedeflenen zararlıya karşı etkili olması sonrasında hava, su ve toprak ortamlarında kalıcı olmadan, zararsız yan ürünlere dönüşmesidir. Ancak özellikle başta organoklorlu pestisitler olmak üzere birçok pestisit türü bu gözetilen amaçlara uygun olmamaları sebebiyle besin zinciriyle taşınmakta ve biyomagnifikasyona uğramaktadır.

2.4 TÜRK ÇEVRE MEVZUATINDA VE ULUSLARARASI SÖZLEŞMELERDE PESTİSİTLER VE POLİSİKLİK AROMATİK HİDROKARBONLAR

İçme-kullanma suyu, içme suyu ve doğal kaynak suyunda maksimum kalıntı limitleri Sağlık Bakanlığı'nca 20.10.2016 tarih ve 29863 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik"te pestisitler için 0,10 µg/L, toplam pestisitler için 0,50 µg/L, aldrin, dieldrin, heptaklor ve heptaklor epoksit için 0,030 µg/L olarak belirlenmiştir. "Doğal Mineralli Sular Hakkında Yönetmelik"te ise pestisitlerin maksimum kabul edilebilir limiti 0,10 µg/L'dir. Ayrıca 09/03/2017 tarihli ve 6988 sayılı "Bazı Tehlikeli Kimyasalların ve Pestisitlerin Uluslararası Ticaretinde Ön Bildirimli Kabul Usulüne Dair

Rotterdam Sözleşmesinin Onaylanmasının Uygun Bulunduğuna Dair Kanun”, 16/06/2021 tarih ve 31513 sayılı Resmi Gazete yayımlanarak yürürlüğe giren “Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği”nde pestisitler Yönetmelik “Tablo 4: Yerüstü Su Kaynakları için Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartları” ve “Tablo 5: Yerüstü Su Kaynakları için Öncelikli Maddeler ve Çevresel Kalite Standartları” ve 10/7/2018 tarihli ve 30474 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan 1 sayılı Cumhurbaşkanlığı Teşkilatı Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesine dayanılarak hazırlanması görüşe açılmış olan Taslak “Bazı Zararlı Kimyasalların İhracatı ve İthalatı Hakkında Yönetmelik” esasen Bazı Tehlikeli Kimyasalların ve Pestisitlerin Uluslararası Ticaretinde Ön Bildirimli Kabul Usulüne Dair Rotterdam Sözleşmesi kapsamında ele alınmaktadır.

Rotterdam Sözleşmesi’ne katılan toplam ülke sayısı 154’e ulaşmıştır. Rotterdam Sözleşmesi Türkiye tarafından 10 Eylül 1998 tarihinde PIC Sözleşmesi Diplomatik konferansında imzalanmıştır. “Bazı Tehlikeli Kimyasallar ve Pestisitlerin Uluslararası Ticaretinde Ön Bildirimli Kabul Usulüne Dair Rotterdam Sözleşmesinin Uygun Bulunduğuna Dair Kanun Tasarısı” 2010 yılı temmuz ayında Türkiye Büyük Millet Meclisi’ne ulaşmış olup, 26 Kasım 2011 tarihinde Türkiye Büyük Millet Meclisi Çevre Komisyonu’nda görüşülmüş ve komisyondan geçmiştir.

Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar (PAH’lar) için maksimum kalıntı limitleri (MKL) insan ve çevre sağlığını korumak amacıyla çeşitli düzenleyici kurumlar tarafından belirlenmiştir. Avrupa Birliği (AB), tütülenmiş et, balık ve sebzeler de dahil olmak üzere gıda maddelerinde PAH’lar için maksimum kalıntı limitleri (MKL) belirlemiştir (Srogi, 2007). Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (EPA) toprak, sediman ve sudaki PAH’lar için MKL’ler oluşturmuştur (Ramesh ve diğ., 2004).

Ülkemizde PAH’ların sedimandaki kalıntı limitleri ile ilgili çalışmalar hala devam etmektedir. Bununla birlikte yeni adıyla Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından resmî gazetenin 08.06.2010 tarih ve 27605 sayılı nüshasında yayımlanan “Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmeliği”n ekler kısmında, EK I başlığı altında “Jenerik Kirleticiler Sınır Değerler Listesi”nin organikler bölümündeki PAH’lar belirtilmiştir.

2.5 ORGANOKLORLU PESTİSİTLER İLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALAR

OCP'ler ekosistem içerisinde noktasal olarak kullanılmış olsalar da kimyasal yapılarında klor ihtiva etmeleri ve yarılanma ömürlerinin fazla olması nedeniyle farklı bölgelere dağılım göstermeleri oldukça fazladır. Bu sebeple atmosferde, suda, toprakta ve besin zincirinin her basamağında bu tür kimyasallara rastlamak olasıdır. Organoklorlu pestisitlerin kullanımlarından sonra yarısından fazlası 24 saat içerisinde ortamdaki su buharı ile atmosfere karışabilmektedir (Goldberg, 1976).

Kaliforniya'nın insan yapımı en büyük su kütlesi olan Salton Gölü'nde Sapozhnikova ve diğ. (2004)'nin yaptıkları çalışmada; sedimanda ve *Tilapia mossambique* ve *Cynoscion xanthulu* türü balıkların doku örneklerinde 55 poliklorobifenil (PCB), 6 organofosforlu pestisit, 12 organoklorlu pestisit türlerini araştırmışlardır. Örneklerden elde edilen sonuçlar, sediman ve balık dokusundaki DDT/DDD oranının 1'den yüksek olarak tespit edildiğini ve ortama yeni DDT girişlerinin olduğunu göstermiştir.

Nakata ve diğ. (2005) Çin'in Tai Gölü, Şanghay şehir bölgesi ve Hangzhou Koyu'nu kapsayan 2000-2001 yılları arasında organoklorlu pestisitlerin varlığını sedimandan, topraktan ve doğal ortamdan aldıkları örneklerde Çin'de kullanımı uzun yıllardır yasak olan DDT pestisinin yüksek konsantrasyonlarda tespit etmişlerdir. Ayrıca Hangzhou Koyu bölgesindenki balıklardan elde edilen doku örneklerinde DDT ve BHC türevi pestisitlerin oranının yüksek çıkması bölgesel bir kaynağın varlığını ortaya koymuştur.

İtalya Maggiore Gölü'nde Binelli ve diğ. (2004)'nin yaptığı bir çalışmada, biyoindikatör bir midye türü olan *Dreissena polymorpha*'da organoklorlu pestisit türleri (DDT, PCB, BHC) araştırılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular DDT değerlerinin kabul edilebilir değerlerin üzerinde olduğu, BHC ve türevlerinin çok düşük çıktığını belirlemişlerdir. Araştırma sonrası gölden elde edilen sucul canlıların tüketimi yasaklanmıştır. Hoff ve diğ. (1986)'nin Kanada Mould Körfezi atmosferinde yapılan bir çalışmada, yaz mevsiminde nanochlor ve chlordane kalıntı konsantrasyonu 0,1-1,8 pg/m³ aralığında tespit edilmiştir.

Li ve diğ. (2007) tarafından, Aralık 2003-Aralık 2004 tarihleri arasında Guangzhou ve Hong Kong bölgelerinden mevsimsel olarak toplanan atmosferik örneklerde p,p-DDT, p,p-DDE, o,p-DDT, a-Endosülfan, BHC konsantrasyonları araştırılmıştır. Elde edilen bulgular tüm

mevsimlerde o,p-DDT, p,p-DDT ve a-Endosülfan konsantrasyonlarının 103-1440 pg/m³ aralığında olduğunu göstermiştir.

Bakan ve Arıman (2004) tarafından, Orta Karadeniz Bölgesi'nden alınan deniz yüzey suyu, sediman ve karasal girdinin olduğu nehirlerden alınan su ve sediman örneklerinde organoklorlu pestisit konsantrasyonları araştırılmıştır. Karasal girdinin olduğu nehirlerden alınan su ve sediman örneklerinde organoklorlu pestisit konsantrasyonlarının denizden alınan yüzey suyu sediman örneklerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Sakarya ve Düzce'de bazı akarsularda Kavuklu (2005) tarafından yapılan çalışmada, su ve sediman örneklerinde OCP ve azot-fosfor içeren pestisitlerin mevsimsel olarak değişimi incelenmiştir. Çalışma da elde edilen sonuçlar su örneklerindeki konsantrasyonların sediman örneklerinden daha düşük seviyede olduğunu göstermiştir. Ayrıca Nisan ve Eylül ayları arasındaki OCP konsantrasyonları diğer aylara göre daha yüksek olarak bulunmuştur.

Göksu Deltası'nda Ayas ve diğ. (1997)'nin yaptıkları çalışmada aldıkları su, sediman, toprak ve bazı organizmalardaki organoklorlu pestisit türlerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda sediman örneklerinde, BHC, aldrin, heptaklor, DDT ve metabolitleri olan DDE, DDD yüksek konsantrasyonlarda saptanmıştır. Ayrıca tarımsal faaliyetlerin yapıldığı alanlardan alınan toprak örneklerindeki OCP konsantrasyonları, sediman ve suda ölçülen değerlerden yüksek olduğu belirtilmiştir.

Qiantang Nehri'nden alınan su, sediman ve balık örneklerinde organoklorlu pestisit konsantrasyonlarını araştıran Zhou ve diğ. (2007), bentik karnivor olan *Cynoglossus abbreviatus*'ta toplam OCP konsantrasyonunu 7,43-143,79 ng/g arasında tespit etmişlerdir. Beslenme alışkanlığı farklı olan diğer balık türlerinde BHC ve DDT türevleri konsantrasyonları sırasıyla 2,65-134, 1,94-12,48 ng/g olarak bulunmuştur. Sonuçlar, beslenme şekilleri farklı olan türler arasında bentik sedimandan beslenen türlerdeki konsantrasyonların daha yüksek olduğunu göstermiştir.

Mora ve diğ. (2005), 2000-2001 yılları arasında Umman Körfezi'ni kapsayan çalışmasında balık ve kabuklu canlıların doku örneklerinde organoklorlu pestisit türlerinin varlığını araştırmışlar, elde edilen sonuçlarda, kas doku örneklerinde en yüksek birikim yapan pestisit türünün DDT ve metabolitleri olduğu belirtilmiştir.

Go'mez-Gutie'rrez ve diğ. (2007), Akdeniz tabanından alınan 2035 adet sediman örneklerinde organoklorlu pestisit türlerini araştırmışlardır. Çalışmada elde edilen sonuçlarda DDT ve türevlerinin en yüksek konsantrasyonlarda olduğu tespit edilmiş ayrıca sediman örnekleri için veri sistemi oluşturulmuştur.

Yunanistan'da Galanopoulou ve diğ. (2005) tarafından yapılan bir çalışmada, toplanan sediman örneklerinde OCP konsantrasyonları araştırılmış ve çalışma sonucunda DDT ve metabolitleri, sediman örneklerinde 9,1-75,6 µg/g aralığında bulunmuştur.

Zhou ve diğ. (2001) tarafından Daya Körfezi'nden alınan su ve sediman örneklerinde organoklorlu pestisit konsantrasyonları araştırılmış ve toplam OCP konsantrasyonları su örneklerinde 143-5105 ng/L, sediman örneklerinde ise 2,4-86,3 ng/g kuru ağırlık aralığında olduğu belirlenmiştir.

Akdeniz'den alınan su, sediman ve balık doku örneklerinde organoklorlu pestisit tür ve miktarlarının araştırıldığı 1982 ve 1983 yılları arasında yürütülen bir çalışmada elde edilen bulgular; yüzey suyu örneklerinde belirlenen değerler p,p'-DDE, p,p'-DDD, p,p'-DDT ve toplam DDT konsantrasyonları sırasıyla; 0,1-108 ng/L, 0,1-177 ng/L, 0,2-56,9 ng/L, 0,2-285 ng/L aralıklarında bulunmuştur. Sediman örneklerinin konsantrasyonları ise sırasıyla, 96-600 µg/kg, 110-400 µg/kg, 0,2-53 µg/kg, 261-826 µg/kg olarak elde edilmiştir. Balık örneklerindeki sonuçlarda ise DDT ve türevlerinin en yüksek konsantrasyona sahip pestisit olduğu belirlenmiştir (El-Dib ve Badawy, 1985).

Hindistan'ın doğu sahilinde Sarkar ve Gupta (1988) sediman örneklerinde DDT ve türevlerinin varlığını araştırdıkları bir çalışmada, örneklerdeki toplam DDT konsantrasyonu 0,02-0,49 ppm arasında değişim gösterdiğini belirtmişlerdir. Aynı ayrı DDT ve türevlerinin sonuçları incelendiğinde en yüksek konsantrasyona, DDT'nin aerobik koşullarda dönüşüme uğrayan DDE türevinde rastlanılmıştır.

Schlenk ve diğ. (2002)'nin Arkansas Bartholomew Körfezi(ABD)'nden 4 ayrı istasyonda yüzey sedimanı örneklerinde PCB ve DDT konsantrasyonlarını araştırdıkları çalışmada, konsantrasyonlar o,p'-DDE, p,p'-DDE, o,p'-DDD, p,p'- DDD, p,p'-DDT, toplam DDT için sırasıyla, 0,16-9,3 µg/kg (kuru ağırlık), 0,15-14,1 µg/kg (kuru ağırlık), 0,12 µg/kg (kuru ağırlık), 0,16-58,5 µg/kg (kuru ağırlık), 0,08-11,5 µg/kg (kuru ağırlık) ve 0,3- 62,8 µg/kg (kuru ağırlık) olarak tespit edilmiştir.

Pandit ve diğ. (2006) Hindistan Mumbai’de su, sediman ve balık örneklerindeki OCP’lerin varlığına yönelik yaptıkları çalışmada, balık örneklerinde DDT’nin türevleri olan DDE ve DDD tespit edilmiştir. Su ve sediman örneklerinde DDE/DDT oranı düşük bulunmuş olup bu durumun sisteme yeni bir DDT girişi olduğunun göstergesi olduğu belirtilmiştir.

Meriç Deltası’nda organoklorlu pestisit konsantrasyonlarını araştıran Erkmen ve Kolonkaya (2006), Mayıs 2002-Ağustos 2003 tarihlerini kapsayan çalışmalarında bölgenin farklı alanlarından yüzey suyu, sediman ve balık (*Cyprinus carpio*) örneklerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda elde edilen bulgularda balıklarda ölçülen değerlerin, su ve sedimanda ölçülen değerlerden yüksek olduğu belirtilmiştir. Balık örneklerinde BHC’nin türevlerinden olan gamma BHC değerleri 320- 968 ng/g (kuru ağırlık) aralığında, beta BHC’nin ki ise 398- 876 ng/g (kuru ağırlık) aralığında tespit edilmiştir. Analiz edilen tüm balık örneklerinde p,p’- DDT konsantrasyonları, p,p’- DDE konsantrasyonlarından yüksek ölçülmüştür.

Karadeniz kıyı kesimlerinde OCP’lerin dağılımlarını kapsayan bir çalışmada, 2001-2003 yılları arasında, belirlenen 9 istasyonda 3 dönem örnekleme yapılmış, su, sediman ve midye örnekleri toplanmıştır. Örneklerde DDT ve türevleri maksimum kalıntı limitlerinin üzerinde tespit edilmiştir. En yüksek konsantrasyon olarak DDT; sediman örneklerinde 35,9 ng/g ve midyede ise 14 ng/g yaş ağırlık olarak ölçülmüştür. Ayrıca örneklerde endrin, aldrin, heptaklor epoksit, dieldrin, BHC ve Endosülfan sülfat rastlanılmıştır (Özkoç ve diğ., 2007).

Perugini ve diğ. (2004) tarafından, Adriyatik Denizi’ndeki birçok bentik tür (Norveç ıstakozu, Akdeniz midyesi, kırmızı tekir balığı, kalamar, mürekkep balığı) üzerinde yapılan bir çalışmada, mürekkep balığı haricindeki türlerde, OCP türlerinden DDT’nin türevleri olan DDE ve DDD en yüksek konsantrasyonlarda tespit edilmiştir.

Beyşehir Gölü’nde *Stizostedion lucioperca* balıklarındaki OCP türlerini araştıran Aktümsek ve diğ. (2002), alınan balık örneklerin çoğunda BHC türevlerini, DDT türevlerini, aldrin, dieldrin, heptaklor ve endrin pestisitlerini tespit etmişlerdir. Balıkların organoklorlu pestisitlere maruz kalmalarına rağmen, ölçülen konsantrasyonların FAO/WHO tarafından belirlenen limitlerin altında olduğu belirtilmiştir.

Güney Kaliforniya Salton Denizi’nden avlanan balıkların kas dokularındaki OCP konsantrasyonlarının araştırıldığı bir çalışmada, toplam DDT miktarı 17 ile 239 ng/g yaş ağırlık aralığında ölçülmüştür (Reidel ve diğ., 2002).

Uluocak ve Egemen (2005), İzmir ili bölgesinde, ticari öneme sahip 4 balık türü (kefal, çipura, dil balığı, barbun) mevsimsel örneklerinde OCP türlerini araştırmışlardır. Örneklenen tüm balıklarda DDT'nin metaboliti olan DDE tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada dikkat çeken diğer bir sonuç, balıklarda biyomagnifikasyonun yağ ve yağ oranına bağlı olarak artış göstermesi olmuştur. Mevsimsel sonuçlar göz önüne alındığında kış ve ilkbahar mevsim değerleri diğer mevsimlere göre daha yüksek bulunmuştur.

Naso ve diğ. (2005) İtalya'nın güneyinde bulunan Napoli Körfezi'nde 10 farklı deniz canlısı türü üzerinde OCP değerlerini araştırdıkları çalışmalarında, toplam DDT konsantrasyonlarında en yüksek değerin 2096 ng/g olduğunu, toplam BHC konsantrasyonlarında ise en yüksek değerin 165 ng/g olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca DDT'nin metaboliti olan p,p'-DDE en çok görülen pestisit türü olmuştur.

Yang ve diğ. (2007), Tibet Platosu'nda bulunan uzak dağ göllerinden ve Lhasa Nehri'nden alınan balıklarda organoklorlu pestisitleri araştırdıkları çalışmalarında, balık kaslarındaki Σ HCH, Σ DDT ve HCB konsantrasyonlarını sırasıyla yağ ağırlığına göre; 0,13–2,6 ng/g, 0,78–23 ng/g, 0,31–3,2 ng/g aralığında bulmuşlardır. Bu sonuçlara ek olarak solungaçlarında daha fazla yüzey alanına sahip balıkların OCP konsantrasyonlarının yüksek olduğu tespit edilmiştir.

2.6 POLİSİKLIK AROMATİK HİDROKARBONLAR (PAH) TANIMI VE GENEL ÖZELLİKLERİ

Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar (PAH'lar) doğal ve insan kaynaklı aktiviteler sonucunda oluşabilen çevresel ortamlarda yaygın olarak bulunan organik kirletici gruplarından biri olan toksik madde ailesidir. PAH'lar iki veya daha fazla bir araya gelmiş aromatik halkadan oluşan bir grup organik bileşik olup organik maddenin tam yanmaması ile oluşurlar ve hava, su, toprak ve çökelti dahil olmak üzere bir çok kaynakta bulunabilirler (Cerniglia, 1993). PAH'ların kalıcı özellikleri fazla olup çevrede uzun süre kalabilirler ve ayrıca insanlar ve diğer organizmalar için toksik ve kanserojendirler (Bedding ve diğ., 1985).

PAH'lar insan vücuduna genellikle sigara dumanının solunması veya kontamine gıda tüketimi yoluyla girer ve PAH'ların diyetle alımı insanlarda önemli bir maruziyet kaynağı oluşturur (Ramesh ve diğ., 2004). PAH kirleticilerinin çeşitli yaşam formları için oldukça toksik, mutajenik, kanserojenik, teratojenik ve immünotoksik olduğu belirlenmiştir. PAH'ların

heterosiklik aromatik halka yapıları, hidrofobiklik ve termostabilite gibi doğal özellikleri, onları çevrede inatçı ve oldukça kalıcı hale getirmiştir (Patel ve diğ., 2020).

PAH'lar et, balık ve sebzelerde dahil olmak üzere çeşitli gıda ürünlerinde bulunabilir. Zelinkova ve Wenzl (2015) tarafından yapılan bir çalışma, gıdalarda PAH oluşumunun pişirme yöntemleri, işleme ve depolama koşulları dahil olmak üzere çeşitli faktörlerden etkilendiğini ortaya koymuştur.

Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar (PAH'lar) havada, suda ve toprakta yaygın olarak bulunan organik bileşiklerdir (Honda ve Suzuki, 2020). PAH'lar suda nispeten düşük çözünürlüğe sahiptir, ancak oldukça lipofiliktir ve havadaki düşük buhar basıncına sahip PAH'ların çoğu partiküller üzerinde adsorbe edilir. PAH'lar suda çözündüklerinde veya partikül madde üzerinde adsorbe olduklarında ve güneş radyasyonundan gelen ultraviyole ışığa maruz kaldıklarında fotodekompozisyona uğrayabilirler. Atmosferde PAH'lar ozon, azot oksitler ve sülfür dioksit gibi kirleticilerle reaksiyona girebilir (Srogi, 2007).

2.6.1 PAH oluşumu, kökeni ve doğal kaynakları

Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar (PAH'lar) çevrede yaygındır ve hem doğal kökenli hem de antropojenik kökenli kaynaklardan oluşabilir (Duran ve Cravo-Laureau, 2016; Bertilsson ve Widenfalk 2002). Günümüzde biyosferdeki başlıca PAH kaynakları, petrol ürünleri ve fosil yakıtların, biyoyakıtların veya diğer doğal kaynakların eksik yanması sonucu oluşur (Zakaria ve diğ., 2002; Morillo ve diğ., 2008; Yan ve diğ., 2006). Doğal kaynaklar arasında ham petrol yataklarından petrol sızıntıları, orman fresleri, volkanlar ve antik tortul erozyon yer alır (Zakaria ve diğ., 2002; Jiao ve diğ., 2009). Çevredeki antropojenik PAH'lar ya termal değişimle veya organik maddenin eksik yanması nedeniyle ortaya çıkar (Ou ve diğ., 2004; Wu ve diğ., 2008). PAH'lar sucul ekosisteme kronik kirlilik veya petrol sızıntıları nedeniyle akut kirlilik yoluyla girebilir (Duran ve Cravo-Laureau, 2016). Toprak ve sedimanlarda bulunan PAH konsantrasyonları, emisyon kaynaklarına yakın, özellikle çok noktalı salınım kaynaklarına sahip kentsel ve endüstriyel alanların yakınında artış gösterir (Elmqvist ve diğ., 2007; Stout ve diğ., 2015). Sucul ortamlar, petrol sızıntılarının doğrudan etkisi ve kara kökenli kirleticilerin yoğun yağış ve yüzey suları ile sucul ortamlara hızlı bir şekilde aktarılması nedeniyle PAH kirliliğine karşı özellikle savunmasızdır (Zakaria ve diğ., 2002).

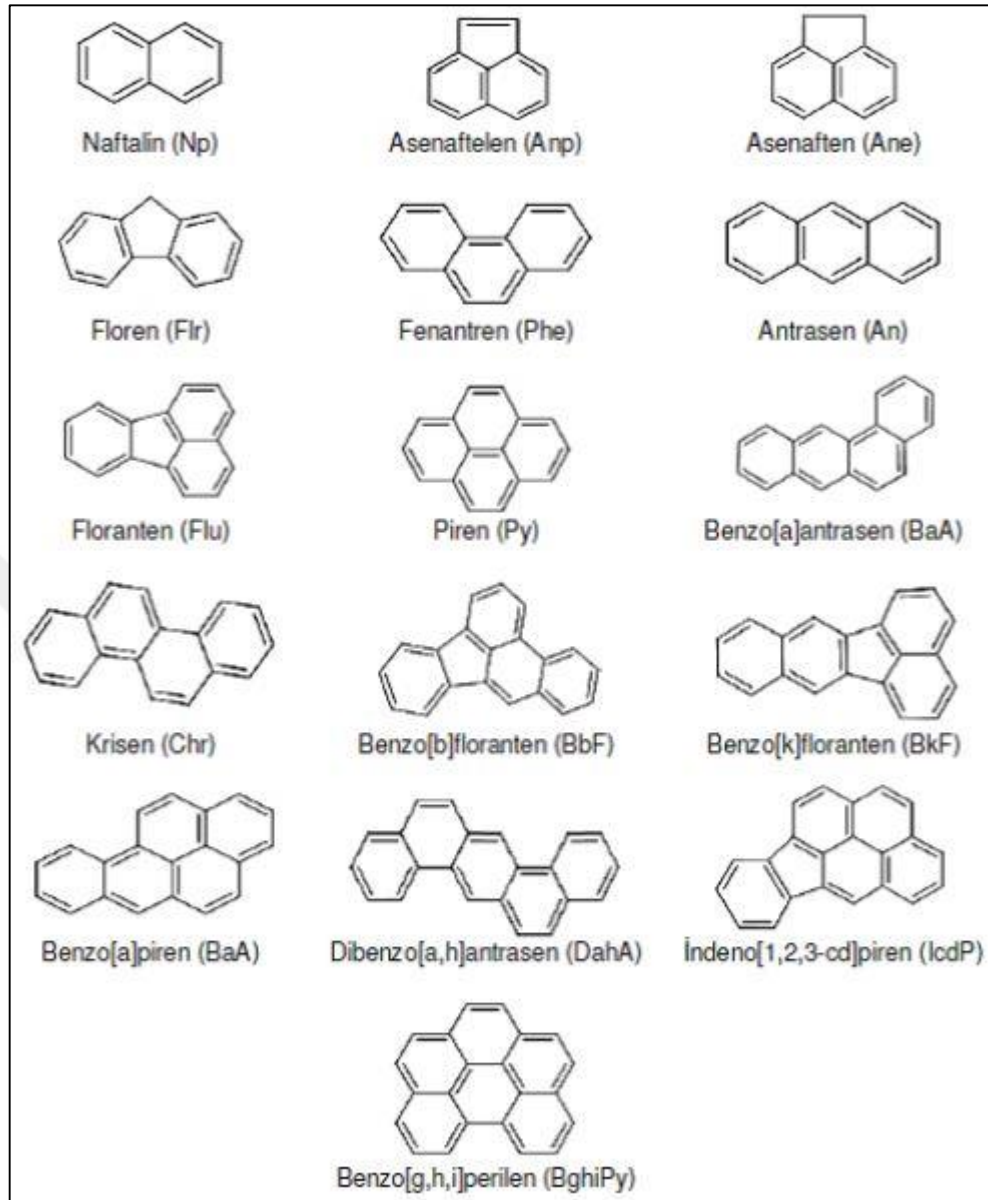
Ham madde kaynağı olarak kimya ve yakıt endüstrisinde kullanılan petrol ve türevleri köken olarak “petrojenik” girdiler olarak adlandırılır. Bu petrojenik girdiler genellikle denizde üretilen petrol kaynaklı olduğu gibi gemi kazaları, gemi sintine atıkları, artan gemi trafiği ve taşımacılığı kaynaklı da olabilir (UNEP, 1995; Clark, 1997).

Araçların egzozundan çıkan gazlar, orman yangınları ve bazı yakıtların kısmi yanması sırasında oluşan polisiklik aromatik hidrokarbonlar “Pirojenik-pirolitik” kökenli girdiler olarak tanımlanır. Ayrıca inşaat ve plastik malzemeler, ilaç sektörü, boya sanayi ve yan petrol ürünlerinin sucul ortama doğrudan deşarjı pirolitik kökenli PAH'lara örnek gösterilebilir.

2.6.2 PAH'ların Kimyasal Yapı ve Özellikleri

PAH'lar çoğunlukla renksiz veya sarının açık tonlarını içeren renklerde bulunurlar. Molekül yapıları arttıkça sudaki çözünürlükleri azalır, erime ve kaynama sıcaklıkları yükselir ve buhar basınçları düşer (Albers, 1995). PAH'lar yüksek moleküler ağırlığa, düşük uçuculuğa ve çoğunlukla hidrofobik yapıya sahip yarı uçucu organik kirletici maddeler olarak sınıflandırılır (Ollivon ve diğ., 1999; Pavlova ve Ivanova, 2003; Ou ve diğ., 2004). Hidrofiliklikleri halka sayısı arttıkça artar (Iqbal ve diğ., 2008). Bu yüzden hidrofobik özelliklere sahip PAH'lar, suda buharlaşmak veya çözünmek yerine, çökeltiler veya partikül halindeki organik maddeleri hızla adsorbe etme eğilimindedirler (Bertilsson ve Widenfalk, 2002).

Polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH) iki ve daha çok benzen yapısının birleşmesi ile oluşan maddeler topluluğudur. Doğal ortamda bulunan PAH'ların sayısı yüzden fazla olmasına karşın USEPA ve Avrupa Birliği'nin gerçekleştirdikleri çalışmalar sonucu on altı tanesinin kanserojenik özellikler gösterdiği belirtilmiştir. Bunlardan iki halkalı yapıya sahip olan naftalin, üç halkalı yapıya sahip olanları asenaften, asenaften, floren, antrasen, fenantren, dört halkalı yapıya sahip olanları floranten, piren, krisen, benzo(a)antrasen, beş halkalı yapıya sahip olanları benzo(b)floranten, benzo(k)floranten, benzo(a)piren, dibenzo(a,h)antrasen ve altı halka sayısına sahip indeno(1,2,3-c,d)piren ve benzo(g,h,i)perilen olarak ifade edilirler(Şekil 2.2) (Gong ve diğ., 2005).



Şekil 2.2: PAH'ların molekül yapıları (Alver ve diğ., 2012)

PAH'ların mikrobiyal bozunması çevrede önemli bir süreçtir ve bakteriler, mantarlar ve alglerden oluşan katabolik olarak çeşitli bir mikrobiyal topluluk aromatik bileşikleri metabolize edebilir (Johnsen ve Kaandrlson, 2007). Kentsel ve bozulmamış üst topraklar sürekli olarak pirojenik PAH girdisi alır ve bu da PAH bozunması için mikrobiyal bir potansiyel oluşturur. PAH'ların mikroorganizmalar tarafından ilk hidroksilasyonu için moleküler oksijen gereklidir ve filamentli mantarlar hidroksilasyonu detoksifikasyonun bir başlangıcı olarak kullanırlar (Cerniglia, 1993).

2.6.3 PAH'ların çevresel akıbeti ve su kirliliği

Atmosferde bulunan PAH'ların havadaki partiküllere tutunma eğilimi yüksektir ve bu sayede çeşitli hava olaylarıyla birlikte çok uzun mesafeler boyunca hareket edip yer değiştirebilirler (Baek ve diğ., 1991). Sucul ortamda, petrol sızıntıları doğrudan PAH kirliliğine neden olur ve organizmalarını etkiler (Honda ve Suzuki, 2020). Petrol sızıntıları ana nakliye rotaları ile çok iyi korelasyon gösterir ve kazara meydana gelen petrol sızıntıları sucul ortamı toksikolojik olarak ciddi şekilde etkileyebilir (Edokpayi ve diğ., 2016).

Birçok çalışma, yağmur sularındaki kirliliğe atmosferik çökelmenin etki ettiğini göstermiştir. Nüfusun, endüstriyel faaliyetlerin ve trafiğin yoğun olduğu kalabalık şehir ortamları, kırsal alanlar ile kıyaslandığında PAH'ların ve diğer kalıcı organik kirleticilerin miktarında bir artış ortaya çıkmaktadır. Bu artışta trafiğin rolü azımsanmayacak kadar büyüktür (Huston ve diğ., 2009).

Doğal ve antropojenik olarak salınan PAH'lar, omurgalı-omurgasız organizmalar ve çeşitli mikroorganizmalar tarafından canlı yapılarına alınabilmektedir. Besin zincirinin ilk halkasından itibaren birçok omurgasız canlı ve memeliler solunum, beslenme gibi yaşam faaliyetleri sırasında PAH'ların bir bölümünü metabolize eder ve dışarı atar (Lee, 1977; Eisler, 2000). Bazı zooplankton ve çift kabuklular petrol ve petrol türevlerini ya metabolize edemezler ya da bu işlemi düşük düzeyde gerçekleştirebilirler. Buna rağmen petrol ve petrol türevlerini depolayıp taşınmasını sağlayabilirler. Bitkisel organizmalar ve sucul algler ise bu aromatik hidrokarbonları metabolize edip sindirebilirler (Lytle ve Lytle, 1987; Simonich ve Hites, 1994; Eisler, 2000). Karışık işlevli oksidaz, çoğunlukla memelilerde bulunan ve metabolizmaya daha duyarlı hale getirmek için zararlı kimyasalları oksitleyen bir enzim kompleksidir. Balıklar ve bazı kabuklular gibi iyi gelişmiş bir oksidaz sistemine sahip organizmalar, hidrokarbonlu bileşikleri metabolize ederek biriktirirler (Eisler, 2000). Dört veya daha fazla benzen halkası bulunan ve ağır aromatik hidrokarbonlar olarak adlandırılan PAH'lar organizmalar tarafından sindirildiklerinde karışık işlevli oksidaz kapasiteleri ne olursa olsun vücuttan uzaklaştırılması en güç olan polisiklik aromatik hidrokarbonlardır (Varanasi, 1989; Eisler, 2000).

PAH'ların sucul ortamdaki konsantrasyon seviyeleri, PAH'ların bulunduğu yere ve kaynaklarına bağlı olarak büyük ölçüde değişebilir. Petrol sızıntılarının doğrudan etkisi ve kara kökenli kirleticilerin şiddetli yağış ve akıntı suları ile sucul ortamlara hızlı bir şekilde taşınması,

sucul ortamdaki PAH kirliliğinin başlıca kaynaklarıdır. Bu nedenle, organizmaların sağlığını korumak için su ortamındaki PAH seviyelerinin izlenmesi ve düzenlenmesi önemlidir.



3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1 ÇALIŞMA ALANININ ÖZELLİKLERİ

Bursa ili sınırları içerisinde yer alan İznik Gölü, Marmara Bölgesi'nin en büyük, ülkemizin ise beşinci büyük tatlısu kaynağıdır. İznik Gölü, Marmara Denizi'nin güneydoğusunda yer almakta, Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun üzerinde bulunan bu tektonik gölde derinlik kuzeyden güneye doğru gidildikçe artmaktadır (Meriç ve diğ., 2009). 92 km uzunluğu bulunan göl çevresi yaklaşık 305 km²'lik bir alanı kapsamaktadır. Göl Kuzey-Güney doğrultusu 11,8 kilometre iken, Batı-Doğu doğrultusu 32,35 kilometredir. Gölün en derin yeri Numann (1958) tarafından 67 m. olarak belirlenmiş, Uysal ve diğ. (2009) gölün en derin noktasını 62 m olarak ölçmüştür. Tektonik oluşumlu olan gölün fay hattına denk gelen kısmı güney bölgesi olduğundan dolayı en derin kısımlar burada yer almaktadır (Uzun ve Garipoğlu, 2019). İznik Gölü, Bursa il sınırları içerisinde yer almasına rağmen göl havzasında belli kısımlar Yalova ve Kocaeli sınırları içine girmektedir. Göl Havzası'nın kuzey kısmında Samanlı ile Karlık Dağları, güney kısmında Avdan ve Gürle Dağları batı kısmında da Erikli Dağı ve Gemlik Körfezi bulunmaktadır.

Güney Marmara Bölgesi'nde yer alan İznik Gölü, elverişli iklim ve toprak özelliklerinin yanı sıra yeterli sulama imkanlarının olmasından dolayı birçok farklı tarım ürününün yetiştirildiği önemli üretim noktalarından biridir. Marmara Bölgesi'nin en büyük gölü olan İznik Gölü yaklaşık 12 milyar metreküp su kapatesi ve yıllık 80 milyon metreküp su kullanımına sahip olup 12,000 hektar tarım alanı için göl havzasından su kullanımı mevcuttur. Göl çevresindeki bölgede su kaynağı olarak tarım üretimi için önemli olmasının yanında İznik Gölü; yüzme, su sporları, sosyal aktiviteler, ticari amatör balıkçılık ve endüstriyel su temini gibi farklı amaçlar içinde kullanılmakta ve işlev görmektedir (Başar ve diğ., 2004).

3.2 ÖRNEKLEME ÇALIŞMALARI

3.2.1 Fiziksel ve Kimyasal Özellikler

Belirlenen altı istasyonda (Şekil 3.1) su kalitesinin tespiti amacı ile besin tuzları ve diğer ilgili parametrelerin (Toplam Fosfor (TP), orto-fosfat (o-PO₄), Toplam Azot (TN), Nitrit + Nitrat NO₂+NO₃), Silika (SiO₂)) analizleri için su örnekleri alınmış ve standart metodlara (APHA-AWWA, WPCF, 1998) göre İstanbul Üniversitesi Su Bilimleri Fakültesi İçsu Kaynakları ve

Yönetimi Anabilim Dalı Laboratuvarlarına getirilmiştir. Sıcaklık, Çözünmüş Oksijen (ÇO), pH, Elektriksel İletkenlik (EI) ölçümleri YSI 650 MDS marka multiparametre cihazı kullanılarak sahada yapılmıştır. Gölde görünürlük Secchii Diski kullanılarak ölçülmüştür.

3.2.2 Su, Sediman ve Balık Doku Örneklemesi

Göl yüzey suyu örnekleri Van Dorn kullanılarak her bir noktadan 2'ser adet 1 litrelik amber şişelere alınmıştır. Referans istasyon (5. istasyon) örneklemesi 10'ar metre aralıklar ile (yüzey, 10 m., 20 m., 30 m. ve 40 m.) alınmış ve tüm su örnekleri soğuk zincir uygulanarak laboratuvara getirilmiştir.

Sediman örneklerinde organoklorlu pestisit ve polisiklik aromatik hidrokarbon analizleri için Ekman Grab kullanılarak altı istasyondan da kış ve yaz dönemini kapsayacak şekilde sediman örnekleri alınmış, örnekler uygun saklama koşulları altında laboratuvara getirilmiştir. Örnekler OCP ve PAH analizleri için ekstraksiyon işlemi uygulanarak ve GC-MS'de ölçümler gerçekleştirilmiştir.

Balık örneklemesi için organoklorlu pestisit ve polisiklik aromatik hidrokarbonlu bileşiklerin kalıntı çalışmalarının yapıldığı balık örnekleri balıkçılardan temin edilmiştir. Göl ekosisteminde yoğun olarak bulunan balık türleri daha önce gölde yapılan çalışmalar göz önüne alınarak gümüş sazan balığı (*Carassius gibelio*), levkit balığı (*Rutilus frisii*) ve sazan balığı (*Cyprinus carpio*) seçilmiştir. Seçilen balık türlerinde boy-ağırlık parametreleri belirlenerek diseksiyon işlemi yapılmış, kas ve karaciğer doku örnekleri ayrılmıştır. Alınan doku örneklerinde organoklorlu pestisit ve PAH kalıntı miktarları Perkin Elmer 680 GC/MS cihazında analiz edilmiştir.



Şekil 3.1: İznik Gölü (QGIS programıyla oluşturulmuştur)

USEPA (2007) tarafından belirlenen standart yöntemle göre su ve sediman örnekleri alındı. Su örneklerinde kullanılan malzemeler, analiz öncesi fosfatsız sabun (dDyna Chem) ile yıkandıktan sonra musluk suyu, damıtılmış su ve HPLC dereceli aseton ve n-heksan ile temizlendi. Sediment örnekleri, Ekman Grab kullanılarak toplanmış ve cam şişelerde saklanmıştır. Çalışma Ocak-Aralık 2019 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir.

Tablo 3.1: İznik Gölü'nde örnekleme yapılan istasyonların koordinatları

İstasyon	Koordinat
1.ist	40° 28'48"N 29° 34'21"E
2.ist	40° 25'25"N 29° 42'25"E
3.ist	40° 23'01"N 29° 34'33"E
4.ist	40° 25'31"N 29° 24'47"E
5.ist	40° 25'51"N 29° 34'26"E
6.ist	40° 28'06"N 29° 20'22"E

1. istasyon: Meyve ve sebzeçilik tarımının yapıldığı gölün kuzey kesiminde Boyalıca Köyü önünden seçilmiştir.
2. istasyon: Gölün doğu yakasını oluşturan İznik ilçesinin önünden seçilmiştir. Bu bölge evsel kirleticilerin yanında meyve ve sebzeçilikten kaynaklanan tarımsal kirleticilerin etkisi altındadır.
3. istasyon: Gölün güney kesiminde yer alan bu istasyonun çevresinde daha çok zeytincilik tarımı yapılmaktadır. Bu bölge Narlıca ve Göllüce köylerinin evsel atıkları ile de kirletilmektedir.
4. istasyon: Gölün güneybatı kesimin de yoğun olarak zeytincilik tarımının yapıldığı Sölöz deresinin gölle birleştiği bölgeden seçilmiştir.
5. istasyon: Kıyı etkisinden uzak, gölün derin bölgesinden referans istasyon olarak seçilmiştir.
6. istasyon: Gölün batı kesiminde yer alan bölge Orhangazi ilçesinin evsel atıklarının etkisi altında kalmakta ve meyvecilik yapılmaktadır.

3.3 KULLANILAN YÖNTEMLER

3.3.1 İznik Gölü Yüzey Suyu, Sediman ve Balık Örneklerinde Organoklorlu Pestisit Analizi

3.3.1.1 Yüzey suyunda organoklorlu pestisit analizi

Yüzey suyu örneklerinde organik klorlu pestisit analizleri standart SPE yöntemine (USEPA 8081-3535A) göre yapılmıştır. Bu amaçla çeker ocak altında vakum manifolda; önce 500 mg C18 SPE kartuşlarından şartlandırma için 10 mL metanol 5 ml/dak basınçta geçirilmiştir. Takiben 5 mL distile su kartuşlardan geçirilerek koşullar sağlanmıştır. Her şişeye dahili standart eklendi ve bu işlemi takiben 500 mL su numunesi geçirilmiştir. Daha sonra SPE kartuşlarından 10 mL Toluen geçirilerek analiz için analitler toplanmış ve 40 °C’de azot altında 1 mL kalana kadar buharlaştırılmıştır. Analiz işlemleri üç paralel olacak şekilde yürütülmüş ve vialle alınan örnekler GC-MS cihazında analiz edilmiştir.

3.3.1.2 Sediman örneklerinde organoklorlu pestisit analizi

3.3.1.2.1 Ekstraksiyon

Sediman örnekleri (her biri 5 g) yüksek vakum altında (-90 °C'de 24 saat) kurutulup homojenleştirilmiş ve takiben numunedeki fazla nemi uzaklaştırmak için 10 g susuz sodyum sülfatdan geçirilmiştir. Sediman örnekleri, bir soxhlet yöntemi (USEPA 354°C) kullanılarak özümlemiş. 250 mL (50:50, v:v) n-hekzan-Diklorometan karışımıyla ve içerisine 1-2 gr ham bakır ilave edilerek 8 saat sürecek şekilde (saatte en az 6 sifonlama olacak şekilde) özütlenmiştir. Sonrasında 250 mL ekstreler döner buharlaştırıcı da (0,1 MPa ve 37 °C)10 mL kalıncaya kadar uçuruldu ve saf azot gazı ile 1 mL'ye konsantre edilmiştir.

3.3.1.2.2 Kükürt giderme işlemi

Aktifleştirilmiş bakır hazırlamak için bakır tozu 6 M HCl ile yıkanmış ve distile su ile üç veya daha fazla iterasyonda durulanmıştır. Daha sonra sırasıyla üç kez metanol, aseton ve n-heksan ile durulanmış ve 60 °C'de kurutulmuştur. Kükürt bileşiklerini uzaklaştırmak için ekstrakta aktifleştirilmiş bakır tozu ilave edilerek yüksek hızda karıştırılarak 12 saat beklenmiştir. Bakır tozunda kararma gözlenen örneklerle tekrar aktifleştirilmiş bakır tozu eklenerek bir gece daha bekletilmiştir. Kükürten arındırılmış nihai ekstraktlar cam pastör pipeti yardımıyla test tüplerine transfer edilmiştir. Daha sonra N₂ gazı altında yaklaşık 1 mL'lik nihai bir hacme konsantre edilmiştir.

3.3.1.2.3 Adsorbentlerin Aktivasyonu

Ekstraktaki bileşiklerin gruplara ayrılması için florasil kullanılmıştır. Florosil 500 °C 3-5 saat yakma işlemine tabi tutulup her bir analit için 17 gr florosil tartılarak cam kap içerisine alınmış ve 85 µL deiyonize su ilave edilerek alüminyum folyo ile kapatılıp karıştırılmıştır. Cam kaplar bir gece boyunca bekletilmiştir.

3.3.1.2.4 Bileşiklerin Gruplara Ayrılması İşlemi

Kolon aşamasında, kolonun ucuna yeteri miktarda cam pamuk konulmuştur. Dolgu maddesi olarak 85 µL deiyonize su ile deaktive edilmiş 17 gr florosil ve 1-2 gr sodyum sülfat (susuz) kullanılmıştır. Teflon musluklu, 50 mL kapasiteli, 1 cm çapında cam büret yeteri miktarda (yaklaşık 25-30 mL) hekzanla dolduruldu ve sonrasında 17 gr florosil boşluk kalmayacak şekilde eklenmiştir. En üst kısma ise 1 gr sodyum sülfat ilave edilmiştir. Ayırma kolonuna örnek özütü eklenip ve dolgu maddesi florosil ile muamele edilmiştir.

Örnek ekstraktının bulunduğu kolon içerisine 65 mL n-hekzan eklenerek kolon altından 65 mL'lik kısmı toplanmış ve 1. grup bileşikler (Heptaklor, Aldrin, pp'-DDE) tamamlanmıştır. Aynı kolon üzerine 45 mL hekzan-diklorometan (70:30) karışımı eklenerek kolon altından 45 mL'lik kısmı toplandı ve bu kısım 2. grup bileşikler (α -BHC, β -BHC, γ -BHC, δ -BHC, metoksiklor, pp'-DDD, pp'-DDT grubu pestisitler) olarak tamamlanmıştır. Son kalan grup (Heptaklor epoksit, Endosülfan I, Dieldrin, Endrin, Endrin keton, Endrin aldehide, Endosülfan II, Endosülfan sülfat) için ise 65 mL hekzan eklenmiş ve kolon altından toplanmıştır. Toplanan tüm fraksiyonlar 10 mL kalıncaya kadar döner buharlaştırıcıda, daha sonra da azot gazı yardımıyla 1 mL kalıncaya kadar çözücüler uçurulmuş ve viallere alınmıştır.

3.3.1.3 Balık örneklerinde organoklorlu pestisit analizi

Örnekleme için seçilen balık türleri (*Carassius gibelio*, *Rutilus frisii* ve *Cyprinus carpio*) mevsimsel olarak balıkçılardan alınmış ve uygun saklama koşulları altında laboratuvara getirilmiştir. Balık türlerinin gölü temsil etmesine ve örnekleme yapılan zamanlarda balıkçılarda bulunan türler olmasına dikkat edilmiştir. Balık örneklerinin yaş tartımı yapılarak boyları ölçülmüş örnekler deiyonize suyla yıkanmış, kas ve karaciğer diseksiyonları yapılarak analiz edilmeye kadar derin dondurucuda (-20°C) cam kavanoz içerisinde saklanmıştır. Yüksek vakum altında ve -90°C 'de 24 saat freze dryerda bekletilip kurutulan örnekler homojen hale getirilmiştir. 5 gr olarak alınan örnekler 200 mL n-hekzan ile saatte 5-6 sifonlama olacak şekilde 8 saat ekstrakte edilmiştir. 200 mL ekstraktın (özütün) hacmi yaklaşık 15 mL kalana kadar rotary evaporatörde (döner buharlaştırıcı) uçurulmuştur.

3.3.1.3.1 Balık doku örneklerindeki yağ giderimi

Yağ giderimi işlemi için örnekler 250 mL'lik ayırma hunisine alınarak 40 mL n-hekzan, 5 mL derişik sülfürik asit ilave edilerek çalkalanmıştır. Örneklerin n-hekzan fazının şeffaflaşmasını sağlamak için 3000 rpm ve 4 dakika santrifüj işlemi yapılmıştır. Sülfürik asitin n-hekzan fazında uzaklaştırılması için 1-2 gr sodyum sülfat eklenerek hacim 1 mL oluncaya kadar uçurulmuştur.

3.3.1.3.2 Adsorbentlerin Aktivasyonu

Ekstraktaki bileşiklerin gruplara ayrılması için florasil kullanılmıştır. Florosil 500°C 3-5 saat yakma işlemine tabi tutulmuştur. Her bir analit için 17 gr florosil tartılarak cam kap içerisine

alınmış ve 85 µL deiyonize su ilave edilerek alüminyum folyo ile kapatılıp karıştırılmıştır. Cam kaplar bir gece boyunca bekletilmiştir.

3.3.1.3.3 Bileşiklerin Gruplara Ayrılması İşlemi

Kolon aşamasında, kolonun ucuna yeteri miktarda cam pamuk konulmuştur. Dolgu maddesi olarak 85 µL deiyonize su ile deaktive edilmiş 17 gr florosil ve 1-2 gr sodyum sülfat (susuz) kullanılmıştır. Teflon musluklu, 50 mL kapasiteli, 1 cm çapında cam büret yeteri miktarda (yaklaşık 25- 30 mL) hekzanla doldurulmuş ve sonrasında 17 gr florosil boşluk kalmayacak şekilde eklenmiştir. En üst kısma 1 gr sodyum sülfat eklenmiştir. Ayırma kolonuna örnek özütü eklenmiş ve dolgu maddesi florosil ile muamele edilmiştir. Örnek ekstraktının bulunduğu kolon içerisine 65 mL n-hekzan eklenerek kolon altından 65 mL'lik kısmı toplanmış ve 1. grup bileşikler (Heptaklor, Aldrin, pp'-DDE) tamamlanmıştır. Aynı kolon üzerine 45 mL hekzan-diklorometan (70:30) karışımı eklenerek kolon altından 45 mL'lik kısmı toplanmış ve bu kısım 2. grup bileşikler (α -BHC, β -BHC, γ -BHC, δ -BHC, metoksiklor, pp'-DDD, pp'-DDT grubu pestisitler) olarak tamamlanmıştır. Son grup (Heptaklor epoksit, Endosülfan I, Dieldrin, Endrin, Endrin keton, Endrin aldehide, Endosülfan II, Endosülfan sülfat) için ise 65 mL hekzan eklenmiş ve kolon altından toplanmıştır. Toplanan tüm fraksiyonlar, 10 mL kalıncaya kadar döner buharlaştırıcıda, daha sonra da azot gazı yardımıyla 1 mL kalıncaya kadar çözücüler uçurulmuş ve viallere alınmıştır.

3.3.1.3.4 Gaz Kromatografisi Cihazında Organoklorlu Pestisit Kalıntı Derişimlerinin Saptanması

Örnekler, Gaz Kromatografisi/Kütle Spektrometresi (GC/MS Perkin Elmer 680), 30m uzunluğunda (0,25 µm iç çap ve 0,25 µm film kalınlığı) bir DB-5MS kapiler kolonu kullanılarak analiz edilmiştir. Taşıyıcı gaz olarak helyum (%99,995 saflık), splitless mod kullanılarak 1mL dk-1 akış hızı ile kullanılmıştır. Enjeksiyon ve dedektör sıcaklıkları sırasıyla 220°C ve 320°C olarak ayarlanmıştır. Fırın sıcaklığı 150°C'ye ayarlanmış, 2 dakika tutulmuş, 14°C/dk'da 270°C'ye yükseltilerek 2 dakika daha tutulmuştur. 1-µL enjeksiyon hacmi kullanılmıştır. Bileşikler, seçilen iyon izleme modunda alıkonma süresiyle birlikte her bir bileşik için iki parça iyon kullanılarak MS tarafından tespit edilmiştir.

3.3.1.4 Geri kazanım, doğrusalılık, tespit limiti (LOD) ve miktar tayini limiti

Örneklerin analizi ile elde edilen sonuçların aritmetik ortalaması alınarak ortalama konsantrasyonlar hesaplanmıştır. Yüzde geri kazanım parametreleri, R^2 değerleri, tespit limiti (LOD) ve miktar tayin limiti (LOQ) tüm OCP'ler için belirlenmiştir (Tablo 3.2). Yöntemin doğrusalılığı için, her bir pestisit türü için altı noktalı kalibrasyon eğrileri (5, 10, 20, 50, 100 ve 250 µg/L) çizilmiştir. Tüm pestisitler için LOQ değerleri 0,0088 ila 0,0902 µg/L aralığındadır ve Tablo 3.2'de verilmiştir. Su, sediman ve balık değerleri aralığı için ortalama üçlü OCP geri kazanımları sırasıyla %74-110, %91-125 ve %88-115 arasında olmuş (Tablo 3.2) ve standart kabul edilebilir sınırlar içinde olduğu belirlenmiştir.

Tablo 3.2: Yüzde geri kazanım, hassas RSD (%), R^2 değerleri, su, sediman ve balıkta ölçülen OCP'lerin tespit ve miktar tayini limiti

Bileşik Adı	Yüzde Geri Kazanım			Kesinlik RSD (%)	R ² (n=3)	Tayin Sınırı (LOD)/Tespit Sınırı(LOQ)					
	Su	Sediman	Biyota			Su (µg/L)		Sediman (ng/g)		Biyota (ng/g)	
						LOD	LOQ	LOD	LOQ	LOD	LOQ
ALPHA-BHC	85	115	109	1,70	0,9987	0,0106	0,0329	0,0262	0,0791	0,0252	0,0757
BETA- BHC	79	114	114	1,20	0,9974	0,0145	0,0421	0,0298	0,0828	0,0302	0,0905
GAMMA- BHC	77	95	103	1,10	0,9932	0,0122	0,0365	0,0259	0,0783	0,0265	0,0798
DELTA-BHC	83	102	95	1,60	0,9978	0,0138	0,0398	0,0277	0,0779	0,0286	0,0799
HEPTAKLOR	76	111	88	1,70	0,9908	0,0096	0,0302	0,0224	0,0698	0,0235	0,0728
ALDRİN	78	105	111	0,90	0,9989	0,0088	0,0279	0,0292	0,0876	0,0281	0,0856
HEPTAKLOR EPOKSİT	77	118	108	1,80	0,9947	0,0101	0,0312	0,0291	0,0902	0,0305	0,0911
ENDOSÜLFAN I	75	91	96	1,40	0,9977	0,0154	0,0436	0,0255	0,0746	0,0262	0,0766
P.P'-DDE	84	94	99	1,30	0,9921	0,0159	0,0478	0,0219	0,0671	0,0231	0,0698
DİELDRİN	83	125	102	1,10	0,9912	0,0146	0,0438	0,0271	0,0785	0,0289	0,0812
ENDRİN	91	103	101	1,60	0,9946	0,0114	0,0345	0,0286	0,0803	0,0294	0,0824
ENDOSÜLFAN II	74	116	115	1,70	0,9923	0,0136	0,0309	0,0283	0,0845	0,0296	0,0886
P.P'DDD	77	101	94	1,50	0,9952	0,0147	0,0419	0,0261	0,0767	0,0272	0,0799
ENDRİN ALDEHİT	75	112	110	1,50	0,9936	0,0162	0,0497	0,0247	0,0759	0,0255	0,0785
P.P'-DDT	79	92	89	1,60	0,9944	0,0149	0,0452	0,0279	0,0814	0,0292	0,0835
ENDOSÜLFAN SÜLFAT	75	114	113	1,70	0,9975	0,0164	0,0488	0,0295	0,0896	0,0288	0,0874
ENDRİN KETON	87	95	90	1,80	0,9911	0,0132	0,0313	0,0289	0,0877	0,0296	0,0882
METOKSİKLOR	110	89	95	1,70	0,9937	0,0129	0,0374	0,0278	0,0841	0,0263	0,0821

3.3.2 İznik Gölü Yüzey Suyu, Sediman ve Balık Örneklerinde Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) Analizi

3.3.2.1 Yüzey suyu Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) Analizi

Yüzey suyu örneklerinin polisiklik aromatik hidrokarbonların analizi standart SPE yöntemine (USEPA 8310) göre hazırlanmıştır. Bu amaçla çeker ocak altında vakum manifolda; önce 500 mg C18 SPE kartuşlarından şartlandırma için 10 mL Diklormetan (DCM) 5 mL/dak basınçta geçirilmiştir. Takiben 5 mL distile su kartuşlardan geçirilerek koşullar sağlanmış her şişeye dahili standart eklenmiş bu işlemi takiben 500 mL su numunesi geçirilmiştir. Daha sonra SPE kartuşlarından 10 mL Toluen geçirilerek analiz için analitler toplanıp 40°C’de azot altında 1 mL kalana kadar buharlaştırılmıştır. Analiz işlemleri üç paralel olacak şekilde yürütülmüş sonrasında vialle alınan örnekler GC-MS cihazında analiz edilmiştir.

3.3.2.2 Sediman örneklerinde Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) Analizi

3.3.2.2.1 Ekstraksiyon

Sediman örnekleri (her biri 5 g) yüksek vakum altında (-90°C’de 24 saat) kurutulup homojenleştirilmiş ve ardından numunedeki fazla nemi çıkarmak için 10 g susuz sodyum sülfatdan geçirilmiştir. Sediman örnekleri, bir soxhlet yöntemi (USEPA Yöntemi 3500C) kullanılarak özümlemiş. 250 mL (50:50, v:v) n-hekzan-Diklorometan karışımıyla ve içerisine 1-2 gr ham bakır ilave edilerek 8 saat sürecek şekilde (saatte en az 6 sifonlama olacak) özütlenmiştir. Sonrasında 250 mL ekstreler döner buharlaştırıcı da (0,1 MPa ve 37°C) 10 mL kalıncaya kadar uçurulup son olarak saf azot gazı ile 1 mL’ye konsantre edilmiştir.

3.3.2.2.2 Kükürt Giderme İşlemi

Aktifleştirilmiş bakırı hazırlamak için bakır tozu 6 M HCl ile yıkanmış ve distile su ile en az üç kez iterasyonda durulanmıştır. Daha sonra sırasıyla üç kez metanol, aseton ve n-heksan ile durulanıp 60°C’de kurutulmuştur. Kükürt bileşiklerini uzaklaştırmak için ekstrakta aktifleştirilmiş bakır tozu ilave edilerek kuvvetlice karıştırılmış ve gece boyunca tutulmuştur. Bakır tozunda kararma gözlenen örneklere tekrar aktifleştirilmiş bakır tozu eklenerek bir gece daha bekletilmiştir. Kükürttten arındırılmış nihai ekstraktlar cam pastör pipeti yardımıyla test tüplerine transfer edilmiş daha sonra N₂ gazı altında yaklaşık 1 mL’lik nihai bir hacme konsantre edilmiştir.

3.3.2.2.3 Adsorbentlerin Aktivasyonu

Ekstraktaki bileşiklerin gruplara ayrılması için silika kullanılmıştır. Silika 500°C 3-5 saat yakma işlemine tabi tutulmuş her bir analit için 10 gr silika tartılarak cam kap içerisine alınmış, 50 µL deiyonize su ilave edilerek alüminyum folyo ile kapatılıp karıştırılmıştır. Cam kaplar bir gece boyunca bekletilmiştir.

3.3.2.2.4 Bileşiklerin Gruplara Ayrılması İşlemi

Kolon aşamasında, kolonun ucuna yeteri miktarda cam pamuk konulmuştur. Dolgu maddesi olarak 50 µL deiyonize su ile deaktive edilmiş 10 gr florosil ve 1-2 gr sodyum sülfat (susuz) kullanılmıştır. Teflon musluklu, 50 mL kapasiteli, 1 cm çapında cam büret 30 mL diklorometan (DCM) ile doldurulmuş ve sonrasında 10 gr silika boşluk kalmayacak şekilde eklenmiştir. En üst kısma 1 gr sodyum sülfat eklenmiştir. 10 mL n- hekzan 3 kez kolondan geçirilmiştir. Ayırma kolonuna örnek özütü (2-3 mL) eklenmiş ve dolgu maddesi silika ile muamele edilmiştir. Cam tüpteki örnek 25 mL n- hekzan ile tekrar yıkanmıştır. Son aşamada 25 mL (60:40, v:v) n- hekzan-Diklorometan karışımı kolondan geçirilerek son ürün toplanmıştır. 10 mL hacim kalıncaya kadar döner buharlaştırıcı da daha sonrasında azot gazı ile son hacim 1 mL oluncaya kadar uçurulup vialle alınan örnekler GC-MS cihazında analiz edilmiştir.

3.3.2.3 Balıklarda Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) Analizi

3.3.2.3.1 Balık örneklerinde Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) Analizi

Örnekleme için seçilen balık türleri (*Carassius gibelio*, *Rutilus friisi* ve *Cyprinus carpio*) mevsimsel olarak balıkçılardan alınmış ve uygun saklama koşulları altında laboratuvara getirilmiştir. Balık türlerinin gölü temsil etmesine ve örnekleme yapılan zamanlarda balıkçılarda bulunan türler olmasına dikkat edilmiştir. Balık örneklerinin yaş tartımı yapılarak boyları ölçülmüştür. Örnekler deiyonize suyla yıkanmış, kas ve karaciğer diseksiyonları yapılarak analiz edilinceye kadar derin dondurucuda (-20°C) cam kavanoz içerisinde saklanmıştır. Yüksek vakum altında ve -90°C'de 24 saat freze dryerda bekletilip kurutulan örnekler homojen hale getirilmiştir. 5 gr olarak alınan örnekler 200 mL metanol ile saatte 5-6 sifonlama olacak şekilde 8 saat ekstrakte edilmiştir.

3.3.2.3.2 Balık doku örneklerindeki yağ giderimi

Yağ giderimi işlemi için 8 saatin sonunda her bir örneğin bulunduğu balona 20 mL (0,7 M) KOH ve 30 mL deiyonize su ilave edilmiş ve 4 saat bu şekilde bekletilerek yağ giderimi

gerçekleştirilmiştir. Örnekler 500 mL'lik ayırma hunisine alınarak 90 mL n-hekzan eklenip kuvvetlice çalkalanmış ve fazların ayrılması beklenmiştir. Eklenen 90 mL n-hekzan temiz bir balona ayrılmıştır. İkinci kısımda tekrar 40 mL n-hekzan eklenip, kuvvetlice çalkalanmış ve fazların ayrımıyla birlikte eklenen 40 mL n- hekzan temiz balona eklenmiştir. Son olarak aynı işlem tekrar uygulanmış, toplamda 170 mL n- hekzan fazı elde edilmiş ve 10 mL hacim kalana kadar kalana kadar rotary evaporatörde (döner buharlaştırıcı) uçurulmuştur. Daha sonra N₂ gazı altında yaklaşık 2-3 mL'lik hacme konsantre edilmiştir.

3.3.2.3.3 Adsorbentlerin Aktivasyonu

Ekstraktaki bileşiklerin gruplara ayrılması için silika kullanılmıştır. Silika 500°C 3-5 saat yakma işlemine tabi tutulmuştur. Her bir analit için 10 gr silika tartılarak cam kap içerisine alınmış ve 50 µL deiyonize su ilave edilerek alüminyum folyo ile kapatılıp karıştırılmıştır. Cam kaplar bir gece boyunca bekletilmiştir.

3.3.2.3.4 Bileşiklerin Gruplara Ayrılması İşlemi

Kolon aşamasında, kolonun ucuna yeteri miktarda cam pamuk konulmuştur. Dolgu maddesi olarak 50 µL deiyonize su ile deaktive edilmiş 10 gr florosil ve 1-2 gr sodyum sülfat (susuz) kullanılmıştır. Teflon musluklu, 50 mL kapasiteli, 1 cm çapında cam büret 30 mL diklorometan (DCM) ile doldurulmuş ve sonrasında 10 gr silika boşluk kalmayacak şekilde eklenmiştir. En üst kısma 1 gr sodyum sülfat eklenmiştir. 10 mL n- hekzan 3 kez kolondan geçirilmiştir. Ayırma kolonuna örnek özütü (2-3 mL) eklenmiş ve dolgu maddesi silika ile muamele edilmiştir. Cam tüpteki örnek 25 mL n- hekzan ile tekrar yıkanmıştır. Son aşamada 25 mL (60:40, v:v) n-hekzan-Diklorometan karışımı kolondan geçirilerek son ürün toplanmıştır. 10 mL hacim kalıncaya kadar döner buharlaştırıcıda, daha sonrasında azot gazı ile son hacim 1 mL oluncaya kadar uçurulup vialle alınan örnekler GC-MS cihazında analiz edilmiştir.

3.3.2.3.5 Gaz Kromatografisi Cihazında Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) Derişimlerinin Saptanması

Örnekler, Gaz Kromatografisi/Kütle Spektrometresi (GC/MS Perkin Elmer 680), 30 m uzunluğunda (0,25 µm iç çap ve 0,25 µm film kalınlığı) bir DB-5MS kapiler kolonu kullanılarak analiz edilmiştir. Taşıyıcı gaz olarak helyum (%99,995 saflık), splitless mod kullanılarak 1mL dk-1 akış hızı ile kullanılmıştır. Enjeksiyon ve dedektör sıcaklıkları sırasıyla 220 °C ve 280 °C olarak ayarlanmıştır. Fırın sıcaklığı başlangıç olarak 100°C'ye ayarlanmış, 10°C/dk'da 200°C'ye yükseltilmiş, 7°C/dk'da 250°C' ye yükseltilerek 6 dakika tutulmuş ve

20°C/dk'da 300°C'ye yükseltilerek 4 dakika daha tutulmuştur. Toplam analiz süresi 29,64 dakika olarak belirlenmiştir. 1-µL enjeksiyon hacmi kullanılmıştır. Bileşikler, seçilen iyon izleme modunda alıkonma süresiyle birlikte her bir bileşik için iki parça iyon kullanılarak MS tarafından tespit edilmiştir.

3.3.2.4 Geri kazanım, doğrusalılık, tespit limiti (LOD) ve miktar tayini limiti:

Örneklerin analizi ile elde edilen sonuçların aritmetik ortalaması alınarak ortalama konsantrasyonlar hesaplanmıştır. Yüzde geri kazanım parametreleri, R^2 değerleri, tespit limiti (LOD) ve miktar tayin limiti (LOQ) tüm PAH'lar için belirlenmiştir (Tablo 3.3). Yöntemin doğrusalılığı için, her bir PAH bileşiği için altı noktalı kalibrasyon eğrileri (5, 10, 20, 50, 100 ve 250 µg/L) çizilmiştir. Tüm PAH'lar için LOD ve LOQ değerleri 0,0098 ila 0,0856 µg/L aralığındadır ve Tablo 3.3'de verilmiştir. Su, sediman ve balık değerleri aralığı için ortalama üçlü PAH geri kazanımları sırasıyla %72-92, %89-115 ve %74-120 arasında (Tablo 3.3) ve standart kabul edilebilir sınırlar içinde bulunmuştur.

Tablo 3.3: Yüzde geri kazanım, hassas RSD (%), R^2 değerleri, su ve tortudaki PAH'ların tespit ve miktar tayini limiti

Bileşik Adı	Yüzde Geri Kazanım			Kesinlik RSD (%)	$R^2(n = 3)$	Tayin Sınırı (LOD)/Tespit Sınırı(LOQ)					
	Su	Sediman	Biyota			Su (µg/L)		Sediman (ng/g)		Biyota (ng/g)	
						LOD	LOQ	LOD	LOQ	LOD	LOQ
Naftalen	81	95	102	1,60	0,9978	0,0122	0,0359	0,0249	0,0759	0,0241	0,0708
Asenaftilen	77	105	119	1,30	0,9977	0,0136	0,0408	0,0284	0,0765	0,0292	0,0856
Asenaften	79	110	110	1,20	0,9954	0,0119	0,0354	0,0265	0,0796	0,0274	0,0829
Floren	85	99	78	1,50	0,9974	0,0129	0,0389	0,0264	0,0779	0,0255	0,0763
Fenantren	79	103	74	1,80	0,9915	0,0105	0,0318	0,0235	0,0719	0,0246	0,0734
Antrasen	86	95	76	1,10	0,9963	0,0098	0,0299	0,0271	0,0808	0,0213	0,0653
Floranten	79	111	116	1,60	0,9952	0,0113	0,0342	0,0279	0,0818	0,0254	0,0752
Piren	89	95	120	1,50	0,9987	0,0148	0,0411	0,0248	0,0761	0,0236	0,0701
Benzo[a]antrasen	83	115	115	1,60	0,9936	0,0143	0,0435	0,0232	0,0708	0,0228	0,0689
Krisen	76	101	95	1,30	0,9967	0,0138	0,0429	0,0264	0,0777	0,0241	0,0714
Benzo[b]floranten	92	113	78	1,50	0,9973	0,0123	0,0378	0,0253	0,0763	0,0231	0,0699
Benzo[k]floranten	72	112	76	1,80	0,9961	0,0117	0,0356	0,0268	0,0801	0,0249	0,0741
Benzo(a)piren	79	89	77	1,60	0,9941	0,0138	0,0414	0,0245	0,0741	0,0235	0,0705
Indeno(1,2,3-c,d)piren	83	109	102	1,40	0,9923	0,0115	0,0361	0,0239	0,0729	0,0223	0,0698
Dibenzo(a,h)antrasen	81	97	98	1,50	0,9911	0,0137	0,0397	0,0256	0,0764	0,0247	0,0736
Benzo(g,h,i)perilen	79	115	78	1,60	0,9952	0,0152	0,0453	0,0274	0,0803	0,0255	0,0751

3.3.3 İstatistiksel Analizler

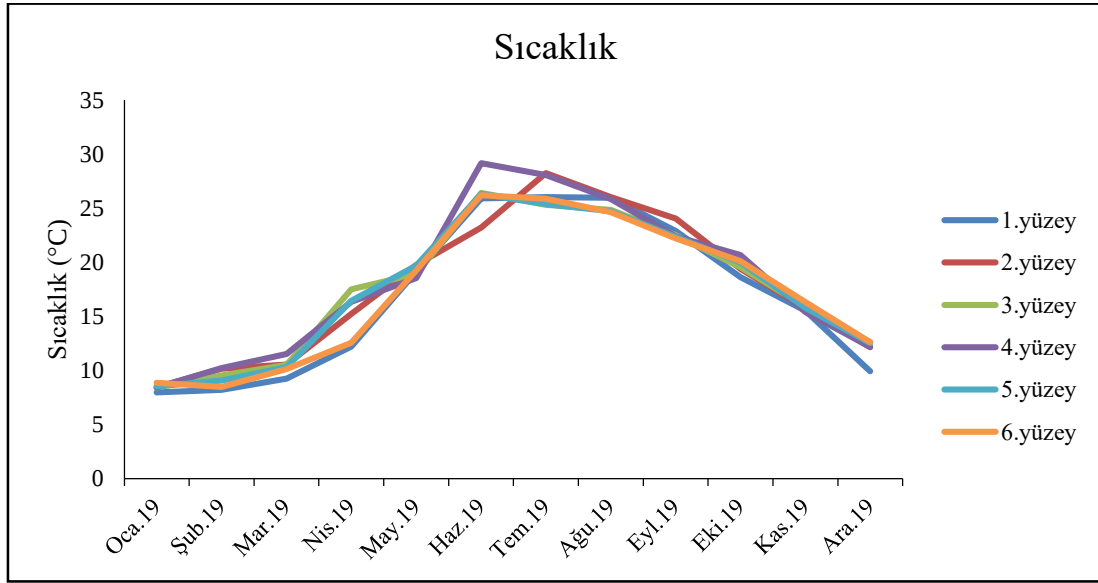
Bu tez çalışması kapsamında; yüzey suyunda 12 ay boyunca elde edilen organoklorlu pestisit ve polisiklik aromatik hidrokarbon konsantrasyonlarının aylara, mevsimlere ve istasyonlara bağlı farklılıklarını tespit etmek için tek yönlü ANOVA uygulanmıştır. Varyans analizlerinde önemli farklılıklar için ikili çoklu karşılaştırmalarda Tukey's HSD açıklayıcı testi kullanılmıştır ($P<0,05$). Sediman örneklerinde yaz ve kış mevsimlerine ait farklılıkları tespit etmek için ise *t*-Testi $P<0,05$ uygulanmıştır. Varyans analizi (tek yönlü ANOVA) iki balık dokusuna (kas ve karaciğer) ait mevsimsel farklılıkları tespit etmek için uygulanmıştır. Bu tez çalışması kapsamındaki bulguların istatistiksel analizleri için IBM SPSS- ver. 26.0 (İstanbul Üniversitesi Lisanslı) kullanılmıştır.

4. BULGULAR

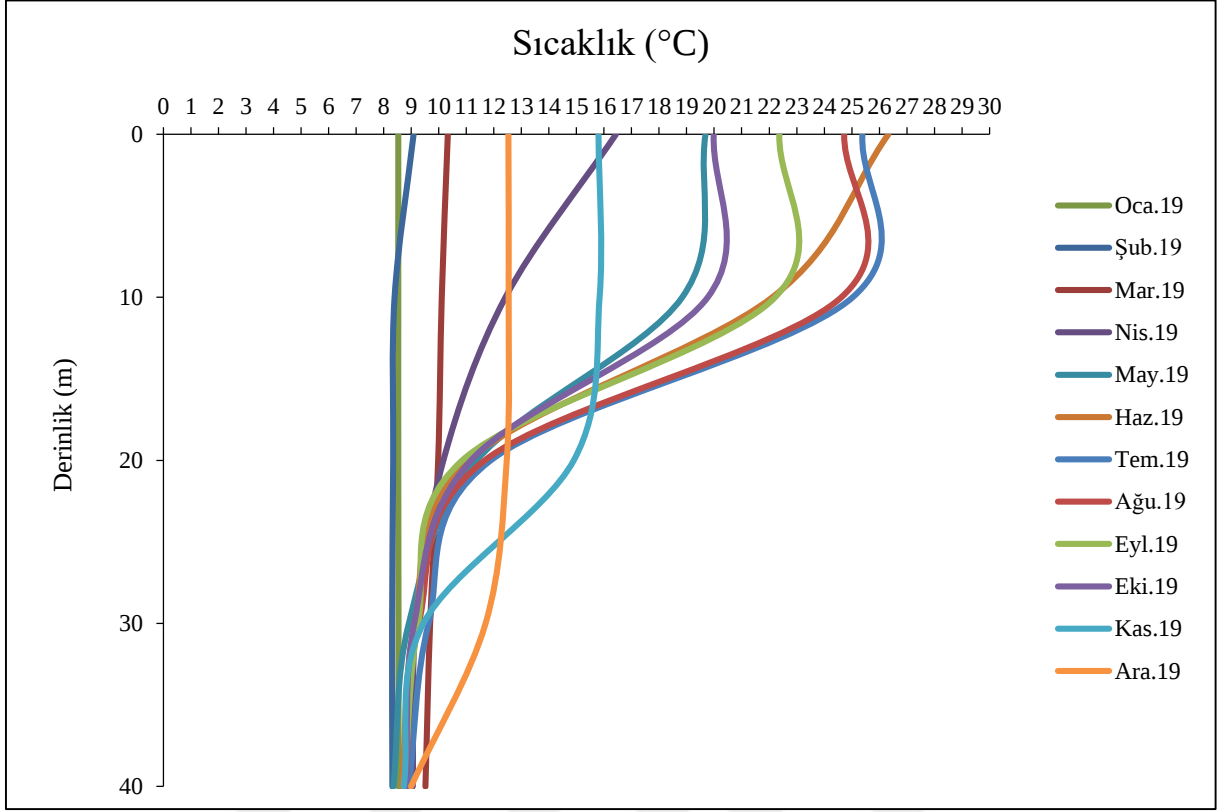
4.1 FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLER

4.1.1 Sıcaklık

Göl yüzey suyunda yapılan 12 aylık örnekleme süresince en düşük sıcaklık değeri 1. istasyonda Ocak 2019’da yüzeyde 7,9°C, en yüksek sıcaklık ise 29,27°C ile 4. istasyonda Haziran 2019’da ölçülmüştür (Şekil 4.1). Yüzey suyunda ortalama su sıcaklığı 17,55°C olarak kaydedilmiştir.



Şekil 4.1: Araştırma süresince yüzey suyunda kaydedilen sıcaklık değerleri

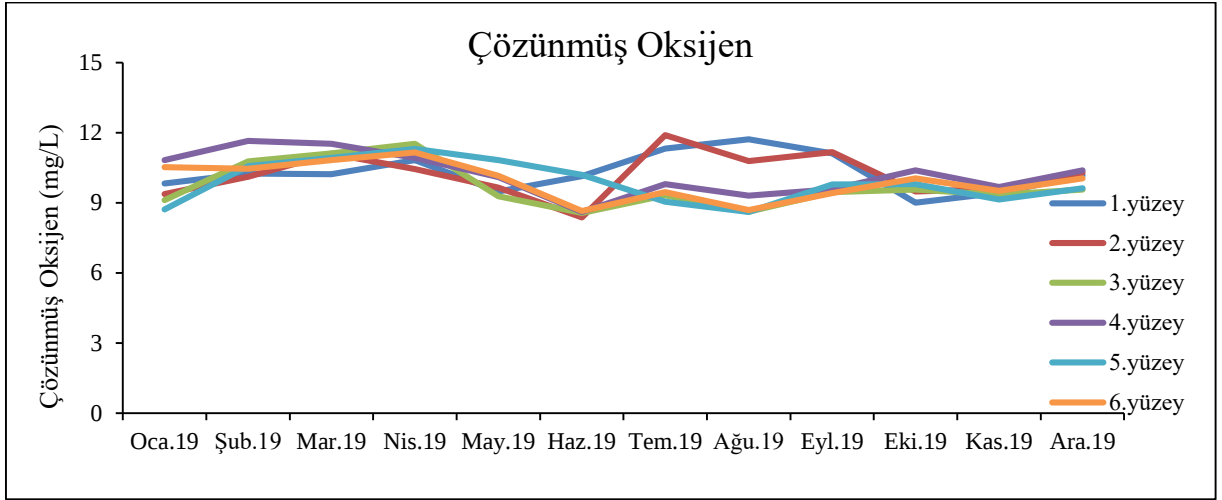


Şekil 4.2: Araştırma süresince 5. istasyonda sıcaklık değerlerinin derinliğe bağlı dikey değişimi

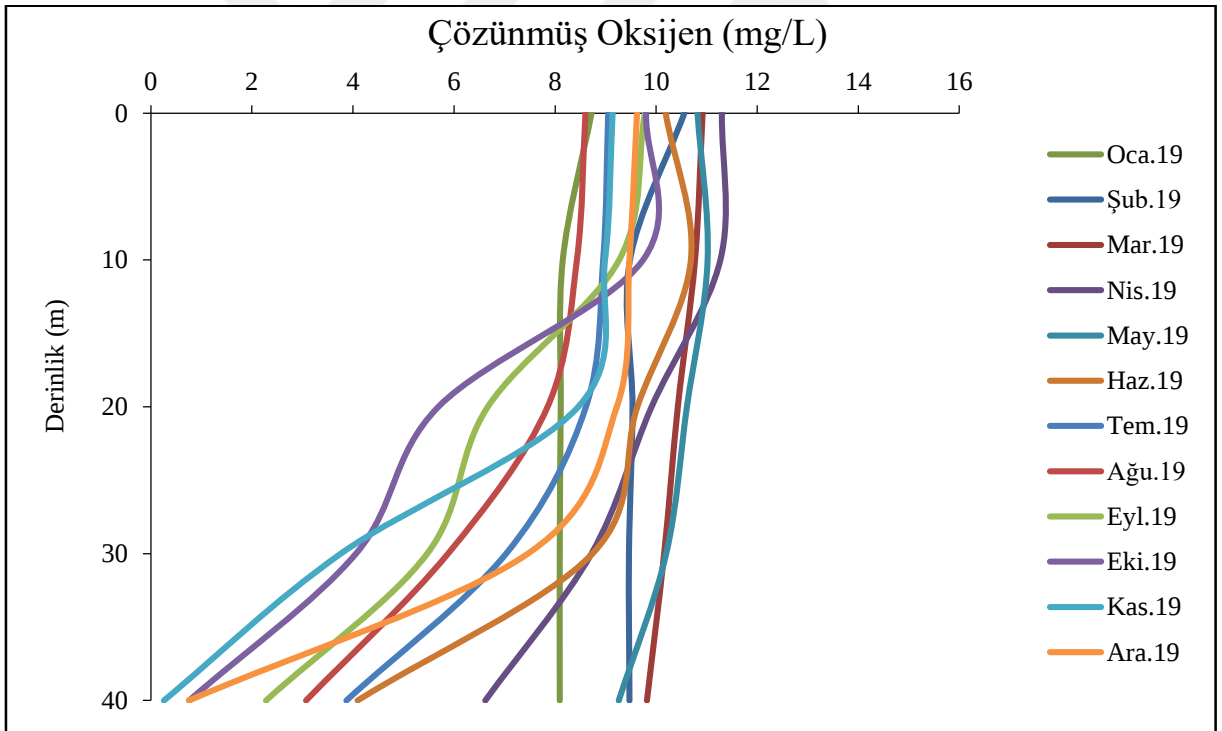
Göl suyunda sıcaklığın dikey değişimi en derin istasyon olan 5. istasyonda yapılan aylık ölçümlerle gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre en düşük sıcaklık 30 m derinlikte 8,3 °C Şubat 2019'da en yüksek sıcaklık değeri ise yüzey suyunda 26,3°C ile Haziran 2019'da ölçülmüştür (şekil 4.2). Gölde termoklin oluşumu Mayıs-Ekim ayları 10-20 m derinlikler arasında gerçekleşmiştir.

4.1.2 Çözünmüş oksijen (ÇO)

Yüzey suyunda genel olarak Çözünmüş Oksijen değerleri yüksek konsantrasyonlarda bulunmuştur (Şekil 4.3). En yüksek değer 11,8 mg/L ile 2. istasyonda Temmuz 2019'da en düşük değer ise 8,6 mg/L ile 5. istasyonda ölçülmüştür (Şekil 4.4). Göl yüzey suyunda ortalama ÇO değeri 10 mg/L olarak kaydedilmiştir.



Şekil 4.3: Araştırma süresince yüzey suyuunda ölçülen Çözünmüş Oksijen değerlerinin zamana bağlı değişimi

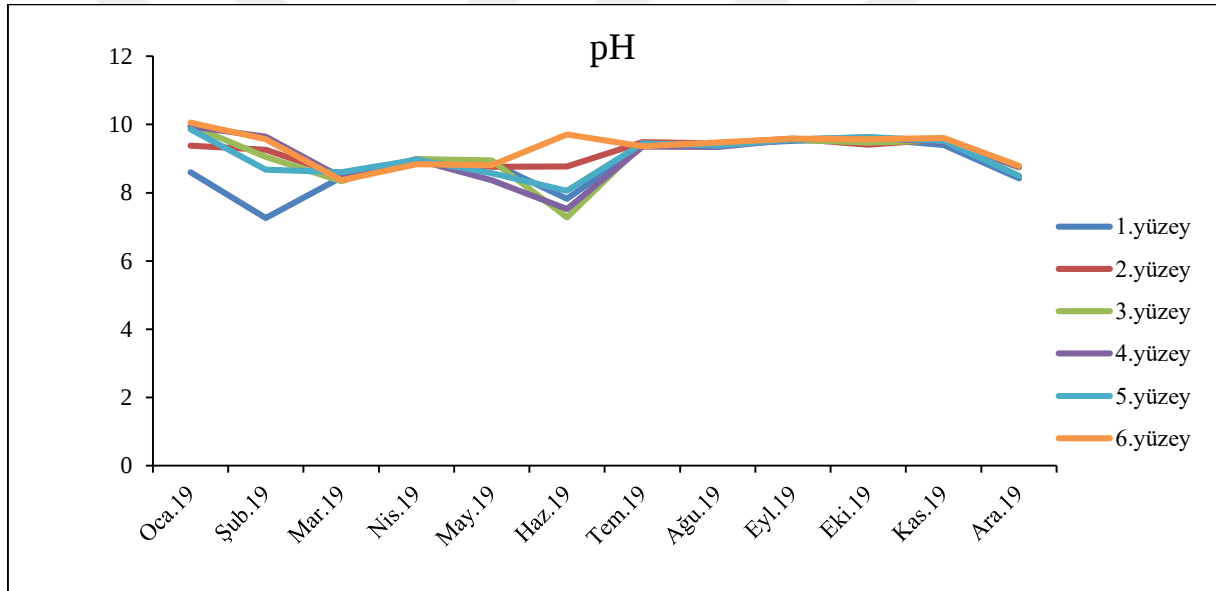


Şekil 4.4: Araştırma süresince 5. istasyonda ölçülen Çözünmüş Oksijen değerlerinin derinliğe bağlı dikey değişimi

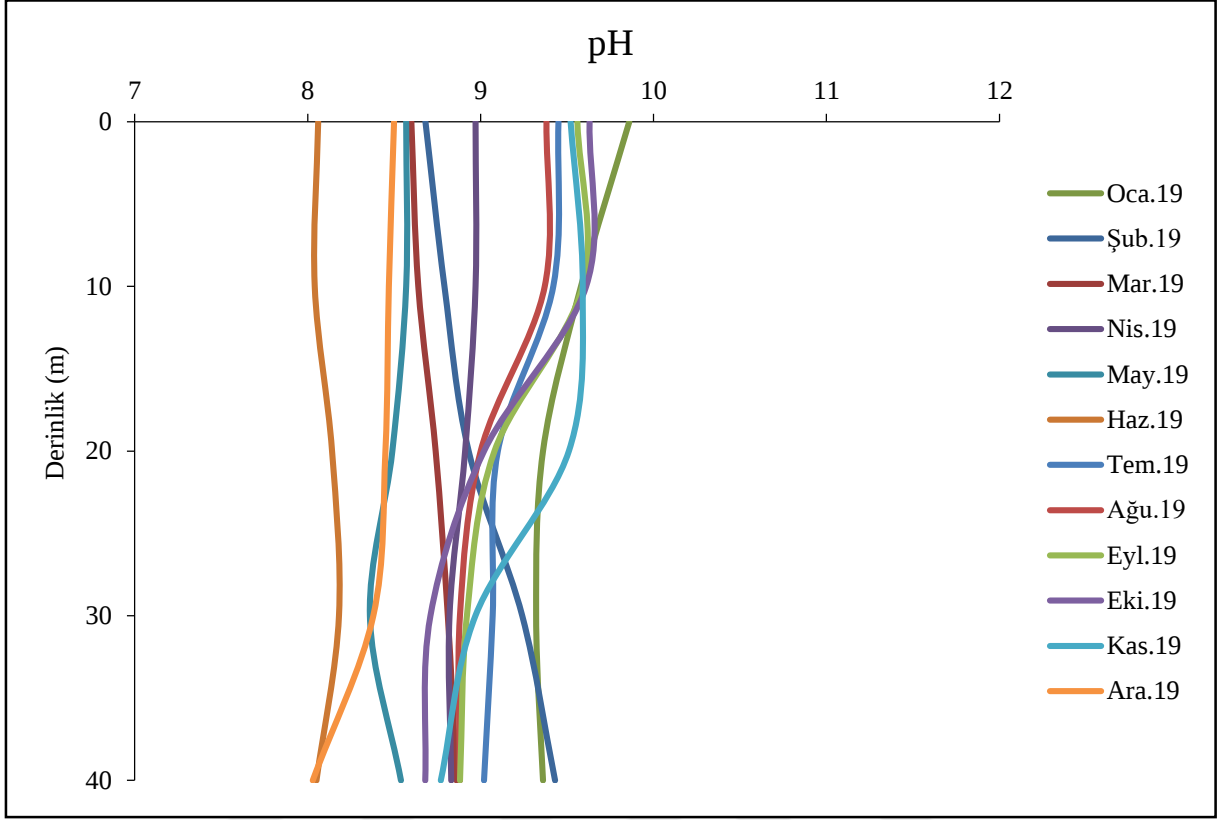
Çözünmüş Oksijen değerlerinin dikey değişiminin incelendiği 5. istasyonda en düşük değer 0,26 mg/L ile Kasım 2019'da 40 m derinlikte, en yüksek değer ise 11,27 mg/L Nisan 2019'da 10 m derinlikte ölçülmüştür.

4.1.3 pH

Genel olarak bütün istasyonlarda pH değerleri yüksek konsantrasyonlarda bulunmuştur. Ölçüm yapılan altı istasyonun yüzey suyunda kaydedilen pH değerleri istasyonlar arasında belirgin bir farklılık göstermemiştir (Şekil 4.5). Yüzey suyunda ölçülen pH değerleri 7,26-10,06 arasında değişiklik göstermiştir. Yüzey suyunda ortalama pH değeri 9,08 olarak tespit edilmiş olup bu değer yüksek seviyede alkali suları temsil etmektedir.



Şekil 4.5: Araştırma süresince yüzey suyunda kaydedilen pH değerlerinin zamana bağlı değişimi

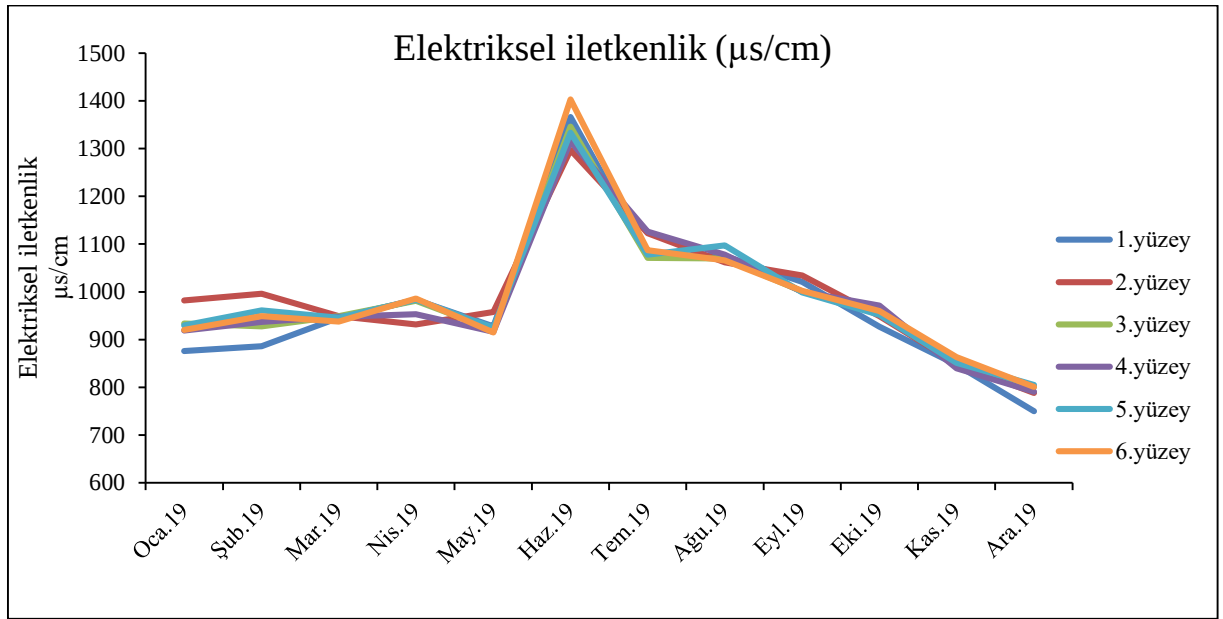


Şekil 4.6: Araştırma süresince 5. istasyonda ölçülen pH'nın derinliğe bağlı dikey değişimi

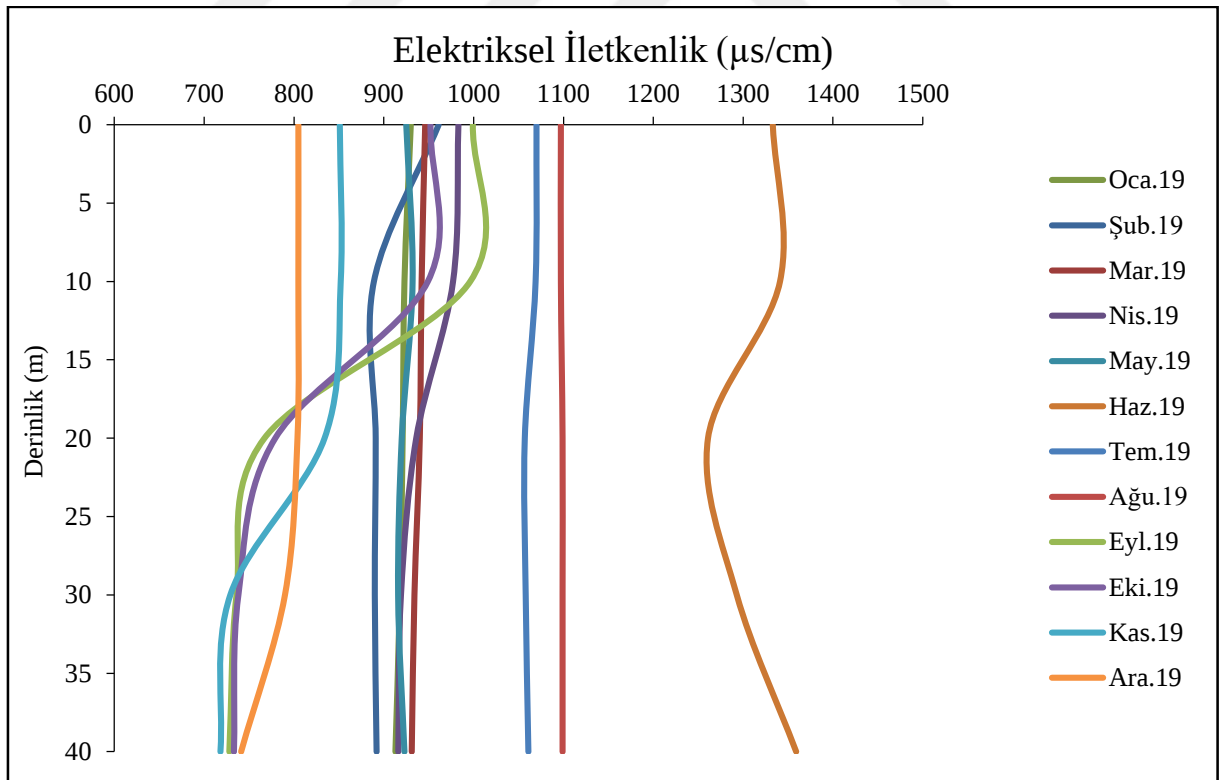
Yüzey suyunda olduğu gibi 40 metreye kadar su örneklerinin alındığı derin sularda da yüksek pH değerleri kaydedilmiştir (Şekil 4.6).

4.1.4 Elektriksel İletkenlik (Eİ)

pH değerlerinde olduğu gibi Elektriksel İletkenlik değerleri de göreceli olarak yüksek bulunmuştur (Ortalama Eİ 985 $\mu\text{s}/\text{cm}$). Araştırma süresince yüzey suyunda ölçülen Elektriksel İletkenlik değerlerinde istasyonlar arasında kayda değer bir farklılık gözlenmemiştir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7: Araştırma süresince yüzey suyunda ölçülen iletkenlik değerlerinin zaman bağılı değişimi



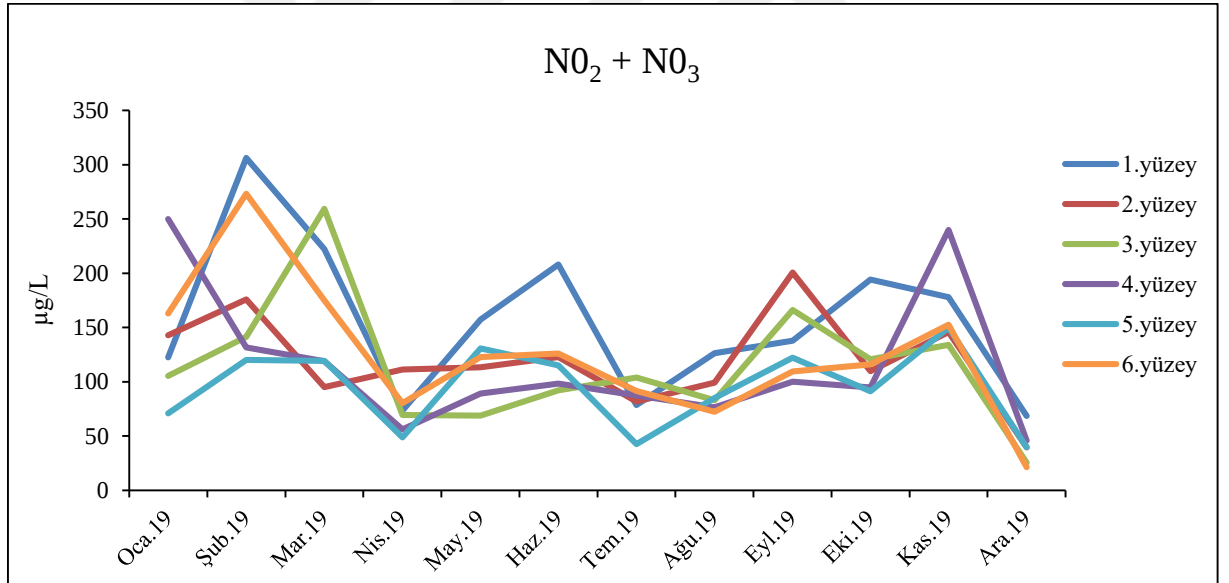
Şekil 4.8: Araştırma süresince 5. İstasyonda ölçülen Elektriksel İletkenlik değerlerinin derinliğe bağılı dikey değişimi

Elektriksel İletkenlik (Eİ) değerlerinin 5.istasyonda yaz aylarında yüksek seviyelere ulaştığı, sıcaklık artışı ile Elektriksel İletkenlik değerlerinin arttığı görülmüştür. En yüksek Eİ değerleri Haziran 2019’da, en düşük değerler ise Kasım ve Aralık 2019’da ölçülmüştür (Şekil 4.8).

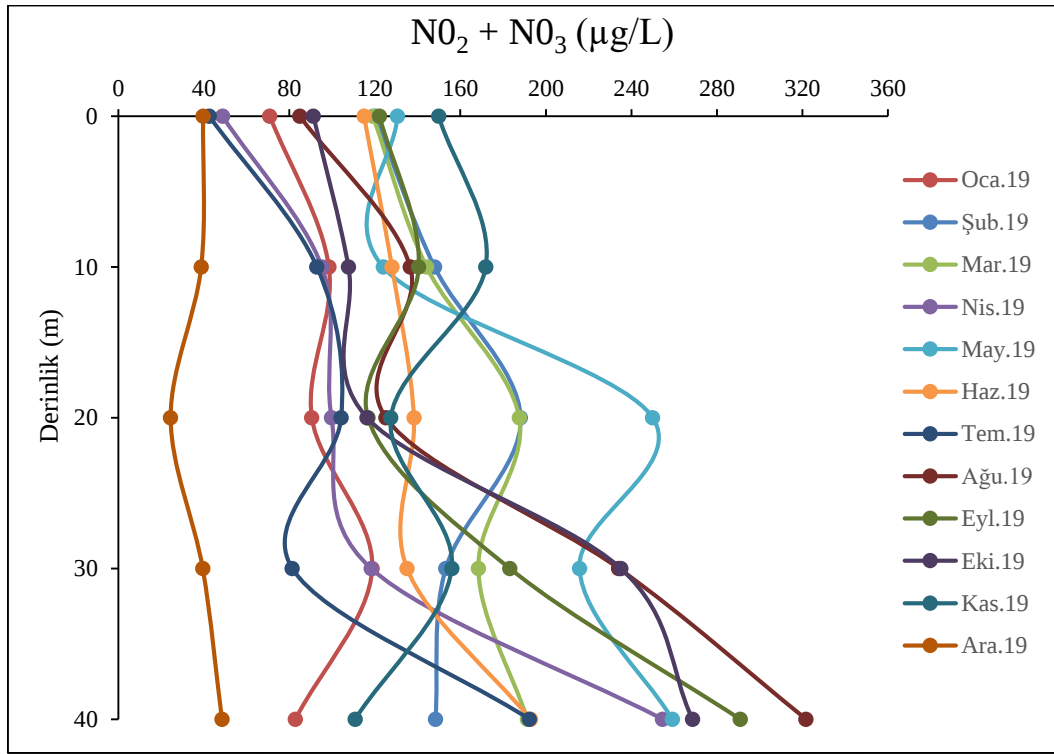
4.1.5 Nitrit+Nitrat Azotu

Genel olarak bütün istasyonlarda Nitrit + Nitrat değerleri yüksek konsantrasyonlarda ölçülmüştür. Yüzey suyunda ölçülen en yüksek değer Şubat 2019’da 1. istasyonda 306 µg/L, en düşük değer ise 6. istasyonda 21,4 µg/L olarak Aralık 2019’da ölçülmüştür (Şekil 4.9). Yüzey suyundaki ortalama Nitrit + Nitrat değeri 121 µg/L’dir.

Dikey değişimin incelendiği 5. İstasyonda en düşük Nitrit + Nitrat değerleri Aralık 2019’da en yüksek değer ise Ağustos 2019’da 40 m’de 322 µg/L olarak kaydedilmiştir. Su sütununda ortalama nitrit +nitrat konsantrasyonu 139 µg/L ölçülmüştür (Şekil 4.10).



Şekil 4.9: Araştırma süresince yüzey istasyonlarında ölçülen Nitrit + Nitrat azotu değerlerinin zamana bağlı değişimi

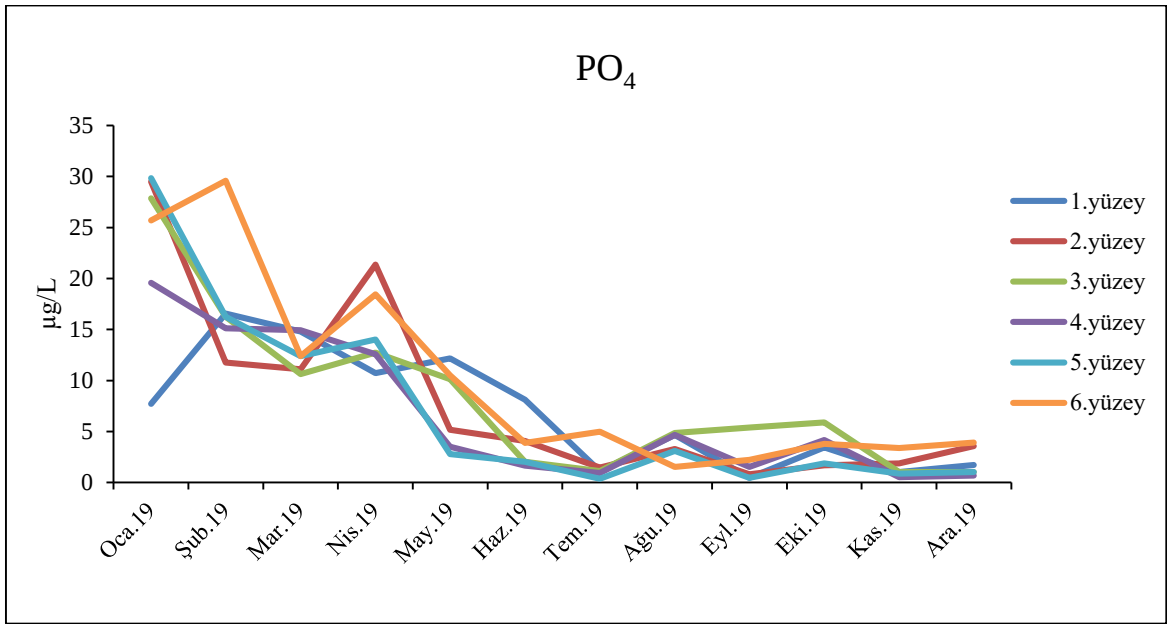


Şekil 4.10: Araştırma süresince 5. istasyonda ölçülen Nitrit + Nitrat azotu değerlerinin zamana bağlı değişimi

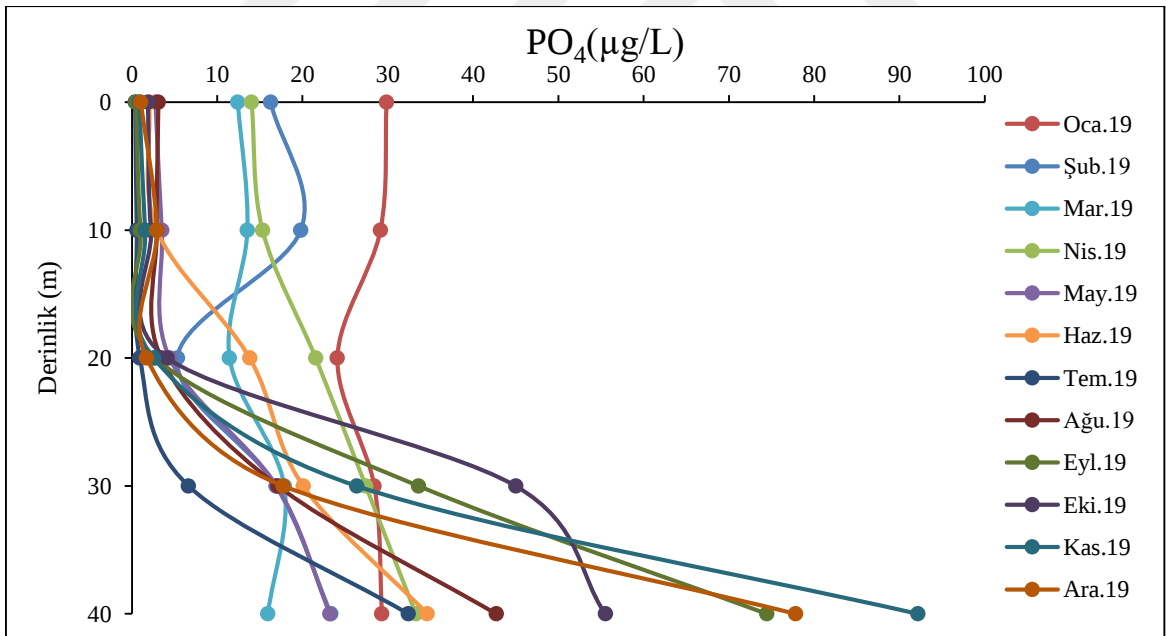
4.1.6 Ortofosfat (o-PO₄)

İznik Gölü yüzey suyunda ölçülen en düşük o-PO₄ değeri Temmuz 2019'da 0,37 µg/L 5. istasyonda, en yüksek değer yine 5. istasyonda Ocak 2019'da 29,9 µg/L olarak ölçülmüştür (Şekil 4.11).

o-PO₄'ün su sütununda dikey değişiminin incelendiği 5. istasyonda en düşük o-PO₄ değeri Temmuz 2019'da yüzey suyunda 0,37 µg/L ve en yüksek o-PO₄ değeri Kasım 2019'da 40 m'de 92,2 µg/L olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.12).



Şekil 4.11: Araştırma süresince yüzey suyunda ölçülen o-PO₄ değerlerinin zamana bağlı değişimi

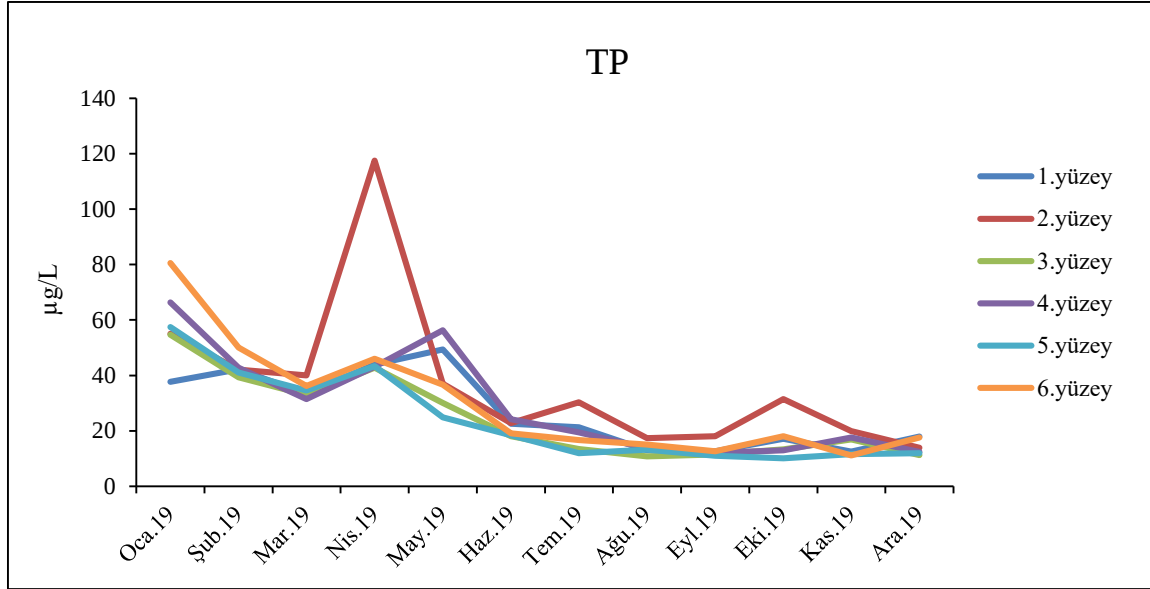


Şekil 4.12: Araştırma süresince 5. istasyonda ölçülen o-PO₄ değerlerinin zamana bağlı değişimi

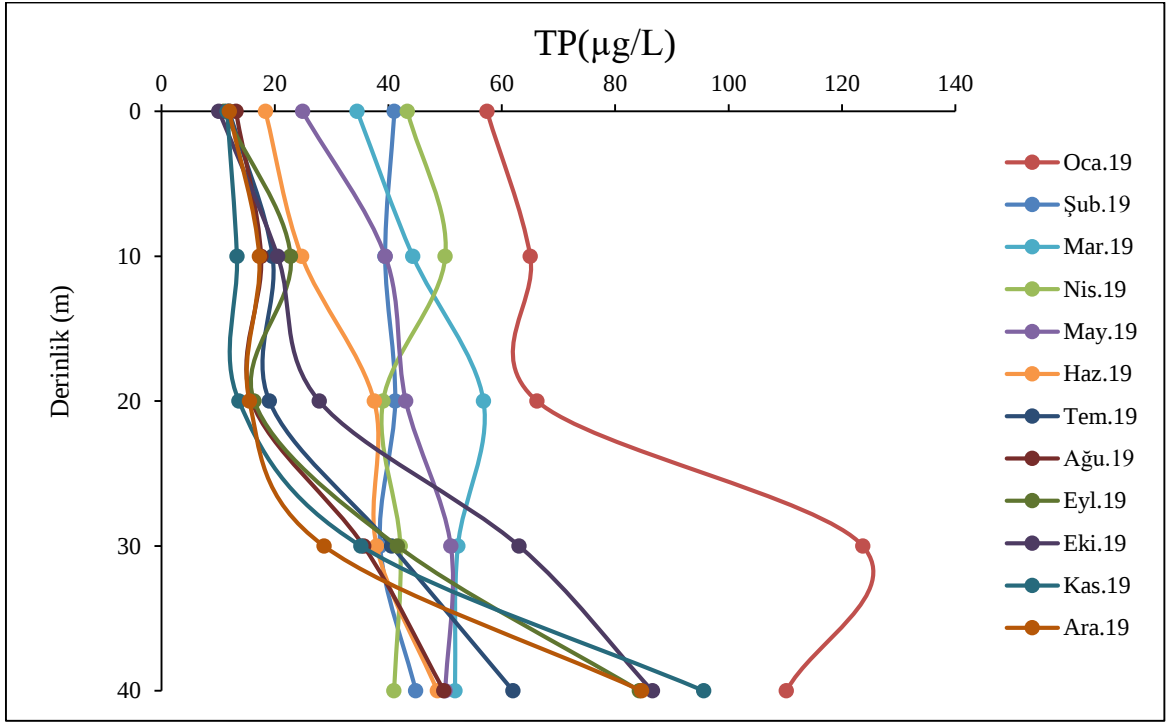
4.1.7 Toplam Fosfor (TP)

Araştırma süresince ölçülen TP değerleri genel olarak orto-Fosfat değerleriyle paralellik göstermiştir. Yüzey suyunda ölçülen TP değerleri 0,21-118 µg/L arasında değişiklik göstermiş (Şekil 4.13) yüzey suyunda ortalama TP değeri 28,7 µg/L bulunmuştur.

TP'nin dikey değişiminin incelendiği 5. istasyonda ise, en yüksek değer Ocak 2019'da 124 $\mu\text{g/L}$ ile 30 m derinlikte, en düşük TP değer ise 10,13 $\mu\text{g/L}$ ile Ekim 2019'da yüzey suyunda ölçülmüştür (şekil 4.14). Su stnndaki ortalama TP değeri 40,93 $\mu\text{g/L}$ olarak kaydedilmiştir.



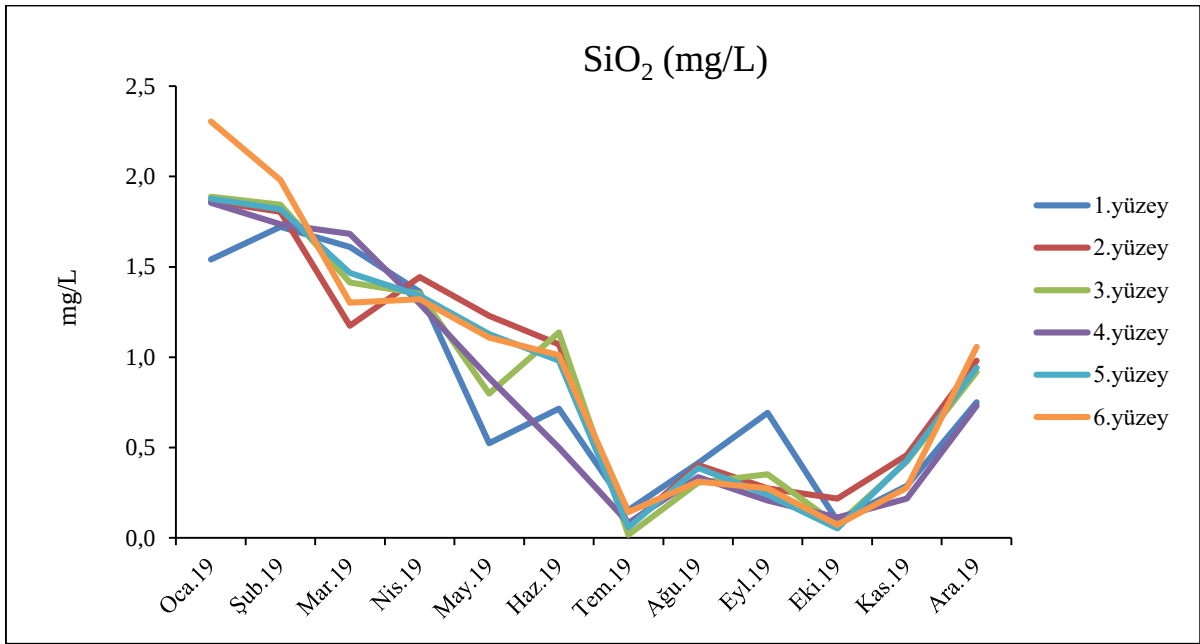
şekil 4.13: Araştırma süresince yüzey suyunda llen Toplam Fosfor (TP) değerlerinin zamana bağlı değişimi



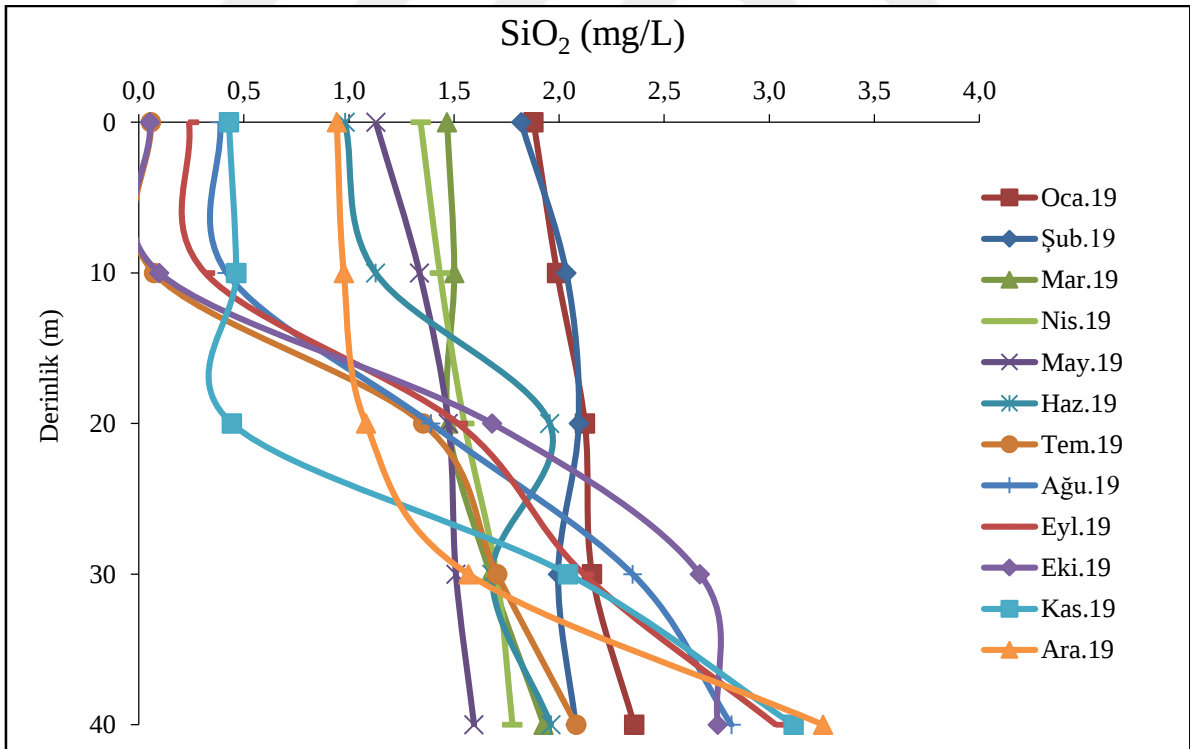
Şekil 4.14: Araştırma süresince 5. istasyon su kolonunda ölçülen Toplam Fosfor (TP) değerlerinin zamana bağlı değişimi

4.1.8 Silika

Özellikle diatome türleri ve bazı omurgasız türlerinin gelişmesi için büyük önem arz eden silika konsantrasyonu istasyonlar arasında kayda değer farklılık göstermezken mevsimsel olarak büyük bir değişim gözlemlenmiştir (Şekil 4.15). Silika konsantrasyonunun derinliğe bağlı olarak incelendiği 5. istasyonda derinlik arttıkça Silika konsantrasyonunda da artış görülmüştür. (Şekil 4.16).



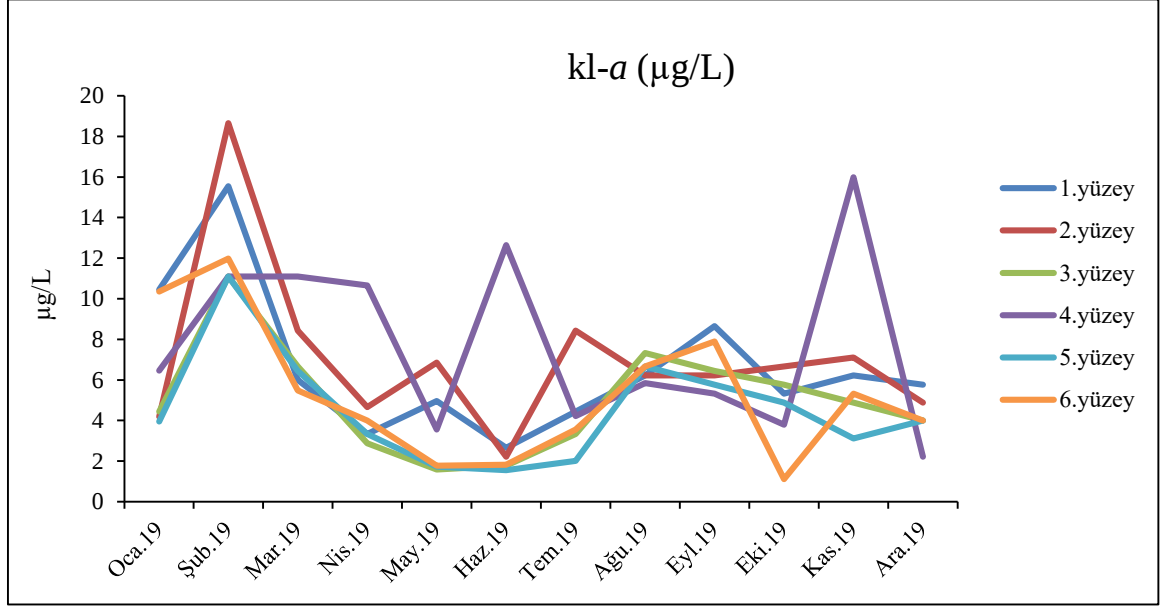
Şekil 4.15: Araştırma süresince yüzey suyunda ölçülen Silika değerlerinin zamana bağlı değişimi



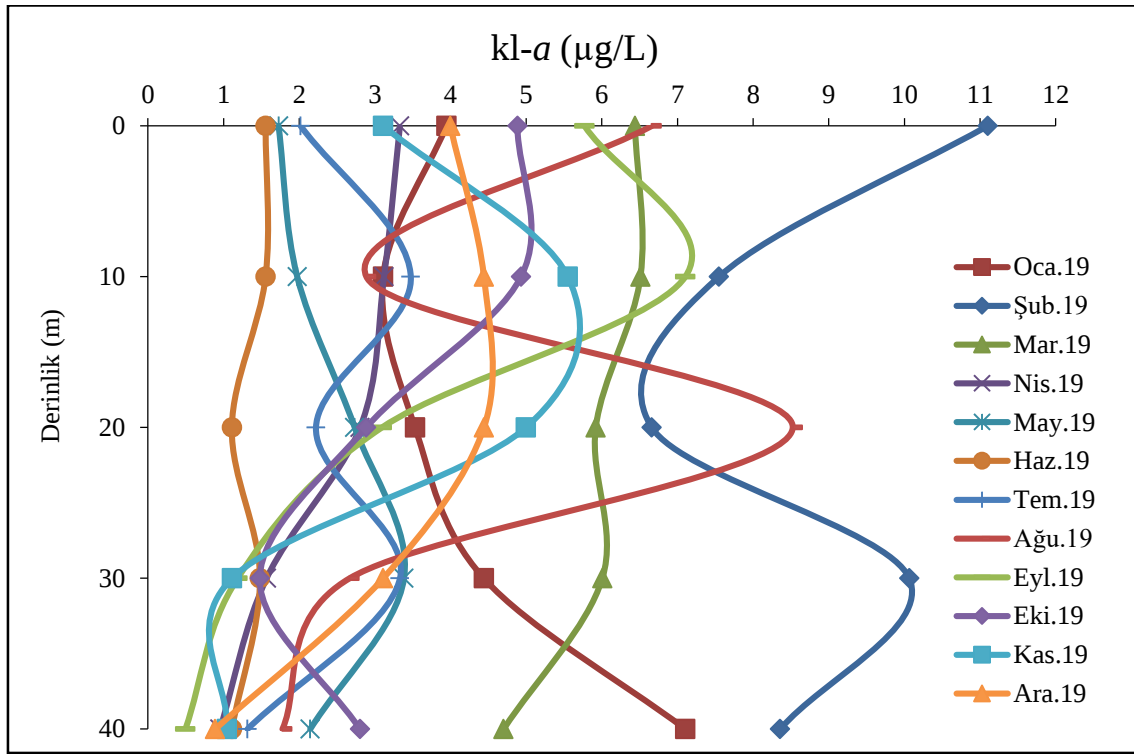
Şekil 4.16: Araştırma süresince 5. istasyon su sütununda ölçülen Silika değerlerinin zamana bağlı değişimi

4.1.9 Klorofil-*a*

Araştırma süresince yüzey suyunda en yüksek klorofil-*a* değerleri Şubat, Haziran ve Kasım 2019'da kaydedilmiştir (Şekil 4.17). Göl yüzey suyunda ortalama kl-*a* miktarı 6,05 µg/L bulunmuştur. Derinliğe bağlı olarak klorofil-*a* değişiminin izlendiği 5. istasyonda klorofil-*a* değerleri 0,95-11,10 µg/L arasında değişiklik göstermiştir (Şekil 4.18).



Şekil 4.17: Araştırma süresince yüzey suyunda ölçülen klorofil-*a* değerlerinin zamana bağlı değişimi

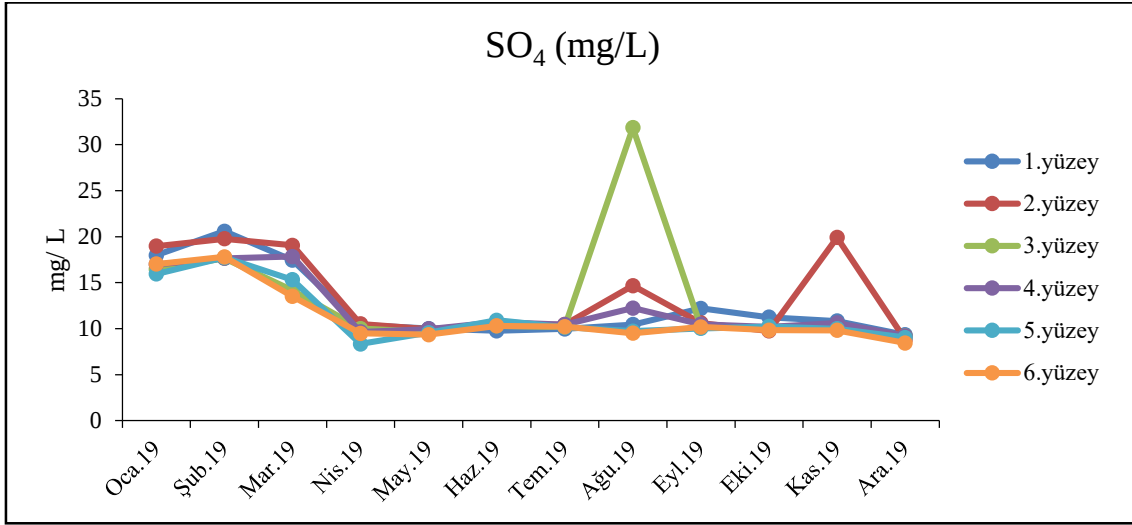


Şekil 4.18: Araştırma süresince 5. istasyon su sütununda ölçülen klorofil-a değerlerinin zamana bağlı değişimi

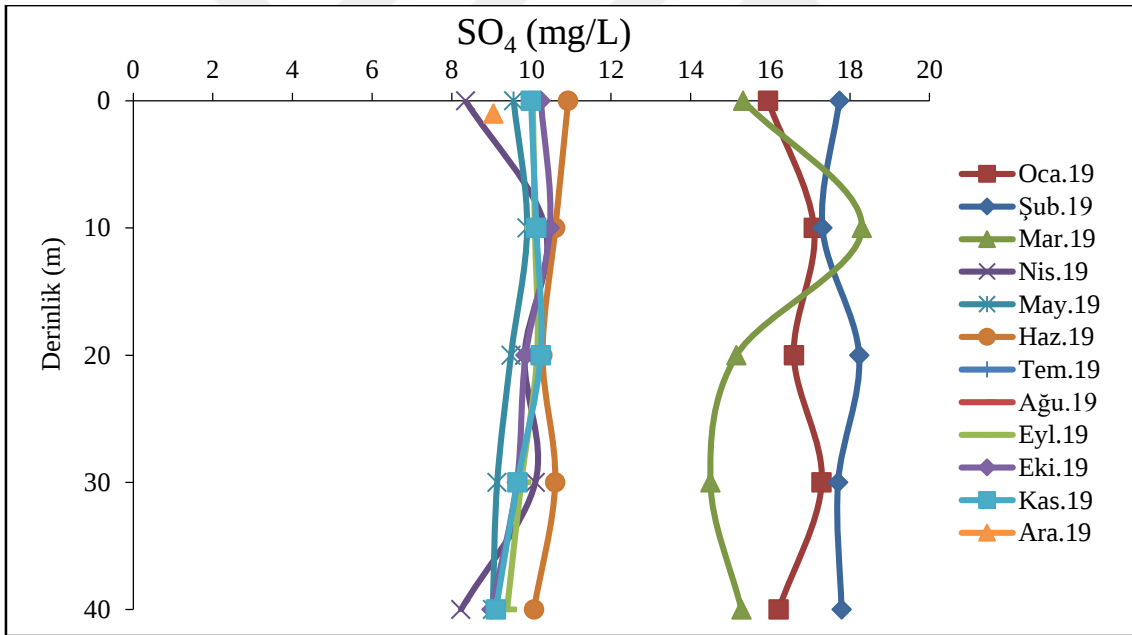
4.1.10 Sülfat

İznik Gölü yüzey suyunda ölçülen Sülfat değerleri 8,35-31,86 mg/L arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek Sülfat değeri Ağustos 2019'da 3.istasyonda 31,86 mg/L ve en düşük değer Nisan 2019'da 5. istasyonda 8,35 mg/L ölçülmüştür (Şekil 4.19).

Derinliğe bağlı değişimin izlendiği 5. istasyondaki Sülfat değerleri 8,23-18,30 mg/L arasında değişiklik göstermiştir (Şekil 4.20).



Şekil 4.19: Araştırma süresince yüzey suyunda ölçülen sülfat değerlerinin zamana bağlı değişimi

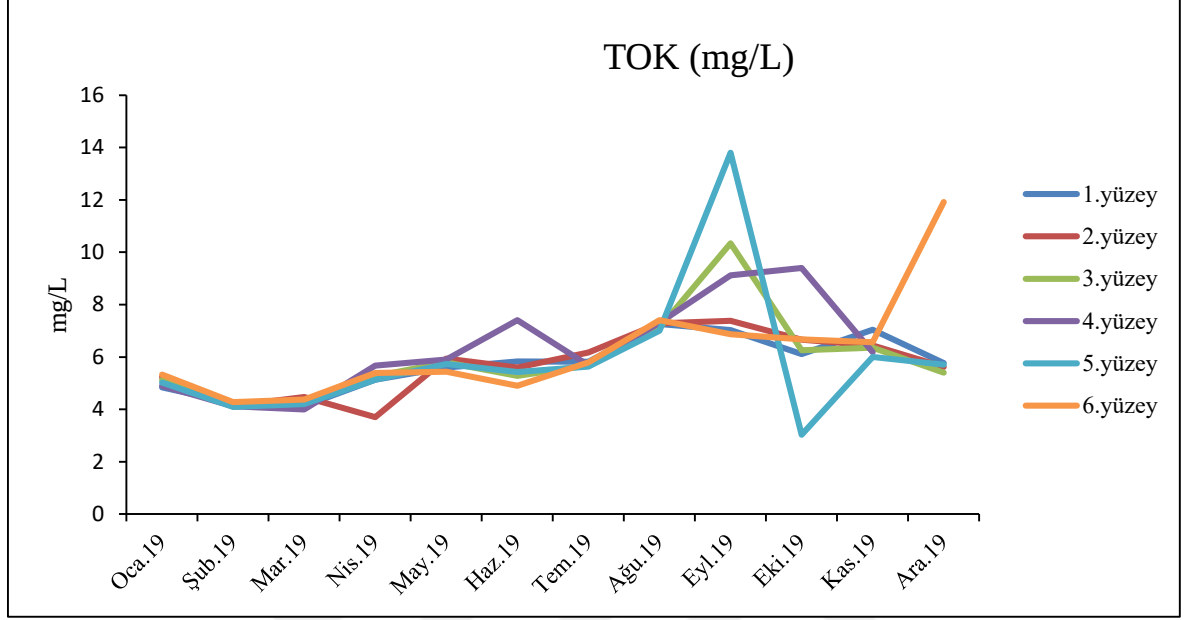


Şekil 4.20: Araştırma süresince 5. istasyon su sütununda ölçülen sülfat değerlerinin zamana bağlı değişimi

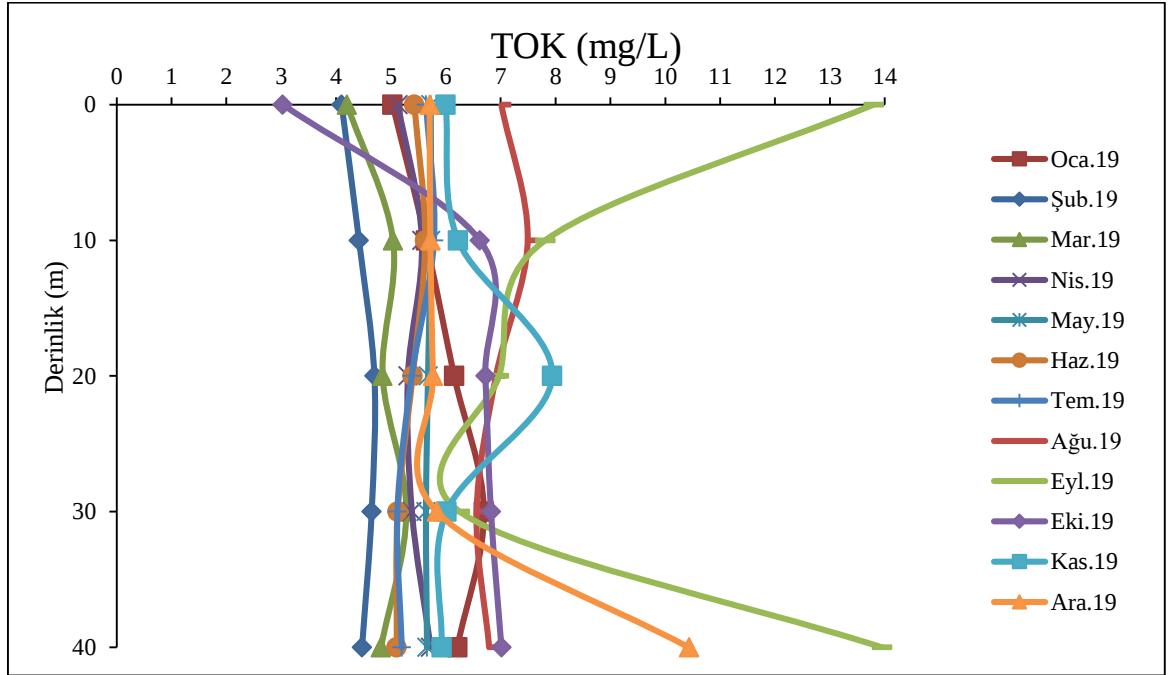
4.1.11 Toplam Organik Karbon (TOK)

Göl yüzey suyunda Toplam Organik Karbon (TOK) değerleri 4,00-7,41 mg/L arasında değişiklik göstermiş ve ortalama TOK 5,97 mg/L olarak bulunmuştur (Şekil 4.21). Derinliğe

bağlı TOK değişiminin izlendiği 5. istasyonda ölçülen değerler Eylül ve Aralık 2019 ayları dışında kayda değer bir farklılık göstermemiştir (Şekil 4.22).



Şekil 4.21: Araştırma süresince yüzey suyunda ölçülen TOK değerlerinin zaman bağılı değişimi

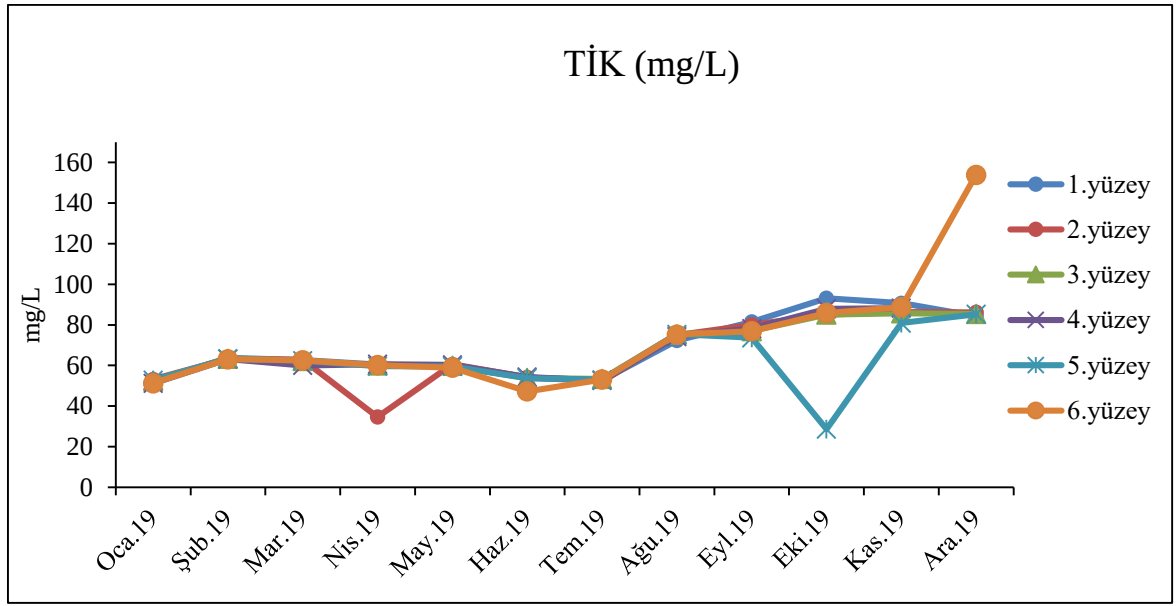


Şekil 4.22: Araştırma süresince 5. istasyon su sütununda ölçülen TOK değerlerinin zamana bağılı değişimi

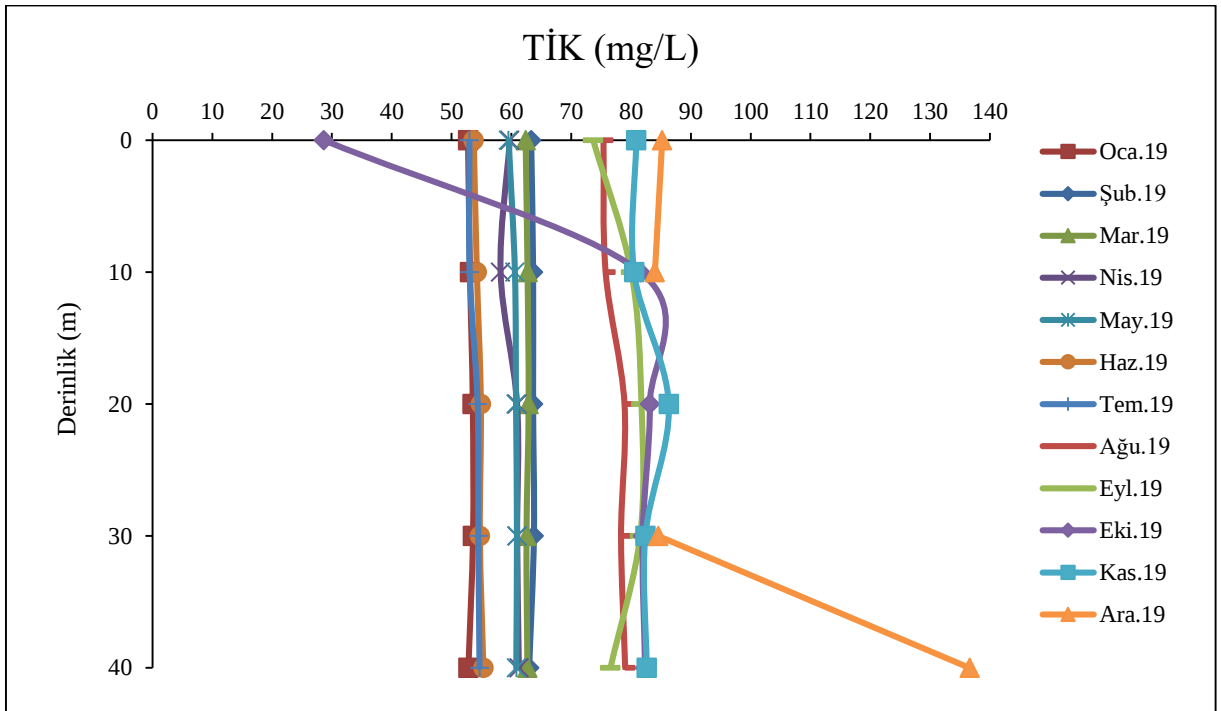
4.1.12 Toplam İnorganik Karbon (TİK)

Araştırma süresince İznik Gölü yüzey suyunda ölçülen en düşük Toplam İnorganik Karbon (TİK) değeri Ekim ayında 28,61 mg/L ile 5. istasyonda, en yüksek TİK değeri Aralık ayında 153,91 mg/L ile 6. istasyonda kaydedilmiştir. Ortalama TİK değeri 67,45 mg/L olarak bulunmuştur (Şekil 4.23.)

5. istasyonda su sütununda ölçülen TİK değerleri Ekim ve Aralık 2019 ayları dışında kayda değer bir farklılık göstermemiştir (Şekil 4.24).



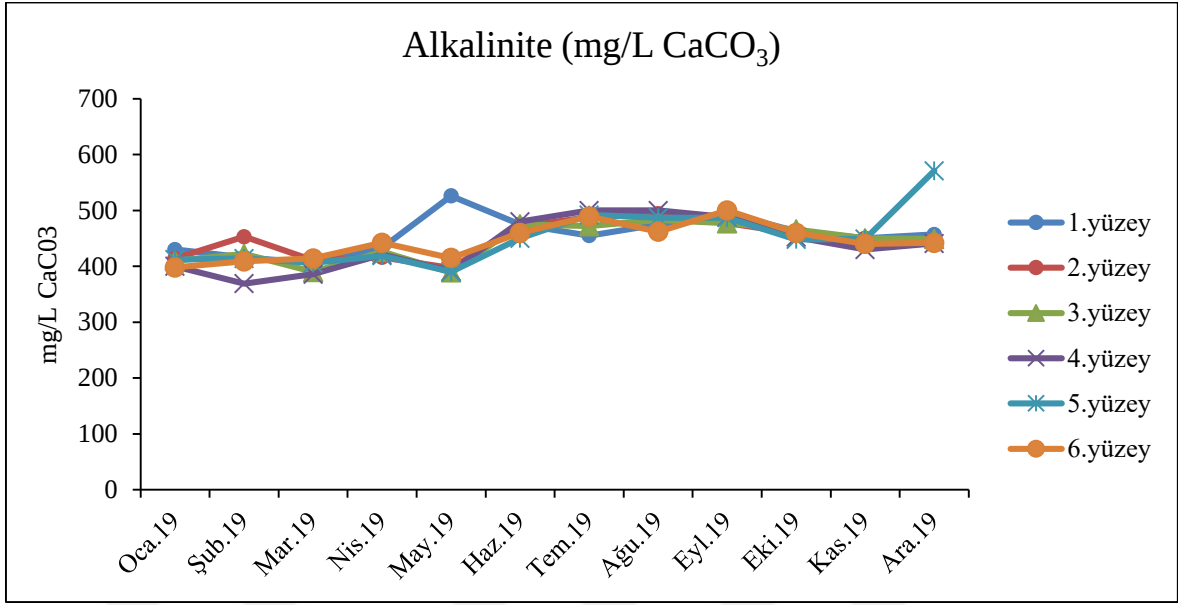
Şekil 4.23: Araştırma süresince yüzey suyunda ölçülen TİK değerlerinin zamana bağlı değişimi



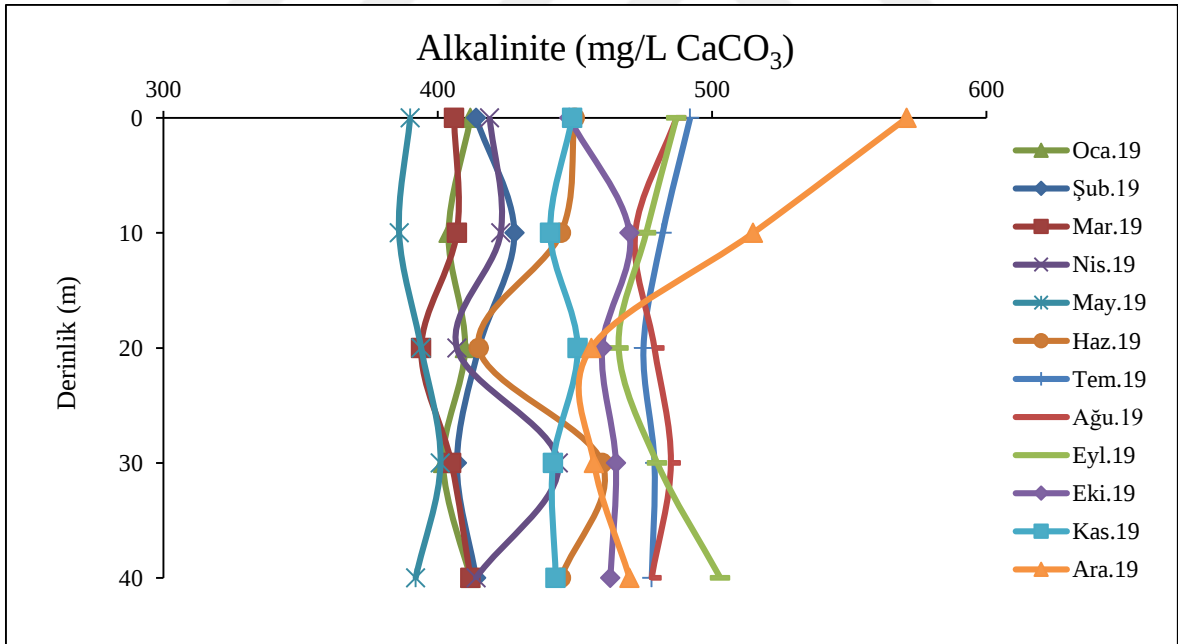
Şekil 4.24: Araştırma süresince 5. istasyon su sütununda ölçülen TİK değerlerinin zamana bağlı değişimi

4.1.13 Alkalinite

Göl yüzey suyunda aylık periyotlarda ölçülen alkalinite değerleri istasyonlar arasında kayda değer bir değişim göstermemiştir. Yüzey suyu ortalama alkalinite değeri 446,9 mg/L CaCO_3 olarak bulunmuştur. Derinliğe bağlı değişimin izlendiği 5. istasyonda ise derinliğe bağlı olarak ölçülen değerler 386-492 mg/L CaCO_3 arasında değişiklik göstermiştir (Şekil 4.25).



Şekil 4.25: Araştırma süresince yüzey suyuunda ölçülen Alkalinite değerlerinin zamana bağlı değişimi



Şekil 4.26: Araştırma süresince 5. istasyon su sütununda ölçülen Alkalinite değerlerinin zamana bağlı değişimi

4.2 YÜZEY SU ÖRNEKLERİNDE ÖLÇÜLEN ORGANOKLORLU PESTİSİT SONUÇLARI

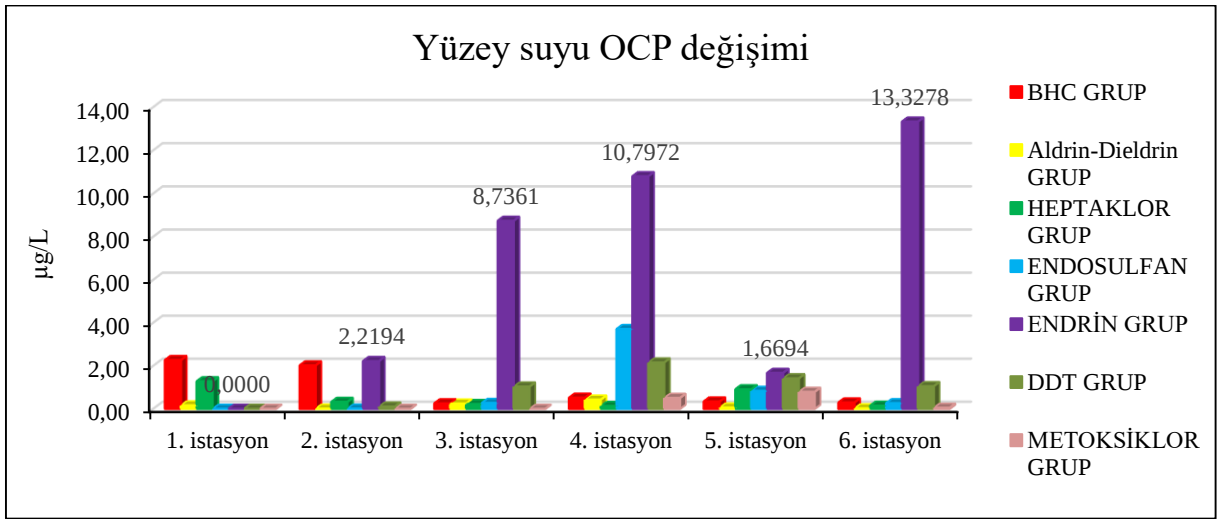
Çalışma kapsamında Ocak 2019-Aralık 2019 tarihleri arasında 5 kıyı istasyonu ve bir açık su istasyonundan (referans istasyon) (yüzey, 10 m, 20 m, 30 m ve 40 m) su örnekleri alınmıştır. Araştırma süresince ölçülen değerler Tablo 4.2–4.7 ve Şekil 4.28-4.33’de gösterilmiştir. İncelenen tüm organoklorlu pestisitler gruplandırılarak istatistiksel veriler tek yönlü ANOVA uygulanarak istasyonlara, aylara ve mevsimlere bağlı olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($P < 0,05$).

Elde edilen sonuçlara göre aylara bağlı olarak anlamlı farklılık sadece Endrin grubunda tespit edilmiştir ($P = 0,0028$; $P < 0,05$) OCP gruplarının mevsimsel olarak değerlendirildiğinde ise BHC grubu ($P = 0,008$; $P < 0,05$) ve Endrin grubu ($P = 0,008$; $P < 0,05$) için yaz aylarında ölçülen değerler diğer mevsimlere göre anlamlı farklılık göstermiştir. Yüzey suyunda ölçülen OCP değerlerinin istasyonlara göre değişimi Tablo 4.1’de ve Şekil 4.27’de verilmiştir.

Tablo 4.1: İznik Gölü yüzey suyunda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin istasyonlara göre değişimi (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir)

OCP Grupları/ İstasyon	1. istasyon	2. istasyon	3. istasyon	4. istasyon	5. istasyon	6. istasyon
BHC grup	2,26±0,25 ^a	2,02±1,24 ^a	0,25±0,11 ^b	0,52±0,08 ^b	0,34±0,08 ^b	0,29±0,11 ^b
Aldrin grup	0,16±0,05 ^a	0,008±0,025 ^b	0,25±0,11 ^d	0,43±0,09 ^e	0,06±0,05 ^c	0,02±0,04 ^{bc}
Heptaklor grup	1,28±0,13 ^a	0,32±0,09 ^b	0,22±0,08 ^{bc}	0,13±0,03 ^c	0,9±0,61 ^d	0,15±0,17 ^{bc}
Endosülfan grup	-	0,01±0,02 ^a	0,27±0,09 ^a	3,71±1,29 ^b	0,83±0,24 ^c	0,26±0,09 ^a
Endrin grup	-	2,22±0,75 ^a	8,73±4,82 ^b	10,79±2,56 ^c	1,67±0,24 ^a	13,32±4,26 ^d
DDT grup	-	0,11±0,03 ^a	1,04±0,19 ^b	2,15±0,33 ^c	1,42±0,23 ^d	1,05±0,31 ^b
Metoksilor	-	-	-	0,51±0,08 ^a	0,79±0,17 ^b	0,05±0,11 ^c

Sonuçlar µg/L olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.”



Şekil 4.27: İznik Gölü yüzey suyunda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin istasyonlara göre değişimi

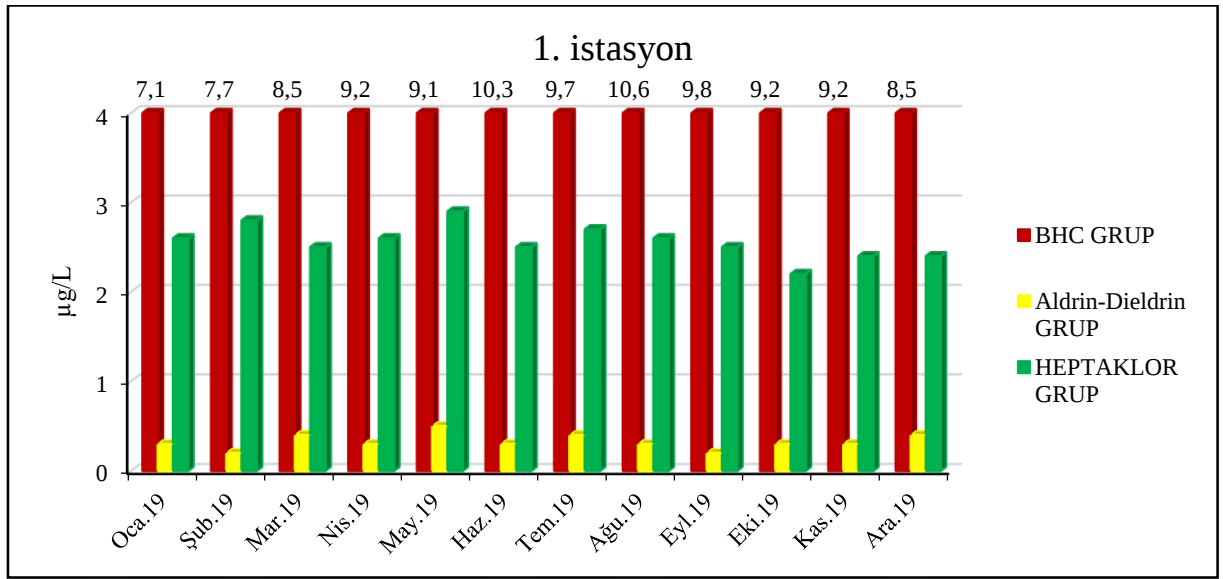
1. istasyon yüzey suyunda ölçülen OCP değerleri üç gruba ayrılarak değerlendirildi (BHC, aldrin- dieldrin ve heptaklor grubu). BHC grubu pestisitler tüm aylarda baskın OCP grubu olarak dikkat çekti. BHC grubu en yüksek konsantrasyona 10,6 µg/L ile Ağustos 2019'da ulaşmıştır. BHC grubuna ait en düşük pestisit değeri ise 7,1 µg/L Ocak 2019'da kaydedilmiştir (Tablo 4.2).

Tablo 4.2: 1. istasyon yüzey suyunda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi

	1. istasyon											
Bileşik Adı	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Alfa-BHC	-	-	0,8	0,9	0,8	1	1,2	1,1	1,1	1	0,9	0,9
Beta- BHC	3,5	3,8	4	4,5	4,2	4,9	4,3	5	4,6	4,5	4,5	4,4
Gama- BHC	3,5	3,7	3,4	3,6	3,9	4,1	4	4,2	3,9	3,5	3,6	2,9
Delta-BHC	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3
Heptaklor	1,1	1,2	1,1	1	1,2	1,1	1,2	0,9	0,9	1,1	1	1,1
Aldrin	0,3	0,2	0,4	0,3	0,5	0,3	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3	0,4
Heptaklor epoksit	1,5	1,6	1,4	1,6	1,7	1,4	1,5	1,7	1,6	1,1	1,4	1,3
Endosülfan I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
p,p'-DDE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dieldrin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Endrin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Endosülfan II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
p,p'-DDD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Endrin aldehit	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
p,p'-DDT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Endosülfan sülfat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Endrin keton	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Metoksiklor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sonuçlar µg/L olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.

Endosülfan I, pp DDE, Dieldrin, Endrin, Endosülfan II, pp DDD, Endrin aldehit, pp DDT, Endosülfan sülfat, Endrin keton, Metoksiklor tüm örnekleme boyunca tespit edilmemiştir.



Şekil 4.28: 1. istasyonda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi

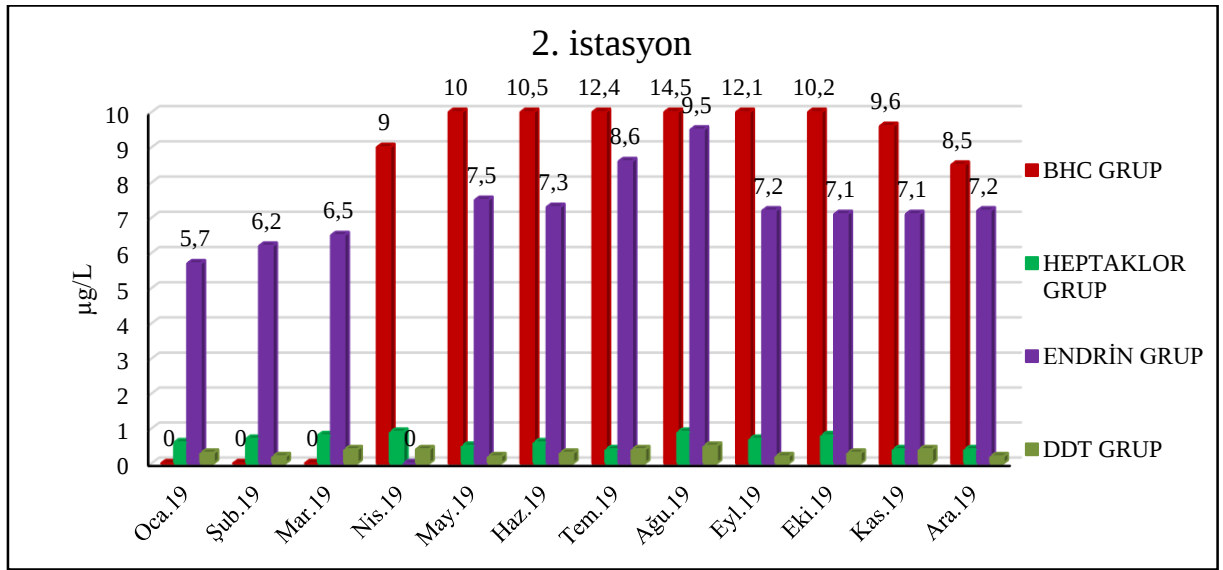
2. istasyon yüzey suyunda BHC ve Endrin grubunu oluşturan OCP grubu pestisitler diğer gruplara göre daha yüksek konsantrasyonlarda kaydedilmiştir. BHC grubundan “Beta, Gamma BHC” 9,0 µg/L ile en yüksek konsantrasyonda ölçülen pestisit olarak tespit edilmiştir. Endrin grubunu oluşturan pestisit türlerinden “Endrin aldehit” de 9,5 µg/L gibi yüksek konsantrasyonda kaydedilmiştir (Tablo 4.3).

Tablo 4.3: 2. istasyon yüzey suyunda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi

	2. istasyon											
Bileşik Adı	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Alfa-BHC	-	-	-	0,9	1,2	1,3	1,9	1,7	1,5	1,5	1,3	1,1
Beta- BHC	-	-	-	4,5	5,6	5,9	7	9	7,6	6,2	6	5,1
Gama- BHC	-	-	-	3,6	3,2	3,3	3,5	3,8	3	2,5	2,3	2,3
Delta-BHC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Heptaklor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aldrin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Heptaklor epoksit	0,6	0,7	0,8	0,9	0,5	0,6	0,4	0,9	0,7	0,8	0,4	0,4
Endosülfan I	0,2	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
p,p'-DDE	0,3	0,2	0,4	0,4	0,2	0,3	0,4	0,5	0,2	0,3	0,4	0,2
Dieldrin	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Endrin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Endosülfan II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
p,p'-DDD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Endrin aldehit	5,7	6,2	6,5	-	7,5	7,3	8,6	9,5	7,2	7,1	7,1	7,2
p,p'-DDT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Endosülfan sülfat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Endrin keton	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Metoksiklor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sonuçlar µg/L olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.

Delta-BHC, Heptaklor, Aldrin, Dieldrin, Endrin, Endosülfan II, pp DDD, pp DDT, Endosülfan sülfat, Endrin keton, Metoksiklor tüm örnekleme boyunca tespit edilememiştir.



Şekil 4.29: 2. istasyon yüzey suyunda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi

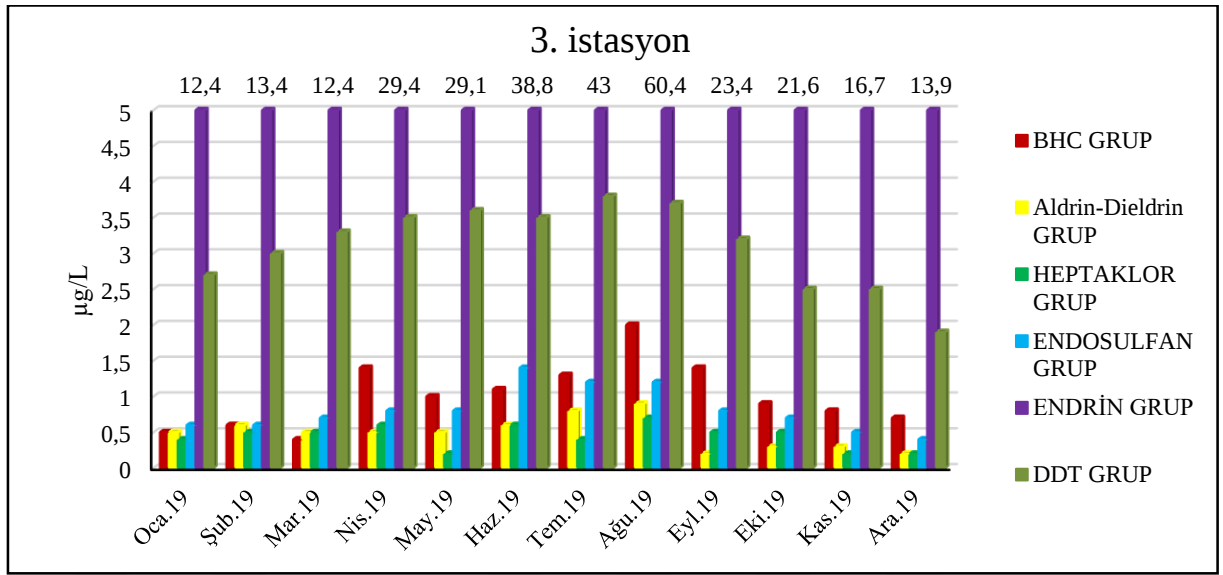
3. istasyon yüzey suyunda yapılan pestisit analizlerinde Metoksiklor grubu haricinde tüm gruplar tespit edilmiştir. Endrin grubu pestisitler ise baskın grup olarak kaydedilirken en yüksek değerler 6. ve 3. istasyonda ölçülmüştür. Endrin grubunu oluşturan “Endrin aldehit, Endrin keton” en yüksek değerlere sahip pestisitler olarak tespit edilirken en yüksek değerler 47,9 µg/L, 11,8 µg/L ile yaz aylarında ölçülmüştür (Şekil 4.30). Bunun haricinde DDT ve türevlerinin oluşturduğu grup Endrin grubundan sonra en yüksek konsantrasyonlara ulaşan pestisit grubu olarak belirlenmiştir. DDT de, Endrin grubu gibi yaz aylarında en yüksek değere ulaşmış DDT grubunda en yüksek değer pp DDD türevi olarak 3,1 µg/L ile temmuz ayında kaydedilmiştir (Tablo 4.4).

Tablo 4.4: 3. istasyon yüzey suyunda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi

	3. istasyon											
Bileşik Adı	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Alfa-BHC	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3
Beta- BHC	0	0	-	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,3	0,2	0,2	0,1
Gama- BHC	0,1	0,1	-	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3
Delta-BHC	0,1	0,2	-	0,3	-	-	-	0,6	0,3	-	-	-
Heptaklor	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Aldrin	0,1	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Heptaklor epoksit	0,2	0,3	0,3	0,4	-	0,3	-	0,5	0,3	0,3	-	-
Endosülfan I	0,3	0,3	0,4	0,4	0,6	0,8	0,7	0,6	0,5	0,3	0,3	0,2
p,p'-DDE	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	-	-	-	-	-	-	-
Dieldrin	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,8	0,9	0,2	0,3	0,3	0,2
Endrin	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,5	0,7	0,4	0,4	0,5	0,3
Endosülfan II	0,3	0,3	0,3	0,4	0,2	0,6	0,5	0,6	0,3	0,4	0,2	0,2
p,p'-DDD	2	2,2	2,5	2,7	2,9	2,8	3,1	2,9	2,6	2	2	1,5
Endrin aldehit	9,1	9,9	8,5	25,6	22,9	30,2	33,8	47,9	13,1	12,3	7,6	5,6
p,p'-DDT	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,7	0,7	0,8	0,6	0,5	0,5	0,4
Endosülfan sülfat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Endrin keton	2,7	2,9	3,3	3,1	5,6	8	8,7	11,8	9,9	8,9	8,6	8
Metoksiklor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sonuçlar µg/L olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.

Aldrin, Endosülfan sülfat, Metoksiklor tüm örnekleme boyunca tespit edilememiştir.



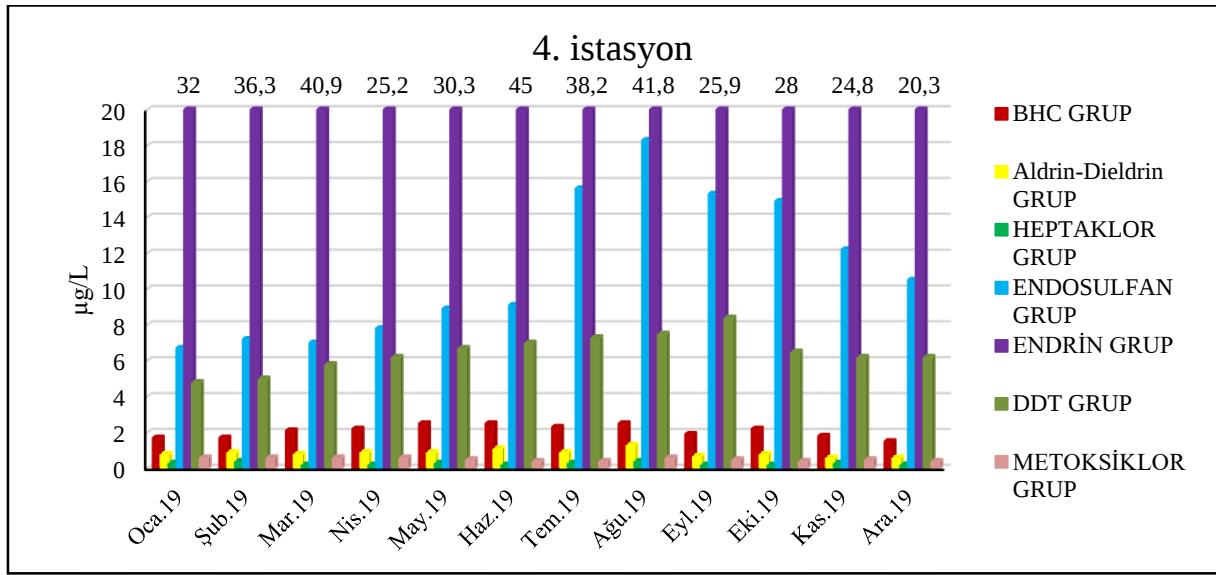
Şekil 4.30: 3. istasyon yüzey suyunda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi

4. istasyon yüzey suyunda başta Endrin ve Endosülfan grupları olmak üzere tüm OCP grupları tespit edilmiştir. Endrin grubuna ait pestisit konsantrasyonları 20,3-45 µg/L arasında değişiklik gösterirken en yüksek seviyelerine yaz aylarında ulaşmıştır (Şekil 4.31). Endosülfan grubuna ait pestisitler de dikkate değer konsantrasyonlarda kaydedilmiştir. En yüksek değer 18,3 µg/L ile Ağustos ayında tespit edilmiş göl yüzey suyunda DDT grubuna ait en yüksek pestisit konsantrasyonları 4,8-8,4 µg/L ile bu istasyonda ölçülmüştür (Tablo 4.5).

Tablo 4.5: 4. istasyon yüzey suyunda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi

	4. istasyon											
Bileşik Adı	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Alfa-BHC	0,8	0,8	0,9	1	1,2	1,3	1,2	1,1	1	1	0,8	0,6
Beta- BHC	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,2
Gama- BHC	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,3	0,4	0,3	0,4
Delta-BHC	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,3	0,4	0,4	0,3
Heptaklor	0,1	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aldrin	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
Heptaklor epoksit	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2	0,3	0,2
Endosülfan I	1	1,2	1,5	1,6	2,5	2	2,8	2,9	2	2,1	1,9	2
p,p'-DDE	0,1	-	0,3	0,3	0,2	0,3	0,4	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2
Dieldrin	0,5	0,6	0,4	0,5	0,6	0,8	0,7	0,9	0,4	0,5	0,3	0,3
Endrin	3,6	3,8	4	4,4	2,3	5,5	4,9	4,8	3,6	3,5	2,9	2,5
Endosülfan II	4,7	4,9	4,2	4,7	5,2	5,6	11,2	12,6	11,4	11	8,9	7,5
p,p'-DDD	4,4	4,7	5,1	5,3	6	6,2	6,5	6,4	7,3	5,6	5,4	5,5
Endrin aldehit	28,4	32,5	36,9	20,8	28	39,5	33,3	37	22,3	24,5	21,9	17,8
p,p'-DDT	0,3	0,3	0,4	0,6	0,5	0,5	0,4	0,9	0,8	0,7	0,5	0,5
Endosülfan sülfat	1	1,1	1,3	1,5	1,2	1,5	1,6	2,8	1,9	1,8	1,4	1
Endrin keton	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Metoksiklor	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,6	0,5	0,4	0,5	0,4

Sonuçlar µg/L olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.



Şekil 4.31: 4. istasyon yüzey suyunda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi

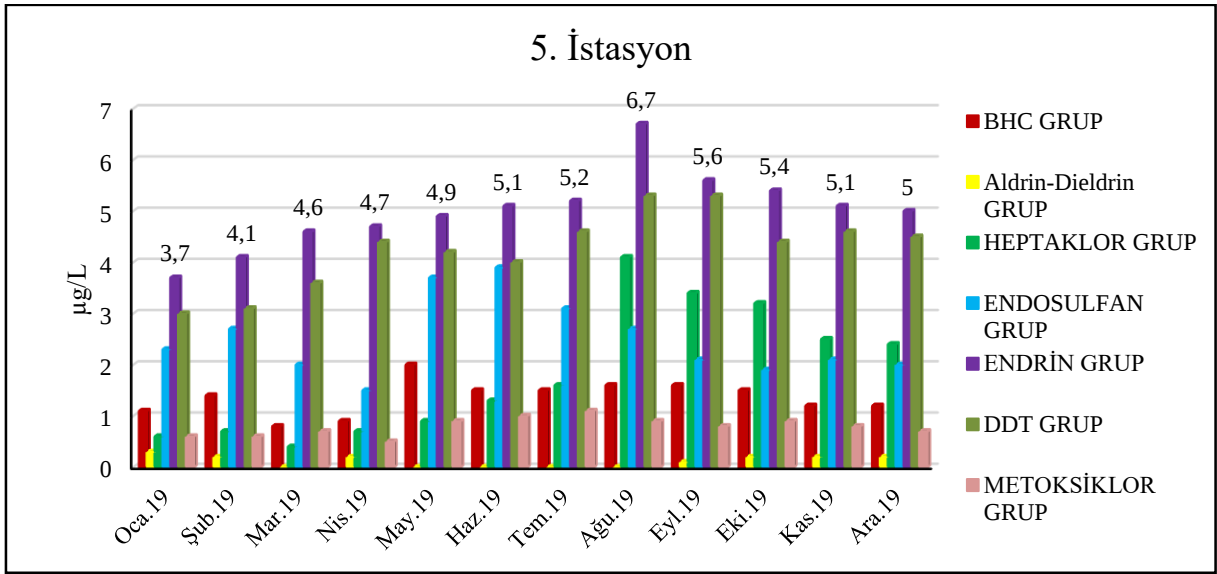
5. istasyon yüzey suyunda da 4. istasyonda olduğu gibi tüm OCP grubu pestisitler tespit edilmiştir. Endrin grubuna ait pestisit miktarı 3,7 µg/L 6,7 µg/L arasında değişirken Endrin grubunu, sırasıyla DDT, Heptaklor ve Endosülfan grupları takip etmiş (Şekil 4.32) Heptaklor grubuna ait en yüksek pestisit konsantrasyonu 4,1 µg/L olarak kaydedilmiştir (Tablo 4.6).

Tablo 4.6: 5. istasyon yüzey suyunda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi

	5. istasyon											
Bileşik Adı	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Alfa-BHC	0,7	0,8	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,7	0,7	0,6
Beta- BHC	0,2	0,3	0,3	0,4	1,5	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,5	0,6
Gama- BHC	0,2	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Delta-BHC	0	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Heptaklor	0,2	0,2	0,1	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3
Aldrin	0,2	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Heptaklor epoksit	0,4	0,5	0,3	0,4	0,6	0,9	1,2	3,6	2,9	2,8	2,2	2,1
Endosülfan I	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,6	0,8	0,3	0,2	0,2	0,3
p,p'-DDE	1,3	1,2	1,5	1,6	1,4	1,5	1,6	2	2	1,9	1,9	1,8
Dieldrin	0,1	-	-	0,2	-	-	-	-	0,1	0,2	0,2	0,2
Endrin	0,7	0,7	1	1,3	1,5	1,6	1,3	1,2	1	1,1	1	1,1
Endosülfan II	2	2,4	1,8	1,3	3,6	3,8	2,5	1,9	1,8	1,7	1,9	1,7

p,p'-DDD	0,5	0,6	0,6	0,7	0,6	0,5	0,9	1,3	1,1	1	1,1	1
Endrin aldehit	1,5	1,8	1,9	1,9	1,8	2,3	2,6	3,6	2,9	2,8	2,6	2,3
p,p'-DDT	1,2	1,3	1,5	2,1	2,2	2	2,1	2	2,2	1,5	1,6	1,7
Endosülfan sülfat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Endrin keton	1,5	1,6	1,7	1,5	1,6	1,2	1,3	1,9	1,7	1,5	1,5	1,6
Metoksiklor	0,6	0,6	0,7	0,5	0,9	1	1,1	0,9	0,8	0,9	0,8	0,7

Sonuçlar µg/L olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.



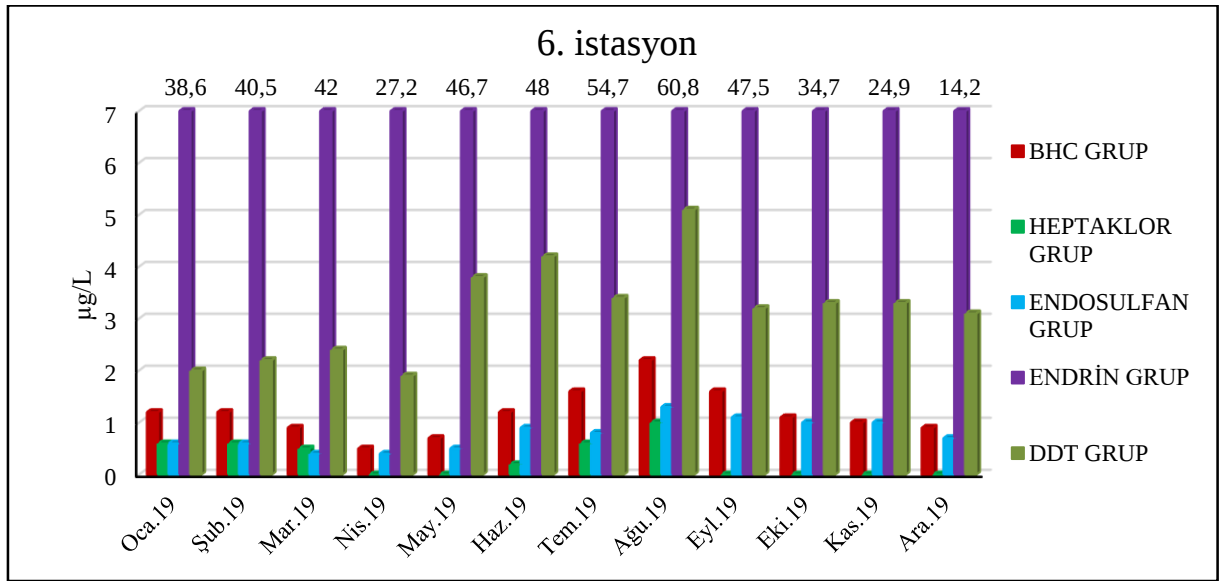
Şekil 4.32: 5. istasyon yüzey suyunda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi

6. istasyon yüzey suyunda ölçülen Endrin grubu 60,8 µg/L ile bütün istasyonlar arasında en baskın OCP gurup olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.33). Endrin grubunu oluşturan pestisitlerden biri olan “Endrin Keton” pestisit türü en yüksek değerine 56,5 µg/L ile Haziran 2019’da ulaşmış Endrin grubunu 1,9-5,1 µg/L aralığındaki değerler ile DDT grubu takip etmiştir (Tablo 4.7).

Tablo 4.7: 6. istasyon yüzey suyunda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi

	6. istasyon											
Bileşik Adı	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Alfa-BHC	0,7	0,7	0,6	0,3	0,5	0,6	0,8	1,5	1,2	0,8	0,7	0,6
Beta- BHC	0,1	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gama- BHC	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,6	0,8	0,7	0,4	0,3	0,3	0,3
Delta-BHC	0,2	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Heptaklor	0,2	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aldrin	0,2	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Heptaklor epoksit	0,4	0,4	0,5	-	-	0,2	0,6	1	-	-	-	-
Endosülfan I	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,9	0,8	1,3	1,1	1	1	0,7
p,p'-DDE	-	-	-	-	0,5	0,6	0,5	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5
Dieldrin	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Endrin	0,5	0,5	0,6	0,7	0,4	0,5	0,9	0,8	0,5	0,5	0,4	0,5
Endosülfan II	0,3	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
p,p'-DDD	1,4	1,5	1,6	1,2	2,6	2,8	2,2	3,6	1,8	1,9	2	1,9
Endrin aldehit	1,7	1,7	1,7	1,9	1,5	1,6	1,7	3,5	1,9	1,9	1,8	1,8
p,p'-DDT	0,6	0,7	0,8	0,7	0,7	0,8	0,7	0,8	0,7	0,8	0,7	0,7
Endosülfan sülfat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Endrin keton	36,4	38,3	39,7	24,6	44,8	45,9	52,1	56,5	45,1	32,3	22,7	11,9
Metoksiklor	0,3	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sonuçlar µg/L olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.



Şekil 4.33: 6. istasyonda yüzey suyunda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi

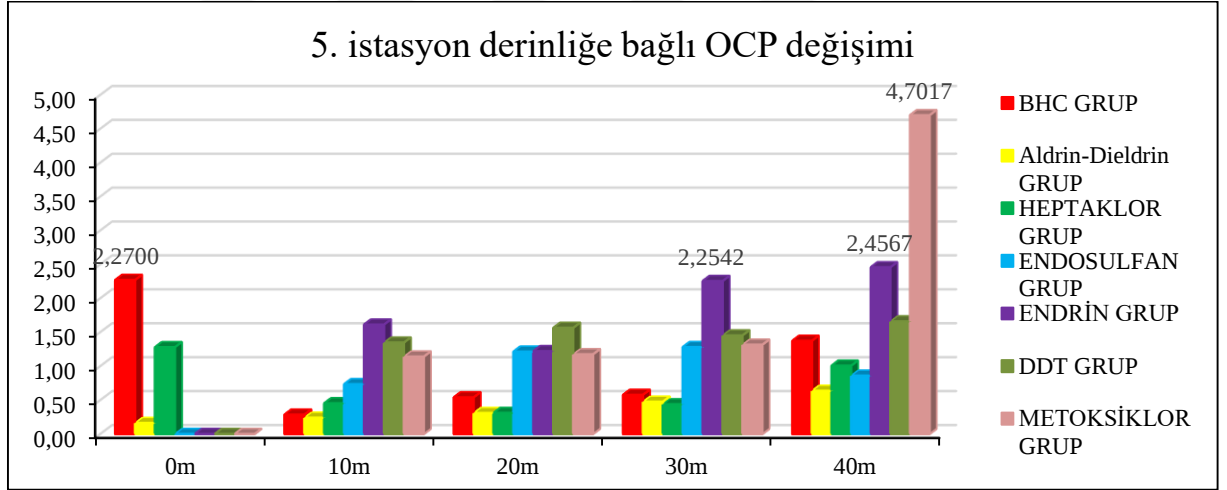
4.3 SU KOLONUNDA ÖLÇÜLEN ORGANOKLORLU PESTİSİTLER

Ocak-Aralık 2019 tarihleri arasında belirlenen derinliklerden aylık olarak alınan su örneklerinde ölçülen OCP değerleri Tablo 4.10-4.14 ve Şekil 4.36-4.40'ta verilmiştir. Organoklorlu pestisit konsantrasyonlarının derinliğe bağlı olarak değerlendirilmesinde sadece Endosülfan grubu ($P = 0,000$) ve Endrin grubunda ($P = 0,001$) ($P < 0,05$) anlamlı fark tespit edilmiştir. Çalışma dönemince aylık verilerin derinliğe bağlı olarak farklılıkları Tablo 4.8 ve Şekil 4.34'te verilmiştir. Ayrıca OCP gruplarının istatistiksel olarak mevsimsel değişiminin değerlendirilmesi Tablo 4.9 ve Şekil 4.35'te verilmiştir.

Tablo 4.8: 5. istasyon su kolonunda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin yüzey, 10m, 20m, 30m ve 40m derinlikteki değişimi (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir)

OCP Grupları/Derinlik	Yüzey	10m	20m	30m	40m
BHC GRUP	2,28±0,25 ^a	0,29±0,05 ^b	0,54±0,15 ^c	0,58±0,20 ^c	1,37±0,74 ^d
Aldrin-Dieldrin GRUP	0,16±0,06 ^a	0,24±0,07 ^b	0,31±0,07 ^b	0,47±0,11 ^c	0,64±0,16 ^d
HEPTAKLOR GRUP	1,28±0,13 ^a	0,45±0,08 ^b	0,31±0,07 ^b	0,44±0,17 ^b	1,01±0,56 ^c
ENDOSÜLFAN GRUP	-	0,74±0,46 ^a	1,21±0,61 ^b	1,28±0,49 ^b	0,86±0,43 ^c
ENDRİN GRUP	-	1,61±0,46 ^a	1,22±0,30 ^b	2,25±0,81 ^c	2,46±0,83 ^c
DDT GRUP	-	1,35±0,17 ^a	1,56±0,26 ^{ab}	1,45±0,18 ^a	1,66±0,22 ^b
METOKSİKLOR GRUP	-	1,14±0,42 ^a	1,18±0,38 ^a	1,32±0,37 ^a	4,70±1,33 ^b

Sonuçlar µg/L olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.

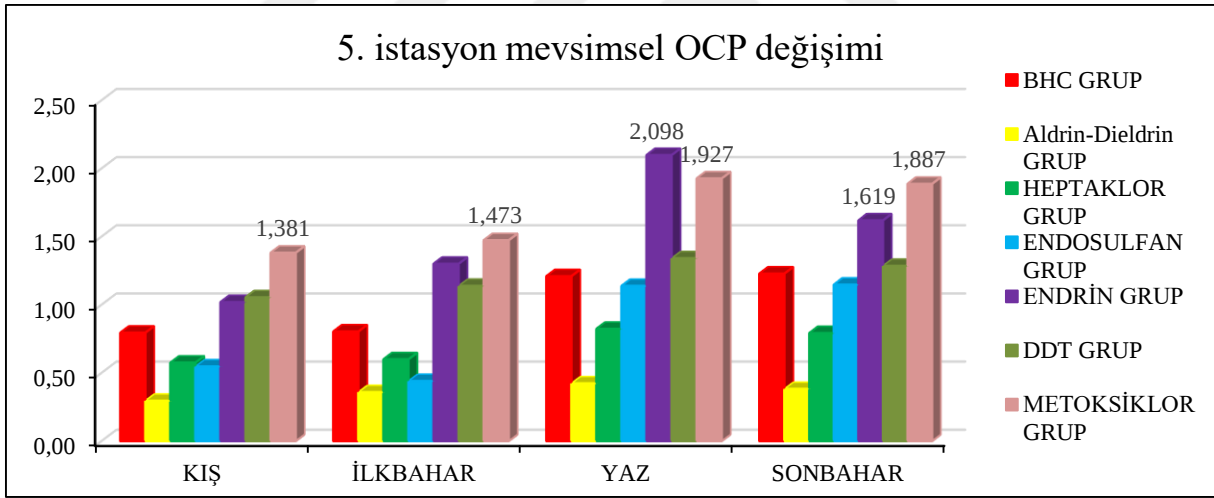


Şekil 4.34: 5. istasyon su kolonunda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin derinliğe bağlı değişimi

Tablo 4.9: 5. istasyon su kolonunda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin mevsimsel değişimi (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir)

OCP Grupları/Mevsimler	KIŞ	İLKBAHAR	YAZ	SONBAHAR
BHC GRUP	0,79±0,67 ^a	0,80±0,75 ^a	1,21±0,90 ^a	1,23±0,82 ^a
Aldrin-Dieldrin GRUP	0,29±0,11 ^a	0,36±0,19 ^{ab}	0,42±0,24 ^b	0,38±0,21 ^{ab}
HEPTAKLOR GRUP	0,57±0,44 ^a	0,60±0,38 ^a	0,82±0,51 ^a	0,79±0,46 ^a
ENDOSÜLFAN GRUP	0,54±0,50 ^a	0,44±0,28 ^a	1,13±0,68 ^b	1,14±0,65 ^b
ENDRİN GRUP	1,01±0,62 ^a	1,30±0,77 ^{ac}	2,09±1,33 ^b	1,62±1,01 ^{bc}
DDT GRUP	1,05±0,55 ^a	1,14±0,58 ^a	1,34±0,71 ^a	1,28±0,67 ^a
METOKSİKLOR GRUP	1,38±1,22 ^a	1,47±1,65 ^a	1,93±2,28 ^a	1,89±1,55 ^a

Sonuçlar µg/L olarak verildi.



Şekil 4.35: 5. istasyon su kolonunda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin mevsimsel değişimi

5. istasyonda ölçülen pestisit değerleri gruplara göre değerlendirildiğinde; tüm OCP gruplarının su kolonunda farklı konsantrasyonlarda temsil edildiği görülmüştür. Su örneklerinin alındığı tüm derinliklerde Endrin aldehit, Endrin, Endrin keton, Endosülfan II ve Metoksiklor baskın pestisit türleri olarak kaydedilmiştir. Su kolonunda en yüksek değere ise; Mayıs 2019'da 20 m

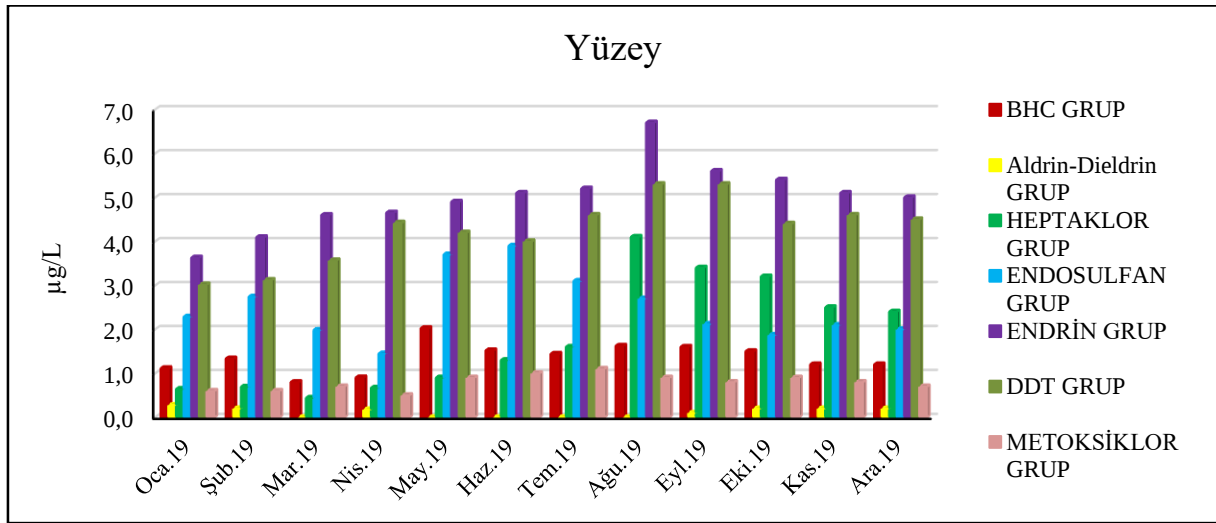
derinlikte 5,8 µg/L ile “Endosülfan II” ulaştı. 40 m derinlikte ise Ağustos 2019’da 6,9 µg/L olarak ölçülen “Metoksiklor” en yüksek değer olarak tespit edilmiştir.

Ülkemizde 1982 yılında kullanımı yasaklanan DDT türü pestisit ve türevleri (DDD ve DDE) hemen hemen tüm istasyonlarda kaydedilmiştir.

Tablo 4.10: 5. istasyon yüzeyde ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi

	5. istasyon yüzey											
Bileşik Adı	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Alfa-BHC	0,7	0,8	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,7	0,7	0,6
Beta- BHC	0,2	0,3	0,3	0,4	1,5	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,5	0,6
Gama- BHC	0,2	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Delta-BHC	0	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Heptaklor	0,2	0,2	0,1	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3
Aldrin	0,2	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Heptaklor epoksit	0,4	0,5	0,3	0,4	0,6	0,9	1,2	3,6	2,9	2,8	2,2	2,1
Endosülfan I	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,6	0,8	0,3	0,2	0,2	0,3
p,p'-DDE	1,3	1,2	1,5	1,6	1,4	1,5	1,6	2	2	1,9	1,9	1,8
Dieldrin	0,1	-	-	0,2	-	-	-	-	0,1	0,2	0,2	0,2
Endrin	0,7	0,7	1	1,3	1,5	1,6	1,3	1,2	1	1,1	1	1,1
Endosülfan II	2	2,4	1,8	1,3	3,6	3,8	2,5	1,9	1,8	1,7	1,9	1,7
p,p'-DDD	0,5	0,6	0,6	0,7	0,6	0,5	0,9	1,3	1,1	1	1,1	1
Endrin aldehit	1,5	1,8	1,9	1,9	1,8	2,3	2,6	3,6	2,9	2,8	2,6	2,3
p,p'-DDT	1,2	1,3	1,5	2,1	2,2	2	2,1	2	2,2	1,5	1,6	1,7
Endosülfan sülfat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Endrin keton	1,5	1,6	1,7	1,5	1,6	1,2	1,3	1,9	1,7	1,5	1,5	1,6
Metoksiklor	0,6	0,6	0,7	0,5	0,9	1	1,1	0,9	0,8	0,9	0,8	0,7

Sonuçlar µg/L olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.

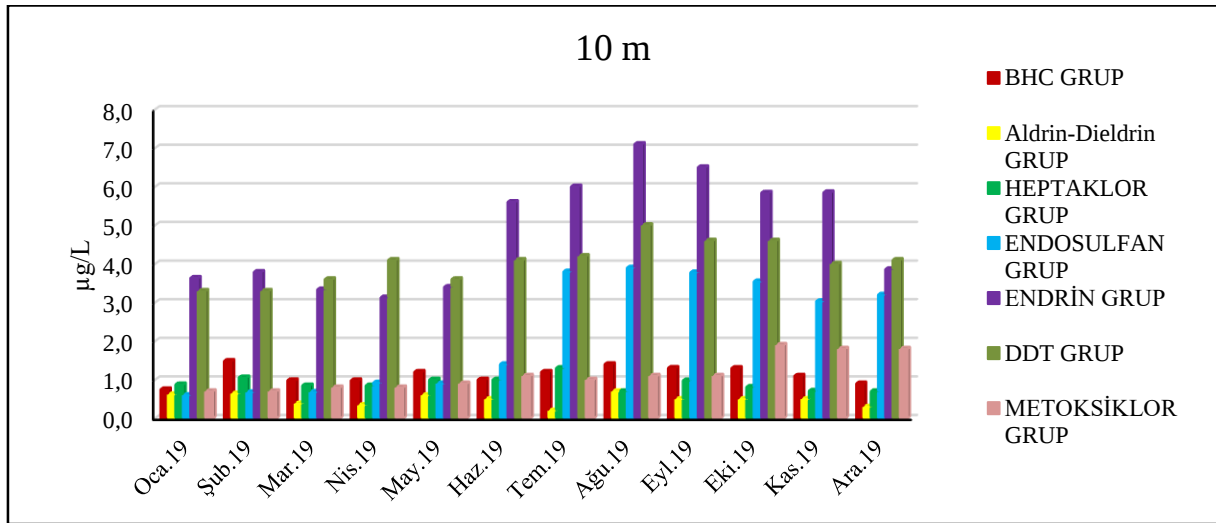


Şekil 4.36: 5. istasyon yüzeyde ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi

Tablo 4.11: 5. istasyon 10 m derinlikte ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi

	5. istasyon 10 m											
Bileşik Adı	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Alfa-BHC	0,5	0,8	0,6	0,6	0,5	0,4	0,6	0,8	0,6	0,5	0,4	0,4
Beta- BHC	0,1	0,3	0,4	0,4	0,6	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4
Gama- BHC	0,1	0,2	-	-	-	-	-	-	0,2	0,2	0,1	-
Delta-BHC	-	0,1	-	-	0,1	0,1	0,1	0,2	-	0,1	0,1	0,1
Heptaklor	0,1	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,4	0,2	0,2	0,3	0,2	0,1
Aldrin	0,2	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Heptaklor epoksit	0,8	0,8	0,5	0,5	0,6	0,5	0,9	0,5	0,8	0,5	0,5	0,6
Endosülfan I	0,3	0,3	0,1	0,1	0,3	0,2	0,6	0,5	0,3	0,1	0,1	0,3
p,p'-DDE	1,1	1,1	1,3	1,2	1,2	1,6	1,5	1,9	1,8	1,7	1,7	1,5
Dieldrin	0,4	0,4	0,4	0,3	0,6	0,5	0,2	0,7	0,5	0,5	0,5	0,3
Endrin	1,3	1,3	1,5	1,3	0,2	1,6	0,9	1,8	1,3	1,2	1,2	1,1
Endosülfan II	0,3	0,4	0,5	0,8	0,6	1,2	3,2	3,4	3,5	3,4	2,9	2,9
p,p'-DDD	0,4	0,5	0,7	0,8	0,5	0,4	0,8	0,9	0,9	0,8	0,9	1
Endrin aldehit	1,9	1,9	1,4	1,6	2,6	3,4	4,6	4,5	4,6	4,1	4,2	2,4
p,p'-DDT	1,8	1,7	1,6	2,1	1,9	2,1	1,9	2,2	1,9	2,1	1,4	1,6
Endosülfan sülfat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Endrin keton	0,5	0,6	0,4	0,2	0,6	0,6	0,5	0,8	0,6	0,5	0,5	0,4
Metoksiklor	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	1,1	1	1,1	1,1	1,9	1,8	1,8

Sonuçlar µg/L olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.

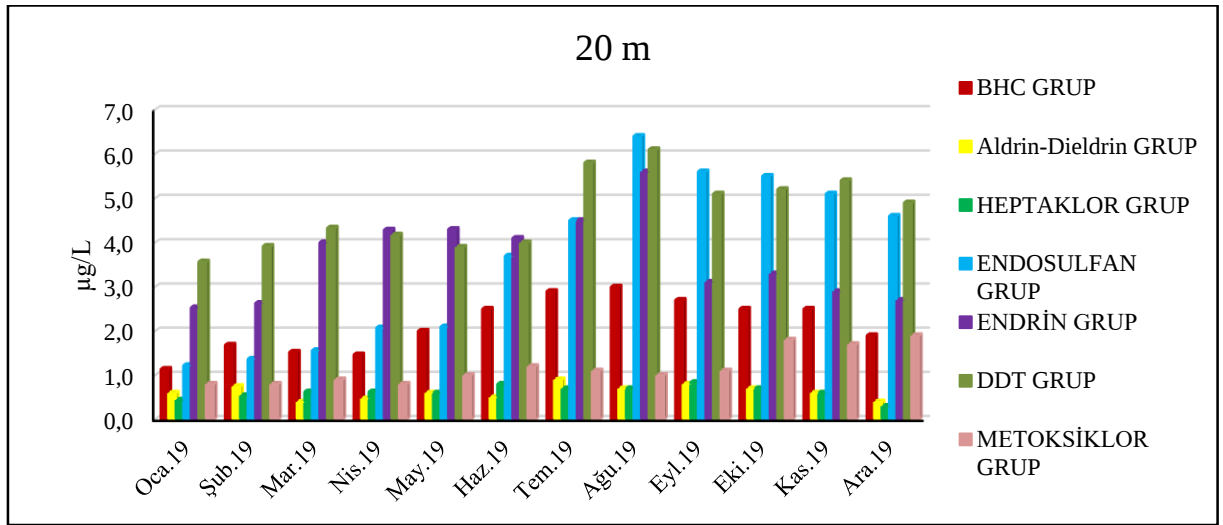


Şekil 4.37: 5. istasyon, 10 m derinlikte ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi

Tablo 4.12: 5. istasyon, 20 m derinlikte ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi

	5. istasyon 20 m											
Bileşik Adı	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Alfa-BHC	0,7	0,8	0,7	0,7	1,2	1,3	1,6	1,4	1,2	1,1	1,2	1,1
Beta- BHC	0	0,4	0,5	0,5	0,2	0,6	0,8	0,7	0,8	0,8	0,9	0,7
Gama- BHC	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,1
Delta-BHC	0,2	0,2	0,1	-	0,3	-	-	0,5	0,4	0,3	0,2	-
Heptaklor	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,2
Aldrin	0,1	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Heptaklor epoksit	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1
Endosülfan I	0,2	0,2	-	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	0,7	0,7	0,5	0,4
p,p'-DDE	1,2	1,1	1,4	1,1	1,1	1,2	1,3	1,9	1,8	1,8	1,8	1,7
Dieldrin	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	0,9	0,7	0,8	0,7	0,6	0,4
Endrin	0,6	0,6	1,7	1,8	1,3	1,2	1,5	1,6	1	1,2	1,1	1
Endosülfan II	1,1	1,2	1,6	1,9	1,9	3,4	4	5,8	4,9	4,8	4,6	4,2
p,p'-DDD	1,3	1,4	1,4	1,5	1,2	1,3	1,6	1,4	1,2	1,2	1,3	1,1
Endrin aldehit	0,7	0,8	0,8	0,7	0,9	0,9	0,7	1,5	0,9	0,8	0,6	0,4
p,p'-DDT	1,1	1,4	1,5	1,5	1,6	1,5	2,2	2,3	2,1	2,2	2,3	2,1
Endosülfan sülfat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Endrin keton	1,2	1,2	1,5	1,7	2,1	2	2,3	2,5	1,2	1,3	1,2	1,3
Metoksiklor	0,8	0,8	0,9	0,8	1	1,2	1,1	1	1,1	1,8	1,7	1,9

Sonuçlar µg/L olarak verilmiştir. “-”: Tespit edilemedi.

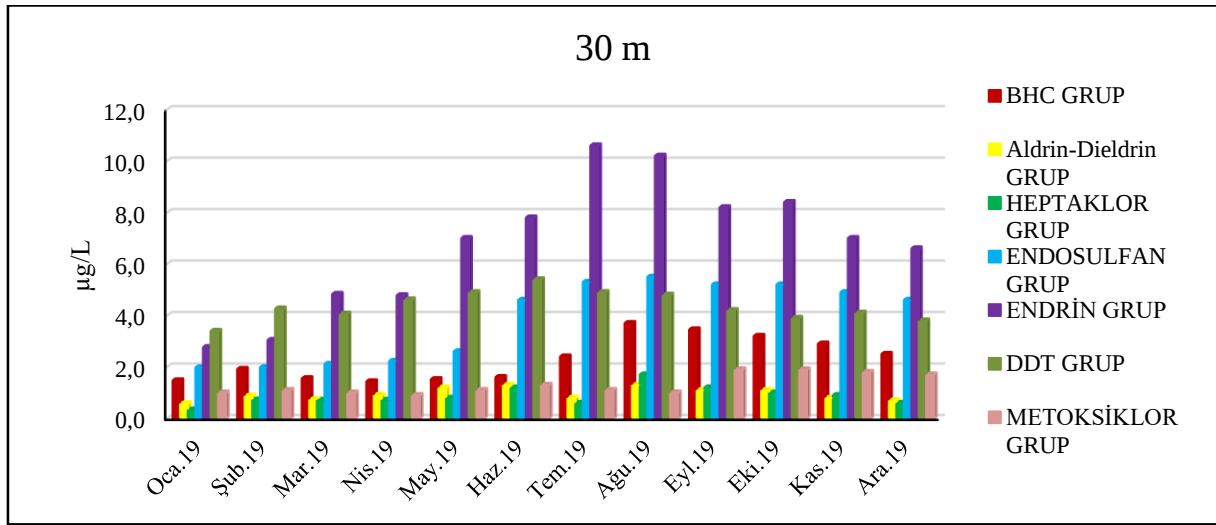


Şekil 4.38: 5. istasyon 20 m derinlikte ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi

Tablo 4.13: 5. istasyon 30 m derinlikte ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi

	5. istasyon 30 m											
Bileşik Adı	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Alfa-BHC	0,9	0,9	0,5	0,5	0,2	0,5	0,9	1,2	1	1,1	0,9	0,8
Beta- BHC	0,1	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,8	1,2	1,3	1	0,9	0,8
Gama- BHC	0,3	0,3	0,4	0,4	0,6	0,5	0,4	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7
Delta-BHC	0,2	0,3	0,1	-	0,1	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2
Heptaklor	0,2	0,4	0,2	0,2	0,3	0,6	0,2	0,8	0,6	0,5	0,3	0,2
Aldrin	0,2	0,3	0,4	0,4	0,3	0,8	0,4	0,6	0,5	0,6	0,4	0,3
Heptaklor epoksit	0,2	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,4	0,9	0,6	0,5	0,6	0,4
Endosülfan I	0,3	0,3	0,3	0,3	0,8	0,7	0,6	0,7	0,6	0,6	0,4	0,2
p,p'-DDE	1,2	1,2	1,1	1,4	1,3	1,5	1,4	1,8	1,5	1,2	1,5	1,3
Dieldrin	0,3	0,6	0,3	0,5	0,9	0,5	0,4	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4
Endrin	0,2	0,3	1,9	1,9	3,9	5,6	6,4	7,4	6,9	6,8	5,4	4,5
Endosülfan II	1,7	1,7	1,8	1,9	1,8	3,9	4,7	4,8	4,6	4,6	4,5	4,4
p,p'-DDD	0,8	1,5	1,4	1,6	2,1	2,3	2,3	1,1	1,2	1,3	1,3	1,2
Endrin aldehit	0,7	0,8	1,1	0,9	0,8	0,7	0,8	0,9	0,7	0,8	0,7	0,6
p,p'-DDT	1,4	1,6	1,6	1,6	1,5	1,6	1,2	1,9	1,5	1,4	1,3	1,3
Endosülfan sülfat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Endrin keton	1,9	2	1,8	1,9	2,3	2,5	5,4	4,9	3,6	3,8	2,9	2,5
Metoksiklor	1	1,1	1	0,9	1,1	1,3	1,1	1	1,9	1,9	1,8	1,7

Sonuçlar µg/L olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.

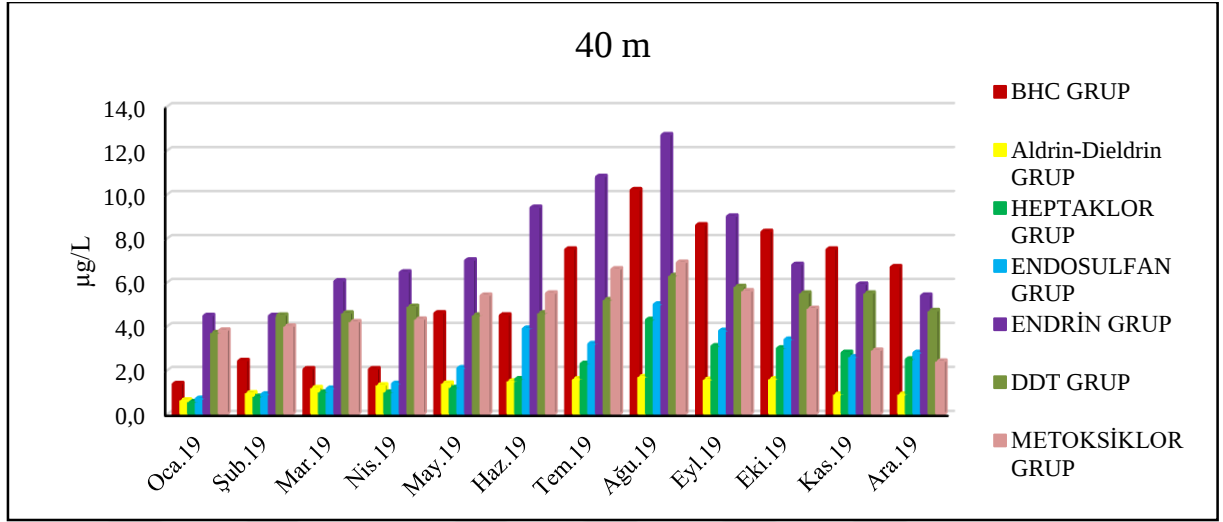


Şekil 4.39: 5. istasyon 30 m derinlikte ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi

Tablo 4.14: 5. istasyon 40 m derinlikte ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi

	5. istasyon 40 m											
Bileşik Adı	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Alfa-BHC	0,4	1,1	0,6	0,6	0,9	1,2	1,6	2,3	1,5	2,2	2,1	1,8
Beta- BHC	0,5	0,6	0,6	0,6	0,9	0,8	1,2	1,9	1,9	0,9	0,8	0,8
Gama- BHC	0,3	0,4	0,5	0,5	2,3	2	2,1	2,4	2	2,1	2,1	2
Delta-BHC	0,2	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	2,6	3,6	3,2	3,1	2,5	2,1
Heptaklor	0,4	0,4	0,8	0,8	0,9	1,3	1,9	3,4	2,6	2,5	2,4	2,1
Aldrin	0,2	0,4	0,5	0,5	0,6	0,8	0,7	0,6	0,5	0,6	0,4	0,3
Heptaklor epoksit	0,2	0,4	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,9	0,5	0,5	0,4	0,4
Endosülfan I	0,3	0,3	0,4	0,4	0,9	0,9	0,6	1,1	0,9	0,8	0,5	0,5
p,p'-DDE	1,3	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,4	1,6	1,6	1,6	1,5	1,2
Dieldrin	0,4	0,6	0,7	0,8	0,8	0,7	0,9	1,1	1,1	1	0,5	0,6
Endrin	1,2	0,9	2,1	2,4	2,6	3,6	3,7	4,2	2,9	2,8	2,4	2,2
Endosülfan II	0,4	0,6	0,8	1	1,2	3	2,6	3,9	2,9	2,6	2,1	2,3
p,p'-DDD	1,1	1,6	1,6	1,8	1,3	1,4	1,5	1,8	1,7	1,8	1,7	1,5
Endrin aldehit	1	1	1,2	1	1,2	1,3	1,5	1,9	1,5	1,5	1,4	1,4
p,p'-DDT	1,3	1,7	1,8	1,8	1,8	1,7	2,3	2,9	2,5	2,1	2,3	2
Endosülfan sülfat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Endrin keton	2,3	2,5	2,8	3	3,2	4,5	5,6	6,6	4,6	2,5	2,1	1,8
Metoksiklor	3,8	4	4,2	4,3	5,4	5,5	6,6	6,9	5,6	4,8	2,9	2,4

Sonuçlar $\mu\text{g/L}$ olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.



Şekil 4.40: 5. istasyon 40 m derinlikte ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin zamana bağlı değişimi

4.4 SEDİMAN ÖRNEKLERİNDE ÖLÇÜLEN ORGANOKLORLU PESTİSİTLER

Sediman örneklerinin kış ve yaz mevsimlerini kapsayacak şekilde alındığı Aralık, Ocak, Şubat, Haziran, Temmuz, Ağustos 2019 aylarında ölçümü yapılan organoklorlu pestisit değerleri ile ilgili elde edilen sonuçlar istasyonlar dikkate alınarak tablo şeklinde (Tablo 4.15, Tablo 4.16, Tablo 4.17, Tablo 4.18, Tablo 4.19, Tablo 4.20) verilmiştir. İznik Gölü'nde belirlenen istasyonlardan alınan sediman örneklerinde OCP konsantrasyonlarının büyüklüğünü ve yayılımını göstermek için kutu grafikleri kullanılmıştır (Şekil 4.41 ve Şekil 4.42). Kış mevsiminde sedimanda istasyonlara bağlı olarak tüm OCP grupları arasında anlamlı fark tespit edilmiş (tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Tablo 4.21, Şekil 4.41) benzer şekilde yaz mevsiminde sedimanda istasyonlara bağlı olarak tüm OCP grupları arasında anlamlı fark tespit edilmiştir (tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Tablo 4.22, Şekil 4.42).

Tablo 4.15: 1. istasyon sedimanda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin ölçüm yapılan aylardaki değişimi

	1. İstasyon					
Bileşik Adı	Aralık	Ocak	Şubat	Haziran	Temmuz	Ağustos
Alfa-BHC	0,91	0,95	1,01	1,98	2,12	2,56
Beta- BHC	0,09	0,08	0,08	0,07	0,05	0,06
Gama- BHC	0,06	0,07	0,06	0,09	0,09	0,12
Delta-BHC	0,06	0,08	0,07	0,04	0,08	0,08
Heptaklor	3,15	3,46	3,48	4,54	5,02	5,17
Aldrin	0,16	0,18	0,09	0,09	0,11	0,16
Heptaklor epoksit	4,68	5,66	5,89	6,78	7,83	8,82
Endosülfan I	-	-	-	-	-	-
p,p'-DDE	-	-	-	-	-	-
Dieldrin	-	-	-	-	-	-
Endrin	-	-	-	-	-	-
Endosülfan II	-	-	-	-	-	-
p,p'-DDD	-	-	-	-	-	-
Endrin aldehit	-	-	-	-	-	-
p,p'-DDT	-	-	-	-	-	-
Endosülfan sülfat	-	-	-	-	-	-
Endrin keton	-	-	-	-	-	-
Metoksiklor	-	-	-	-	-	-

Sonuçlar ng/g kuru ağırlık olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi

Tablo 4.16: 2. istasyon sedimanda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin ölçüm yapılan aylardaki değişimi

	2. İstasyon					
Bileşik Adı	Aralık	Ocak	Şubat	Haziran	Temmuz	Ağustos
Alfa-BHC	1,03	1,21	1,55	1,59	2,50	2,00
Beta- BHC	0,20	0,24	0,23	0,23	0,26	0,23
Gama- BHC	0,25	0,33	0,39	0,41	0,30	0,30
Delta-BHC	0,39	0,25	0,26	0,23	0,18	0,31
Heptaklor	1,20	1,38	1,45	1,36	1,58	1,22
Aldrin	-	-	-	-	-	-
Heptaklor epoksit	2,84	2,54	2,36	2,19	3,15	3,02
Endosülfan I	-	-	-	-	-	-
p,p'-DDE	-	-	-	-	-	-
Dieldrin	-	-	-	-	-	-
Endrin	-	-	-	-	-	-
Endosülfan II	-	-	-	-	-	-
p,p'-DDD	-	-	-	-	-	-
Endrin aldehit	2,32	1,98	2,12	2,31	1,87	1,58
p,p'-DDT	-	-	-	-	-	-
Endosülfan sülfat	-	-	-	-	-	-
Endrin keton	-	-	-	-	-	-
Metoksiklor	-	-	-	-	-	-

Sonuçlar ng/g kuru ağırlık olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.

Tablo 4.17: 3. istasyonda sedimanda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin ölçüm yapılan aylardaki değişimi

Bileşik Adı	Aralık	Ocak	Şubat	Haziran	Temmuz	Ağustos
Alfa-BHC	1,05	1,37	1,22	1,63	2,32	3,39
Beta- BHC	0,31	0,52	3,36	3,65	5,91	5,98
Gama- BHC	-	0,11	-	-	-	-
Delta-BHC	-	0,36	0,37	0,56	0,55	0,47
Heptaklor	0,35	0,34	0,20	0,45	0,51	0,66
Aldrin	0,21	0,33	0,31	0,41	0,58	0,86
Heptaklor epoksit	-	-	-	-	-	-
Endosülfan I	-	-	-	-	-	-
p,p'-DDE	0,12	0,16	0,14	0,15	0,13	0,12
Dieldrin	0,61	0,54	0,65	0,74	0,59	0,67
Endrin	0,29	0,33	0,41	0,42	0,54	1,12
Endosülfan II	-	-	-	-	-	-
p,p'-DDD	0,19	0,18	0,21	0,32	0,28	0,25
Endrin aldehit	12,33	11,25	9,87	10,23	13,38	14,21
p,p'-DDT	0,59	0,62	0,52	0,39	0,45	0,56
Endosülfan sülfat	-	-	-	-	-	-
Endrin keton	1,26	1,48	1,75	1,22	1,58	1,78
Metoksiklor	-	-	-	-	-	-

Sonuçlar ng/g kuru ağırlık olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.

Tablo 4.18: 4. istasyon sedimanda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin ölçüm yapılan aylardaki değişimi

Bileşik Adı	4. İstasyon					
	Aralık	Ocak	Şubat	Haziran	Temmuz	Ağustos
Alfa-BHC	0,98	1,07	1,43	2,23	2,14	1,96
Beta- BHC	0,54	0,45	0,36	0,45	0,54	0,45
Gama- BHC	0,45	0,54	0,63	0,98	0,89	0,89
Delta-BHC	0,23	0,24	0,31	0,33	0,24	0,31
Heptaklor	2,05	2,05	2,50	2,59	1,88	1,61
Aldrin	0,45	0,36	0,54	0,63	0,45	0,45
Heptaklor epoksit	4,91	4,38	4,29	3,21	3,13	2,59
Endosülfan I	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
p,p'-DDE	0,18	0,09	0,18	0,18	0,18	0,18
Dieldrin	0,71	0,71	0,80	0,71	0,63	0,45
Endrin	2,77	3,13	4,02	5,45	4,02	3,75
Endosülfan II	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,7
p,p'-DDD	0,45	0,54	0,71	0,80	0,54	0,45
Endrin aldehit	4,92	5,54	4,10	5,67	5,08	6,36
p,p'-DDT	0,54	0,45	0,36	0,71	0,54	0,45
Endosülfan sülfat	-	-	-	-	-	-
Endrin keton	-	-	-	-	-	-
Metoksiklor	0,80	0,98	1,07	0,80	0,72	0,54

Sonuçlar ng/g kuru ağırlık olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.

Tablo 4.19: 5. istasyon sedimanda ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin ölçüm yapılan aylardaki değişimi

	5. İstasyon					
Bileşik Adı	Aralık	Ocak	Şubat	Haziran	Temmuz	Ağustos
Alfa-BHC	0,46	0,38	0,31	0,46	0,62	0,46
Beta- BHC	0,29	0,46	0,38	0,38	0,31	0,38
Gama- BHC	-	-	-	-	-	-
Delta-BHC	-	0,08	0,08	0,08	0,15	-
Heptaklor	0,8	0,8	1,0	1,2	0,9	1,2
Aldrin	-	-	-	-	-	-
Heptaklor epoksit	3,6	3,8	3,2	3,6	4,0	4,3
Endosülfan I	0,10	0,23	0,15	0,46	0,38	0,21
p,p'-DDE	0,92	0,92	1,23	1,15	1,46	1,38
Dieldrin	0,26	0,46	0,38	0,15	0,54	0,38
Endrin	1,01	0,15	1,23	0,69	1,38	1,00
Endosülfan II	0,61	0,46	0,92	2,46	4,92	4,77
p,p'-DDD	0,62	0,38	0,31	0,62	0,69	0,69
Endrin aldehit	1,21	2,00	2,62	3,54	4,31	4,23
p,p'-DDT	1,69	1,46	1,92	2,23	2,23	2,15
Endosülfan sülfat	-	-	-	-	-	-
Endrin keton	0,18	0,46	0,46	0,38	0,62	0,46
Metoksiklor	0,62	0,69	0,85	0,77	0,85	0,85

Sonuçlar ng/g kuru ağırlık olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.

Tablo 4.20: 6. istasyon sedimanda ölçülen organoklorlu Pestisit değerlerinin ölçüm yapılan aylardaki değişimi

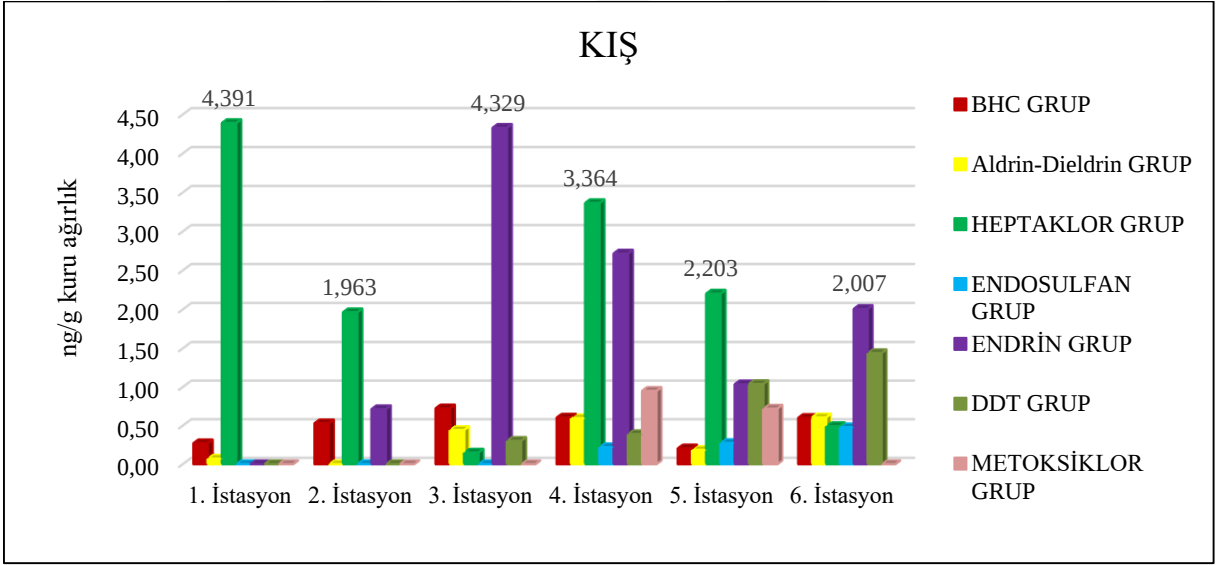
	6. İstasyon					
Bileşik Adı	Aralık	Ocak	Şubat	Haziran	Temmuz	Ağustos
Alfa-BHC	0,51	0,51	0,83	1,11	1,48	2,13
Beta- BHC	0,57	0,57	0,83	0,74	1,11	1,76
Gama- BHC	0,46	0,46	2,13	1,85	1,94	2,22
Delta-BHC	0,10	0,14	0,08	0,04	0,05	0,04
Heptaklor	0,73	0,73	0,83	1,20	1,76	3,15
Aldrin	0,44	0,44	0,56	0,74	0,65	0,56
Heptaklor epoksit	0,19	0,19	0,28	0,28	0,37	0,83
Endosülfan I	0,33	0,36	0,83	0,83	0,56	1,02
p,p'-DDE	1,11	1,20	1,30	1,39	1,30	1,48
Dieldrin	0,66	0,78	0,74	0,65	0,83	1,02
Endrin	1,92	2,19	2,41	3,33	3,43	3,89
Endosülfan II	0,75	0,92	1,11	2,78	2,41	3,61
p,p'-DDD	1,48	1,67	1,20	1,30	1,39	1,67
Endrin aldehit	1,10	0,97	1,11	1,20	1,39	1,76
p,p'-DDT	1,66	1,66	1,67	1,57	2,13	2,69
Endosülfan sülfat	-	-	-	-	-	-
Endrin keton	2,59	2,81	2,96	4,17	5,19	6,11
Metoksiklor	-	-	-	-	-	-

Sonuçlar ng/g kuru ağırlık olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.

Tablo 4.21: Kış aylarında sedimanda ölçülen ortalama organoklorlu pestisit değerlerinin istasyonlara göre değişimi ve istatistiksel değerlendirmesi (tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir)

KIŞ	1.istasyon	2.istasyon	3.istasyon	4.istasyon	5.istasyon	6.istasyon
BHC GRUP	0,27±0,07 ^{ac}	0,53±0,06 ^{ab}	0,72±0,40 ^b	0,63±0,06 ^b	0,20±0,02 ^c	0,60±0,27 ^b
Aldrin-Dieldrin GRUP	0,07±0,02 ^a	-	0,44±0,04 ^b	0,60±0,62 ^c	0,18±0,04 ^d	0,60±0,05 ^e
HEPTAKLOR GRUP	4,39±0,37 ^a	1,96±0,0583 ^b	0,15±0,03 ^c	3,36±0,12 ^d	2,20±0,09 ^e	0,49±0,51 ^f
ENDOSÜLFAN GRUP	-	-	-	0,22±0,02 ^a	0,27±0,06 ^a	0,48±0,13 ^b
ENDRİN GRUP	-	0,71±0,05 ^a	4,33±0,26 ^b	2,72±0,15 ^c	1,04±0,30 ^d	2,01±0,12 ^e
DDT GRUP	-	-	0,30±0,02 ^a	0,39±0,03 ^b	1,04±0,09 ^c	1,44±0,05 ^d
METOKSİKLO R GRUP	-	-	-	0,95±0,12 ^a	0,72±0,10 ^b	-

Sonuçlar ng/g kuru ağırlık olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.

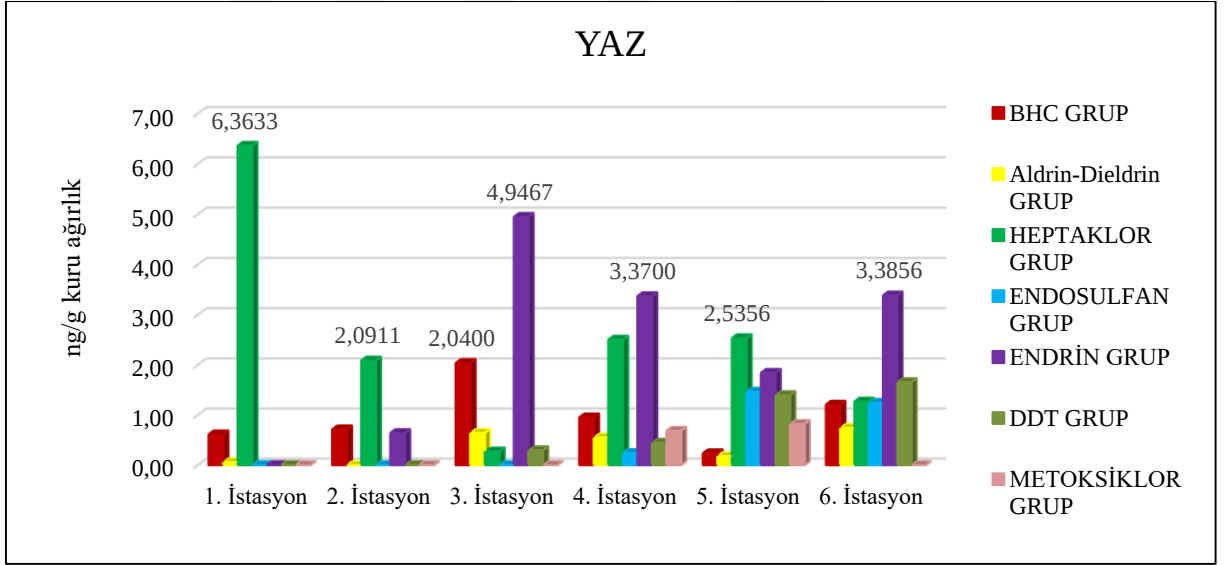


Şekil 4.41: Kış aylarında sedimanda ölçülen ortalama organoklorlu pestisit değerlerinin istasyonlara göre değişimi

Tablo 4.22: Yaz aylarında sedimanda ölçülen ortalama organoklorlu pestisit değerlerinin istasyonlara göre değişimi ve istatistiksel değerlendirmesi (tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir)

YAZ	1.istasyon	2.istasyon	3.istasyon	4.istasyon	5.istasyon	6.istasyon
BHC GRUP	0,61±0,07 ^a	0,71±0,08 ^{ac}	2,04±0,45 ^b	0,95±0,04 ^c	0,24±0,03 ^d	1,21±0,26 ^c
Aldrin-Dieldrin GRUP	0,06±0,01 ^a	-	0,65±0,09 ^b	0,55±0,09 ^b	0,18±0,08 ^c	0,74±0,04 ^d
HEPTAKLOR GRUP	6,36±0,58 ^a	2,09±0,25 ^b	0,27±0,04 ^c	2,51±0,34 ^b	2,53±0,17 ^b	1,27±0,56 ^d
ENDOSÜLFAN GRUP	-	-	-	0,24±0,04 ^a	1,47±0,37 ^b	1,24±0,24 ^b
ENDRİN GRUP	-	0,64±0,10 ^a	4,94±0,77 ^b	3,37±0,29 ^c	1,84±0,24 ^d	3,38±0,44 ^c
DDT GRUP	-	-	0,29±0,02 ^a	0,44±0,09 ^a	1,40±0,06 ^b	1,66±0,24 ^c
METOKSİKLOR GRUP	-	-	-	0,68±0,11 ^a	0,82±0,04 ^b	-

Sonuçlar ng/g kuru ağırlık olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.



Şekil 4.42: Yaz aylarında sedimanda ölçülen ortalama organoklorlu pestisit değerlerinin istasyonlara göre değişimi

1. istasyondan alınan sediman örneğinde BHC, Aldrin ve Heptaklor olmak üzere üç pestisit grubu tespit edilmiştir. Heptaklor grubu pestisitler ortalama 6,363 ng/g kuru ağırlık ile en yüksek değerine yaz aylarında ulaşmıştır. BHC grubu yaz mevsiminde 0,613 ng/g olarak tespit edilirken Aldrin grubu 0,073 ng/g ile kış döneminde yaz dönemine göre daha yüksek konsantrasyonlarda görülmüştür.

2. istasyonda alınan sediman örneklerinde en yüksek grubu 2,091 ng/g ile Heptaklor grubuna ait pestisitler oluşturmuş OCP grubundan Endrin 0,713 ng/g ve BHC 0,713 ng/g ile dikkate değer konsantrasyonlarda kaydedilmiştir. Heptaklor ve BHC grubu pestisitler yaz aylarında, Endrin grubu pestisitler kış aylarında yüksek konsantrasyonlara ulaşmıştır.
3. istasyondan alınan sediman örneklerinde en yüksek ortalama değerler yaz aylarında ölçülürken Endrin (4,947 ng/g) ve BHC (2,04 ng/g) ile yüksek konsantrasyonlarda kaydedilmiştir.
4. istasyondan alınan sediman örneklerinde de tüm OCP grupları tespit edilmiştir. Araştırma süresince en yüksek değerler Endrin ve Heptaklor grubu pestisit türlerinde ölçülmüştür. Sırasıyla en yüksek ortalama değer 3,37 ng/g ile yaz aylarında ve 3,36 ng/g ile kış aylarında kaydedilmiştir.
5. istasyondan alınan sediman örneklerinde en yüksek değerler yaz aylarında kaydedilmiştir. Sırasıyla 2,536 ng/g ile Heptaklor grubu, 1,864 ng/g ile Endrin grubu, 1,468 ng/g ile Endosülfan grubu ve 1,4 ng/g ile DDT grubu baskın gruplar olarak ölçülmüştür.
6. istasyondan alınan sediman örneklerinde baskın OCP grubunu 3,386 ng/g kuru ağırlık ile Endrin grubu pestisitler oluşturmuş DDT grubu pestisitler de istasyonlar arasında en yüksek ortalama değere 1,659 ng/g ile 6. istasyon da yaz aylarında ulaşmıştır.

4.5 BALIK ÖRNEKLERİNDE TESPİT EDİLEN ORGANOKLORLU PESTİSİTLER

Araştırma süresince balıkların kas ve karaciğer örneklerinde yapılan Organoklorlu pestisit ölçümleri ile ilgili sonuçlar Tablo 4.23, Tablo 4.24, Tablo 4.25, Tablo 4.26, Tablo 4.27, Tablo 4.28, Tablo 4.29 ve Tablo 4.30'da verilmiştir. Kas ve karaciğer doku örnekleri OCP konsantrasyonlarının büyüklüğünü ve yayılımını göstermek için kutu grafikleri kullanılmıştır (Şekil 4.43, Şekil 4.44, Şekil 4.45, Şekil 4.46, Şekil 4.47 ve Şekil 4.48). *C. gibelio*, *R. frisii* ve *C. carpio* türlerinden elde edilen kas ve karaciğer dokusu örneklerinden elde edilen OCP konsantrasyonlarının istatistiksel değerlendirmesine göre mevsimsel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir (tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$). Bunun yanı sıra OCP'lerin iki dokudaki birikimlerinin istatistiksel olarak farklılığı t-testi ile incelenmiş ve tüm OCP gruplarının her iki dokudaki birikimlerinin anlamlı farklılık gösterdiği tespit edilmiştir ($P < 0,05$).

4.4.1 Kas Doku Örneklerinde Ölçülen Organoklorlu Pestisit Değerlerinin Mevsimsel Değişimi

Carassius gibelio (A), *Rutilus frisii* (B) ve *Cyprinus carpio* (C) kas doku örneklerinde yapılan OCP analizlerinde “Endrin” ve “Endrin keton” tüm mevsimlerde yüksek konsantrasyonlarda bulunurken “Endosülfan sülfat”, “Aldrin” ve “Metoksiklor” gibi pestisitler daha düşük konsantrasyonlarda tespit edilmiştir (Tablo 4.23).

Tablo 4.23: *Carassius gibelio* (A), *Rutilus frisii* (B) ve *Cyprinus carpio* (C) Kas doku örneklerinde ölçülen organoklorlu pestisit değerleri

	KIŞ			İLKBAHAR			YAZ			SONBAHAR		
Bileşik Adı	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Alfa-BHC	0,03	0,09	0,06	0,07	0,03	0,09	0,08	0,08	0,08	0,04	0,1	0,05
Beta- BHC	0	0,04	0,04	0,05	0	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,05
Gama- BHC	0,01	0,03	-	0,02	0,02	0,03	0,06	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04
Delta-BHC	0,01	0,03	-	-	-	0,03	0,04	0,02	0,03	0,03	0,04	-
Heptaklor	0,02	0,04	0,03	0,03	-	0,04	0,09	0,02	0,02	0,02	0	0,02
Aldrin	0,01	0,03	-	-	-	0,03	-	0,03	0,03	-	0,04	0,04
Heptaklor epoksit	0,02	0,04	0,05	0,03	-	0,04	0,04	0,03	0,02	0,04	0,03	0,05
Endosülfan I	0,03	0,03	0,01	0,01	0,04	0,03	0,03	0,02	0,12	0,04	0,16	0,03
p,p'-DDE	0,2	0,02	-	-	-	0,02	-	-	-	0,03	0,03	-
Dieldrin	0,04	0,06	0,04	0,05	-	0,06	0,19	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05
Endrin	0,23	0,03	0,15	0,18	0,07	0,03	0,09	0,06	0,38	0,07	0,44	0,19
Endosülfan II	0,03	0,07	0,05	-	-	0,07	0,15	-	-	0,04	-	0,09
p,p'-DDD	0,11	0,15	0,07	0,15	0,12	0,15	0,06	0,14	0,21	0,2	0,17	0,16
Endrin aldehit	0,04	0,08	0,14	0,07	0,19	0,08	0,2	0,08	0,12	0,13	0,11	0,09
p,p'-DDT	0,07	0,16	0,14	0,15	0,07	0,16	0,12	0,14	0,03	0,05	0,06	0,16
Endosülfan sülfat	-	-	-	-	-	-	-	-	0,11	-	0,15	-
Endrin keton	0,07	0,2	0,04	0,17	0,21	0,2	0,15	0,12	-	0,21	-	0,19
Metoksiklor	-	-	-	-	-	-	0,09	-	0,06	-	0,06	0,03

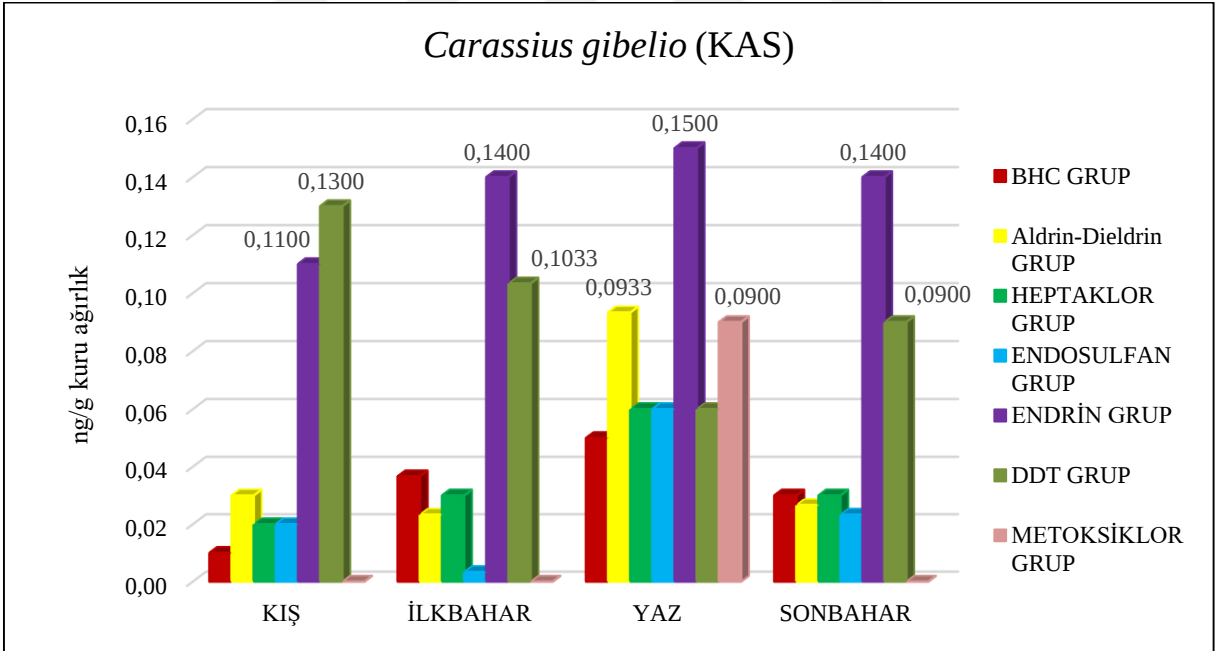
A: *Carassius gibelio*, B: *Rutilus frisii*, C: *Cyprinus carpio*

Sonuçlar ng/g kuru ağırlık olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.

Tablo 4.24: Araştırma süresince *Carassius gibelio* kas dokusu örneklerinde ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin mevsimsel değişimi ve istatistiksel değerlendirmesi (tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir)

<i>Carassius gibelio</i> KAS	KIŞ	İLKBAHAR	YAZ	SONBAHAR
BHC GRUP	0,01±0,01 ^a	0,04±0,01 ^b	0,05±0,01 ^b	0,03±0,01 ^{ab}
Aldrin-Dieldrin GRUP	0,03±0,01 ^a	0,02±0,01 ^a	0,09±0,01 ^b	0,03±0,01 ^a
HEPTAKLOR GRUP	0,02±0,01 ^a	0,03±0,01 ^a	0,06±0,01 ^b	0,03±0,01 ^a
ENDOSÜLFAN GRUP	0,02±0,01 ^a	0,003±0,005 ^a	0,06±0,010 ^b	0,02±0,005 ^a
ENDRİN GRUP	0,11±0,01 ^a	0,14±0,01 ^b	0,15±0,01 ^b	0,14±0,01 ^b
DDT GRUP	0,13±0,01 ^a	0,10±0,005 ^b	0,06±0,01 ^c	0,09±0,01 ^b
METOKSİKLOR GRUP	-	-	0,09±0,01 ^a	-

Sonuçlar ng/g kuru ağırlık olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.



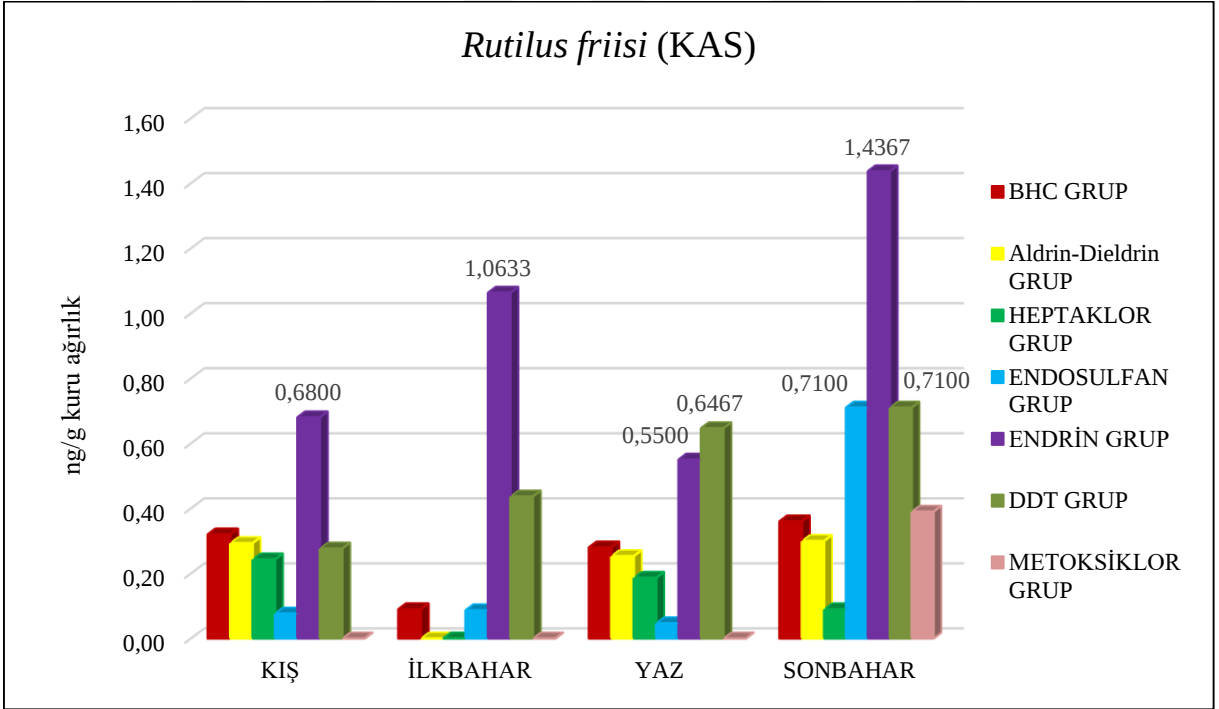
Şekil 4.43: Araştırma süresince *Carassius gibelio* kas dokusu örneklerinde ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin mevsimsel değişimi

Carassius gibelio kas dokusunda en yüksek konsantrasyonda $0,15 \pm 0,01$ ng/g kuru ağırlık ile yaz aylarında Endrin bulunmuş Endosülfan ise $0,003 \pm 0,005$ ng/g kuru ağırlık değeri ile ilkbahar aylarında en düşük pestisit miktarı olarak kaydedilmiştir.

Tablo 4.25: Araştırma süresince *Rutilus friisi* kas dokusu örneklerinde ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin mevsimsel değişimi ve istatistiksel değerlendirmesi (tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir)

<i>Rutilus friisi</i> kas	KIŞ	İLKBAHAR	YAZ	SONBAHAR
BHC GRUP	0,32±0,02 ^a	0,09±0,01 ^b	0,28±0,00 ^c	0,36±0,02 ^d
Aldrin-Dieldrin GRUP	0,29±0,03 ^a	-	0,25±0,03 ^a	0,30±0,02 ^a
HEPTAKLOR GRUP	0,24±0,02 ^a	-	0,18±0,02 ^b	0,09±0,01 ^c
ENDOSÜLFAN GRUP	0,08±0,005 ^a	0,08±0,005 ^a	0,04±0,005 ^b	0,71±0,00 ^c
ENDRİN GRUP	0,68±0,01 ^a	1,06±0,03 ^b	0,55±0,05 ^c	1,44±0,02 ^d
DDT GRUP	0,27±0,16 ^a	0,44±0,03 ^{ab}	0,65±0,005 ^b	0,71±0,01 ^b
METOKSİKLOR GRUP	-	-	-	0,39±0,02 ^a

Sonuçlar ng/g kuru ağırlık olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.



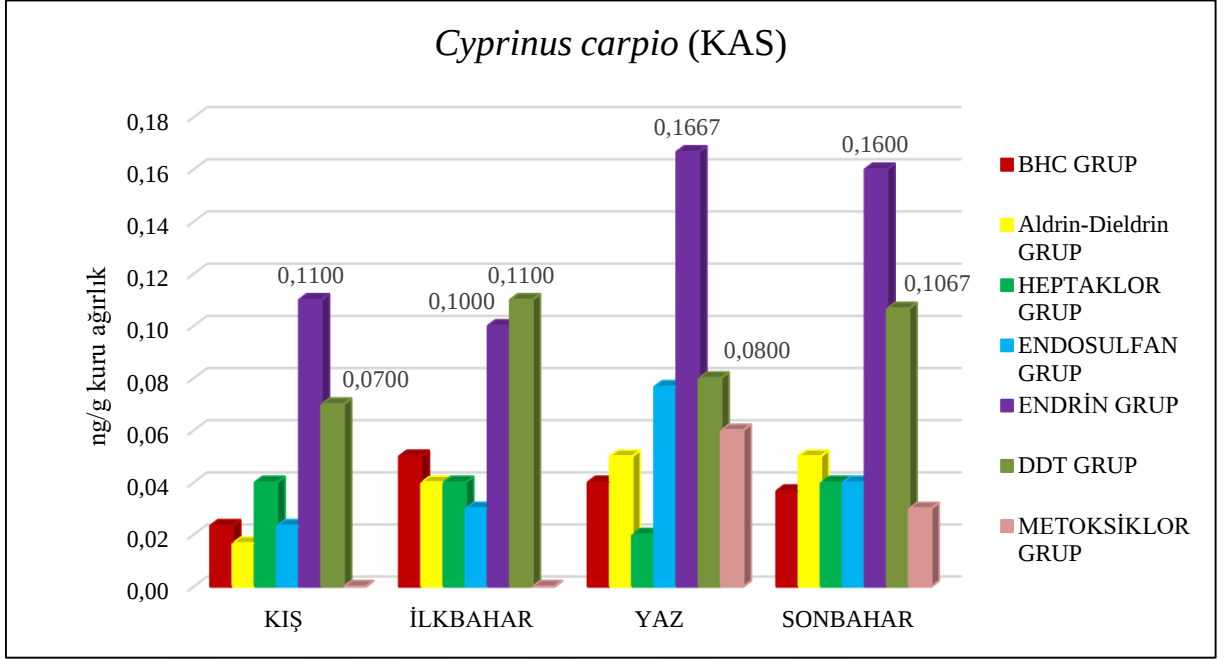
Şekil 4.44: Araştırma süresince *Rutilus friisi* kas dokusu örneklerinde ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin mevsimsel değişimi

Rutilus friisi kas dokusunda ölçülen en yüksek OCP değerine $1,44 \pm 0,025$ ng/g kuru ağırlık değeri ile sonbahar mevsiminde ölçülen Endrin ulaşmıştır. Aynı balığın kas dokusunda en düşük OCP ise $0,05 \pm 0,005$ ng/g kuru ağırlık değeri ile yaz mevsiminde ölçülen Endosülfan olmuş DDT grubu pestisitler ise araştırma süresince Endrin grubundan sonra en yüksek konsantrasyonlarda temsil edilen OCP olarak dikkate değer bulunmuştur.

Tablo 4.26: Araştırma süresince *Cyprinus carpio* kas dokusu örneklerinde ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin mevsimsel değişimi ve istatistiksel değerlendirmesi (tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir)

<i>Cyprinus carpio</i> kas	KIŞ	İLKBAHAR	YAZ	SONBAHAR
BHC GRUP	$0,02 \pm 0,005^a$	$0,05 \pm 0,01^b$	$0,04 \pm 0,01^{ab}$	$0,04 \pm 0,005^{ab}$
Aldrin-Dieldrin GRUP	$0,02 \pm 0,005^a$	$0,04 \pm 0,01^{ab}$	$0,05 \pm 0,01^b$	$0,05 \pm 0,01^b$
HEPTAKLOR GRUP	$0,04 \pm 0,01^a$	$0,04 \pm 0,01^a$	$0,02 \pm 0,01^a$	$0,04 \pm 0,01^a$
ENDOSÜLFAN GRUP	$0,02 \pm 0,005^a$	$0,03 \pm 0,01^a$	$0,08 \pm 0,005^b$	$0,04 \pm 0,01^a$
ENDRİN GRUP	$0,11 \pm 0,01^a$	$0,10 \pm 0,01^a$	$0,17 \pm 0,005^b$	$0,16 \pm 0,01^b$
DDT GRUP	$0,07 \pm 0,01^a$	$0,11 \pm 0,01^b$	$0,08 \pm 0,01^a$	$0,11 \pm 0,005^b$
METOKSİKLOR GRUP	-	-	$0,06 \pm 0,01^a$	$0,03 \pm 0,01^b$

Sonuçlar ng/g kuru ağırlık olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.



Şekil 4.45: Araştırma süresince *Cyprinus carpio* kas dokusu örneklerinde ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin mevsimsel değişimi

Cyprinus carpio kas dokusunda ölçülen en yüksek OCP değeri $0,167 \pm 0,005$ ng/g kuru ağırlık değeri ile yaz mevsiminde ölçülen Endrin olmuştur. *Rutilus friisi* de olduğu gibi DDT grubu pestisitler araştırma süresince Endrin grubundan sonra en yüksek değerlerde temsil edilen pestisit grubu olarak dikkat çektiği Heptaklor grubu pestisitler ise $0,020 \pm 0,0100$ ng/g kuru ağırlık değeri ile en düşük oranda ölçülen pestisit grubu olmuştur.

Kış ve yaz mevsimleri ortalama OCP grupları konsantrasyonları arasındaki istatistiksel anlamlı farklılıklar bağımsız *t*-Testi ile belirlenmiştir ($P < 0,05$). Araştırılan OCP grupları arasında sadece BHC ve Endosülfan anlamlı sonuçlar vermiş olup BHC grubu yaz mevsimi konsantrasyonu ($X_{ort}=0,9604$) kış mevsimi konsantrasyonundan ($X_{ort}=0,4887$) daha yüksek olarak tespit edilmiştir ($t_{(73,314)}=-5,189$, $P = 0,000$, $P < 0,05$). Endosülfan grubunda ise yaz ve kış mevsimleri arasındaki konsantrasyonlar anlamlı fark göstermiş ve ($t_{(1062)}=-3,581$, $P = 0,001$, $P < 0,05$) yaz mevsimi değerleri ($X_{ort}=0,4929$) kış mevsimi değerlerinden ($X_{ort}=0,1626$) daha yüksek bulunmuştur.

4.4.2 Karaciğer Doku Örneklerinde Ölçülen Organoklorlu Pestisit Değerlerinin Mevsimsel Değişimi

Carassius gibelio (A), *Rutilus frisii* (B) ve *Cyprinus carpio* (C) karaciğer doku örneklerinde tespit edilen OCP değerleri kas doku örneklerinde kaydedilen değerlerden daha yüksek bulunmuştur. OCP analizlerinde “Endrin” ve “Endrin keton” tüm mevsimlerde en yüksek konsantrasyonlarda kaydedilirken, “Endosülfan sülfat”, “Aldrin” ve “Metoksiklor” gibi pestisitler daha düşük konsantrasyonlarda tespit edilmiştir (Tablo 4.27).

Tablo 4.27: Araştırma süresince balıkların karaciğer doku örneklerinde ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin mevsimsel değişimi

	KIŞ			İLKBAHAR			YAZ			SONBAHAR		
Bileşik Adı	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Alfa-BHC	0,59	0,40	0,47	0,19	0,59	0,54	0,54	0,55	0,26	0,68	0,35	0,20
Beta- BHC	0,29	0,25	0,35	-	0,29	0,25	0,25	0,18	0,21	0,25	0,33	0,23
Gama- BHC	0,22	-	0,15	0,15	0,22	0,41	0,21	0,19	0,24	0,24	0,27	0,11
Delta-BHC	0,18	0,02	-	-	0,18	0,26	0,12	0,20	0,19	0,27	-	-
Heptaklor	0,25	0,23	0,20	-	0,25	0,57	0,14	0,10	0,16	-	0,15	0,30
Aldrin	0,22	-	-	-	0,22	-	0,20	0,22	0,00	0,27	0,26	0,43
Heptaklor epoksit	0,24	0,34	0,21	-	0,24	0,26	0,23	0,16	0,25	0,17	0,33	0,10
Endosülfan I	0,19	0,10	0,08	0,26	0,19	0,20	0,11	0,81	0,26	1,06	0,22	0,37
p,p'-DDE	0,10	0,11	0,09	0,05	0,10	-	0,06	-	0,18	0,22	-	0,18
Dieldrin	0,37	0,26	0,31	-	0,37	1,25	0,30	0,39	0,35	0,33	0,35	0,44
Endrin	0,18	1,03	1,23	0,48	0,18	0,63	0,43	2,55	0,44	2,95	1,27	0,99
Endosülfan II	0,04	0,03	0,03	-	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04	0,53
p,p'-DDD	0,99	0,49	1,03	0,83	0,99	0,39	0,93	1,16	1,83	1,51	1,08	0,91
Endrin aldehit	0,53	0,91	0,49	1,29	0,53	1,31	0,50	1,64	1,63	1,36	0,63	0,94
p,p'-DDT	0,05	0,94	0,02	0,43	0,05	0,79	0,95	0,21	0,31	0,39	0,67	-
Endosülfan sülfat	-	-	-	-	-	-	-	0,71	-	1,03	-	0,29
Endrin keton	1,32	0,29	1,14	1,41	1,32	1,57	0,82	-	2,06	-	1,28	0,39
Metoksiklor	-	-	-	-	-	0,62	-	0,38	-	0,39	0,17	0,03

A: *Carassius gibelio*, B: *Rutilus frisii*, C: *Cyprinus carpio*

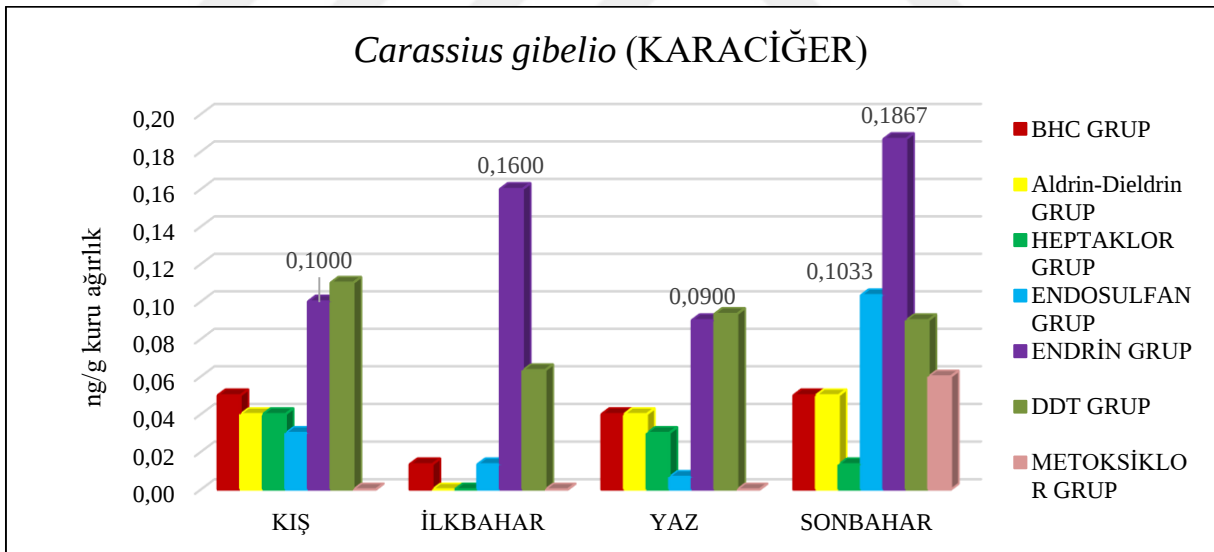
Sonuçlar ng/g kuru ağırlık olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.

Carassius gibelio karaciğer dokusunda ölçülen en yüksek OCP $0,19 \pm 0,005$ ng/g kuru ağırlık değeri ile yaz mevsiminde ölçülen Endrin grubuna ait pestisitler olmuştur. DDT grubu da her mevsim tespit edilen pestisitler olarak dikkatte değer konsantrasyonlarda bulunmuş Endosülfan grubu pestisitler ise $0,007 \pm 0,005$ ng/g kuru ağırlık değeri ile en düşük konsantrasyonlarda bulunan pestisitler olarak kaydedilmiştir (Tablo 4.28).

Tablo 4.28: Araştırma süresince *Carassius gibelio* karaciğer doku örneklerinde ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin mevsimsel değişimi ve istatistiksel değerlendirmesi (tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir)

<i>Carassius gibelio</i> KARACİĞER	KIŞ	İLKBAHAR	YAZ	SONBAHAR
BHC GRUP	0,05±0,01 ^a	0,01±0,005 ^b	0,04±0,01 ^{ab}	0,05±0,01 ^{ab}
Aldrin-Dieldrin GRUP	0,04±0,01 ^a	-	0,04±0,01 ^a	0,05±0,01 ^a
HEPTAKLOR GRUP	0,04±0,01 ^a	-	0,03±0,01 ^a	0,01±0,005 ^b
ENDOSÜLFAN GRUP	0,03±0,01 ^a	0,013±0,005 ^b	0,007±0,005 ^b	0,10±0,005 ^c
ENDRİN GRUP	0,10±0,01 ^a	0,16±0,01 ^b	0,09±0,01 ^a	0,19±0,005 ^c
DDT GRUP	0,11±0,01 ^a	0,06±0,005 ^b	0,09±0,005 ^a	0,09±0,01 ^a
METOKSİKLO R GRUP	-	-	-	0,06±0,01 ^a

Sonuçlar ng/g kuru ağırlık olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.



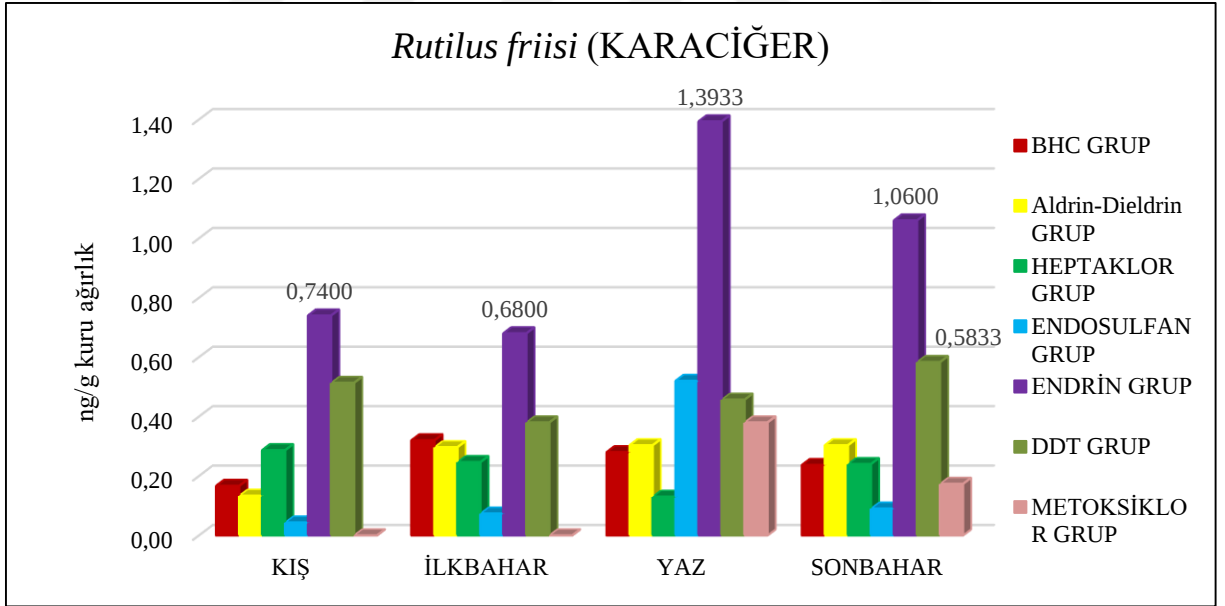
Şekil 4.46: Araştırma süresince *Carassius gibelio* karaciğer doku örneklerinde ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin mevsimsel değişimi

Rutilus friisi karaciğer doku örneklerinde ölçülen en yüksek OCP $1,39 \pm 0,03$ ng/g kuru ağırlık değeri ile yaz aylarında tespit edilen Endrin grubu pestisitler olmuştur. En düşük konsantrasyonda ise $0,04 \pm 0,005$ ng/g kuru ağırlık değeri ile kış mevsiminde ölçülen Endosülfan grubuna ait pestisitler bulunmuş araştırma süresince *Rutilus friisi* karaciğer doku örneklerinde Metoksiklor grubu pestisitler haricinde bütün pestisit grupları tespit edilmiştir (Tablo 4.29).

Tablo 4.29: Araştırma süresince *Rutilus friisi* karaciğer doku örneklerinde ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin mevsimsel değişimi ve istatistiksel değerlendirilmesi (tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir)

<i>Rutilus friisi</i> KARACİĞER	KIŞ	İLKBAHAR	YAZ	SONBAHAR
BHC GRUP	0,17±0,01 ^a	0,32±0,00 ^b	0,28±0,01 ^b	0,24±0,02 ^c
Aldrin-Dieldrin GRUP	0,13±0,005 ^a	0,29±0,02 ^b	0,30±0,03 ^b	0,30±0,02 ^b
HEPTAKLOR GRUP	0,28±0,02 ^a	0,24±0,03 ^a	0,13±0,00 ^b	0,24±0,01 ^a
ENDOSÜLFAN GRUP	0,04±0,005 ^a	0,07±0,005 ^b	0,52±0,00 ^c	0,09±0,01 ^b
ENDRİN GRUP	0,74±0,03 ^a	0,68±0,02 ^a	1,39±0,03 ^b	1,06±0,03 ^c
DDT GRUP	0,51±0,01 ^a	0,38±0,00 ^b	0,46±0,005 ^c	0,58±0,03 ^d
METOKSİKLO R GRUP	-	-	0,38±0,03 ^a	0,17±0,03 ^b

Sonuçlar ng/g kuru ağırlık olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.



Şekil 4.47: Araştırma süresince *Rutilus friisi* karaciğer doku örneklerinde ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin mevsimsel değişimi

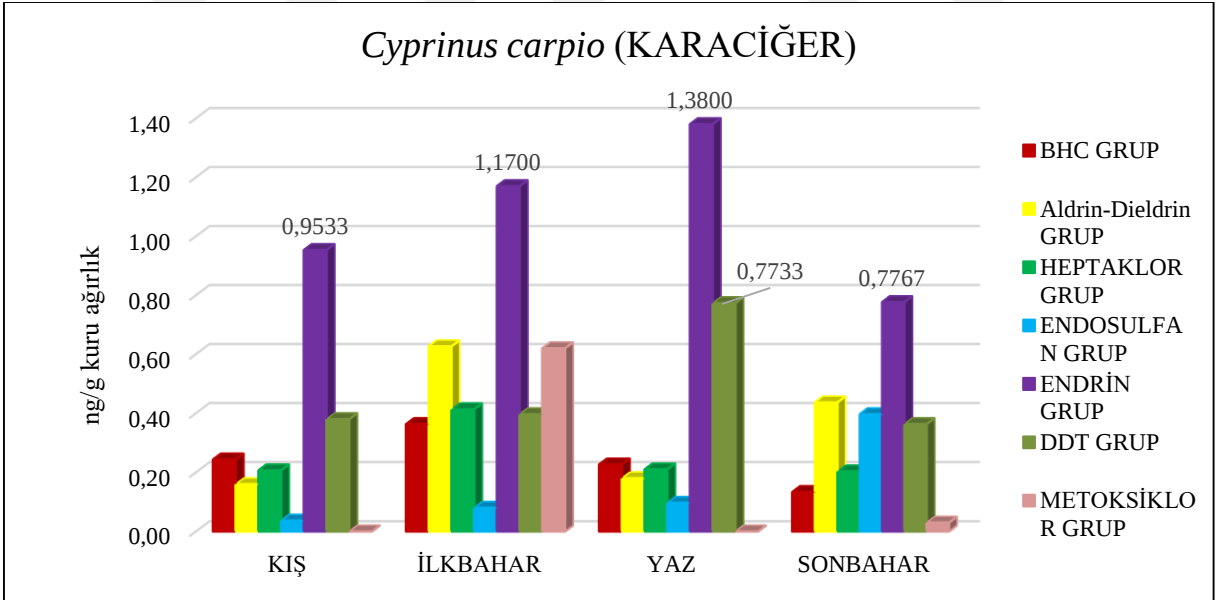
Cyprinus carpio karaciğer dokusunda en yüksek OCP 1,38±0,03 ng/g kuru ağırlık değeri ile yaz mevsiminde Endrin grubuna ait pestisitler ölçülmüştür. En düşük OCP değeri ise 0,08±0,01 ng/g kuru ağırlık ile ilkbahar mevsiminde ölçülen Endosülfan grubuna ait pestisitler olmuş

DDT grubuna ait pestisitler $0,77 \pm 0,01$ ng/g kuru ağırlık ile Endrin grubundan sonra en yüksek değerlerde temsil edilen pestisitler olarak kaydedilmiştir (Tablo 4.30).

Tablo 4.30: Araştırma süresince *Cyprinus carpio* karaciğer dokusu örneklerinde ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin mevsimsel değişimi ve istatistiksel değerlendirmesi (tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir)

<i>Cyprinus carpio</i> KARACİĞER	KIŞ	İLKBAHAR	YAZ	SONBAHAR
BHC GRUP	$0,24 \pm 0,01^a$	$0,36 \pm 0,01^b$	$0,23 \pm 0,01^a$	$0,13 \pm 0,005^c$
Aldrin-Dieldrin GRUP	$0,16 \pm 0,01^a$	$0,63 \pm 0,02^b$	$0,18 \pm 0,01^a$	$0,44 \pm 0,02^c$
HEPTAKLOR GRUP	$0,21 \pm 0,01^a$	$0,41 \pm 0,005^b$	$0,21 \pm 0,00^a$	$0,20 \pm 0,01^a$
ENDOSÜLFAN GRUP	$0,04 \pm 0,005^a$	$0,08 \pm 0,01^b$	$0,09 \pm 0,005^b$	$0,39 \pm 0,25^c$
ENDRİN GRUP	$0,95 \pm 0,02^a$	$1,17 \pm 0,03^b$	$1,38 \pm 0,03^c$	$0,77 \pm 0,03^d$
DDT GRUP	$0,38 \pm 0,010^b$	$0,39 \pm 0,005^b$	$0,77 \pm 0,01^c$	$0,36 \pm 0,01^a$
METOKSİKLOR GRUP	-	$0,62 \pm 0,02^a$	-	$0,03 \pm 0,00^b$

Sonuçlar ng/g kuru ağırlık olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.



Şekil 4.48: Araştırma süresince *Cyprinus carpio* karaciğer dokusu örneklerinde ölçülen organoklorlu pestisit değerlerinin mevsimsel değişimi

Elde edilen sonuçlar tüm OCP gruplarının kas ve karaciğer dokularındaki birikiminin anlamlı şekilde farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur. BHC grubunun karaciğer dokusunda ortalama konsantrasyonunun ($X_{ort}=0,2517$) kas dokusundaki ortalama konsantrasyonundan

($X_{ort}=0,0358$) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($t_{(37,319)}=-14,912$, $P = 0,001$, $P < 0,05$). Aldrin grubunun karaciğer dokusundaki birikimi ($X_{ort}=0,2739$) kas dokusundaki birikiminden ($X_{ort}=0,0383$) yüksek bulunmuştur ($t_{(36,319)}=-9,094$, $P = 0,001$, $P < 0,05$). Heptaklor grubunun ortalama konsantrasyonu karaciğer dokusunda ($X_{ort}=0,2047$) kas dokusundan ($X_{ort}=0,0303$) daha yüksek tespit edilmiştir ($t_{(36,998)}=-10,269$, $P = 0,001$, $P < 0,05$). Endosülfan grubu birikimi iki doku arasından anlamlı şekilde farklılık göstermiştir ($t_{(36,303)}=-4,145$, $P = 0,001$, $P < 0,05$) ve karaciğer dokusundaki konsantrasyonu ($X_{ort}=0,1881$) kas dokusundaki konsantrasyonundan ($X_{ort}=0,0358$) daha yüksekti. Karaciğer dokusunda daha yüksek bir birikime sahip olan ($X_{ort}=0,9903$) Endrin grubukas dokusunda $X_{ort}=0,1344$ olarak tespit edildi ve aralarında anlamlı fark tespit edilmiştir ($t_{(35,768)}=-16,943$, $P = 0,001$, $P < 0,05$). DDT grubunun karaciğer dokusundaki konsantrasyonu ($X_{ort}=0,4931$) kas dokusundaki konsantrasyonundan ($X_{ort}=0,0922$) daha yüksek kaydedilmiş ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($t_{(36,382)}=-15,357$, $P = 0,001$, $P < 0,05$). Metoksiklor grubu ise iki dokuda anlamlı farklılık göstermiş ($t_{(36,625)}=-3,224$, $P = 0,001$, $p < 0,05$) ve karaciğer dokusundaki konsantrasyonu ($X_{ort}=0,1328$) kas dokusundakinden ($X_{ort}=0,0200$) daha yüksek bulunmuştur.

4.5 SU ÖRNEKLERİNDE ÖLÇÜLEN POLİSİKLIK HİDROKARBON DEĞERLERİ

Ocak 2019-Aralık 2019 tarihleri arasında 5 kıyı istasyonu ve 1 açıksu bölgesinden (referans istasyondan) alınan yüzey su örneklerinde PAH ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar istasyonlar baz alınarak tablo halinde verilmiştir (Tablo 4.31 ve Tablo 4.34-4.39). İznik Gölü'nde örnek alınan istasyonlarda PAH yayılımını göstermek için kutu grafikleri kullanılmıştır (Şekil 4.49-Şekil 4.54). PAH konsantrasyonlarının aylara, mevsimlere ve istasyonlara bağlı olarak istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir (tek yönlü ANOVA). Naftalin ($P = 0,001$), Asenaftilen ($P = 0,001$), Asenaften ($P = 0,001$) ve Floren ($P = 0,030$) konsantrasyonları aylara göre anlamlı farklılıklar göstermiştir ($P < 0,05$) (Tablo 4.31). En düşük ortalama PAH konsantrasyonları kış ve ilkbahar mevsimlerinde tespit edilmiştir. Ortalama PAH konsantrasyonları mevsimsel olarak değerlendirildiğinde en düşük konsantrasyon kış mevsiminde $0,011 \mu\text{g}/\text{L}$ ile asenaftilen, en yüksek konsantrasyon ise ilkbahar mevsiminde $1,294 \mu\text{g}/\text{L}$ ile Piren de saptanmıştır (Tablo 4.32). PAH konsantrasyonları mevsimsel olarak Naftalin, Asenaftilen, Asenaften ve Floren için anlamlı farklılık göstermiştir (Tablo 4.32).

Tablo 4.31: İznik Gölü yüzey suyunda ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon ortalama değerlerinin aylık değişimi ve istatistiksel değerlendirmesi (Tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir)

Bileşikler/ Aylar	Oca.19	Şub.19	Mar.19	Nis. 19	May.19	Haz. 19	Tem.19	Ağu.19	Eyl. 19	Eki. 19	Kas. 19	Ara. 19
Naftalin	0,16±0,04 ^a	0,19±0,05 ^{ac}	0,27±0,11 ^{bcd}	0,25±0,09 ^{ace}	0,31±0,14 ^{bef}	0,26±0,09 ^{adfg}	0,30±0,05 ^{begh}	0,27±0,13 ^{adfg}	0,30±0,11 ^{begk}	0,26±0,11 ^{adfhk}	0,23±0,07 ^{adfhk}	0,25±0,09 ^{adfhk}
Asenaftilen	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03±0,08 ^{ac}	0,05±0,07 ^{bcd}	-	0,03±0,07 ^{ad}
Asenaften	0,10±0,07 ^{ac}	0,11±0,08 ^{ac}	0,018±0,04 ^a	0,14±0,06 ^{ab}	0,15±0,11 ^{ab}	0,15±0,11 ^{ab}	0,15±0,11 ^{ab}	0,20±0,15 ^{bc}	0,21±0,18 ^{bc}	0,18±0,15 ^{bc}	0,18±0,13 ^{bc}	0,18±0,13 ^{bc}
Floren	0,27±0,06 ^{ac}	0,30±0,07 ^{ac}	0,29±0,15 ^{ac}	0,28±0,05 ^{ac}	0,31±0,10 ^{ac}	0,31±0,11 ^{ac}	0,33±0,15 ^{ac}	0,37±0,15 ^a	0,35±0,09 ^{ac}	0,30±0,08 ^{ac}	0,31±0,10 ^{ac}	0,23±0,04 ^{bc}
Fenantren	0,21±0,17 ^a	0,22±0,20 ^a	0,16±0,17 ^a	0,22±0,21 ^a	0,25±0,16 ^a	0,25±0,18 ^a	0,26±0,17 ^a	0,33±0,23 ^a	0,25±0,15 ^a	0,25±0,19 ^a	0,26±0,15 ^a	0,25±0,17 ^a
Antrasen	0,31±0,15 ^a	0,33±0,14 ^a	0,31±0,20 ^a	0,33±0,24 ^a	0,25±0,15 ^a	0,31±0,17 ^a	0,33±0,17 ^a	0,38±0,21 ^a	0,34±0,14 ^a	0,30±0,11 ^a	0,26±0,17 ^a	0,23±0,09 ^a
Floranten	0,31±0,10 ^a	0,382±0,12 ^a	0,27±0,07 ^a	0,33±0,17 ^a	0,28±0,13 ^a	0,33±0,11 ^a	0,34±0,15 ^a	0,37±0,14 ^a	0,35±0,07 ^a	0,30±0,11 ^a	0,30±0,05 ^a	0,26±0,12 ^a
Piren	1,28±0,47 ^a	1,24±0,53 ^a	1,30±0,52 ^a	1,39±0,50 ^a	1,18±0,41 ^a	1,17±0,38 ^a	1,23±0,30 ^a	1,41±0,59 ^a	1,20±0,36 ^a	1,14±0,45 ^a	1,11±0,38 ^a	1,15±0,44 ^a
Benzo[a]ant rasen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Krisen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo[b]flo ranten	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo[k]flo ranten	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(a)pir en	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Indeno(1,2, 3-c,d)piren	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dibenzo(a,h) antrasen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(g,h,i) perilen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sonuçlar ng/g kuru ağırlık olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.

Tablo 4.32: İznik Gölü yüzey suyunda ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon değerlerinin mevsimsel değişimi ve istatistiksel değerlendirilmesi (Tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir)

Bileşikler/Mevsimler	KIŞ	İLKBAHAR	YAZ	SONBAHAR
Naftalin	0,20±0,07 ^a	0,28±0,11 ^b	0,27±0,09 ^b	0,26±0,10 ^b
Asenaftilen	0,01±0,04 ^a	-	-	0,02±0,06 ^b
Asenaften	0,13±0,10 ^a	0,10±0,10 ^a	0,16±0,13 ^b	0,19±0,15 ^b
Floren	0,27±0,06 ^a	0,29±0,11 ^b	0,33±0,13 ^b	0,32±0,09 ^b
Fenantren	0,22±0,18 ^a	0,21±0,18 ^a	0,28±0,19 ^a	0,25±0,16 ^a
Antrasen	0,29±0,13 ^a	0,30±0,20 ^a	0,34±0,18 ^a	0,30±0,14 ^a
Floranten	0,31±0,12 ^a	0,29±0,13 ^a	0,35±0,13 ^a	0,31±0,09 ^a
Piren	1,2±0,47 ^a	1,29±0,48 ^a	1,27±0,45 ^a	1,15±0,39 ^a
Benzo[a]antrasen	-	-	-	-
Krisen	-	-	-	-
Benzo[b]floranten	-	-	-	-
Benzo[k]floranten	-	-	-	-
Benzo(a)piren	-	-	-	-
Indeno(1,2,3-c,d)piren	-	-	-	-
Dibenzo(a,h)antrasen	-	-	-	-
Benzo(g,h,i)perilen	-	-	-	-

Sonuçlar ng/g kuru ağırlık olarak verilfi. “-”: Tespit edilemedi.

Tablo 4.33: İznik Gölü yüzey suyunda ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon değerlerinin istasyonlara göre değişimi ve istatistiksel değerlendirmesi (Tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir)

Bileşikler/ İstasyonlar	1.istasyon	2.istasyon	3.istasyon	4.istasyon	5.istasyon	6.istasyon
Naftalin	0,26±0,04 ^a	0,15± 0,05 ^b	0,32±0,09 ^c	0,32±0,13 ^{ac}	0,21±0,07 ^a	0,26±0,09 ^a
Asenaftilen	-	-	0,03±0,07 ^a	0,02±0,06 ^a	-	-
Asenaften	0,01±0,04 ^a	-	0,19±0,07 ^b	0,21±0,08 ^b	0,18±0,07 ^b	0,28±0,11 ^c
Floren	0,36±0,06 ^a	0,18±0,05 ^b	0,44±0,09 ^c	0,35±0,07 ^a	0,25±0,04 ^d	0,23±0,04 ^d
Fenantren	0,10±0,05 ^a	0,43±0,11 ^b	0,23±0,06 ^c	0,10±0,07 ^a	0,12±0,06 ^a	0,48±0,15 ^b
Antrasen	0,12±0,05 ^a	0,29±0,06 ^b	0,24±0,05 ^{bc}	0,21±0,08 ^c	0,38±0,08 ^d	0,60±0,11 ^e
Floranten	0,17±0,08 ^a	0,25±0,05 ^b	0,30±0,05 ^{bc}	0,31±0,09 ^c	0,40±0,08 ^d	0,48±0,06 ^e
Piren	1,38±0,34 ^a	0,89±0,12 ^b	1,30±0,13 ^{ad}	0,65±0,12 ^c	1,21±0,13 ^d	1,96±0,21 ^e
Benzo[a] antrasen	-	-	-	-	-	-
Krisen	-	-	-	-	-	-
Benzo[b] floranten	-	-	-	-	-	-
Benzo[k] floranten	-	-	-	-	-	-
Benzo(a)piren	-	-	-	-	-	-
Indeno(1,2,3- c,d)piren	-	-	-	-	-	-
Dibenzo(a,h) antrasen	-	-	-	-	-	-
Benzo(g,h,i) perilen	-	-	-	-	-	-

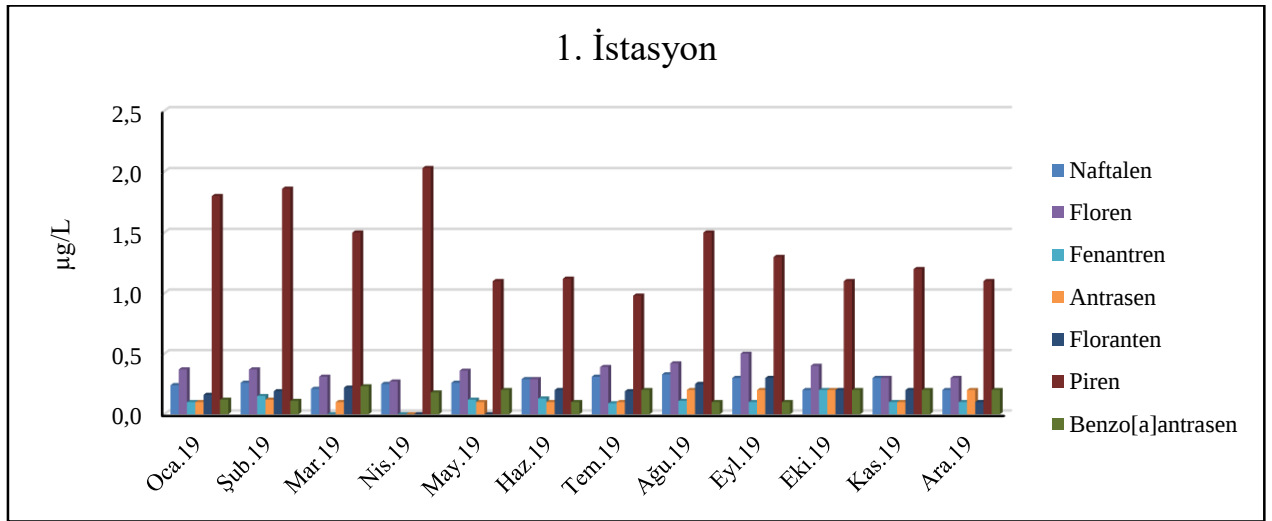
Sonuçlar ng/g kuru ağırlık olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.

Analiz edilen yüzey suyu örneklerinde 16 PAH bileşiğinden 8 tanesi tespit edilmiş, tespit edilen PAH bileşiklerinin 2, 3 ve 4 halkalı PAH bileşiklerinden oluştuğu görülmüştür. PAH ölçümlerinin yapıldığı 6. istasyonda kaydedilen ortalama PAH değerleri diğer istasyonlardan farklı olarak anlamlı sonuçlar vermiştir. Gölde en yüksek PAH konsantrasyonlarına genellikle bu istasyonda ulaşılmış (0,285 µg/L Asenaften, 0,483 µg/L Fenantren, 0,605 µg/L Antrasen, 0,483 µg/L Floranten ve 1,963 µg/L Piren) gölde tespit edilen en düşük ortalama konsantrasyon 1. istasyon 0,014 µg/L ile Asenaften de ölçülmüştür (Tablo 4.33).

Tablo 4.34: 1. istasyon yüzey suyunda ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi

	1. İstasyon											
Bileşik Adı/Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Naftalin	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2
Asenaftilen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Asenaften	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Floren	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3	0,3
Fenantren	0,1	0,2	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
Antrasen	0,1	0,1	0,1	-	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2
Floranten	0,2	0,2	0,2	-	-	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1
Piren	1,8	1,9	1,5	2	1,1	1,1	1	1,5	1,3	1,1	1,2	1,1
Benzo[a]antrasen	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
Krisen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo[b]floranten	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo[k]floranten	-	-	0,1	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-
Benzo(a)piren	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Indeno(1,2,3-c,d)piren	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dibenzo(a,h)antrasen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(g,h,i)perilen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sonuçlar µg/L olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.

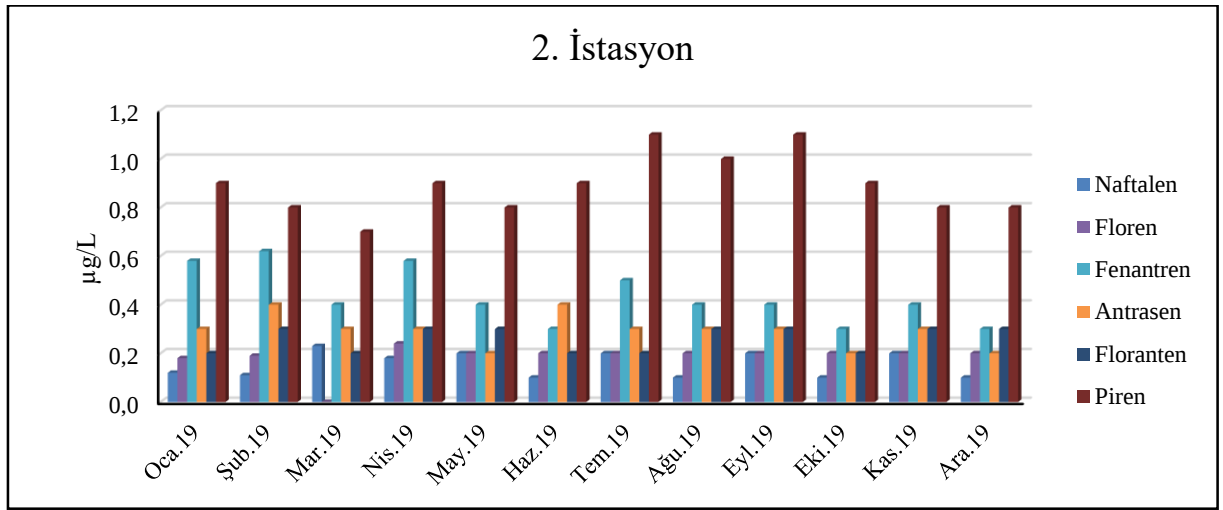


Şekil 4.49: 1. istasyon yüzey suyunda ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi

Tablo 4.35: 2. istasyon yüzey suyunda ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi

	2. İstasyon											
Bileşik Adı/Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Naftalin	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1
Asenaftilen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Asenaften	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Floren	0,2	0,2	-	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Fenantren	0,6	0,6	0,4	0,6	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3
Antrasen	0,3	0,4	0,3	0,3	0,2	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2
Floranten	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3
Piren	0,9	0,8	0,7	0,9	0,8	0,9	1,1	1	1,1	0,9	0,8	0,8
Benzo[a]antrasen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Krisen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo[b]floranten	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo[k]floranten	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(a)piren	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Indeno(1,2,3-c,d)piren	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dibenzo(a,h)antrasen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(g,h,i)perilen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sonuçlar $\mu\text{g/L}$ olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.

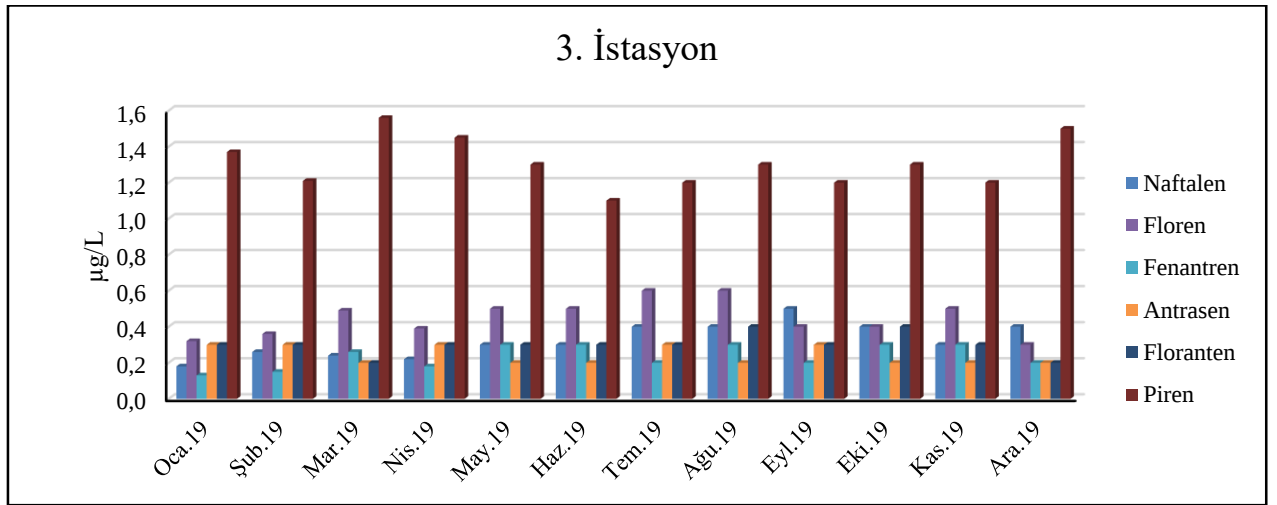


Şekil 4.50: 2. istasyon yüzey suyunda ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi

Tablo 4.36: 3. istasyon yüzey suyunda ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi

	3. İstasyon											
Bileşik Adı/Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Naftalin	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3	0,4
Asenaftilen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	0,2
Asenaften	0,2	0,2	-	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3
Floren	0,3	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,4	0,4	0,5	0,3
Fenantren	0,1	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2
Antrasen	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2
Floranten	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,2
Piren	1,4	1,2	1,6	1,5	1,3	1,1	1,2	1,3	1,2	1,3	1,2	1,5
Benzo[a]antrasen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Krisen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo[b]floranten	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo[k]floranten	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(a)piren	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Indeno(1,2,3-c,d)piren	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dibenzo(a,h)antrasen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(g,h,i)perilen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sonuçlar µg/L olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.

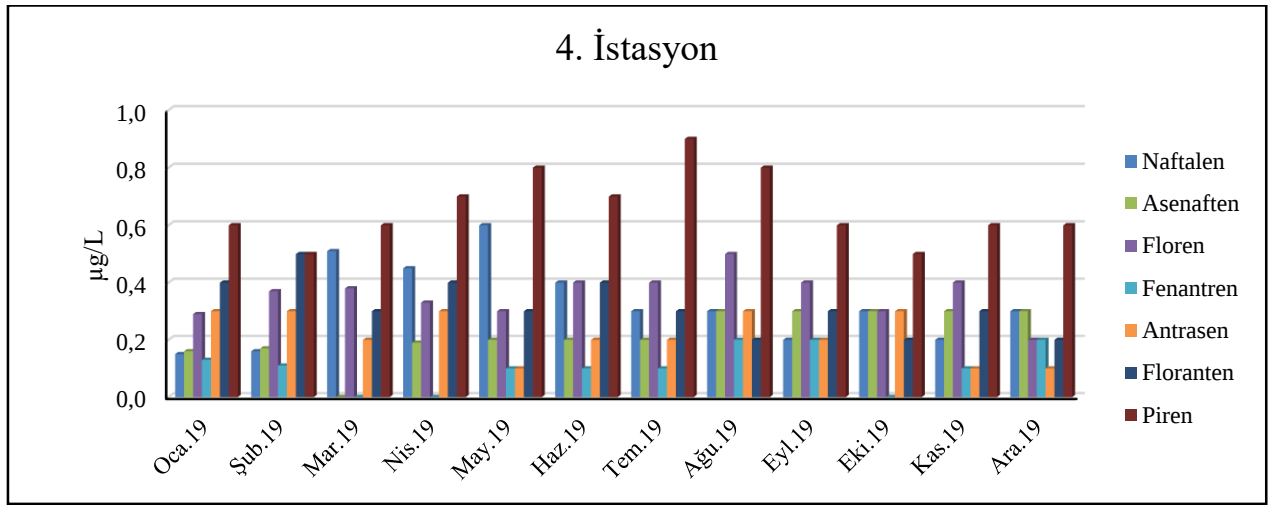


Şekil 4.51: 3. istasyon yüzey suyunda ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi

Tablo 4.37: 4. istasyon yüzey suyunda ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi

	4. İstasyon											
Bileşik Adı/Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Naftalin	0,2	0,2	0,5	0,5	0,6	0,4	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3
Asenaftilen	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,1	-	-
Asenaften	0,2	0,2	-	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Floren	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3	0,4	0,2
Fenantren	0,1	0,1	-	-	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	-	0,1	0,2
Antrasen	0,3	0,3	0,2	0,3	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,1	0,1
Floranten	0,4	0,5	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2
Piren	0,6	0,5	0,6	0,7	0,8	0,7	0,9	0,8	0,6	0,5	0,6	0,6
Benzo[a]antrasen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Krisen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo[b]floranten	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo[k]floranten	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(a)piren	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Indeno(1,2,3-c,d)piren	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dibenzo(a,h)antrasen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(g,h,i)perilen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sonuçlar µg/L olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.

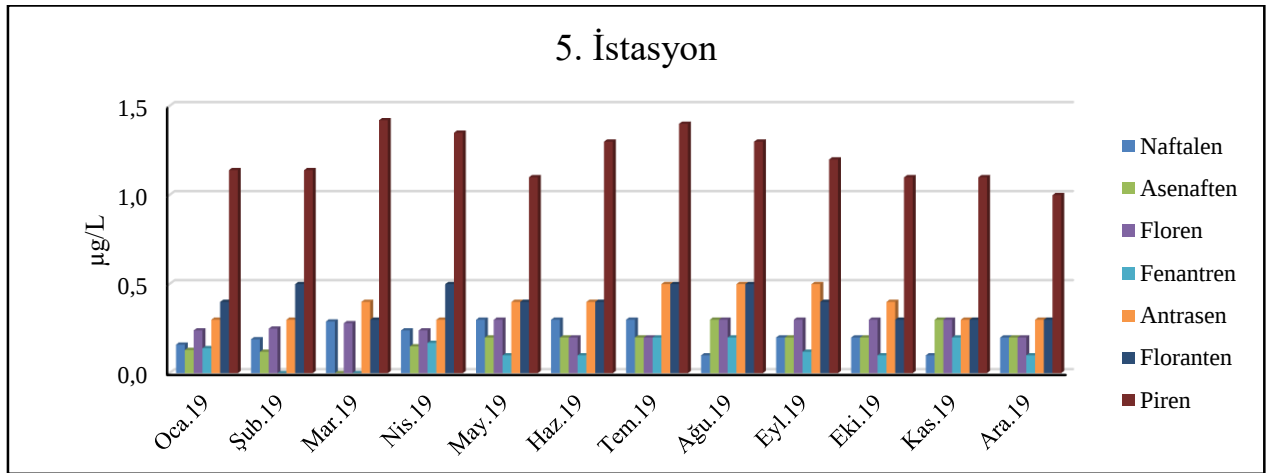


Şekil 4.52: 4. istasyon yüzey suyunda ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi

Tablo 4.38: 5. istasyon yüzey suyunda ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi

	5. İstasyon											
Bileşik Adı/Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Naftalin	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2
Asenaften	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Asenaften	0,1	0,1	-	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2
Floren	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
Fenantren	0,1	-	-	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1
Antrasen	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3
Floranten	0,4	0,5	0,3	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3
Piren	1,1	1,1	1,4	1,4	1,1	1,3	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1	1
Benzo[a]antrasen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Krisen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo[b]floranten	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo[k]floranten	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(a)piren	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Indeno(1,2,3-c,d)piren	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dibenzo(a,h)antrasen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(g,h,i)perilen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sonuçlar µg/L olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.

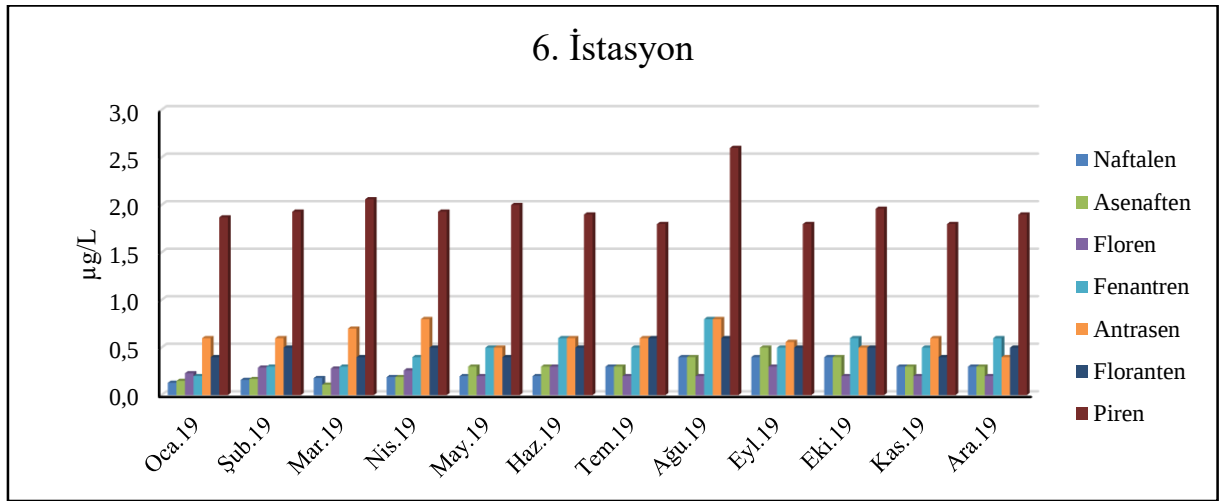


Şekil 4.53: 5. istasyon yüzey suyunda ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi

Tablo 4.39: 6. istasyon yüzey suyunda ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi

Bileşik Adı/Aylar	6. İstasyon											
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Naftalin	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3
Asenaften	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Asenaften	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,4	0,3	0,3
Floren	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2
Fenantren	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,5	0,8	0,5	0,6	0,5	0,6
Antrasen	0,6	0,6	0,7	0,8	0,5	0,6	0,6	0,8	0,6	0,5	0,6	0,4
Floranten	0,4	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,5
Piren	1,9	1,9	2,1	1,9	2	1,9	1,8	2,6	1,8	2	1,8	1,9
Benzo[a]antrasen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Krisen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo[b]floranten	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo[k]floranten	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(a)piren	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Indeno(1,2,3-c,d)piren	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dibenzo(a,h)antrasen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(g,h,i)perilen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sonuçlar µg/L olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.



Şekil 4.54: 6. istasyon yüzey suyunda ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi

4.6 SU KOLONUNDA ÖLÇÜLEN POLİSİKLIK AROMATİK HİDROKARBON (PAH) DEĞERLERİNİN AYLIK DEĞİŞİMİ

Tez çalışması kapsamında Ocak 2019-Aralık 2019 tarihleri arasında referans istasyondan yüzey, 10 m, 20 m, 30 m ve 40 m su kolunundan alınan örneklerden 16 adet PAH ölçümü aylık olarak gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar derinlikler baz alınarak tablo halinde verilmiştir (Tablo 4.40). İznik Gölü'nde belirlenen alanlarda PAH konsantrasyonlarının büyüklüğünü ve yayılımını göstermek için kutu grafikleri kullanılmıştır (Şekil 4.55- Şekil 4.59). PAH konsantrasyonları aylara (Tablo 4.40), mevsimlere (Tablo 4.41) ve derinliğe (Tablo 4.42) bağlı değerlendirilmesinde istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur (tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$).

Tablo 4.40: 5. istasyon su kolonunda ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon değerlerinin aylık değişimi ve istatistiksel değerlendirmesi (tek yönlü ANOVA, P < 0,05) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir)

Bileşikler/ Aylar	Oca.19	Şub.19	Mar.19	Nis. 19	May.19	Haz. 19	Tem.1 9	Ağu.19	Eyl. 19	Eki. 19	Kas. 19	Ara. 19
Naftalin	0,25±0,06 ^a	0,23±0,05 ^a	0,31±0,04 ^{ab}	0,32±0,06 ^{ab}	0,32±0,04 ^{ab}	0,34±0,10 ^{ab}	0,36±0,12 ^b	0,32±0,120 ^{ab}	0,30±0,113 ^{ab}	0,28±0,077 ^{ab}	0,24±0,08 ^a	0,30±0,09 ^{ab}
Asenaftilen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Asenaften	0,22±0,06 ^a	0,24±0,10 ^a	0,22±0,12 ^b	0,31±0,09 ^a	0,30±0,06 ^{abc}	0,30±0,06 ^{abc}	0,24±0,05 ^{ab}	0,36±0,05 ^c	0,27±0,06 ^{ab}	0,24±0,05 ^{ab}	0,26±0,05 ^{ab}	0,28±0,04 ^{abc}
Floren	0,33±0,10 ^{ac}	0,34±0,10 ^{ac}	0,37±0,12 ^a	0,33±0,10 ^{ac}	0,40±0,09 ^d	0,30±0,09 ^{abc}	0,22±0,04 ^{bc}	0,30±0,00 ^{abc}	0,32±0,04 ^{ad}	0,32±0,04 ^{ad}	0,30±0,06 ^{abc}	0,26±0,08 ^{bc}
Fenantren	0,23±0,10 ^{abcd}	0,20±0,13 ^{ab}	0,26±0,15 ^{abcf}	0,29±0,07 ^{abcd}	0,28±0,12 ^{abcd}	0,2±0,06 ^{ab}	0,34±0,10 ^{cd}	0,34±0,08 ^{cd}	0,24±0,13 ^{abcd}	0,30±0,14 ^{abcd}	0,22±0,04 ^{abcd}	0,20±0,09 ^{ab}
Antrasen	0,36±0,08 ^{ad}	0,36±0,08 ^{ad}	0,42±0,12 ^{acd}	0,36±0,05 ^{ad}	0,42±0,07 ^{acd}	0,50±0,06 ^{bc}	0,56±0,05 ^b	0,54±0,05 ^{bc}	0,46±0,05 ^{cd}	0,44±0,05 ^{acd}	0,38±0,07 ^{ad}	0,38±0,07 ^{ad}
Floranten	0,44±0,10 ^{abd}	0,44±0,08 ^{abd}	0,42±0,07 ^{ad}	0,52±0,0 ^{bc}	0,54±0,08 ^c	0,48±0,07 ^{abc}	0,46±0,05 ^{abd}	0,56±0,08 ^c	0,48±0,07 ^{abc}	0,44±0,08 ^{abd}	0,46±0,10 ^{abd}	0,38±0,07 ^{ad}
Piren	1,24±0,09 ^a	1,35±0,18 ^{abd}	1,32±0,18 ^{abd}	1,45±0,11 ^{bcd}	1,40±0,17 ^{abcd}	1,46±0,10 ^{bcd}	1,58±0,12 ^{cd}	1,50±0,14 ^d	1,38±0,13 ^{abd}	1,22±0,15 ^a	1,32±0,17 ^{abcd}	1,30±0,21 ^{ab}
Benzo[a]antr asen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Krisen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo[b]flor anten	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo[k]flor anten	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(a)pire n	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Indeno(1,2,3- c,d)piren	0,06±0,05 ^a	-	-	-	0,06±0,05 ^a	0,06±0,05 ^a	-	0,06±0,05 ^a	-	-	-	0,06±0,05 ^a
Dibenzo(a,h) antrasen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(g,h,i)p erilen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sonuçlar µg/L olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.

5. istasyondan derinliğe bağlı olarak alınan su örneklerinde tespit edilen PAH bileşikleri yüzey suyunda tespit edilen bileşikler ile benzerlik göstermiş yüzey suyu verilerinden farklı olarak 6 halkalı PAH bileşiği olan indeno(1,2,3-c,d)piren bazı aylarda tespit edilmiştir (Tablo 4.40). Analiz edilen 16 PAH bileşiğinden 8 tanesi tespit edilirken diğer PAH bileşikler tespit limitlerinin altında kalmıştır. Tespit edilen tüm PAH bileşiklerinde en yüksek ortalama konsantrasyonlara yaz aylarında ve en yüksek ortalama konsantrasyonuna Piren bileşiğinde $1,58 \pm 0,12$ µg/L ile Temmuz ayı örneğinde ulaşılmıştır. Bu sonuçlara ek olarak Floranten ve Antrasen PAH türleri Pirenden sonra en yüksek ortalama konsantrasyonlara sahip bileşikler olarak dikkat çekmiştir.

Tablo 4.41: 5. istasyon su kolonunda ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon değerlerinin mevsimsel değişimi ve istatistiksel değerlendirmesi (tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir)

Bileşik Adı/Mevsimler	KIŞ	İLKBAHAR	YAZ	SONBAHAR
Naftalin	0,26±0,07 ^a	0,32±0,05 ^b	0,34±0,11 ^b	0,27±0,09 ^a
Asenaftilen	-	-	-	-
Asenaften	0,25±0,07 ^a	0,27±0,10 ^{ab}	0,30±0,07 ^b	0,25±0,05 ^{ab}
Floren	0,31±0,10 ^a	0,36±0,10 ^b	0,27±0,06 ^a	0,31±0,05 ^a
Fenantren	0,21±0,10 ^a	0,27±0,11 ^b	0,29±0,10 ^b	0,25±0,12 ^{ab}
Antrasen	0,36±0,07 ^a	0,40±0,08 ^{ab}	0,53±0,06 ^c	0,42±0,06 ^b
Floranten	0,42±0,09 ^a	0,49±0,08 ^b	0,50±0,08 ^b	0,46±0,08 ^{ab}
Piren	1,30±0,17 ^a	1,39±0,16 ^b	1,51±0,13 ^c	1,31±0,16 ^{ab}
Benzo[a]antrasen	-	-	-	-
Krisen	-	-	-	-
Benzo[b]floranten	-	-	-	-
Benzo[k]floranten	-	-	-	-
Benzo(a)piren	-	-	-	-
Indeno(1,2,3-c,d)piren	0,04±0,05 ^a	0,02±0,04 ^{ab}	0,04±0,04 ^a	-
Dibenzo(a,h)antrasen	-	-	-	-
Benzo(g,h,i)perilen	-	-	-	-

Sonuçlar µg/L olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.

Ocak 2019-Aralık 2019 tarihleri arasında 5. istasyondan derinliğe bağlı olarak alınan su örneklerinin mevsimsel değerlendirildiğinde, 16 PAH bileşiğinden 8 tanesi tespit edilmiş ve en yüksek ortalama konsantrasyonlara yaz mevsiminde (Floren hariç) ulaşılmıştır. Piren bileşiği $1,51 \pm 0,13$ µg/L ortalama konsantrasyon ile en yüksek değerlerde bulunmuştur. Pirenden sonra en yüksek ortalama konsantrasyonlara sahip bileşikler Floranten ve Antrasen PAH türleri olduğu görülmüştür.

Tablo 4.41: 5. İstasyon su kolonunda ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon değerlerinin yüzey, 10m, 20m, 30m ve 40m derinlikteki değişimi ve istatistiksel değerlendirmesi (tek yönlü ANOVA, P < 0,05) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir)

Bileşik Adı/Derinlikler	Yüzey	10m	20m	30m	40m
Naftalin	0,21±0,07 ^a	0,24±0,05 ^a	0,32±0,04 ^b	0,33±0,06 ^{bc}	0,37±0,11 ^c
Asenaftilen	-	-	-	-	-
Asenaften	0,18±0,07 ^a	0,25±0,05 ^b	0,31±0,05 ^{cd}	0,28±0,06 ^{bd}	0,33±0,06 ^c
Floren	0,25±0,04 ^a	0,25±0,04 ^a	0,31±0,06 ^b	0,34±0,07 ^b	0,40±0,11 ^c
Fenantren	0,11±0,06 ^a	0,21±0,06 ^b	0,26±0,07 ^c	0,31±0,10 ^d	0,38±0,06 ^e
Antrasen	0,38±0,08 ^a	0,40±0,09 ^{ac}	0,45±0,07 ^{bc}	0,47±0,10 ^b	0,45±0,10 ^{bc}
Floranten	0,40±0,08 ^a	0,46±0,04 ^b	0,45±0,09 ^b	0,48±0,06 ^{bd}	0,53±0,10 ^{cd}
Piren	1,21±0,13 ^a	1,29±0,11 ^b	1,37±0,13 ^{bd}	1,43±0,16 ^{cd}	1,58±0,08 ^e
Benzo[a]antrasen	-	-	-	-	-
Krisen	-	-	-	-	-
Benzo[b]floranten	-	-	-	-	-
Benzo[k]floranten	-	-	-	-	-
Benzo(a)piren	-	-	-	-	-
Indeno(1,2,3-c,d)piren	-	-	0,04±0,05 ^a	0,04±0,05 ^a	0,04±0,05 ^a
Dibenzo(a,h)antrasen	-	-	-	-	-
Benzo(g,h,i)perilen	-	-	-	-	-

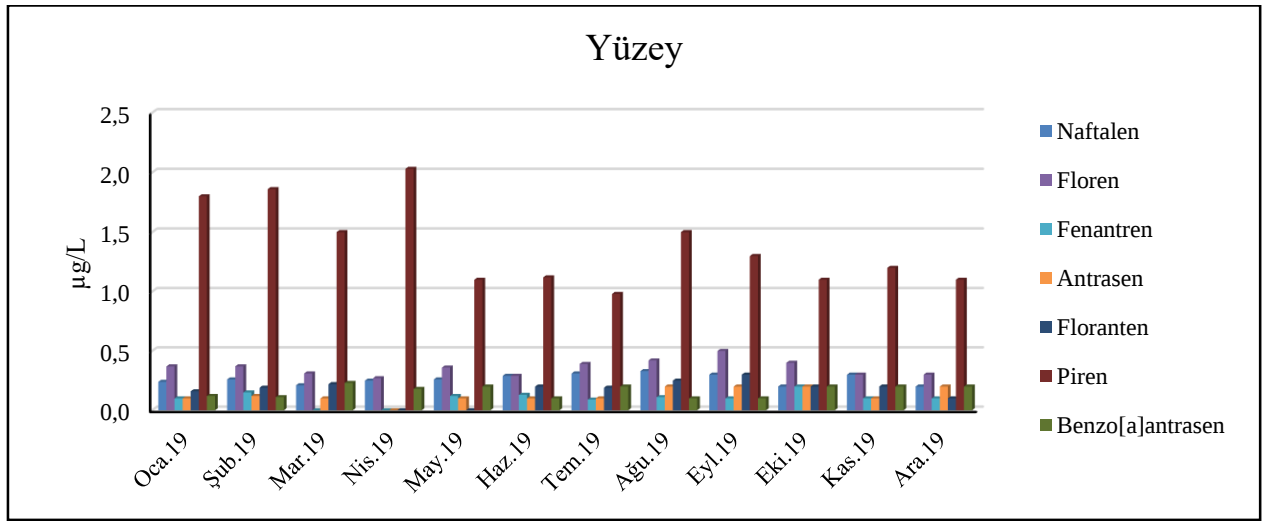
Sonuçlar µg/L olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.

5. istasyonda tespit edilen tüm PAH bileşiklerinde en yüksek ortalama konsantrasyonlar örnekleme yapılan en derin nokta olan 40 m derinlikte kaydedilmiştir. Ayrıca örnekleme süresince derinlik arttıkça tespit edilen ortalama konsantrasyonlarda da artış görülmüş ölçülen en yüksek ortalama konsantrasyona Piren bileşiğinde $1,58 \pm 0,08$ µg/L ile 40 m derinlikte ulaşılmıştır. Bu sonuçlara ek olarak Piren bileşiğinden sonra en yüksek ortalama konsantrasyonlar Floranten ve Antrasen PAH türlerinde yine 40 m derinlikte tespit edilmiştir.

Tablo 4.42: 5. istasyon yüzey suyunda ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi

	5. istasyon Yüzey											
Bileşik Adı/Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Naftalin	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2
Asenaftilen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Asenaften	0,1	0,1	-	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2
Floren	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
Fenantren	0,1	-	-	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1
Antrasen	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3
Floranten	0,4	0,5	0,3	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3
Piren	1,1	1,1	1,4	1,4	1,1	1,3	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0
Benzo[a]antrasen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Krisen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo[b]floranten	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo[k]floranten	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(a)piren	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Indeno(1,2,3-c,d)piren	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dibenzo(a,h)antrasen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(g,h,i)perilen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sonuçlar µg/L olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.

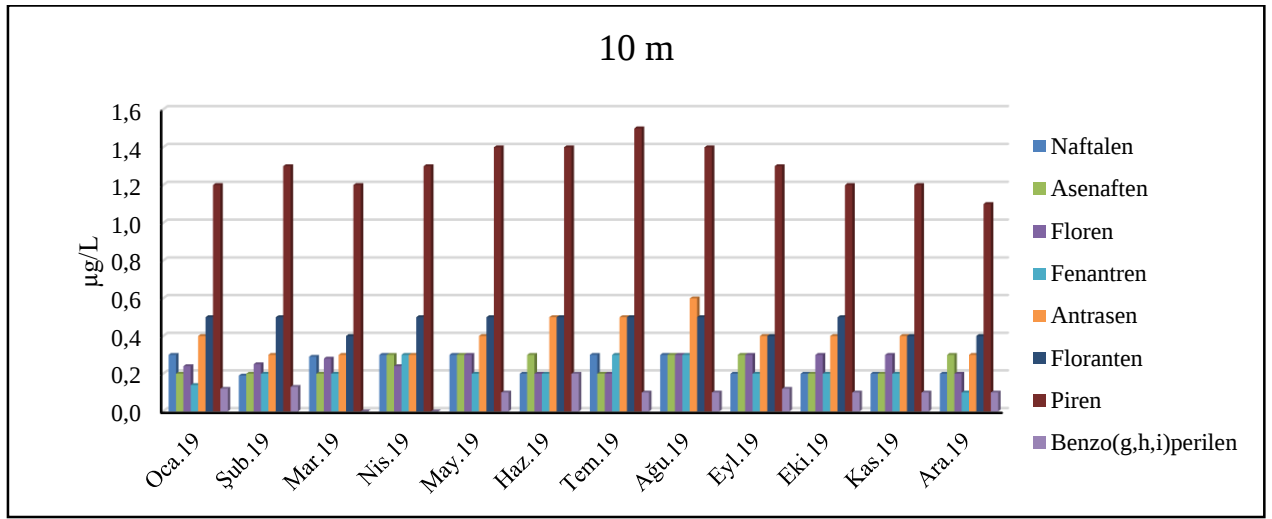


Şekil 4.55: 5. istasyon yüzey suyunda ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi

Tablo 4.43: 5. İstasyon 10 m ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi

Bileşik Adı/Aylar	5. istasyon 10 m											
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Naftalin	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
Asenaftilen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Asenaften	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3
Floren	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
Fenantren	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1
Antrasen	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,4	0,4	0,3
Floranten	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4
Piren	1,2	1,3	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1
Benzo[a]antrasen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Krisen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo[b]floranten	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo[k]floranten	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(a)piren	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Indeno(1,2,3-c,d)piren	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dibenzo(a,h)antrasen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(g,h,i)perilen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sonuçlar µg/L olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.

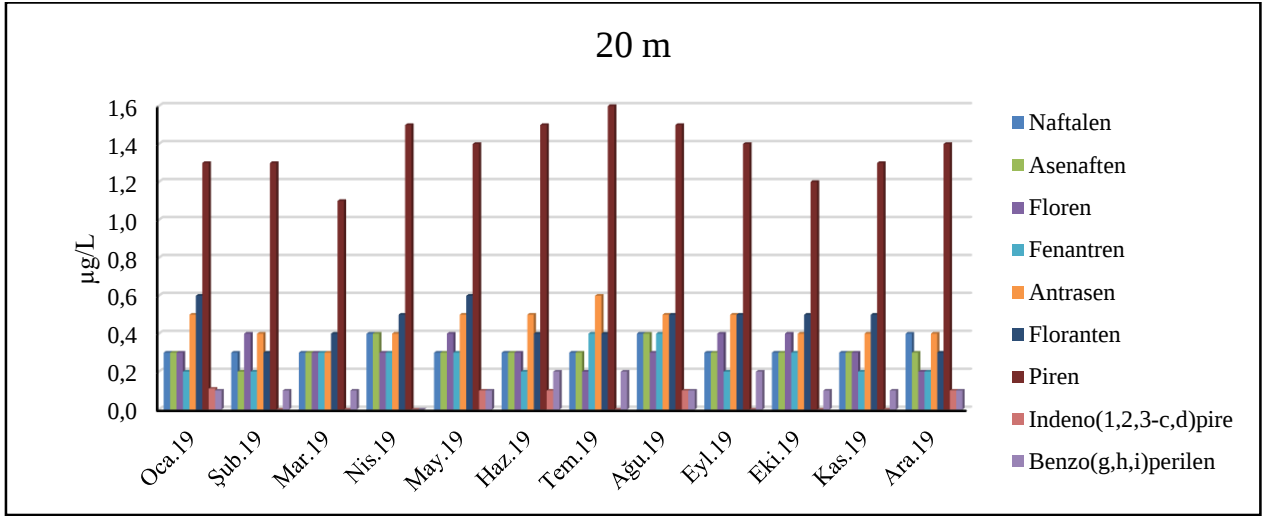


Şekil 4.56: 5. İstasyon 10 m ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi

Tablo 4.44: 5. İstasyon 20 m ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi

	5. istasyon 20 m											
Bileşik Adı/Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Naftalin	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
Asenaften	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Asenaften	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3
Floren	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
Fenantren	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1
Antrasen	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,4	0,4	0,3
Floranten	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4
Piren	1,2	1,3	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1
Benzo[a]antrasen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Krisen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo[b]floranten	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo[k]floranten	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(a)piren	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Indeno(1,2,3-c,d)piren	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dibenzo(a,h)antrasen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(g,h,i)perilen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sonuçlar µg/L olarak verildi. : “-”Tespit edilemedi.

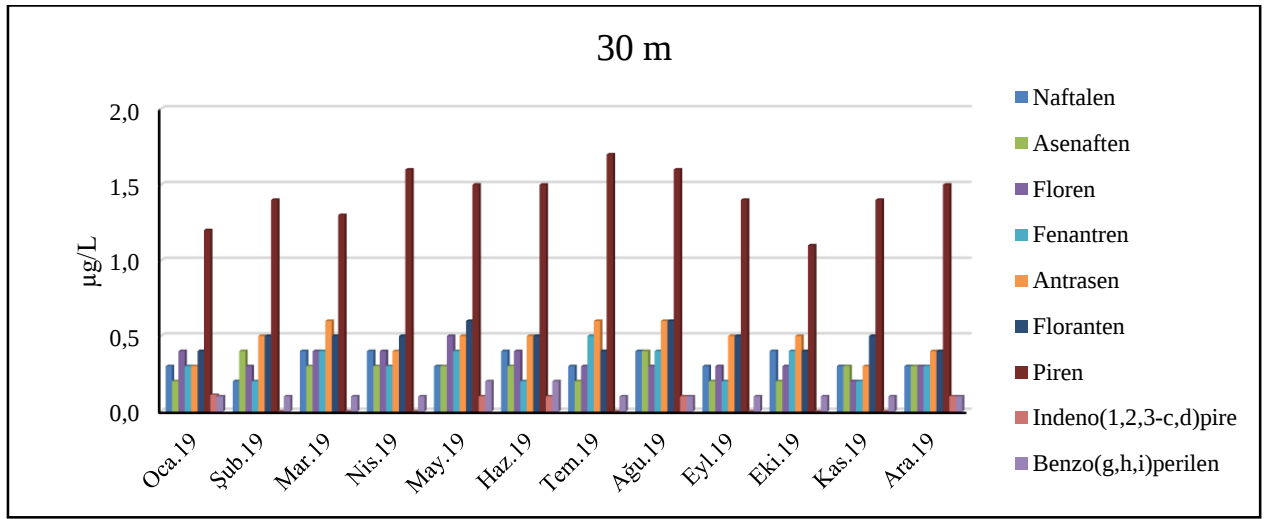


Şekil 4.57: 5. İstasyon 20 m ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi

Tablo 4.45: 5. İstasyon 30 m ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi

	5. istasyon 30 m											
Bileşik Adı/Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Naftalin	0,3	0,2	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3
Asenaften	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Asenaften	0,2	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,4	0,2	0,2	0,3	0,3
Floren	0,4	0,3	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3
Fenantren	0,3	0,2	0,4	0,3	0,4	0,2	0,5	0,4	0,2	0,4	0,2	0,3
Antrasen	0,3	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,3	0,4
Floranten	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,4	0,6	0,5	0,4	0,5	0,4
Piren	1,2	1,4	1,3	1,6	1,5	1,5	1,7	1,6	1,4	1,1	1,4	1,5
Benzo[a]antrasen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Krisen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo[b]floranten	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo[k]floranten	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(a)piren	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Indeno(1,2,3-c,d)piren	0,1	-	-	-	0,1	0,1	-	0,1	-	-	-	0,1
Dibenzo(a,h)antrasen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(g,h,i)perilen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sonuçlar µg/L olarak verildi. "-": Tespit edilemedi.

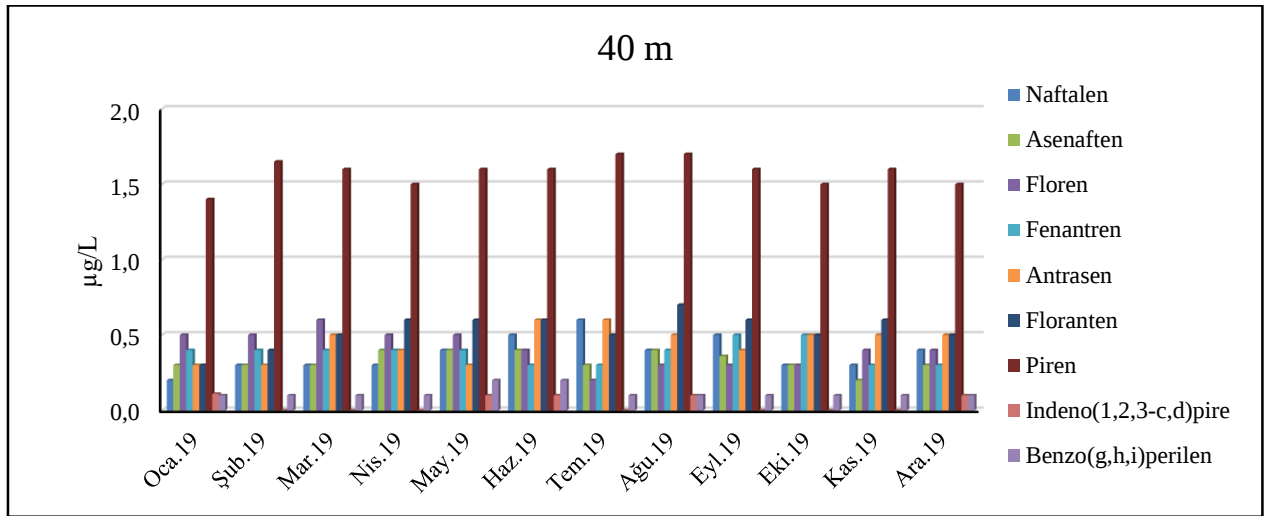


Şekil 4.58: 5. İstasyon 30 m ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi

Tablo 4.46: 5. İstasyon 40 m ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi

	5. istasyon 40 m											
Bileşik Adı/Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Naftalin	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,4	0,5	0,3	0,3	0,4
Asenaften	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Asenaften	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2	0,3
Floren	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,4	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4
Fenantren	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,3	0,3
Antrasen	0,3	0,3	0,5	0,4	0,3	0,6	0,6	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5
Floranten	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,7	0,6	0,5	0,6	0,5
Piren	1,4	1,7	1,6	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,6	1,5	1,6	1,5
Benzo[a]antrasen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Krisen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo[b]floranten	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo[k]floranten	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(a)piren	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Indeno(1,2,3-c,d)piren	0,1	-	-	-	0,1	0,1	-	0,1	-	-	-	0,1
Dibenzo(a,h)antrasen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(g,h,i)perilen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sonuçlar µg/L olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.



Şekil 4.59: 5. İstasyon 40 m ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylık değişimi

4.7 SEDİMAN ÖRNEKLERİNDE BELİRLENEN POLİSİKLIK HİDROKARBON KONSANTRASYONLARI

Araştırma süresince (Aralık, Ocak, Şubat, Haziran, Temmuz, Ağustos 2019) elde edilen sonuçlar istasyonlar baz alınarak Tablo şeklinde (Tablo 4.50 ve Tablo 4.55) verilmiştir. İznik Gölü'nde belirlenen istasyonlardan alınan sediman örnekleri PAH konsantrasyonlarının büyüklüğünü ve yayılımını göstermek için kutu grafikleri kullanılmıştır (Şekil 4.60 ve Şekil 4.61). Kış (Tablo 4.48) ve yaz (Tablo 4.49) mevsimlerinde istasyonlara bağlı olarak PAH konsantrasyonları arasında anlamlı farklar tespit edilmiştir (tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$).

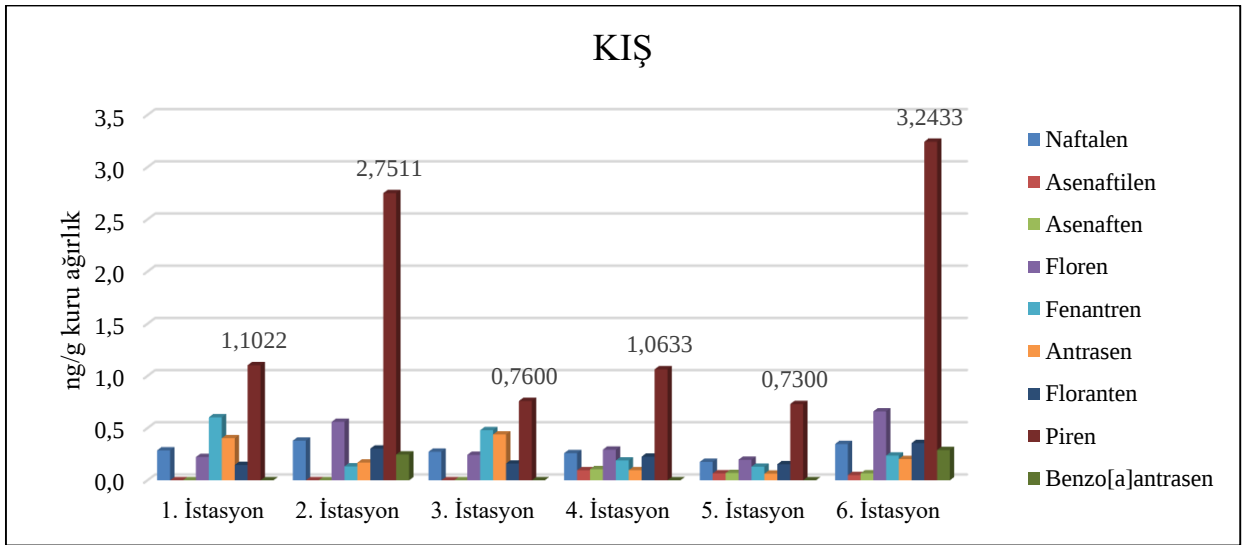
Kış mevsimi ortalama konsantrasyonları değerlendirildiğinde Piren bileşiği tüm istasyonlarda en yüksek ortalama konsantrasyonda kaydedilen PAH türü olmuş, ayrıca tüm istasyonlar içinde 2. ve 6. istasyonlar ortalama konsantrasyonlar göz önüne alındığında diğer istasyonlardan farklı olarak yüksek ortalama konsantrasyonlarda PAH değerleri ölçülmüştür ($2,75 \pm 0,27$ ve $3,24 \pm 0,31$ ng/g kuru ağırlık). Bu verilere ek olarak dikkat çeken bir diğer sonuç ise diğer istasyonlardan farklı bir şekilde 6 halkalı benzen yapısına sahip Benzo[a]antrasen 2. ve 6. istasyonlarda tespit edilmiştir (Tablo 4.48, Şekil 4.60).

Tablo 4.47: Kış aylarında sedimanda ölçülen ortalama polisiklik aromatik hidrokarbon değerlerinin istasyonlara göre değişimi ve istatistiksel değerlendirmesi (tek yönlü

ANOVA, P < 0,05) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir)

Bileşikler/ İstasyonlar	1.istasyon	2.istasyon	3.istasyon	4.istasyon	5.istasyon	6.istasyon
Naftalin	0,28±0,06 ^a	0,38±0,04 ^b	0,27±0,04 ^a	0,26±0,05 ^a	0,17±0,04 ^c	0,34±0,05 ^{ab}
Asenaftilen	-	-	-	0,09±0,14 ^a	0,06±0,10 ^a	0,05±0,008 ^a
Asenaften	-	-	-	0,10±0,07 ^a	0,07±0,04 ^a	0,06±0,01 ^a
Floren	0,22±0,08 ^a	0,56±0,05 ^b	0,24±0,08 ^a	0,29±0,15 ^a	0,19±0,11 ^a	0,66±0,06 ^b
Fenantren	0,60±0,09 ^a	0,13±0,10 ^b	0,48±0,07 ^c	0,19±0,05 ^{bd}	0,13±0,03 ^b	0,23±0,04 ^d
Antrasen	0,40±0,07 ^a	0,17±0,021 ^b	0,43±0,09 ^a	0,09±0,02 ^c	0,06±0,01 ^c	0,20±0,02 ^b
Floranten	0,14±0,05 ^a	0,30±0,04 ^{bc}	0,16±0,05 ^a	0,22±0,08 ^{ab}	0,15±0,06 ^a	0,35±0,06 ^c
Piren	1,10±0,73 ^a	2,75±0,27 ^b	0,76±0,46 ^a	1,06±0,18 ^a	0,73±0,13 ^a	3,24±0,31 ^b
Benzo[a] antrasen	-	0,24±0,09 ^a	-	-	-	0,29±0,10 ^a
Krisen	-	-	-	-	-	-
Benzo[b] floranten	-	-	-	-	-	-
Benzo[k] floranten	0,03±0,05 ^a	-	-	-	-	-
Benzo(a)piren	-	-	-	-	-	-
Indeno(1,2,3- c,d)piren	-	-	-	-	-	-
Dibenzo(a,h) antrasen	-	-	-	-	-	-
Benzo(g,h,i) perilen	-	-	-	-	-	0,02±0,03 ^a

Sonuçlar ng/g kuru ağırlık olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.



Şekil 4.60: Kış aylarında sedimanda ölçülen ortalama polisiklik aromatik hidrokarbon değerlerinin istasyonlara göre değişimi

1. istasyonda Piren bileşiğinden sonra en yüksek ortalama konsantrasyon $0,60 \pm 0,09$ ng/g kuru ağırlık ile Fenantren PAH türünde tespit edilmiştir. 2. istasyon verilerinde ise Piren bileşiği $2,75 \pm 0,27$ ng/g kuru ağırlık en yüksek ortalama konsantrasyona ulaşırken, Floren bileşiği $0,56 \pm 0,05$ ng/g kuru ağırlık ile Pirenden sonra yüksek değere ulaşan bileşik olarak kaydedilmiştir. Ayrıca Naftalin bileşiği tüm istasyonlar göz önüne alındığında en yüksek ortalama konsantrasyona 2. istasyonda ulaşmıştır. 3. istasyon verilerine göre diğer istasyonlardan farklı olarak Antrasen bileşiği en yüksek ortalama konsantrasyona ulaşan PAH türü olarak tespit edilmiştir. 4. istasyonda ölçülen PAH değerleri analizine göre tüm istasyonlarda olduğu gibi en yüksek ortalama konsantrasyona $1,06 \pm 0,18$ ng/g kuru ağırlık ile Piren bileşiği ulaşmış Piren bileşiğini $0,26 \pm 0,05$ ng/g kuru ağırlık ile Naftalin bileşiği takip etmiştir. Çalışma kapsamında incelenen istasyonlar içinde en düşük ortalama konsantrasyonlar Asenaftilen hariç 5. istasyonda tespit edilmiştir. 6. istasyon genellikle ortalama konsantrasyonların en yüksek değerlere ulaştığı istasyon olarak dikkat çekmiştir. Piren bileşiği $3,24 \pm 0,31$ ng/g kuru ağırlık ile en yüksek konsantrasyona bu istasyonda ulaşmıştır. Floren bileşiği $0,66 \pm 0,11$ ng/g kuru ağırlık ile Pirenden sonra en yüksek ortalama konsantrasyona sahip PAH türü olarak dikkat çekmiştir.

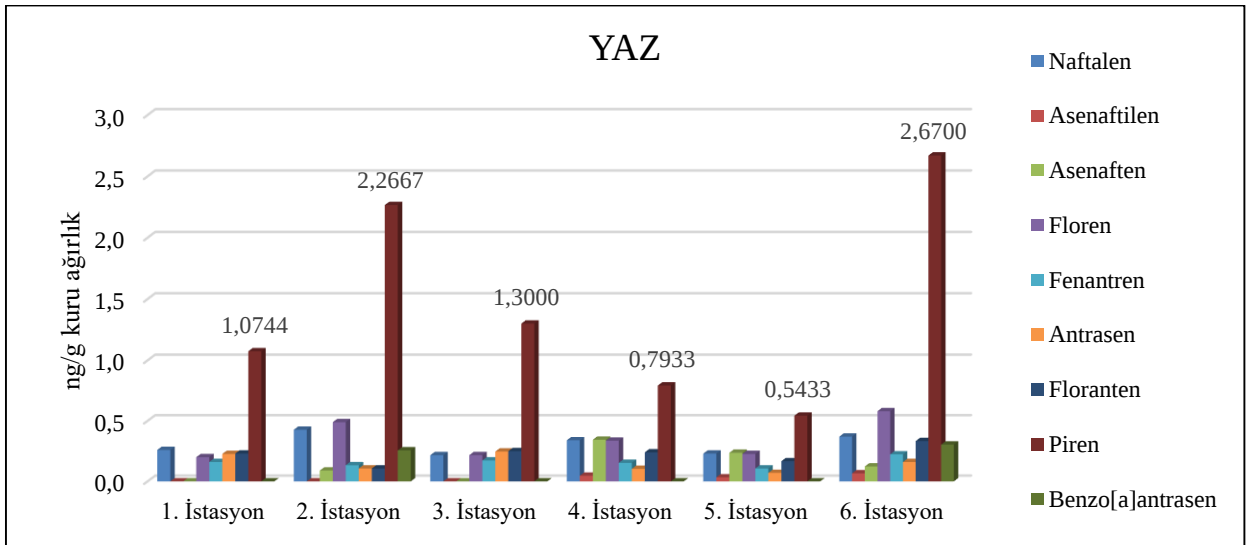
Yaz mevsimi sediman örneklemesinden elde edilen PAH verilerine göre, ortalama konsantrasyonlar değerlendirildiğinde kış mevsimine benzer şekilde Piren bileşiğinin tüm

istasyonlarda en yüksek ortalama konsantrasyona ulaştığı görülmüştür. Yine kış verilerine paralel olarak tüm istasyonlar içinde 2. ve 6. istasyonlar da 6 halkalı benzen yapısına sahip Benzo[a]antrasen tespit edilmiştir (Tablo 4.49, Şekil 4.61).

Tablo 4.48: Yaz aylarında sedimanda ölçülen ortalama polisiklik aromatik hidrokarbon değerlerinin istasyonlara göre değişimi istatistiksel değerlendirmesi (tek yönlü ANOVA, P < 0,05) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir)

Bileşikler/ İstasyonlar	1.istasyon	2.istasyon	3.istasyon	4.istasyon	5.istasyon	6.istasyon
Naftalin	0,26±0,10 ^a	0,42±0,04 ^{bc}	0,21±0,07 ^a	0,34±0,10 ^{abc}	0,23±0,07 ^a	0,37±0,03 ^c
Asenaftilen	-	-	-	0,04±0,07 ^a	0,03±0,05 ^a	0,07±0,02 ^a
Asenaften	-	0,09±0,13 ^a	-	0,34±0,03 ^b	0,23±0,02 ^c	0,12±0,01 ^a
Floren	0,20±0,05 ^a	0,49±0,07 ^b	0,21±0,06 ^a	0,33±0,12 ^c	0,22±0,08 ^{ac}	0,58±0,08 ^b
Fenantren	0,16±0,08 ^a	0,13±0,10 ^a	0,17±0,08 ^a	0,15±0,06 ^a	0,10±0,04 ^b	0,22±0,03 ^a
Antrasen	0,22±0,07 ^{ac}	0,10±0,08 ^b	0,24±0,08 ^a	0,10±0,01 ^{bc}	0,07±0,00 ^b	0,16±0,04 ^c
Floranten	0,23±0,11 ^{ab}	0,10±0,16 ^b	0,25±0,11 ^a	0,24±0,03 ^a	0,16±0,01 ^b	0,33±0,04 ^{ac}
Piren	1,07±0,51 ^{ac}	2,26±0,73 ^b	1,30±0,05 ^c	0,79±0,07 ^{ac}	0,53±0,06 ^a	2,67±0,87 ^b
Benzo[a] antrasen	-	0,25±0,07 ^a	-	-	-	0,30±0,08 ^a
Krisen	-	-	-	-	-	-
Benzo[b] floranten	-	-	-	-	-	-
Benzo[k] floranten	-	-	-	-	-	-
Benzo(a)piren	-	-	-	-	-	-
Indeno(1,2,3- c,d)piren	-	-	-	-	-	-
Dibenzo(a,h) antrasen	-	-	-	-	-	-
Benzo(g,h,i) perilen	-	-	-	-	-	-

Sonuçlar ng/g kuru ağırlık olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.



Şekil 4.61: Yaz aylarında sedimanda ölçülen ortalama polisiklik aromatik hidrokarbon değerlerinin istasyonlara göre değişimi

1. istasyonda Piren bileşiğinden ($1,07 \pm 0,51$ ng/g kuru ağırlık) sonra en yüksek ortalama konsantrasyonlar Naftalin $0,26 \pm 0,10$, Floranten $0,23 \pm 0,11$, Antrasen $0,23 \pm 0,07$ ng/g kuru ağırlık ile dikkat çeken konsantrasyonlara ulaşmıştır. 2. istasyonda ölçülen verilere göre Piren bileşiği $2,27 \pm 0,73$ ng/g kuru ağırlık en yüksek ortalama konsantrasyona ulaşırken, Floren bileşiği $0,49 \pm 0,07$ ve Naftalin $0,42 \pm 0,04$ ng/g kuru ağırlık ile Pirenden sonra yüksek değerlere ulaşmıştır. 3. istasyonda Piren $1,30 \pm 0,05$, Floranten $0,25 \pm 0,11$ ve Antrasen $0,25 \pm 0,08$ ng/g kuru ağırlık olarak tespit edilmiştir. 4. istasyonda Piren $0,79 \pm 0,07$ ng/g kuru ağırlık ile en yüksek ortalama konsantrasyona sahip PAH türü iken Asenaften $0,34 \pm 0,10$, Naftalin $0,34 \pm 0,10$ ve Floren $0,33 \pm 0,12$ ng/g kuru ağırlık ile takip etmiştir. Çalışma kapsamında incelenen istasyonlar içinde genel olarak en düşük ortalama konsantrasyonlar 5. istasyonda ölçülmüştür. Tüm istasyonlar değerlendirildiğinde 6. istasyon genellikle ortalama konsantrasyonların en yüksek değerlere ulaştığı istasyon olarak dikkat çekmiştir. Piren bileşiği $2,67 \pm 0,87$ ng/g kuru ağırlık ile en yüksek konsantrasyona bu istasyonda ulaşmış Floren bileşiği $0,58 \pm 0,08$ ng/g kuru ağırlık ve Naftalin $0,37 \pm 0,03$ ng/g kuru ağırlık ile Pirenden sonra en yüksek ortalama konsantrasyonlara sahip PAH bileşikler olarak kaydedilmiştir.

Tablo 4.49: 1. istasyon sedimanda ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylara göre değişimi

Bileşik Adı	1. İstasyon					
	Aralık	Ocak	Şubat	Haziran	Temmuz	Ağustos
Naftalin	0,22	0,27	0,37	0,28	0,37	0,13
Asenaftilen	-	-	-	-	-	-
Asenaften	-	-	-	-	-	-
Floren	0,27	0,28	0,12	0,13	0,22	0,25
Fenantren	0,72	0,52	0,57	0,27	0,12	0,09
Antrasen	0,42	0,31	0,48	0,28	0,13	0,27
Floranten	0,21	0,13	0,10	0,12	0,36	0,21
Piren	1,56	0,13	1,62	1,46	1,25	1,18
Benzo[a]antrasen	-	-	-	-	-	-
Krisen	-	-	-	-	-	-
Benzo[b]floranten	-	-	-	-	-	-
Benzo[k]floranten	-	-	0,11	-	-	-
Benzo(a)piren	-	-	-	-	-	-
Indeno(1,2,3-c,d)piren	-	-	-	-	-	-
Dibenzo(a,h)antrasen	-	-	-	-	-	-
Benzo(g,h,i)perilen	-	-	-	-	-	-

Sonuçlar ng/g kuru ağırlık olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.

Tablo 4.50: 2. istasyon sedimanda ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylara göre değişimi

Bileşik Adı	2. İstasyon					
	Aralık	Ocak	Şubat	Haziran	Temmuz	Ağustos
Naftalin	0,38	0,42	0,34	0,40	0,42	0,46
Asenaftilen	-	-	-	-	-	-
Asenaften	-	-	-	0,27	-	-
Floren	0,59	0,59	0,50	0,43	0,58	0,46
Fenantren	0,16	0,24	-	-	0,19	0,21
Antrasen	0,16	0,19	0,16	-	0,16	0,16
Floranten	0,26	0,30	0,35	-	-	0,32
Piren	2,88	2,98	2,40	3,25	1,76	1,79
Benzo[a]antrasen	0,19	0,18	0,37	0,29	0,32	0,16
Krisen	-	-	-	-	-	-
Benzo[b]floranten	-	-	-	-	-	-
Benzo[k]floranten	-	-	-	-	-	-
Benzo(a)piren	-	-	-	-	-	-
Indeno(1,2,3-c,d)piren	-	-	-	-	-	-
Dibenzo(a,h)antrasen	-	-	-	-	-	-
Benzo(g,h,i)perilen	-	-	-	-	-	-

Sonuçlar ng/g kuru ağırlık olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.

Tablo 4.51: 3. istasyon sedimanda ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylara göre değişimi

	3. İstasyon					
Bileşik Adı	Aralık	Ocak	Şubat	Haziran	Temmuz	Ağustos
Naftalin	0,23	0,29	0,30	0,31	0,20	0,14
Asenaftilen	-	-	-	-	-	-
Asenaften	-	-	-	-	-	-
Floren	0,29	0,31	0,13	0,14	0,24	0,27
Fenantren	0,47	0,56	0,41	0,29	0,13	0,10
Antrasen	0,45	0,34	0,51	0,31	0,14	0,29
Floranten	0,23	0,14	0,11	0,13	0,39	0,23
Piren	1,09	0,14	1,05	1,28	1,35	1,27
Benzo[a]antrasen	-	-	-	-	-	-
Krisen	-	-	-	-	-	-
Benzo[b]floranten	-	-	-	-	-	-
Benzo[k]floranten	-	-	-	-	-	-
Benzo(a)piren	-	-	-	-	-	-
Indeno(1,2,3-c,d)piren	-	-	-	-	-	-
Dibenzo(a,h)antrasen	-	-	-	-	-	-
Benzo(g,h,i)perilen	-	-	-	-	-	-

Sonuçlar ng/g kuru ağırlık olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.

Tablo 4.52: 4. istasyon sedimanda ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylara göre değişimi

	4. İstasyon					
Bileşik Adı	Aralık	Ocak	Şubat	Haziran	Temmuz	Ağustos
Naftalin	0,22	0,33	0,23	0,39	0,20	0,43
Asenaftilen	-	-	0,29	0,14	-	-
Asenaften	0,18	0,12	0,02	0,32	0,35	0,37
Floren	0,31	0,46	0,11	0,43	0,40	0,18
Fenantren	0,14	0,18	0,25	0,10	0,13	0,23
Antrasen	0,09	0,08	0,12	0,09	0,12	0,10
Floranten	0,32	0,13	0,23	0,26	0,21	0,25
Piren	1,25	1,11	0,83	0,70	0,83	0,85
Benzo[a]antrasen	-	-	-	-	-	-
Krisen	-	-	-	-	-	-
Benzo[b]floranten	-	-	-	-	-	-
Benzo[k]floranten	-	-	-	-	-	-
Benzo(a)piren	-	-	-	-	-	-
Indeno(1,2,3-c,d)piren	-	-	-	-	-	-
Dibenzo(a,h)antrasen	-	-	-	-	-	-
Benzo(g,h,i)perilen	-	-	-	-	-	-

Sonuçlar ng/g kuru ağırlık olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.

Tablo 4.53: 5. istasyon sedimanda ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylara göre değişimi

	5. İstasyon					
Bileşik Adı	Aralık	Ocak	Şubat	Haziran	Temmuz	Ağustos
Naftalin	0,15	0,22	0,16	0,26	0,14	0,29
Asenaftilen	-	-	0,20	0,10	-	-
Asenaften	0,12	0,08	0,01	0,22	0,24	0,25
Floren	0,21	0,31	0,07	0,29	0,27	0,12
Fenantren	0,10	0,12	0,17	0,07	0,09	0,16
Antrasen	0,06	0,05	0,08	0,06	0,08	0,07
Floranten	0,22	0,09	0,15	0,18	0,15	0,17
Piren	0,86	0,76	0,57	0,48	0,57	0,58
Benzo[a]antrasen	-	-	-	-	-	-
Krisen	-	-	-	-	-	-
Benzo[b]floranten	-	-	-	-	-	-
Benzo[k]floranten	-	-	-	-	-	-
Benzo(a)piren	-	-	-	-	-	-
Indeno(1,2,3-c,d)piren	-	-	-	-	-	-
Dibenzo(a,h)antrasen	-	-	-	-	-	-
Benzo(g,h,i)perilen	-	-	-	-	-	-

Sonuçlar ng/g kuru ağırlık olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.

Tablo 4.54: 6. istasyon sedimanda ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) değerlerinin aylara göre değişimi

	6. İstasyon					
Bileşik Adı	Aralık	Ocak	Şubat	Haziran	Temmuz	Ağustos
Naftalin	0,35	0,39	0,30	0,37	0,39	0,35
Asenaftilen	0,05	0,06	0,04	0,04	0,07	0,09
Asenaften	0,09	0,06	0,05	0,12	0,11	0,14
Floren	0,70	0,70	0,58	0,51	0,68	0,55
Fenantren	0,19	0,28	0,24	0,19	0,23	0,25
Antrasen	0,19	0,23	0,19	0,10	0,19	0,19
Floranten	0,30	0,36	0,41	0,32	0,30	0,38
Piren	3,39	3,51	2,83	3,83	2,07	2,11
Benzo[a]antrasen	0,23	0,21	0,43	0,34	0,38	0,19
Krisen	-	-	-	-	-	-
Benzo[b]floranten	-	-	-	-	-	-
Benzo[k]floranten	-	-	-	-	-	-
Benzo(a)piren	-	-	-	-	-	-
Indeno(1,2,3-c,d)piren	-	-	-	-	-	-
Dibenzo(a,h)antrasen	-	-	-	-	-	-
Benzo(g,h,i)perilen	0,10	-	-	-	-	-

Sonuçlar ng/g kuru ağırlık olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.

Tez çalışması kapsamında analiz edilen sediman örnekleri kış ve yaz mevsimleri PAH konsantrasyonları arasındaki istatistiksel anlamlı farklılıklar bağımsız *t*-Testi ile belirlenmiştir ($P < 0,05$). İncelenen PAH türleri içerisinde Asenaften, Fenantren ve Antrasen anlamlı fark gösteren bileşikler olmuş, Asenaften yaz mevsimi ortalama konsantrasyonu ($X_{ort}=0,1324$) kış mevsimi ortalama konsantrasyonundan ($X_{ort}=0,0406$) daha yüksek olduğunu görülmüştür

($t_{(69,790)}=-4,559$, $P = 0,000$, $P < 0,05$). Fenantren ve Antrasen bağımsız t -Testi sonuçları Asenaftenden farklı olarak kış mevsimi ortalama konsantrasyonları yaz mevsimi ortalama konsantrasyonlarından daha yüksek bulunmuştur. Fenantren kış mevsimi ortalama değeri ($X_{ort}=0,2956$) yaz mevsimi ortalama değerinden ($X_{ort}=0,1583$) daha yüksek tespit edilmiştir ($t_{(69,516)}=-4,782$, $P = 0,000$, $P < 0,05$). Antrasen için ise kış mevsimi ortalama konsantrasyonu ($X_{ort}=0,2293$) Fenantrende olduğu gibi yaz mevsimi ortalama konsantrasyonundan ($X_{ort}=0,1522$) fazla olmuştur ($t_{(84,690)}=-3,207$, $P = 0,002$, $P < 0,05$).

4.8 BALIK ÖRNEKLERİNDE ÖLÇÜLEN POLİSİKLIK AROMATİK HİDROKARBON (PAH) SONUÇLARI

Araştırma süresince elde edilen sonuçlar balık türlerine göre kas (Tablo 4.56- Tablo 4.59) ve karaciğer (Tablo 4.60-Tablo 4.63) doku konsantrasyonları olarak tablo şeklinde verilmiştir. Kas (Şekil 4.62, Şekil 4.63, Şekil 4.64) ve karaciğer doku (Şekil 4.65, Şekil 4.66, Şekil 4.67) örnekleri PAH konsantrasyonlarının büyüklüğünü ve yayılmasını göstermek için kutu grafikleri kullanılmıştır. Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre PAH konsantrasyonları mevsimsel olarak anlamlı farklılıklar göstermiştir ($P<0,05$).

4.8.1 Balıklarda Kas Doku Örneklerinde Ölçülen PAH Değerlerinin Mevsimsel Değişimi

Tablo 4.55: *Carassius gibelio* (A), *Rutilus frisii* (B), *Cyprinus carpio* (C) kas doku örneklerinde kaydedilen polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) değerlerinin mevsimsel değişimi

	KIŞ			İLKBAHAR			YAZ			SONBAHAR		
Bileşik Adı	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Naftalin	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,02	0,03
Asenaftilen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Asenaften	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Floren	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fenantren	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Antrasen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Floranten	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Piren	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Benzo[a]antrasen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Krisen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo[b]floranten	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo[k]floranten	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(a)piren	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Indeno(1,2,3-c,d)piren	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dibenzo(a,h)antrasen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(g,h,i)perilen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

A: *Carassius gibelio*, B: *Rutilus frisii*, C: *Cyprinus carpio*

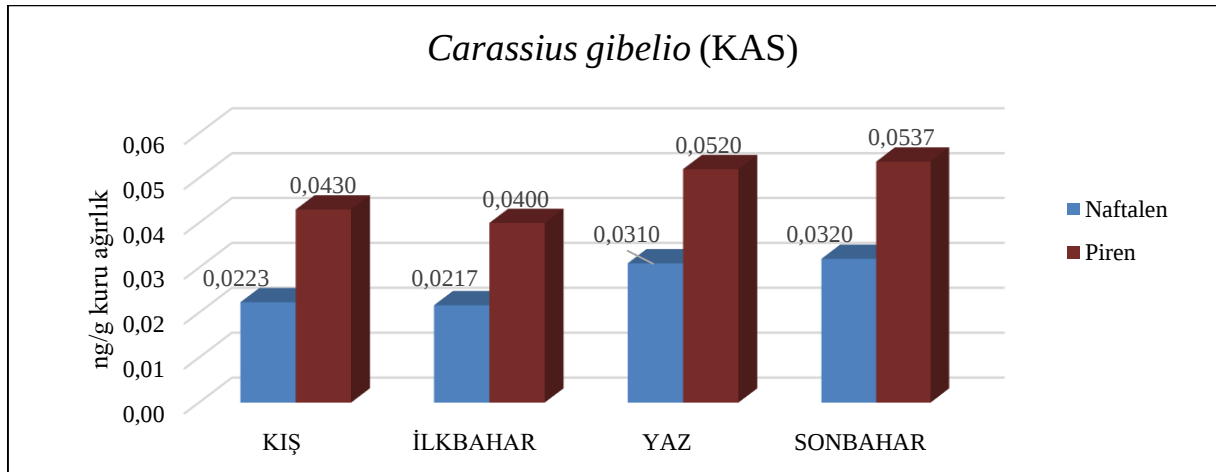
Sonuçlar ng/g kuru ağırlık olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.

Carassius gibelio, *Rutilus frisii* ve *Cyprinus carpio* kas örneklerinde analiz edilen 16 PAH bileşiğinden sadece 2 tane bileşik olan Naftalin ve Piren tüm kas doku örneklerinde tespit edilirken diğer PAH türleri tespit limitlerinin altında bulunmuştur.

Tablo 4.56: Araştırma süresince *Carassius gibelio* kas doku örneklerinde ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) değerlerinin mevsimsel değişimi ve istatistiksel değerlendirmesi (tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir)

<i>Carassius gibelio</i> KAS	KIŞ	İLKBAHAR	YAZ	SONBAHAR
Naftalin	0,02±0,002 ^a	0,02±0,002 ^a	0,03±0,0070 ^b	0,03±0,002 ^b
Asenaftilen	-	-	-	-
Asenaften	-	-	-	-
Floren	-	-	-	-
Fenantren	-	-	-	-
Antrasen	-	-	-	-
Floranten	-	-	-	-
Piren	0,04±0,01 ^a	0,04±0,004 ^a	0,05±0,001 ^a	0,053±0,009 ^a
Benzo[a]antrasen	-	-	-	-
Krisen	-	-	-	-
Benzo[b]floranten	-	-	-	-
Benzo[k]floranten	-	-	-	-
Benzo(a)piren	-	-	-	-
Indeno(1,2,3-c,d)piren	-	-	-	-
Dibenzo(a,h)antrasen	-	-	-	-
Benzo(g,h,i)perilen	-	-	-	-

Sonuçlar ng/g kuru ağırlık olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.



Şekil 4.62: Araştırma süresince *Carassius gibelio* kas doku örneklerinde ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) değerlerinin mevsimsel değişimi

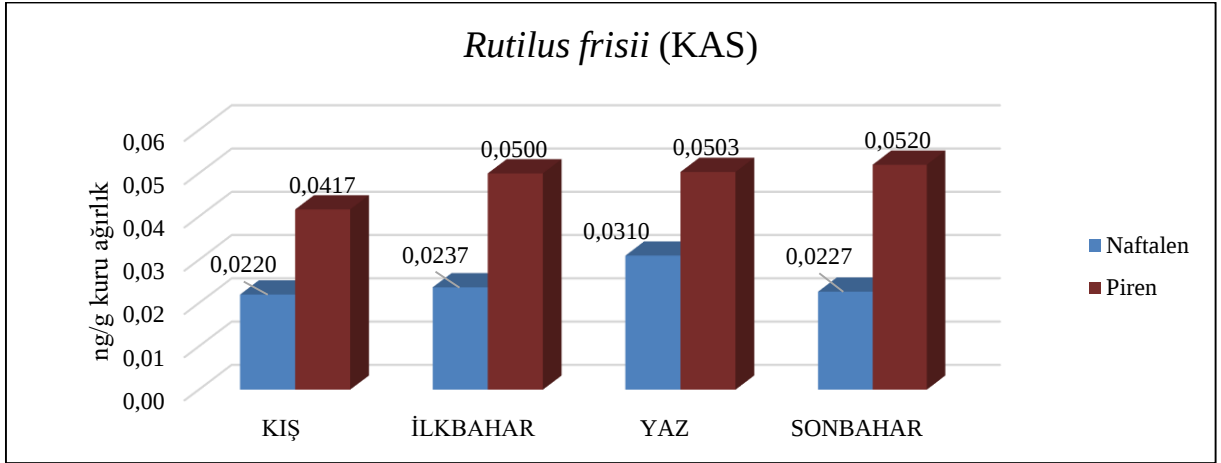
Carassius gibelio örneklerinde ölçülen ortalama PAH değerleri mevsimsel olarak değerlendirildiğinde en yüksek değerler sonbahar mevsiminde ölçülürken en yüksek ortalama konsantrasyon bu mevsimde 0,03±0,002 ng/g kuru ağırlık kaydedilmiştir. Elde edilen analiz sonuçlarına göre Piren değerleri mevsimler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark

göstermemiştir. (Tablo 4.57 ve Şekil 4.62). En yüksek ortalama konsantrasyon $0,05 \pm 0,009$ ng/g kuru ağırlık değeri ile sonbahar mevsiminde Piren bileşiğinde, en düşük ortalama konsantrasyon ise $0,02 \pm 0,002$ ng/g kuru ağırlık değeri ile ilkbahar mevsiminde Naftalin bileşiğinde ölçülmüştür.

Tablo 4.57: Araştırma süresince *Rutilus friisi* kas doku örneklerinde ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) değerlerinin mevsimsel değişimi ve istatistiksel değerlendirmesi (tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir)

<i>Rutilus friisi</i> KAS	KIŞ	İLKBAHAR	YAZ	SONBAHAR
Naftalin	$0,02 \pm 0,001^a$	$0,02 \pm 0,005^a$	$0,03 \pm 0,002^b$	$0,02 \pm 0,001^a$
Asenaftilen	-	-	-	-
Asenaften	-	-	-	-
Floren	-	-	-	-
Fenantren	-	-	-	-
Antrasen	-	-	-	-
Floranten	-	-	-	-
Piren	$0,04 \pm 0,001^a$	$0,05 \pm 0,001^a$	$0,05 \pm 0,003^a$	$0,05 \pm 0,009^a$
Benzo[a]antrasen	-	-	-	-
Krisen	-	-	-	-
Benzo[b]floranten	-	-	-	-
Benzo[k]floranten	-	-	-	-
Benzo(a)piren	-	-	-	-
Indeno(1,2,3-c,d)piren	-	-	-	-
Dibenzo(a,h)antrasen	-	-	-	-
Benzo(g,h,i)perilen	-	-	-	-

Sonuçlar ng/g kuru ağırlık olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.



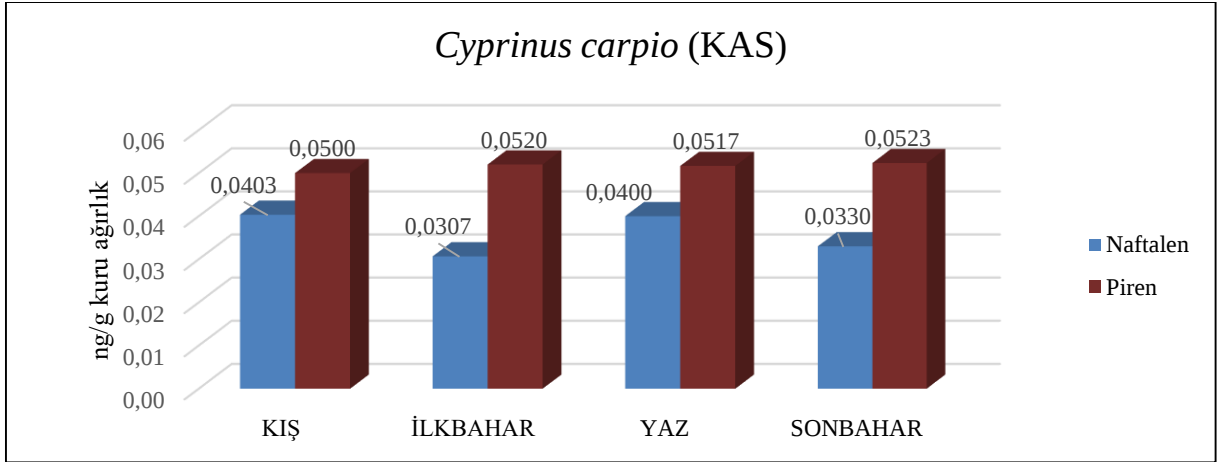
Şekil 4.63: Araştırma süresince *Rutilus frisii* kas doku örneklerinde ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) değerlerinin mevsimsel değişimi

Rutilus frisii kas dokusunda ölçülen PAH değerlerine göre Naftalin $0,03 \pm 0,002$ ng/g kuru ağırlık değeri ile yaz mevsiminde en yüksek konsantrasyona ulaşmış (Tablo 4.58 ve Şekil 4.63) Piren bileşiği ise tüm mevsimlerde istatistiksel olarak benzerlik gösterirken en yüksek ortalama konsantrasyon $0,05 \pm 0,009$ ng/g kuru ağırlık değeri ile sonbahar mevsiminde kaydedilmiştir.

Tablo 4.58: Araştırma süresince *Cyprinus carpio* kas doku ölçülen örneklerinde polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) değerlerinin mevsimsel değişimi ve istatistiksel değerlendirmesi (tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir)

<i>Cyprinus carpio</i> KAS	KIŞ	İLKBAHAR	YAZ	SONBAHAR
Naftalin	$0,04 \pm 0,004^a$	$0,03 \pm 0,003^b$	$0,04 \pm 0,004^a$	$0,03 \pm 0,001^{ab}$
Asenaftilen	-	-	-	-
Asenaften	-	-	-	-
Floren	-	-	-	-
Fenantren	-	-	-	-
Antrasen	-	-	-	-
Floranten	-	-	-	-
Piren	$0,05 \pm 0,004^a$	$0,05 \pm 0,001^a$	$0,05 \pm 0,0005^a$	$0,05 \pm 0,001^a$
Benzo[a]antrasen	-	-	-	-
Krisen	-	-	-	-
Benzo[b]floranten	-	-	-	-
Benzo[k]floranten	-	-	-	-
Benzo(a)piren	-	-	-	-
Indeno(1,2,3-c,d)piren	-	-	-	-
Dibenzo(a,h)antrasen	-	-	-	-
Benzo(g,h,i)perilen	-	-	-	-

Sonuçlar ng/g kuru ağırlık olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.



Şekil 4.64: Araştırma süresince *Cyprinus carpio* kas doku ölçülen örneklerinde polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) değerlerinin mevsimsel değişimi

Cyprinus carpio kas dokusunda ölçülen PAH konsantrasyonları değerlendirildiğinde, Naftalin bileşiği ortalama konsantrasyonları kış ve yaz mevsimi verileri istatistiksel olarak benzerlik gösterirken (Tablo 4.59 ve Şekil 4.64) ölçümü yapılan diğer PAH bileşiği olan Piren değerleri mevsimsel olarak istatistiki açıdan farklılık bulunmamıştır.

4.8.2 Karaciğer Doku Örneklerinde Ölçülen PAH Değerlerinin Mevsimsel Değişimi

Elde edilen sonuçlara göre karaciğer doku örneklerinde tespit edilen PAH değerleri kas doku örneklerine nazaran içeriğinde bulunan yağ miktarının fazla olmasından dolayı kas dokusuna göre yüksek miktarda PAH değerleri ölçülmüştür. Çalışma kapsamında incelenen karaciğer doku örneklerinde 16 PAH bileşiğinden 3 tanesi (Naftalin, Piren ve Antrasen) tespit edilirken diğer PAH bileşikler kaydedilememiştir (Tablo 4.60).

Tablo 4.59: *Carassius gibelio* (A), *Rutilus frisii* (B), *Cyprinus carpio* (C) karaciğer doku örneklerinde ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) değerlerinin mevsimsel değişimi

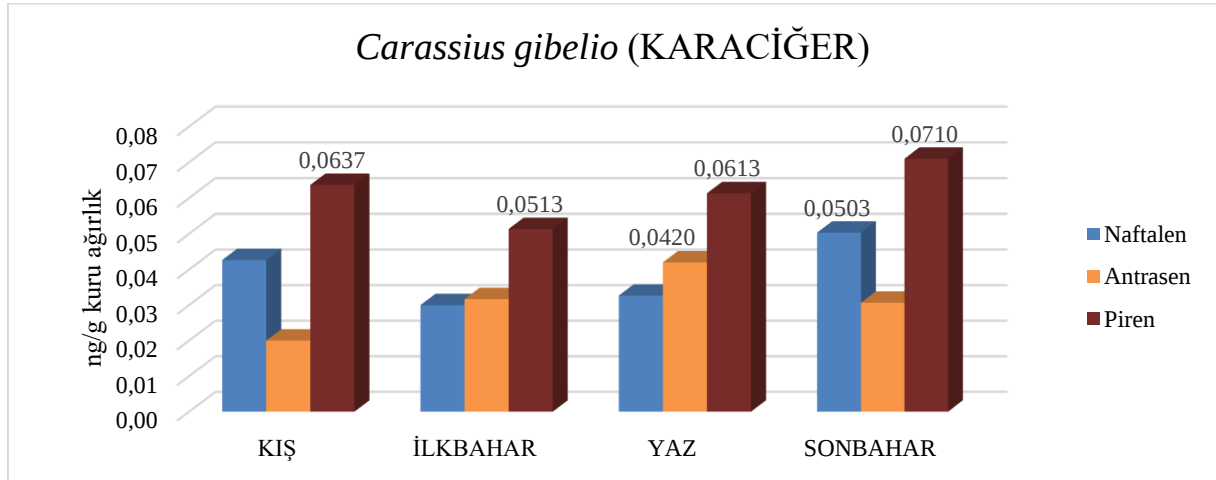
	KİŞ			İLKBAHAR			YAZ			SONBAHAR		
Bileşik Adı	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Naftalin	0,04	0,03	0,05	0,03	0,03	0,04	0,03	0,05	0,06	0,05	0,06	0,05
Asenaften	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Asenaften	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Floren	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fenantren	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Antrasen	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03
Floranten	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Piren	0,06	0,07	0,06	0,05	0,07	0,07	0,06	0,07	0,06	0,07	0,07	0,08
Benzo[a]antrasen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Krisen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo[b]floranten	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo[k]floranten	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(a)piren	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Indeno(1,2,3-c,d)piren	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dibenzo(a,h)antrasen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(g,h,i)perilen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sonuçlar ng/g kuru ağırlık olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.

Tablo 4.60: Araştırma süresince *Carassius gibelio* karaciğer doku örneklerinde ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) değerlerinin mevsimsel değişimi ve istatistiksel değerlendirmesi (tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir)

<i>Carassius gibelio</i> KARACİĞER	KIŞ	İLKBAHAR	YAZ	SONBAHAR
Naftalin	0,04±0,001 ^a	0,03±0,002 ^b	0,03±0,001 ^b	0,05±0,004 ^c
Asenaftilen	-	-	-	-
Asenaften	-	-	-	-
Floren	-	-	-	-
Fenantren	-	-	-	-
Antrasen	0,02±0,002 ^a	0,03±0,003 ^b	0,04±0,002 ^c	0,03±0,002 ^b
Floranten	-	-	-	-
Piren	0,06±0,007 ^a	0,05±0,002 ^b	0,06±0,009 ^a	0,07±0,003 ^a
Benzo[a]antrasen	-	-	-	-
Krisen	-	-	-	-
Benzo[b]floranten	-	-	-	-
Benzo[k]floranten	-	-	-	-
Benzo(a)piren	-	-	-	-
Indeno(1,2,3-c,d)piren	-	-	-	-
Dibenzo(a,h)antrasen	-	-	-	-
Benzo(g,h,i)perilen	-	-	-	-

Sonuçlar ng/g kuru ağırlık olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.



Şekil 4.65: Araştırma süresince *Carassius gibelio* karaciğer doku örneklerinde ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) değerlerinin mevsimsel değişimi

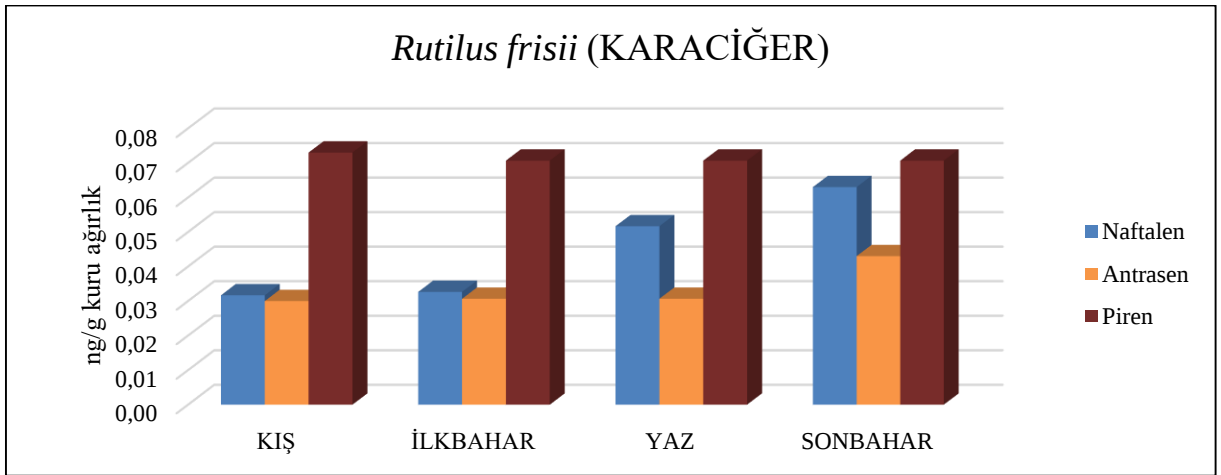
Carassius gibelio karaciğer dokusunda ölçülen ortalama PAH konsantrasyonları mevsimsel değerlendirildiğinde; Naftalin bileşiği ilkbahar ve yaz mevsim sonuçlarının benzerlik

gösterdiği, sonbahar mevsiminde elde edilen değerlerin ise yüksek ortalama değerleri ile diğer mevsimlerden anlamlı olarak farklılık gösterdiği istatistiksel analiz ile belirlenmiştir ($0,05 \pm 0,004$ ng/g kuru ağırlık) (Tablo 4.61 ve Şekil 4.65). Antrasen bileşiği en yüksek ortalama konsantrasyonuna yaz mevsiminde $0,04 \pm 0,002$ ng/g kuru ağırlık ile ulaşarak istatistiksel olarak diğer mevsimlerden farklılık göstermiş, (Tablo 4.61) Piren bileşiği ise $0,07 \pm 0,005$ ng/g kuru ağırlık değeri ile yaz mevsiminde en yüksek ortalama konsantrasyona ulaşmıştır.

Tablo 4.61: Araştırma süresince *Rutilus friisi* karaciğer doku örneklerinde ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) değerlerinin mevsimsel değişimi ve istatistiksel değerlendirmesi (tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir)

<i>Rutilus friisi</i> kas	KIŞ	İLKBAHAR	YAZ	SONBAHAR
Naftalin	$0,03 \pm 0,0005^a$	$0,03 \pm 0,001^a$	$0,05 \pm 0,001^b$	$0,06 \pm 0,009^b$
Asenaftilen	-	-	-	-
Asenaften	-	-	-	-
Floren	-	-	-	-
Fenantren	-	-	-	-
Antrasen	$0,03 \pm 0,002^a$	$0,03 \pm 0,003^a$	$0,03 \pm 0,001^a$	$0,04 \pm 0,009^a$
Floranten	-	-	-	-
Piren	$0,07 \pm 0,001^a$	$0,07 \pm 0,008^a$	$0,07 \pm 0,003^a$	$0,07 \pm 0,003^a$
Benzo[a]antrasen	-	-	-	-
Krisen	-	-	-	-
Benzo[b]floranten	-	-	-	-
Benzo[k]floranten	-	-	-	-
Benzo(a)piren	-	-	-	-
Indeno(1,2,3-c,d)piren	-	-	-	-
Dibenzo(a,h)antrasen	-	-	-	-
Benzo(g,h,i)perilen	-	-	-	-

Sonuçlar ng/g kuru ağırlık olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.



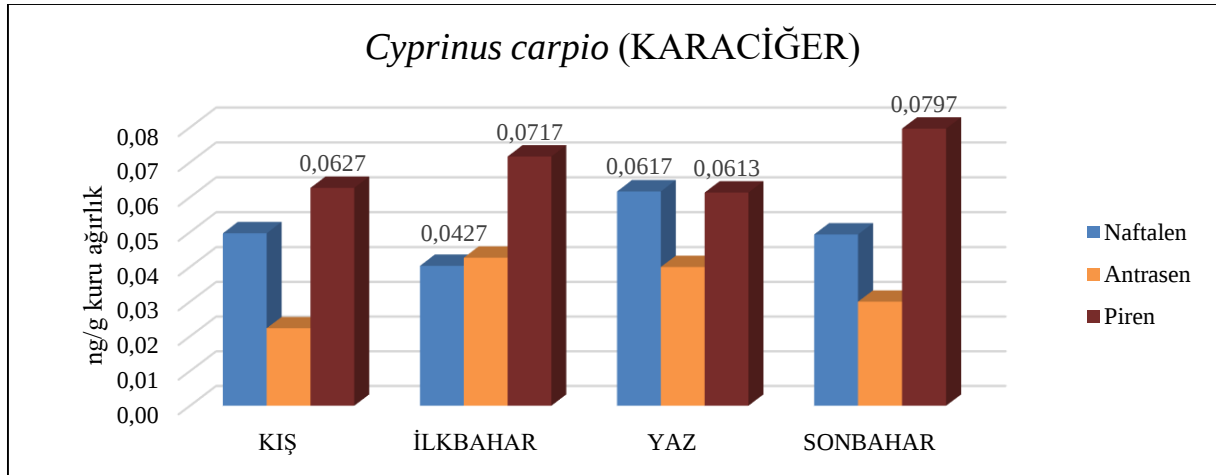
Şekil 4.66: Araştırma süresince *Rutilus frisii* karaciğer doku örneklerinde ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) değerlerinin mevsimsel değişimi

Rutilus frisii karaciğer dokusunda ölçülen PAH bileşiklerinden Naftalin değerleri yaz ve sonbahar aylarında benzerlik gösterirken (Tablo 4.62 ve Şekil 4.66) Naftalin için en yüksek ortalama konsantrasyon $0,06 \pm 0,009$ ng/g kuru ağırlık değeri ile sonbahar mevsiminde ölçülmüştür. Karaciğerde tespit edilen Antrasen ve Piren konsantrasyonları mevsimsel olarak bir farklılık göstermemiş, (Tablo 4.62) *Rutilus frisii* karaciğerinde en yüksek Piren değeri $0,07 \pm 0,001$ ng/g kuru ağırlık ile kış aylarında kaydedilmiştir.

Tablo 4.62: Araştırma süresince *Cyprinus carpio* karaciğer doku örneklerinde ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) değerlerinin mevsimsel değişimi ve istatistiksel değerlendirmesi (tek yönlü ANOVA, $P < 0,05$) (Üstel olarak verilmiş alfabetik harfler benzerlik ve farkları ifade etmektedir)

<i>Cyprinus carpio</i> kas	KIŞ	İLKBAHAR	YAZ	SONBAHAR
Naftalin	0,05±0,003 ^a	0,04±0,002 ^b	0,06±0,002 ^c	0,05±0,001 ^a
Asenaften	-	-	-	-
Asenaften	-	-	-	-
Floren	-	-	-	-
Fenantren	-	-	-	-
Antrasen	0,02±0,0005 ^a	0,04±0,001 ^b	0,04±0,002 ^b	0,03±0,002 ^c
Floranten	-	-	-	-
Piren	0,06±0,001 ^a	0,07±0,0005 ^b	0,06±0,003 ^a	0,08±0,001 ^c
Benzo[a]antrasen	-	-	-	-
Krisen	-	-	-	-
Benzo[b]floranten	-	-	-	-
Benzo[k]floranten	-	-	-	-
Benzo(a)piren	-	-	-	-
Indeno(1,2,3-c,d)piren	-	-	-	-
Dibenzo(a,h)antrasen	-	-	-	-
Benzo(g,h,i)perilen	-	-	-	-

Sonuçlar ng/g kuru ağırlık olarak verildi. “-”: Tespit edilemedi.



Şekil 4.67: Araştırma süresince *Cyprinus carpio* karaciğer doku örneklerinde ölçülen polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) değerlerinin mevsimsel değişimi

Cyprinus carpio karaciğer dokusunda ölçülen ortalama PAH konsantrasyonlarının mevsimsel değişimine göre tespit edilen bileşiklerden Naftalin en yüksek değerlerine yaz mevsiminde

ulaşmıştır ($0,06 \pm 0,002$ ng/g kuru ağırlık) (Tablo 4.63 ve Şekil 4.67). Antrasen ise ilkbahar ve yaz mevsiminde kaydedilmiştir ($0,04 \pm 0,001$ ve $0,04 \pm 0,002$ ng/g kuru ağırlık). *Cyprinus carpio* karaciğer dokusunda ölçülen en yüksek ortalama konsantrasyon Piren bileşiğinde $0,08 \pm 0,001$ ng/g kuru ağırlık ile sonbahar mevsiminde tespit edilmiştir.

Kas ve karaciğer dokularının ortalama PAH konsantrasyonları arasındaki istatistiksel anlamlı farklılıklar bağımsız *t*-Testi ile belirlenmiş, ($P < 0,05$) elde edilen sonuçlar göz önüne alındığında PAH bileşikleri için kas ve karaciğer dokuları arasında anlamlı fark gösteren veriler değerlendirilmiştir. Kas doku örneklerinde 16 PAH bileşiğinden 2 tanesi (naftalin ve piren) tespit edilmiş olup diğer PAH bileşikleri tespit limitlerinin altında bulunmuştur. Karaciğer doku örneklerinde ise kas dokularından farklı olarak antrasen bileşiği tespit edilmiştir. Naftalinin karaciğer dokusundaki konsantrasyonu ($X_{ort}=0,446$) kas dokusundakinden ($X_{ort}=0,292$) daha yüksek olduğunu görülmektedir ($t_{(58,042)}=-6,884$, $P = 0,001$, $P < 0,05$). Piren bileşiği dokular arasında anlamlı fark göstermiş ($t_{(65,615)}=-10,512$, $P = 0,001$, $P < 0,05$) ve karaciğer dokusundaki konsantrasyonu ($X_{ort}=0,0673$) kas dokusundaki konsantrasyonundan ($X_{ort}=0,0491$) daha yüksek bulunmuştur.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Türkiye’de pestisitler ile ilgili yapılan çalışmalar 1950’li yılların sonlarında kurulan Ankara Zirai Mücadele İlaç ve Aletleri Enstitü Kalıntı Analiz Laboratuvarı ile başlamış ve ilk çalışma Otacı ve Güvener (1959) tarafından yapılmıştır. Yapılan araştırmaların büyük bir kısmı gıda maddelerindeki pestisit kalıntılarının ve bekleme sürelerinin belirlenmesi üzerinde yoğunlaşmıştır. Pestisit kalıntılarının yüzey sularına, sedimana ve canlı organizmalara etkisi üzerine yapılan çalışmalar ise yeterli sayıda değildir. Oysaki tarım ülkesi olarak bilinen ülkemizde, tarımsal alanlarda pestisit kullanımının yaygın ve kontrolsüz bir şekilde uygulanması nedeni ile su kaynaklarındaki pestisit kirliliği ile ilgili izleme çalışmalarının belli bir düzen içerisinde sürdürülmesi büyük önem arz etmektedir. Çünkü pestisitler, su ekosisteminde besin zincirinin ilk halkasını oluşturan alglerden başlayarak son halkası olan büyük karnivor balıklara kadar artan bir oranda birikim yaparak insan sağlığını da tehlikeye atacak konsantrasyonlara ulaşabilmektedir. Akarsu, göl, gölet ve baraj havzalarında yapılan tarımsal faaliyetlerde kullanılan pestisitler bu kaynaklar üzerinde ciddi oranda tehdit oluşturabilmektedir. Tez çalışmasının yapıldığı İznik Gölü ülkemizin beşinci, Marmara Bölgesi’nin ise en büyük gölüdür. İznik Gölü gerek coğrafi konumu gerekse iklim ve toprak yapısı nedeni ile çevresinde meyve ve sebzeçilik üretiminin yıl boyu devam ettiği, tarımsal faaliyetler sebebiyle bu alanlarda kontrolsüz şekilde kullanılan pestisitlerin varlığıyla büyük risk altında bulunan bir su kütlesi olarak dikkat çekmektedir.

Bugüne kadar İznik Gölü üzerinde yapılan çalışmalar genel olarak gölün su kalitesinin belirlenmesi, su kalitesinde meydana gelen değişimlerin kaynaklarının tespiti, gölün verimliliği ve sürdürülebilirliğinin nasıl sağlanacağı ve göl balıkçılığını etkilemesi muhtemel tehditlerin neler olacağı şeklindeki sorulara cevap verilmesi üzerine yoğunlaşmıştır (Albay, 1996; Aktan ve diğ. 2000; Acıpinar, 2005; Gaygusuz, 2006; Akçaalan ve diğ. 2009). Genellikle çalışmalar pestisitlerin bekleme sürelerinin saptanmasına yöneliktir. Pestisit kalıntılarının yüzey suları ve alıcı sulardaki organizmalara etkisi üzerine yapılan çalışmalar ise az sayıdadır (Oğuz, 2009).

Doktora tez çalışması kapsamında İznik Gölü’nde 6 istasyonda gerçekleştirilen su kalitesi analizleri izleme sonuçları Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından 16 Haziran 2021 tarih ve 31513 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği’ne göre değerlendirilmiş ve göl suyunun verimlilik bakımından ‘Mezotrofik’ değere yakın kalitede

olduğu belirlenmiştir (Tablo 5.1). Analiz edilen temel besin tuzlarının (azot, forfor, silika, sülfat) belirli dönemlerde yüksek konsantrasyonlara ulaşması gölün ötrofikasyon problemi ile karşılaşmasının habercisi olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca son dönemlerde etkileri artan iklim değişimi sebebiyle gölü besleyen akarsulardaki su seviyelerinin azalması, bu akarsular üzerinde bulunan barajların olumsuz etkisi, tarımsal sulama için dere sularının ölçüsüzce kullanımı sanayi için yoğun su çekimi gibi nedenlerle gölde su seviyesi düşmeye başlamış, bu durumda göl su kalitesinin bozulmasına neden olan etkenler olarak kaydedilmiştir. İznik Gölü'nün derin bir göl olmasına karşın sıcaklık artışlarının etkisiyle ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde görülen aşırı alg çoğalmaları bu hipotezi desteklemektedir.

Tablo 5.1: İznik Gölü su kalitesi parametlerine göre trofik seviye tablosu.

Trofik Seviye	Toplam P	Toplam N	Klorofil- a	Secchi Disk Derinliği
	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(m)
İznik Gölü Değerleri	28,7	1015,6	6,1	2,6
İznik Gölü Trofik Seviye İndeks Değeri (TSİ)	50,45			

Trofik Seviye İndeks Değeri (TSİ); >62: Hipertrofik, 62: Ötrofik, 60-52: Mezotrofik, 44: Oligotrofik, ≤29: Ultraoligotrofik

İznik Gölü'nde pestisitler üzerine yapılan ilk araştırma Orhon (1990) tarafından yapılmıştır. Yapılan bu çalışmanın amacı gölün mevcut su kalitesi özelliklerinin ortaya çıkarılması olup bunun yanı sıra sudaki fosforlu pestisitlerin tespitine yöneliktir. Bu çalışmadan sonra İznik Gölü'nde pestisitler üzerine Oğuz (2009) tarafından yapılan çalışmada, 8 istasyondan alınan su örneklerinde, bazı su kalitesi parametreleri ile fosforlu pestisit ölçümleri yapılmış ayrıca gölün farklı bölgelerinden alınan ve balıkların kas ve karaciğerlerinde de pestisit analizleri gerçekleştirilmiştir. Göl yüzey suyunda tespit edilen pestisit konsantrasyonları istasyonlar arasında istatistiksel olarak farklılık göstermiş, en yüksek değer 852 µg/L ile guthion türü pestisit olarak belirtilmiştir. Ayrıca gölden alınan balıkların kas ve karaciğer dokularında araştırılan organoklorlu pestisit türlerine rastlanılmış, özellikle BHC türevleri ve aldrin gibi

OCP'lerin yanı sıra dünya da ve ülkemizde kullanımı yasaklı olan DDT kalıntısına da rastlanılmıştır.

Bu çalışmada 5 kıyı istasyonu ve açıksu bölgesinden seçilen referans istasyondan alınan yüzey su örnekleri OCP türlerinin grupsal olarak aylık değerlendirildiği varyans ve Tukey testi sonuçlarına göre sadece endrin grubunda anlamlı fark ($0,0028 < 0,05$) tespit edilmiştir. 1. istasyon hariç tüm istasyonlarda endrin grubunu temsil eden pestisit türleri tespit edilmiş ve gölde baskın OCP grubunu oluşturmuştur. Diğer OCP gruplarına kıyasla Endrin grubunun aylık olarak değerlendirildiği istatistiki verilerde anlamlı sonuç vermesi bu OCP grubunun tarımsal faaliyetlerde özellikle zeytin üretimde daha yüksek bir kullanıma sahip olduğu varsayımını güçlendirmektedir.

OCP gruplarının mevsimsel olarak değerlendirildiği varyans ve Tukey testi sonuçlarında ise BHC grubu ($0,008 < 0,05$) ve endrin grubu ($0,008 < 0,05$) yaz mevsimi konsantrasyonları diğer mevsimlere göre farklılık göstermiştir. Analiz edilen örnekler göz önüne alındığında yaz mevsimi istatistiksel verilerinde diğer mevsimlere göre farklı bulunması bu iki OCP grubunun tarımsal faaliyetlerde kullanılan ilaçlamanın yoğun olarak yapıldığı, ilkbahar ve yaz mevsimleri sonrası göl suyuna derelerle ve yağmur sonrası yüzeysel akış ile ulaşmış olabileceği sonucuna varılmıştır. Kuşkusuz özellikle mevsim geçişleri sırasında etkili olan kuvvetli rüzgarların da gölde suyun yüzeyden dibe doğru karışmasına ve dalgalanmaya sebep olarak sedimanda biriken organoklorlu pestisitlerinin tekrardan suya karışması da göl suyundaki OCP değerlerinin artışına neden olabileceği fikrini güçlendirmiştir (Turgut, 2003).

İznik Gölü'nde belirlenen 6 ayrı istasyondan örneklenen yüzey suyu örnekleri grupsal olarak OCP ortalama konsantrasyonlarına ilişkin elde edilen bulgular Tablo 4.1 ve Şekil 4.27'de verilmiştir. Yapılan tek yönlü varyans analizi ve Duncan testi sonucuna göre örneklemin yapıldığı istasyonlar arasında farklılık olduğu görülmüştür ($P < 0,05$).

İznik Gölü'nün kuzey bölümünü temsil eden 1. istasyon verilerine bakıldığında en yüksek ortalama konsantrasyonlara BHC ve heptaklor grubunda ulaşıldığı görülmektedir. Ayrıca bu OCP grupları tüm istasyonlar içinde en yüksek değerlerle 1. istasyonda temsil edilmiştir. Heptaklor Stockholm Sözleşmesi'nde yer alan kalıcı organik kirleticiler sınıfında bulunan organoklorlu pestisit türüdür (Reed ve Koshlukova, 2014). Heptaklorun okside olup kendinden daha kararlı yapıya sahip heptaklor epoksite dönüştüğü ve çevresel ortamlarda bu yapıda

bulunma olasılığının daha yüksek olduğu belirtilmektedir (Bidleman ve diğer., 1998; Jakobi ve diğer., 2015). Heptaklor ve yıkım ürünü olan heptaklor epoksinin ‘Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği’nce belirtilen maksimum kalıntı limiti değeri 0,0003 µg/L’dir. Yönetmeliğe göre kalıntı limit değerleri açısından bakıldığında tespit edilen tüm değerler İznik Gölü için bu değerlerin üstündedir ve tehlikeli bulunabilir. BHC grubu pestisitlerin 1. ve 2. istasyon ortalama konsantrasyonları diğer istasyonlardan istatistiki olarak farklılık göstermiştir. BHC grubu pestisitler diğer OCP türlerine nispeten daha yüksek uçuculuk özelliği göstermektedir ve bu nedenle tarımda kullanımı sonrası uzun mesafeler katederek farklı bölgelere taşınımı söz konusudur (Willett ve diğer., 1998). BHC grubu pestisitlerin sebze ve meyvecilikte özellikle böceklerle karşı korumak için uygulanmasının yanında hayvanlarda uyuz ve bit tedavisinde kullanıldığı bilinmektedir (Chen, 2005). Bu istasyonlardaki yüksek konsantrasyonun sebebi böceklerle karşı kullanılmasında etkili olduğu düşünülebilir. Ayrıca İznik Gölü özelinde genel bir yaklaşımla baktığımızda göl istasyonlarından 1. ve 2. istasyonlarda hem su örneklerinde hem de sediman örneklerinde mevcut BHC grubu OCP’lerin varlığını derelerden gelen yükün etkilemiş olması ihtimaller dahilindedir. Bununla birlikte İznik Gölü BHC kirliliği açısından, “Tehlikeli Maddelerin Su ve Çevresinde Neden Olduğu Kirliliğin Kontrolü Yönetmeliği ve İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliklerine” göre değerlendirildiğinde, 1. ve 2. istasyonlarda 0,1 µg/L kabul edilebilir maksimum değerinin üstündedir. Ek olarak yine bu istasyonlardaki ortalama konsantrasyonlar Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği’nde geçen 4 µg/L sınırının üzerinde BHC grubu OCP içermektedir. Bu değerler ışığında 1. ve 2. istasyonlar BHC kirliliği açısından hem doğrudan içme suyu olarak kullanımları hem de Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği’nce uygun sınırlarda olmadıkları söylenebilir.

2. istasyon OCP ölçüm sonuçlarına göre 1. istasyondan farklı olarak Endrin ve DDT grubu pestisitlerin varlığı dikkat çekmektedir. Nispeten birbirine yakın olan bu iki istasyonda Endrin ve DDT grubu pestisitlerin tespit edilmesi Orhon (1990) tarafından yapılan çalışmadaki bulguları desteklemektedir. Orhon (1990) yaptığı çalışmada mevcut tez çalışmamızın 2. istasyonuna denk gelen bölgesinden temin ettiği *Carassius gibelio* örneklerinde Endrin ve DDT grubu pestisitleri kas ve karaciğer dokularında tespit etmiştir.

Zeytin tarımının en yoğun olarak yapıldığı bölgeleri kapsayan 3. ve 4. istasyonlarda ortalama OCP konsantrasyonları en yüksek değerlerine genellikle bu istasyonlarda ulaşmıştır. ΣEndrin ve türevi konsantrasyonları yaz mevsiminde 6, 3 ve 4 numaralı istasyonlarda sırasıyla 60,80

$\mu\text{g/L}$, 60,40 $\mu\text{g/L}$ ve 45,0 $\mu\text{g/L}$ seviyelerinde tespit edilmiştir. Bunun dışında toplam BHC ve türevlerinin değerleri istasyon 1 ve istasyon 2’de diğer istasyonlara göre daha yüksek bulunmuş ve bu değerler sırasıyla 10,60 $\mu\text{g/L}$ ve 14,50 $\mu\text{g/L}$ olmuştur. Bulgularımız Uluabat Gölü’nde yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar ile de benzerlik göstermiştir. Yapılan çalışmada OCP bileşenleri arasında en yüksek konsantrasyonlarda özellikle Endrin bulunmuş olup ayrıca BHC, DDT ve türevleri Uluabat Gölü’nde yüksek konsantrasyonlara ulaşan pestisit türleri olarak kaydedilmiştir (Barlas ve diğ., 2006).

DDT sudaki çözünürlüğü içeriğinde bulunan klorlu yapısı nedeniyle çok az olan, canlı organizmaların yağ dokularında birikim yapma özelliği yüksek olan ve atmosfer hareketleri ile çok uzun mesafelede yer değiştirebilen bir insektisittir. Bu özellikleri sebebiyle Stockholm Sözleşmesi kapsamında kullanımı yasaklanmış maddeler içerisinde yer almaktadır (Cheremisinoff ve Rosenfeld, 2011). DDT’nin yıkım ürünleri olan metabolitleri Diklorodifenildikloroetilen (DDE) ve Diklorodifenildikloroetan (DDD) bileşikler organoklorlu pestisit çalışmalarında varlığı incelenen bileşiklerdendir. DDT 1980’li yıllarda kullanımı yasaklanmasından önce tarım faaliyetlerinde yoğun ve kontrolsüz olarak uygulanan kanserojen etkisi yüksek bir insektisittir. Yasaklanmasının ardından uzun süre geçmiş olmasına rağmen literatür çalışmalarına bakıldığında DDT ve türevlerine rastlanılmaktadır (Zhou ve diğ., 2006; Jakobi ve diğ., 2015; Qiang ve diğ., 2021; Hu ve Tao, 2023). Çalışmamızın bir başka çarpıcı sonucu en tehlikeli klorlu insektisitlerin başında gelen DDT ve türevlerinin diğer istasyonlara göre en yüksek konsantrasyonlara 4. ve 5. istasyonlarda ulaşmış olmasıdır. Tespit edilen bu toplam konsantrasyonlar için en yüksek değerler p,p’DDD’ye aittir.

Çalışma süresince en yoğun şekilde tespit edilen OCP’lerden Endrin hızlı bir şekilde Endrin keton ve Endrin aldehite ayrışır ve bundan dolayı çevredeki varlığı bulunduğu ortamın koşulları ile bağlantılıdır (Syafrudin ve diğ., 2021). Endrin grubu OCP türlerinin ortalama konsantrasyonlarının en yüksek olduğu istasyon 6. istasyondur ($13,327 \pm 4,2601$). Endrinin parçalanma ürünlerinden olan Endrin keton konsantrasyonları 6. istasyonda yaz mevsiminde 51,5 $\mu\text{g/L}$ ile en yüksek seviyede ölçüldü. Bunu 36,6 $\mu\text{g/L}$ ile Endrin aldehit ve 10,43 $\mu\text{g/L}$ ile Endosülfan II 4. istasyonda yaz aylarında izledi. Aksu (2023) Sapanca Gölü’nde yaptığı çalışmada elde ettiği bulgularında Endrinin bozunma ürünleri olan Endrin aldehite ve Endrin ketona tüm aylarda rastlamış, sonuçların ‘Tehlikeli Maddelerin Su ve Çevresinde Neden Olduğu Kirliliğin Kontrolü Yönetmeliği’ kapsamındaki sınır değerinin üzerinde olduğunu

belirtmiştir. İznik Gölü genelinde Endrin keton ve Endrin aldehit konsantrasyonlarının tespiti tarihsel bir kullanımı göstermektedir. Çünkü Endrinin doğada parçalanırken önce Endrin aldehite daha sonra ise Endrin ketona yıkımı gösterilmiştir (Zitko, 2003). Ayrıca yüzey sularında toplam Endrin ve türevlerinin konsantrasyonları 1. istasyon hariç tüm istasyonlarda en yüksek değerlere ulaşmış ve bu değerler Dünya Sağlık Örgütü Organizasyonu tarafından belirlenen maksimum kalıntı limitinin (MKL) ($20 \mu\text{g/L}$) üzerinde olmuştur (WHO, 2008).

Şimdiye kadar İznik Gölü su sütununda pestisit kirliliğinin araştırıldığı bir çalışma yapılmamış olması bu tez çalışmasının önemini daha da artırmaktadır. Bu çalışmada açıksu bölgesinden seçilen 5. istasyonda yüzeyden 40 m derinliğe kadar her 10 metrede bir alınan su örneklerinde OCP ölçümleri yapılarak su sütunundaki yayılımı hakkında bilgi sahibi olunmuştur. Elde edilen veriler varyans ve Tukey testine göre değerlendirilmiş, analiz değerlerine göre OCP gruplarından sadece Endosülfan grubu ($0,000 < 0,05$) ve Endrin grubunda ($0,001 < 0,05$) anlamlı fark tespit edilmiştir.

5 numaralı istasyondan derinliğe bağlı olarak alınan su örneklerinin grupsal olarak aylık değerlendirildiği varyans ve Tukey testi sonuçları Tablo 4.10-4.14 ve Şekil 4.36-4.40'da verilmiştir. Elde edilen sonuçlarda yaz ve sonbahar mevsimi ortalama konsantrasyonları kış ve ilkbahar mevsim sonuçlarından daha yüksek bulunmuştur. BHC, heptaklor, DDT grupları ve metoksiklor sonuçları mevsimsel olarak istatistiki açıdan farklılık göstermemiş, Aldrin ve Dieltrin grubu mevsimsel sonuçlarında yaz mevsimi verileri kış mevsimine göre farklılık gösterirken, ilkbahar ve sonbahar mevsim sonuçlarıyla benzerlik göstermiştir. Endosülfan grubu OCP'lerin yaz-sonbahar mevsimleri ortalama konsantrasyonları istatistiki açıdan benzerlik göstermiş ve kış-ilkbahar mevsim sonuçlarından farklı bulunmuştur. 5. istasyonda tespit edilen en yüksek ortalama değer $2,09 \pm 1,33$ ile yaz mevsiminde ölçülen Endrin olmuştur.

OCP gruplarının derinliğe bağlı olarak değerlendirildiği varyans ve Tukey testi sonuçları Tablo 4.8 ve Şekil 4.34'de verilmiştir. İlgili Tablo ve Şekilden de görüleceği üzere bu istasyonda OCP gruplarından BHC, Aldrin-dieltrin ve Heptaklor grubu pestisitleri tespit edilmiş olup Endosülfan, Endrin, DDT ve Metoksiklor tespit değerlerinin altında kalmıştır. Yüzey suyunda tespit edilemeyen bu 4 OCP grubu diğer derinliklerde tespit edilmiştir. Bunun sebebi olarak OCP'lerin çok güçlü karbon-klor bağları, suda düşük afiniteye sahip olmalarına ve partikül maddeye, toprak humik maddelerine, özellikle sudaki yağ dokularına bağlanma afinitesinin yüksek olmasına bağlanabilir (WSPMP, 1995; Ritter ve diğ., 2005). OCP grupları içerisinde en

yüksek ortalama konsantrasyon 40 m derinlikte $4,70 \pm 1,32 \mu\text{g/L}$ ile Metoksiklora aittir. Metoksiklorun ardından yine 40 m derinlikte BHC, Endrin ve DDT grupları en yüksek ortalama konsantrasyonlara bu derinlikte ulaşmıştır. Organoklorlu pestisit gruplarının derinlik arttıkça konsantrasyonlarının da arttığı gözlenmiştir. Endosülfan grubuna ait değerler tüm derinliklerde benzerlik göstermiş, ancak Endosülfan ve türevleri en yüksek konsantrasyonlarda 20 m derinlikte Endosülfan II olarak kaydedilmiştir.

Tablo 5.2: Ulusal ve uluslararası mevzuata göre belirlenmiş olan bazı pestisit türlerinin maksimum kalıntı limitleri

		Türkiye	EU	EPA	WHO	Avustralya	İznik Gölü (Ort. Değerleri)
Tüm Sularda	$\mu\text{g/L}$	0,1	0,1	0,2	0,1		2
Birden fazla Pestisit Türü için	$\mu\text{g/L}$	0,5	0,5				2
DDT ve Türevleri	$\mu\text{g/L}$				2	0,06	2,4
Aldrin/Dieldrin	$\mu\text{g/L}$	0,03			0,03	0,01	0,4
Heptaklor ve Türevleri	$\mu\text{g/L}$	0,03			0,03	0,05	
Metoksiklor	$\mu\text{g/L}$				20	0,2	0,2
Lindan	$\mu\text{g/L}$	0,1			2		2,9
Süt	$\mu\text{g/L}$				0,01		
Hayvansal Ürünler	mg/kg	0,01			0,1		

“Türkiye Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği”ne göre bazı OCP türleri için maksimum kalıntı limitleri belirlenmiş ve bu limitler uluslararası veriler dikkate alınarak hazırlanmıştır. Bu OCP türleri ve maksimum kalıntı limitleri şu şekildedir: Lindan ve türevleri ($0,1 \mu\text{g/L}$), Endrin ve türevleri ($0,01 \mu\text{g/L}$), DDT ve türevleri ($0,01 \mu\text{g/L}$), Aldrin ve Dieldrin ($0,01 \mu\text{g/L}$) ve son olarak Heptaklor ve Heptaklor epoksit ($0,03 \mu\text{g/L}$) (Tablo 5.2). Çalışmada elde edilen su numunelerinin konsantrasyonları incelendiğinde MRL değerleri verilen bu OCP bileşenlerinden bazılarının sonuçlarının tavsiye edilen limitlerin üzerinde değerlere sahip olduğu görülmüştür. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, Hindistan’da yapılan bir çalışmada elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermiştir. Arisekar ve diğ., (2019) çalışmalarında Endosülfan,

Aldrin, Dieldrin, Heptaklor ve Endrin OCP türlerinin en yaygın görülen pestisitler olduğunu tespit etmişlerdir.

1. istasyon hariç diğer beş istasyonun yüzey suyu örneklerinde DDT ve metabolitleri tespit edilmiştir. DDT karışımları genel olarak %75 p,p-DDT, %15 o,pDDT, %5, p-DDE ve <%5 diğerleri içermektedir (Metcalf, 1973; Bopp ve diğ., 1982). Genel olarak, kirlilik değerlendirmesinde DDT ve türevlerinin bağıl toplam konsantrasyonları kullanılmaktadır. DDT'nin anaerobik koşullar altında DDD'ye ve aerobik koşullar altında DDE'ye dönüştüğü bilinmektedir (Bossi ve diğ., 1992). 0,5'ten yüksek bir DDE+DDD/DDT oranı, tarihsel olarak birikmiş DDT'lerin uzun vadeli bozulmaya uğradığını gösterir (Hitch ve Day, 1992). Bu çalışmada su kolununda ve sedimanda kaydedilen ortalama DDE + DDD/DDT konsantrasyonu 1. ve 2. istasyonlar dışında 0,5'in üzerinde bulunmuştur. Ek olarak, DDD/DDE>1, DDT'nin anaerobik bozunmasından kaynaklanan DDD'nin baskın olduğunu gösterir (Doong ve diğ., 2002a, b). Bu değerler yıl boyunca 3., 4. ve 6. istasyonlarda 1. istasyondan yüksek bulunmuş, kıyı etkisinden uzakta olan 5. istasyonda ölçülen değerler ise yıl boyunca 1. istasyondan düşük kaydedilmiştir. Kuzukıran ve diğ. (2019), Kızılırmak Nehri'nden toplanan 60 adet sediman ve su örneğinde organoklorlu pestisit konsantrasyonlarının araştırıldığı çalışma sonuçları ile bu çalışmanın verileri ile uyumludur.

Tarımsal faaliyetlerde kullanılan veya farklı yollar ile toprağa ulaşan pestisitler kimyasal, biyolojik ve fotokimyasal olaylar sonucu yağmur sularıyla yüzeysel sulara ulaşırlar. Pestisitlerin yarılanma ömürlerine göre toprakta bulunma süreleri ve yüzey sularına ulaşma olasılıkları da artmaktadır. Organoklorlu pestisitlerin genel olarak sudaki çözünürlüklerinin düşük olması nedeniyle sucul ekosisteme karışan pestisitler; su içerisinde bulunan askıda katı maddelere, birincil üretimde yer alan planktonlara, çürüme artıklarına ve sedimana tutunarak birikirler (Altıkat ve diğ., 2009). Sedimanda meydana gelen uzun süreli pestisit birikimleri, mevcut su kaynağına yeni giriş olmasa da sedimandan tekrar su kolonuna geçerek ortamda sürekli bir kirlenme yaratabilir (Aydın ve diğ., 2019). Bu nedenlerden dolayı pestisitlerin yüzey sularında ve sedimanda belli kalıntı değerlerin üstüne çıkmaması gerekmektedir (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Sediman örneklemeleri sucul ekosistemde pestisitlerin olası birikiminin tespit edilebileceği önemli bir kaynaktır (Hu ve Tao, 2023). Sedimanda yapılan pestisit analiz sonuçları göllerin yıllar içinde maruz kaldıkları pestisit varlığı ile ilgili bilgi veren en önemli örnekleme yöntemidir (Aydın ve diğ., 2019).

Bilindiği üzere su ve sediman arasında sürekli bir etkileşim mevcuttur. Bu nedenle ortamdaki mevcut pestisit değerleri ile organik karbon bütçesi birbiriyle etkileşim halindedir ve pestisitler sudan sedimana veya sedimandan suya geçişler yapabilmektedir. Bu geçişlerin hangi yöne doğru olduğu fugasite oranı (uçuculuk kesri) kullanılarak belirlenebilmektedir (Eşitlik 2.1. $f_{sed}/f_{su} = C_{sed}/(C_{su} \cdot 0.41 \cdot O_K \cdot K_{ow} \cdot x_{ps})$). $f_{sed}/f_{su} < 1$ ise pestisit kalıntı geçişi sudan sedimana doğru, $f_{sed}/f_{su} > 1$ ise sedimandan suya doğru bir geçişin olduğu söylenebilir (Mackay ve Paterson, 1981; Shen ve diğ., 2017). Bu fugasite oranı dikkate alındığında, tez çalışması sonucunda elde edilen 1.istasyon verilerine göre tespit edilen 3 OCP grubundan BHC ve Aldrin-Dieldrin grubunda sedimandan suya, heptaklor grubunda sudan sedimana doğru bir geçişin olduğu görülmektedir. 2.istasyon verilerinde, BHC ve Endrin gruplarında sedimandan suya, Heptaklor grubunda sudan sedimana geçişlerin olduğu düşünülmektedir. Ayrıca Endosülfan ve DDT grubu pestisitlerin yüzey suyu örneklerinde tespit edildiği buna karşın sedimanda tespit edilmemesi yeni bir kirliliğin giriş yaptığı varsayımını düşündürmektedir. 3. istasyon sediman sonuçlarına bakıldığında, sudan sedimana doğru geçişin BHC, Aldrin-Dieldrin ve DDT gruplarında gerçekleştiği, Heptaklor ve Endrin gruplarında ise sedimandan suya doğru geçişin gerçekleştiği görülmektedir. 4.istasyon sediman örneklerinde tüm OCP grupları tespit edilmiş olup BHC, Heptaklor, Endosülfan ve Metoksiklor OCP türlerinde geçişin sudan sedimana doğru olduğu anlaşılmaktadır. Aldrin-Dieldrin, Endrin ve DDT gruplarında ise bu geçiş sedimandan suya doğrudur. 5. istasyonda 4. istasyonda olduğu gibi tüm OCP grupları yüzey suyu örneklerinde olduğu gibi sediman örneklerinde de tespit edilmiştir. BHC, Endosülfan ve DDT grubu pestisitlerin sedimandan suya doğru geçişleri görülürken, Aldrin-Dieldrin, Heptaklor ve Endrin grupları sudan sedimana doğru geçişleri görülmektedir. 6.istasyon sediman örneklerinde sadece Metoksiklor tespit limitlerinin altında kaldığı ancak yüzey suyu örneklerinde Metoksiklorun varlığı yeni kirlilik girişinin olası olduğunu göstermektedir. Tespit edilen OCP gruplarından sadece Endrinin sediman suya geçişinin olduğu, diğer OCP gruplarında bu geçişin sudan sedimana doğru gerçekleştiği elde edilen sonuçlarda bulunmuştur. Sapanca Gölü'nde yapılan bir tez çalışmasında bazı OCP türlerinin fugasite oranlarına göre geçişlerinin hangi yöne doğru olduğu değerlendirilmiş ve mevcut çalışmamızla benzer sonuçlar görülmüştür (Aksu, 2023).

Mevcut çalışma kapsamında toplam 6 istasyondan alınan sediman örneklerinde yaz ve kış mevsimlerinde analiz edilen 18 OCP'den 17 OCP de sediman numunelerinde tespit edilmiş olup, bunların ortalama konsantrasyonları $0,06 \pm 0,01$ ng/g kuru ağırlık ile $6,36 \pm 0,59$ ng/g kuru

ağırlık arasındabulunmuştur. 4. ve 5. istasyonlarda tüm OCP grupları tespit edilmiş, Endrin ve türevleri ile birlikte Heptaklor grubu 3. istasyon hariç tüm istasyonlarda en yüksek konsantrasyonlara ulaşan gruplar olarak kaydedilmiştir.

İran sınırları içerisinde yer alan Tashk Gölü su, sediman ve balık örneklerinde OCP türlerinin incelendiği çalışmada, analiz edilen su numunelerinin %62'sinde, sediman numunelerinin %75'inde ve balık numunelerinin %41'inde BHC grubu pestisit türleri tespit edilmiş olup, sedimanda oluşan en yüksek konsantrasyon 8,475 ng/g kuru ağırlık olarak tespit edilmiştir. Bu sonuç, tez çalışmamızda elde edilen verilerle benzerdir. BHC grubu OCP'lerin sedimandaki kalıntılarının suda ve balıklarda olduğundan daha yaygın ve kalıcı olduğunu ve sedimandaki ortalama BHC konsantrasyonu, balıklardaki ortalama konsantrasyonun yaklaşık 33 katı ve sudaki ortalama konsantrasyonun 76 katı olduğunu göstermektedir (Kafilzadeh, 2015).

Xue ve diğ. (2006), Beijing Gauting'den yüzey suyu ve sedimandaki bazı OCP'leri incelemiş, araştırılan OCP konsantrasyonlarından Heptaklor grubu göz önüne alındığında, yüzey suyunda 0,0167 ile 0,791 µg/L ve sedimanda 5,250 ile 33,400 ng/g kuru ağırlık aralığında tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, tez çalışmamızda Heptaklor grubunun sedimandaki kalıntı seviyesinin sudaki seviyesinden fazla olduğu bulgumuzu benzerlik göstermekte ve sudan sedimana doğru bir geçişin olduğu varsayımını desteklemektedir.

Sediman analizleri kullanılarak geçmiş zamanlardan günümüze gölün maruz kaldığı olası pestisit kalıntılarının belirlenmesi mümkün olduğundan Endrin grubu OCP'lerin kullanımının geçmiş tarım uygulamaları ile ilişkili olduğu varsayılabilir. Gölün yüzey suyunda yapılan OCP analizlerinde Endrin grubunun tespit edildiği istasyonlarda en yüksek ortalama konsantrasyonlara özellikle yaz mevsiminde ulaştığı görülmüştür. Gölde rüzgarlar ve dip akıntıları sebebiyle su kolonunda meydana gelen değişimler Endrin grubu OCP'lerin sedimandan suya geçiş yaparak taşınmış olması Endrin grubunun suda belirlenen yüksek konsantrasyonlarda görünmesinin sebebi olarak açıklanabilir.

Yaz mevsimi sediman örnekleri OCP konsantrasyonları genellikle kış mevsimi konsantrasyonlarından biraz daha yüksekti. Sonuçlarımız, Hindistan ve Çin gibi yakın coğrafyalarda yapılan çalışmalarla (Malik ve diğ., 2009; You ve diğ., 2011) benzerdir ve ayrıca İngiltere'de yapılan bir çalışmada, yaz aylarında buharlaşma nedeniyle toplam OCP konsantrasyonlarının arttığı bildirilmiştir (Meharg ve diğ., 2003). Mevcut çalışmadaki toplam

OCP konsantrasyonlarının yaz aylarında en yüksek seviyeleri, bu çalışmaların sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Ortamdaki OCP'ler gibi kalıcı organik kirleticilerin konsantrasyonlarının, sıcaklık değişimlerinden etkilenen sedimandan adsorpsiyon-desorpsiyona bağlı olduğu bilinmektedir. Sonuçlarımızı destekleyebilecek başka bir parametre de yaz döneminde sedimandaki OCP konsantrasyonları kış dönemine göre daha düşük pH değerlerine sahip olmasıdır. Yaz mevsimi için ölçülen pH değerleri kış mevsimi değerlerinden daha az alkalidir. pH'da ki periyodik düşüşler, toprak organik maddesini protonlayarak sedimanın daha da hidrofobik olmasına neden olabilir. Böylece hidrofobik OCP'lerin sedimana bağlanmasını destekleyebilir (Adeyinka ve diğ., 2019). Ayrıca kış mevsiminde yağış rejiminin azalması ve son yıllarda yaz aylarında sıcaklığın artması nedeniyle göle su akışlarının az olmasının tüm örneklemelerde bulunan OCP konsantrasyonlarının yüksek olmasına katkı sağladığı söylenebilir.

Feng ve diğ. (1988), yüzey sedimanda meydana gelen organoklorlu pestisit birikimlerinin göl suyundan zamanla olabileceği gibi göle bağlanan nehirler aracılığı ile göl tabanına sedimanın taşınması nedeniyle de olabileceğini aktarmıştır.

Son yüzyılda pestisitleri de içine alan sentetik kimyasal madde üretimi çok hızlı bir şekilde artmış ve bu kimyasal maddeler özellikle kullanım aşamasında ekolojik çevreye yayılım göstermektedir. Çözücü ve taşıyıcı özellikleri sebebiyle su, çevresel ortama ulaşan kirleticilerin besin zinciri ile organizmalara ulaşımını kolaylaştırmaktadır. Bu sebeple kalıcı organik kirleticiler arasında önemli olan pestisitler de dahil birçok sentetik kimyasal madde, ilk olarak su ekosistemi canlı organizmaları üzerinde birikim yaparak yüksek değerlere ulaşabilmektedir. Bu organoklorlu pestisit konsantrasyon değerleri balıklarda sudaki oranın 1000 katına kadar çıkabilmektedir (Kasozi ve diğ., 2006). Balıklar ile beslenen canlı türlerinde bu oran çok daha yüksek seviyelere ulaşabilmektedir.

Su ekosistemine geçen bir kirleticinin ne yapıda olduğunun bilinmesi ve bu kirleticinin canlı organizmalar, sediman ve ortam suyu arasındaki etkileşiminin ortaya çıkarılması önemlidir. Canlı grupları açısından bakıldığında, OCP'lere maruz kalan türlerin spesifik özellikleri araştırma çalışmalarında tercih edilmelerinin nedeni olarak ortaya çıkmaktadır. Salyangoz gibi yavaş hareket eden, midye gibi stabil bir yaşam süren canlılarda detoksifikasyon sistemlerinin etkin olmaması fakat besin zincirinde alt basamağı oluşturmaları bu ve benzeri canlıları indikatör tür olarak kabul edilmesini sağlamıştır (Cubadda ve diğ., 2001). Balıklar ise ekonomik

olarak değerli olmaları, besin zincirinde yer almaları ve insanlar tarafından tüketilmeleri sebebiyle kalıcı organik kirleticilerin sebep olduğu zararlı etkilerin tespit edilmesinde en önde gelen türdür.

OCP'lerin kullanımındaki en büyük problem sucul ekosisteme kontamine oldukları zaman meydana gelmektedir. Pestisitler gibi kimyasal maddelerin sucul ortamda canlılara etkisi pestisitlerin molekül yapısına ve türlere göre değişiklik gösterebilir. Balıklarda ise beslenme biçimlerine ve metabolizma hızlarına göre farklılık gösterebildiğinden dolayı OCP kalıntı miktarlarında değişiklikler oluşmaktadır (Drouillard ve diğ., 2001). Bunların haricinde, aynı balık türlerinin bireyleri arasında cinsiyet, yaş ve mevsimsel farklılıklar gibi etmenler biyomagnifikasyonu etkileyerek farklılıkların ortaya çıkmasına sebep olmaktadır (Nakata ve diğ., 1995).

Balıklar ve sucul ekosistemdeki diğer canlılar iki yolla kirletici etkileri olan kimyasalları alırlar. Ya bu kimyasal maddeleri pasif olarak adsorpsiyon ile bünyelerine alırlar ya da canlı organizma tarafından alınıp vücuttan atılmayıp özellikle yağ dokularda birikim yaparlar. Balıklarda bu süreç solungaçlardan yapılan solunum olayı esnasında solungaçlardan geçen sudan olayı çok daha önem arz etmektedir. Çünkü lipofilik özellik gösteren organoklorlu pestisitler solungaçlardan absorbe edilip balık dokularına geçiş yapmaktadır (Cremlyn, 1980; Yang ve diğ., 2006). Yavru balıklarda bu durum dış etmenlere karşı hassasiyetlerinin yetişkin bireylere göre fazla olmasından dolayı artmaktadır (Klumpp ve diğ., 2002). Pestisitlerin ortamdaki varlığı yavru balıklarda düşük olan hayatta kalma oranının daha da azalmasına sebep olabilmektedir (Yang ve diğ., 2006).

İznik Gölü çevresinde tarımsal alanların ve faaliyetlerin yoğun olduğu bir bölge olması sebebiyle pestisit kullanımı oldukça yüksektir. Ayrıca bölge sanayi ve evsel atıklarla ile de kirleticilere maruz kalmaktadır. Çalışma kapsamında belirlenen üç balık türü (*Carassius gibelio*, *Rutilus frisii* ve *Cyprinus carpio*) üst trofik seviyelerde bulunurlar. Gölün geçmişten bugüne organoklorlu pestisitler ile meydana gelen olası kirlenmenin tespitinde ve önceki çalışmalar ile karşılaştırılması açısından son derece uygundur. Bunun yanı sıra belirlenen balık türlerinin insanlar tarafından tüketilmesinin halk sağlığı için risk oluşturup oluşturmadıklarının araştırılması önem arz etmektedir.

Tez çalışması kapsamında incelenen balık türlerinden *Carassius gibelio* kas dokusu örneklerinde belirlenen organoklorlu pestisit konsantrasyonu mevsimsel değişimine bakıldığında yüzey suyu ve sediman örnekleri sonuçlarına benzer olarak yaz mevsiminde elde edilen sonuçların diğer mevsimlere göre istatistiksel olarak farklılık gösterdiği, en yüksek konsantrasyonlara genellikle yaz mevsiminde ulaştığı görülmektedir. Yaz mevsimi analiz sonuçlarında en yüksek konsantrasyonlar Endrin, Aldrin-Dieldrin, DDT, Metoksiklor ve Heptaklor gruplarında görülmüş, bu değerler Oğuz (2009) tarafında yapılan çalışmayla benzerlik göstermiştir. İznik Gölü'nde bazı pestisitlerin varlığını araştıran çalışmada *Carassius gibelio* kas dokularında DDT, Alfa-BHC, Gama-BHC, Aldrin, Heptaklor epoksit, DDE, Dieldrin ve Metoksiklor tespit edilmiştir (Oğuz, 2009). Georgieva ve diğ. (2015), Bulgaristan Burgas ve Mandra Gölü'nden toplanan *Carassius gibelio* balığında DDT ve türevlerinin (DDE ve DDD) toplam konsantrasyonlarını 3,99 ng/g ıslak ağırlık olarak bulmuşlardır. Covaci ve diğ. (2006) Romanya Danube Deltası'ndan yakaladıkları *Carassius gibelio*'da heptaklor grubu, BHC grubu ve DDT'nin metaboliti olan DDE'nin konsantrasyonlarını araştırdıkları çalışmasında sırasıyla 6,1; 153, 266 ng/g kuru ağırlık belirlemişlerdir. *Carassius gibelio* kas dokusundaki OCP kalıntı miktarlarının araştırıldığı başka bir çalışmada ise Yohannes ve diğ. (2014), Etiyopya Ziway Gölü'nden yakalanan balık örneklerinde BHC, Heptaklor ve DDT grubu pestisitleri tespit etmişler, elde ettikleri değerler çalışmamızda ölçülen değerlerin yaklaşık 10 katı kadardır. Bu çalışmalarda tespit edilen OCP kalıntı değerleri bizim çalışmamızda elde edilen toplam kalıntı değerlerinden oldukça yüksektir. Bunun sebebi çalışmamızda incelenen doku örneklerinin kuru ağırlık üzerinden yapılması olabileceği gibi çalışılan balık türünün yaş, cinsiyet ve kirleticiye maruziyetinden kaynaklı olduğu varsayılabilir.

Kahramanmaraş Sır Baraj Gölü'nde, ticari öneme sahip ve beslenme şekilleri farklı olan dört balık türünde (*Cyprinus carpio*, *Acanthobrama marmid*, *Silurus glanis* ve *Chondrostoma regium*) organoklorlu pestisitlerin kalıntı değerleri belirlenmiştir. Analiz edilen balık türlerinin tümünde baskın pestisit türü olarak DDT'ler tespit edilmiştir. Özellikle DDT'nin metaboliti olan DDE toplam DDT'lerin %90'ından fazlasını oluşturduğu bildirilmiştir. Ayrıca *Cyprinus carpio*'da OCP'lerin bizim çalışmamızdan farklı olarak kas dokusunun karaciğere dokusuna kıyasla birikim seviyesinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Erdogrul ve diğ., 2005). Özmen ve diğ. (2008) Sarıyar Baraj Gölü'ndeki *Cyprinus carpio* dokuları üzerinde OCP türlerinin konsantrasyonlarını araştırdıkları çalışmalarında en yüksek kalıntı değerlerine sahip

organoklorlu pestisit türlerinin BHC grubuna ait olduğu ve konsantrasyonların $0,69 \pm 0,07$ mg/kg'a kadar ulaşabildiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte elde ettikleri sonuçlarda, Endrin, Aldrin-Dieldrin, Heptaklor ve DDT gruplarının incelenen dokularda varlığını belirlemişlerdir. Meriç Deltası'nda yakalanan *Cyprinus carpio* balık türü organoklorlu pestisit kalıntı değerlerinin araştırıldığı çalışmada BHC grubu pestisitlerin 968,15 ng/g kuru ağırlık seviyelerine çıktığı ve incelenen tüm balık örneklerinde DDT'nin DDE'den yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu kalıntı değerleri bizim çalışmamızdaki sonuçlardan oldukça yüksektir ve ortama yakın zamanlarda DDT girişinin olduğunu göstermektedir (Erkmen ve Kolonkaya, 2006).

Mevcut çalışma kapsamında incelenen üç balık türünün kas dokularında tespit edilen ortalama konsantrasyonlarda en yüksek değerlere ulaşan OCP türleri Endrin ve DDT grupları olmuştur. Benzer sonuçlar Roche ve diğ. (2007), Afful ve diğ. (2010) ve Ibigbami ve diğ. (2015a)'nin çalışmalarında elde ettiği verilerle uyumludur. Endrin ve DDT grubu pestisit türlerinin kullanımı yasak olmasına rağmen bu bölgelerde hala yoğun olarak kullanıldığı belirtilmiştir. Bu çalışmalarda araştırılan organoklorlu pestisit türlerinde su, sediman ve balık kas dokularında en yüksek konsantrasyonların Endrin grubunda (68,34, 18,24 ve 33,15 ng/g kuru ağırlık) tespit edilmiş, Endrin grubundan sonra gelen OCP grubu ise DDT grubu (109,35, 16,82 ve 19,14 ng/g kuru ağırlık) olmuştur.

OCP ölçümlerinin yapıldığı *Carassius gibelio*, *Rutilus frisii* ve *Cyprinus carpio* karaciğer dokusu örneklerinde belirlenen organoklorlu pestisit konsantrasyonu mevsimsel değişimi kas dokusu örnekleriyle paralellik göstermiştir. Kas örneklerine göre karaciğer örneklerinde ölçülen değerlerin yüksek bulunması karaciğer dokularındaki yağ oranının kas dokularına göre fazla olması ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca kas dokusu örneklerindeki sonuçlarına benzer olarak en yüksek konsantrasyonlar genellikle yaz mevsiminde tespit edilmiş olup yüksek kalıntı değerlerine Endrin, Aldrin-Dieldrin, DDT, Metoksiklor ve Heptaklor gruplarında rastlanılmıştır.

OCP ölçümlerinin yapıldığı üç balık türünün karaciğerinde en düşük değerler *Carassius gibelio* karaciğerinde kaydedilmiştir. Buna neden olarak *Rutilus frisii* ve *Cyprinus carpio* türlerinin omnivor, *Carassius gibelio* ise herbivor beslenme şekline olması gösterilebilir. Çünkü yapılan çalışmalarda balık dokularındaki pestisit birikim seviyelerinin fiziksel etmenler dışında

beslenme alışkanlıkları ve şekline göre değişim gösterdiği belirtilmiştir (Marchand ve diğ., 2008; Barnhoorn ve diğ., 2010; Bornman ve diğ., 2010).

Yapılan OCP araştırmaların çoğunda pestisitlerin kalıntı değerleriyle balık dokularında bulunan yağ oranları arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Hindistan'da Sanyanarayan ve diğ. (2004) tarafından yapılmış bir araştırmada (*Cyprinus carpio* ve *Puntius ticto*) doku örneklerinde OCP türleri kalıntı miktarları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlarda en yüksek konsantrasyonlar karaciğer dokularında tespit edilmiş ve dokulardaki yağ düzeyleri ile pestisit birikimleri arasında korelasyon olduğu saptanmıştır.

Dünya genelinde kullanımı yaygın olan, özellikle de buğday gibi tahıl ürünlerinde mantar hastalıklarını kontrol etmek için fungusit olarak kullanılan BHC grubu pestisitlerin sucul ekosistemde toksik etkiler gösterdiği ve besin zincirinde birikim yaptığı bilinmektedir (Huff ve diğ., 2007; Kumar ve diğ., 2013). Mevcut çalışmamızda incelen balıkların karaciğer dokularındaki BHC grubu OCP kalıntı değerleri, Etiyopya Rift Vadisi balık dokuları sonuçlarından (Letta ve Attah, 2013), Mısır Burullus Gölü'nden toplanan balıklardan (Said ve diğ., 2008) ve Fildişi Sahili Taabo Gölü (Roche ve diğ., 2007) balık dokularındaki değerlerden daha düşük bulunmuştur. Bunun sebebi yukarıda adı geçen ülkelerde bilinçsiz ve kontrolsüz olarak yapılan pestisit kullanımından kaynaklı olduğu çalışmalara belirtilmiştir.

Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar (PAH'lar) iki veya daha fazla kaynaşmış aromatik halka içeren organik bileşiklerdir. Hem doğal hem de antropojenik kaynaklar tarafından üretilirler ve PAH emisyonlarının çoğunluğu insan faaliyetlerine atfedilir. Doğal kaynaklar arasında orman yangınları ve volkanik patlamalar yer alırken, antropojenik kaynaklar arasında araç emisyonları, endüstriyel faaliyetler ve konut ısıtması gibi yanma süreçleri yer almaktadır (Ravindra ve diğ., 2008).

PAH'lar, çevrede kalıcı olmaları ve hem çevre hem de insan sağlığı üzerindeki potansiyel olumsuz etkileri nedeniyle endişe kaynağıdır. Bazı PAH'ların kanserojen, mutajenik ve suda yaşayan organizmalar için toksik olduğu bilinmektedir (Ravindra ve diğ., 2008). Çevrede, özellikle sedimanlarda ve toprakta birikebilirler ve biyoakümülyasyon ve biyomagnifikasyon süreçleri yoluyla besin zincirine girebilirler (Tarawou ve diğ., 2021). PAH'lar hava, su, toprak ve biyota dahil olmak üzere çeşitli çevresel kompartımanlarda tespit edilmiştir (Jia ve diğ., 2016).

İznik Gölü gibi birçok sucul ekosistem, çeşitli organik kirleticiler için potansiyel bir yutak alan olarak çoğunlukla jeoloji, jeokimya, paleolimnoloji, organoklorlu pestisit, ağır metal ve PAH kirliliği konularında çok sayıda bilimsel araştırmaya konu olmuştur (Budakoğlu, 2000; Akkoyunlu, 2003; Franz ve diğ. 2007). PAH'lar ayrıca toksisiteleri nedeniyle endişe kaynağıdır; birçoğu kanserojen özelliklere sahiptir.

İznik Gölü, endüstriyel emisyonlar, araç egzozu gibi antropojenik etkiler orman yangınları gibi doğal süreçler dahil olmak üzere hem yerel hem de bölgesel Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) kaynaklarından etkilenebilir. Sanayi tesisleri veya yoğun trafik alanları gibi kirlilik kaynaklarına yakınlık, göldeki daha yüksek PAH konsantrasyonlarına katkıda bulunabilir. Polisiklik aromatik hidrokarbonlar da dahil olmak üzere PAH'ların atık sularda bulunabileceğini ve çeşitli süreçlerle taşınabileceğini göstermiştir (Qiang ve diğ., 2000). Bu durum, endüstriyel emisyonların ve atıksu deşarjlarının İznik Gölü'ndeki PAH seviyelerine katkıda bulunabileceğini düşündürmektedir.

Orman yangınları gibi doğal süreçler de PAH'ları çevreye salabilir. Orman yangınlarının atmosfere önemli miktarda PAH saldığı bilinmektedir (Xu ve diğ., 2009). Bu PAH'lar uzun mesafeler boyunca taşınabilir ve göl yüzeyinde veya çevresindeki alanlarda birikebilir. Ayrıca, uzun menzilli atmosferik taşınım gibi bölgesel PAH kaynakları da İznik Gölü'ndeki PAH seviyelerine katkıda bulunabilir. Ronayne (2016) hidrokarbon arama ve geliştirme faaliyetlerindeki artış nedeniyle tatlı su göllerinin yaygın bir şekilde kirlenme potansiyeline sahip olduğunu ve bunun da PAH'ların uzak bölgelere taşınmasına yol açabileceğini vurgulamıştır.

İznik Gölü'nde PAH'ların taşınmasında mevsimsel etkiler de rol oynayabilir. Sonuçlarımızda, en yüksek PAH değerleri yaz ve sonbahar aylarında ölçülmüştür. Bu durum çeşitli faktörlere bağlanabilir. Örneğin, bir çalışmada PAH'lar da dahil olmak üzere hidrofobik kirleticilerin sulu faza taşınmasının mantarlar tarafından kolaylaştırılabileceği öne sürülmüştür (Macková ve diğ., 2007). PAH'ların sulu faza taşınmasının artması, mikroorganizmalar tarafından parçalanmalarını artırabilir. Ayrıca, sıcaklık ve yağış gibi meteorolojik koşullardaki mevsimsel değişimler, PAH'ların göle taşınmasını ve birikmesini etkileyebilir. Çalışmalar, siklonların ve şiddetli rüzgarların atmosfer olayları ile taşınmasına ve PAH'lar da dahil olmak üzere kirleticilerin uzaklaştırılmasına yol açabileceğini göstermiştir (Marinaite ve diğ., 2022).

Sonuç olarak, İznik Gölü'ndeki PAH kaynaklarının taşınım yolları hem yerel hem de bölgesel faktörlerden etkilenebilir. Endüstriyel emisyonlar ve araç egzozu gibi kirlilik kaynaklarına yakınlığın yanı sıra orman yangınları gibi doğal süreçler de göldeki PAH seviyelerine katkıda bulunabilir. Mantarların hidrofobik kirleticilerin taşınımını artırmadaki rolü ve meteorolojik koşullar da dahil olmak üzere mevsimsel etkiler de İznik Gölü'ndeki PAH konsantrasyonlarının mekansal ve zamansal değişkenliğini etkileyebilir.

PAH konsantrasyonlarının mekansal ve zamansal değişkenliği, kirlilik kaynaklarına yakınlık ve mevsimsel etkiler de dahil olmak üzere çeşitli faktörlerden etkilenebilir. Kirlilik kaynaklarına yakınlık, belirli bölgelerde daha yüksek PAH konsantrasyonlarına yol açabilir. Buharlaştırma, kimyasal reaksiyonlar ve biriktirme süreçlerinin gündüzleri daha yüksek gaz PAH konsantrasyonlarına katkıda bulunduğu rapor edilmiştir (Tsapakis ve Stephanou, 2007). Benzer şekilde, su ve sedimandaki PAH konsantrasyonlarında mekânsal-zamansal değişimler gözlemlenmiş, belirli mevsimlerde daha yüksek konsantrasyonlar kaydedilmiştir. Su ve sedimandaki PAH konsantrasyonlarının mekânsal-zamansal değişimler gösterdiği, normal ve kurak mevsimlere kıyasla yağışlı mevsimde daha yüksek konsantrasyonlara sahip olduğu belirtilmiştir (Chen ve diğ., 2018).

Sun ve diğ. (2015)'nin Shitou Koumen Gölü'nde yaptığı çalışmada ortaya çıkmış, İznik Gölü gibi karma kullanımlı büyük bir rezervuardan alınan içme suyu kaynaklarındaki PAH'ların mevsimsel olarak değişimi değerlendirilmiş, en yüksek PAH kalıntı değerlerinin yaz mevsiminde 4 ve üzeri halka yapısına sahip PAH'larda görüldüğünü bildirmişlerdir. Kim ve diğ. (2009) kentsel bir dereye kış ve yaz mevsimindeki PAH konsantrasyonları üzerinde dolaylı birikimin önemini, PAH'ların yüzey suyuna girdilerini ve kaynaklarını incelemiştir. Çalışma sonucunda yaz mevsimi PAH konsantrasyonlarının kış mevsimine göre daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Karyab ve diğ. (2013) İran'ın Tahran kentinin içme suyunda PAH'ların dağılımını ve mevsimsel değişimini değerlendirmiştir. Tespit edilen PAH konsantrasyonları yönetmelikte belirtilen sınırların altında olmasına rağmen, çalışma kanserojen PAH'ların varlığı nedeniyle insan sağlığına yönelik potansiyel tehditlere işaret etmiştir. Bu çalışmamızda ölçülen PAH konsantrasyonlarından Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik kapsamında belirlenen limitlerden sadece Antrasen ve Piren yüksek çıkmıştır.

Dünyada ve ülkemizde sedimanda bulunması gereken maksimum kalıntı limitlerine ilişkin herhangi bir yasal düzenlenme belirlenmemiş olup tatlısu sedimanları izleme alanları üzerine yapılan çalışmalarla olan benzerlikler ve farklılıklar neticesinde çalışmada elde edilen bulguların alana katkı sağlayacağı açıktır. Çalışma kapsamında İznik Gölü'nde belirlenen istasyonlardan alınan yüzey sedimanı örneklerinden elde edilen PAH konsantrasyonları değerlendirildiğinde; elde edilen sonuçların yüzey suyu konsantrasyonlarıyla paralellik gösterdiği ve en düşük konsantrasyonların genellikle kış mevsiminde en yüksek konsantrasyonların ise yaz mevsiminde olduğu tespit edilmiştir.

Yüzey sedimanı kış mevsimi ortalama konsantrasyonları değerlendirildiğinde Piren bileşiğinin tüm istasyonlarda en yüksek ortalama konsantrasyona ulaştığı görülmektedir. Bu verilere ek olarak dikkat çeken bir diğer sonuç ise diğer istasyonlardan farklı bir şekilde 6 halkalı benzen yapısına sahip Benzo[a]antrasenin çeşitli istasyonlarda tespit edilmesidir. Kış döneminde çeşitli istasyonlarda Piren bileşiğinden sonra en yüksek ortalama konsantrasyonlar Fenantren, Floren bileşikleridir. Her iki tür bileşiğin de diğerlerine nazaran 3-4 halkalı PAH türleri grubundan olmaları ve sudaki çözünürlükleri adına beklenebilecek bir durumdur.

Çalışma kapsamında incelenen istasyonlar içinde en düşük ortalama konsantrasyonlar Asenaftilen hariç bir istasyonda tespit edilmiş olup ortalama konsantrasyonların diğerlerine nazaran en yüksek görüldüğü istasyonda ise Piren bileşiğinden sonra yine Floren bileşiği en yüksek ortalama konsantrasyona sahip PAH türü olmuştur. Bu pirolitik yüksek konsantrasyonun nedeni olarak istasyonların çevresine drene olan akarsuların beslenme havzalarına yerleşim bölgelerinden karışan atık su oranlarının farklılık arz etmesi olarak gösterilebilir.

Tez çalışmamızda olduğu gibi Itoh ve diğ. (2010) Japonya'daki Biwa Gölü'nde Eylül 2003-Temmuz 2004 tarihleri arasında aylık periyotlarla tuzak sediman örnekleri üzerinde yaptıkları çalışmada Piren ve Floranten gibi hafif PAH'ların konsantrasyonlarında yazdan ilkbahara kadar olan dönemde düşüş, orta ve ağır PAH'ların konsantrasyonlarında ise artış meydana geldiğini rapor etmişlerdir. Bu sonuç tıpkı tez çalışmasında elde edilen bulgularla olduğu gibi yıl boyunca hafif, orta ve ağır PAH miktarlarında çeşitli değişikliklerin diğer çalışma alanlarında da görülebilir olduğunu kanıtlamaktadır.

Konuyla ilgili olarak Tahoe Gölü'nde (Amerika), İnci ve Sarı Nehir'de (Çin) gerçekleştirilen çalışmalar gibi birçok benzer araştırmanın sonucunda sedimanda birikim gösteren PAH'ların çoğunlukla 5-6 halkalı PAH'lar olduğu, bunun nedeni olarak da ağır PAH'ların suda çözünürlüklerinin çok düşük olması ve Kow değerlerinin yüksek olması gösterilmiştir. Sediman PAH konsantrasyonunu etkileyen faktörlerden biri ise sedimanlarda üç ve dört halkalı PAH'ları (Antrasen, Benzo(a)antrasen) parçalayan farklı mikroorganizmaların bulunmasıdır. Bunlar diğer PAH bileşiklerinin sediman zenginleşmesine sebep olmaktadır. Aynı çalışmalarda, suda 2-3 halkalı (Naftalin, Asenaften, Asenaftilen, Floren) hafif PAH'lara rastlanmıştır. Bu durum hafif PAH'ların suda çözünürlüklerinin ağır PAH'lara göre daha fazla olması ile açıklanmıştır (Köseler, 2008). Yaklaşık beş istasyonda Piren bileşiğinden sonra en yüksek ortalama konsantrasyonlar sırasıyla Naftalin, Floranten, Antrasen şeklinde sıralanmaktadır.

Çalışma kapsamında incelenen istasyonlarda genel olarak düşük ortalama konsantrasyonların elde edilmesi, su hacmindeki artışın seyreltme etkisi veya numunenin süzölmüş olması gösterilebilir. Tüm istasyonlar değerlendirildiğinde 6. istasyonda ölçülen değerler diğer istasyonlar arasında en yüksek değerler olarak dikkat çekmektedir. Piren bileşiğinin yanında Floren ve Naftalin en yüksek ortalama konsantrasyonlara bu istasyonda ulaşmıştır. Sun ve diğ. (2017), sedimandaki PAH konsantrasyon seviyelerini inceledikleri bir çalışmada, Piren bileşiğinden sonra Naftalinin en yüksek ortalama konsantrasyona ulaştığını tespit etmişlerdir. Bu veriler mevcut çalışmamız ile benzerlik göstermektedir.

Kış ve yaz dönemlerinde sediman örnekleri PAH konsantrasyonlarının Piren bileşiği haricinde farklılaşması ve ölçülebilir limitler üzerinde çıkmasına neden olarak yaz döneminde göl suyunda meydana gelen su seviyesindeki azalışa bağlı olarak sediman yoğunluğunun değiştiği söylenebilir. Bir başka neden olarak yerleşim alanlarından göl alanına drene olan suların bünyesinde sediman Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH)'ları kışa nazaran daha fazla oranda taşınmasıyla çeşitli istasyonlarda piren harici PAH'ların oranının yüksek çıkmasına neden olduğu düşünülmektedir.

Büyükçekmece Baraj Gölü'nde Ocak 2008 ve Nisan 2009 dönemlerinde yapılan bir başka çalışmada ise mevsimsel olarak tespit edilen PAH türlerinin mevcut tez çalışmamız ile benzerlikler gösterdiği görülmektedir. Büyükçekmece Baraj Gölü'nde gerçekleştirilen çalışmada sediman örneklemesinden elde edilen PAH verilerine bakıldığında, kış mevsimi ortalama konsantrasyonlarındaki piren bileşiğinin mevcut çalışmamızda olduğu gibi tüm

istasyonlarda en yüksek ortalama konsantrasyona ulaştığı görülmektedir. Bununla birlikte Büyükçekmece Baraj Gölü çevresindeki yerleşim, sanayii ve karayolu ağının yoğunluğu Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH)'ların özellikle kış döneminde göl sedimanında İznik Gölü sedimanına göre daha yoğun olmasına neden olduğu düşünülmektedir (Köseler, 2008).

Viñas ve diğ. (2009), Ria de Vigo'da (İspanya) 32 istasyondan sediman örnekleri alıp PAH konsantrasyonlarını incelediği çalışmada olduğu gibi çalışmamızda elde edilen en yüksek ortalama PAH konsantrasyonların çıktığı 6. istasyon, endüstriyel bölgelerin yanı sıra nüfusun yoğun olduğu alanlarda belirlendiğini söylemek mümkündür.

PAH'lar gıda ürünlerinde de bulunur ve bunların oluşumu ve toksisitesi Zelinkova ve diğ. (2015) tarafından gözden geçirilmiştir. İnceleme, PAH'ların mutajenik ve kanserojenik potansiyeller sergilediğini ve kanserojenliklerinin güçlüden orta dereceye kadar değiştiğini ortaya koymuştur. Gıdalardaki PAH kaynakları arasında pişirme yöntemleri, işleme ve depolama koşulları yer almaktadır. Derlemede ayrıca, gıda ürünlerindeki PAH'ların sağlık üzerindeki etkilerini belirlemek için daha fazla araştırma yapılması gerektiği vurgulanmıştır.

Meng ve diğ. (2019) Çin'in Taihu Gölü'ndeki PAH'ların su ve sedimandaki kaynak ve dağılımlarını araştırmışlardır. Sonuçlar, sedimandaki toplam PAH kalıntı miktarlarının 1,2 ila 1.200 ng/g kuru ağırlık arasında olduğunu ve en yüksek konsantrasyonun endüstriyel faaliyetlerin yoğun olarak bulunduğu gölün kuzey kesiminde gösterdiğini belirtmişlerdir. Çalışma ayrıca göldeki PAH'ların esas olarak endüstriyel ve tarımsal faaliyetler gibi antropojenik kaynaklardan türediğini ortaya koymuştur. Ekolojik risk değerlendirmesi, Taihu Gölü sedimentindeki PAH'ların orta derecede ekolojik risk oluşturduğunu göstermiştir.

Tez çalışması çerçevesinde aynı dönemde İznik Gölü'nden alınan biota örneklerinde sediman analizlerine paralel olarak PAH konsantrasyonlarının kas ve karaciğer dokularındaki (dokuya göre farklılık göstermiş olsa da) biyobirikim süreçlerinin mevsimsel açıdan benzerlikler taşıdığını söylemek analiz sonuçlarına göre mümkündür. Sediman örneklerinde en düşük konsantrasyonun kış, en yüksek konsantrasyonun ise yaz aylarında oluşu (istasyonlara göre küçük farklılıklar gösterse de), balık örneklerinde kendini farklı balık türlerine ve farklı dokulara göre "kısmen" paralellik gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu farklılığın temeli olarak balık örneklerinin İznik Gölü üzerinde farklı beslenme alışkanlıkları ile açıklanabilir.

Dünyanın dört bir yanındaki göller, daha gelişmiş bir dünyada artan nüfusun neden olduğu artan antropojenik etki nedeniyle ciddi bir baskı altındadır (Jeppesen vd., 2017). Birçok göl yüksek derecede ötrofiktir ve genellikle toksik siyanobakterilerin aşırı artışından dolayı sıkıntı yaşamaktadır ve güçlü göl yönetimi eylemleri yürürlüğe konmazsa gelecekte daha da hiperötrofik hale gelebilir (Jeppesen vd., 2017).

Ayrıca İznik Gölü Havzası'nın paleo-çevresel ve tektonik tarihini ve İznik Gölü'nün paleo-limnolojisini inceleyen bir çalışmada ise gölün geçmişteki iklim koşullarına ve çevresel değişimlere nasıl tepki verdiği incelenmiştir. Araştırmacılar, gölün geçmişteki iklim değişikliklerine hassas bir şekilde yanıt verdiğini ve gölün su seviyesinin zaman içinde önemli ölçüde değiştiğini belirlemişlerdir. Bu çalışma, İznik Gölü'nün geçmişteki iklim koşullarına nasıl tepki verdiğini anlamak için önemlidir (Langgut ve diğ., 2019).

İznik Gölü, kirlilik de dahil olmak üzere çeşitli çevresel sorunlarla karşı karşıyadır. Ünlü ve diğ., (2010) İznik Gölü yüzeysel sedimanlarında 12 polisiklik aromatik hidrokarbonun (PAH) konsantrasyonlarını araştırmıştır. Çalışmada, toplam PAH konsantrasyonunun 17-835 ng/g kuru ağırlık aralığında olduğu ve en yüksek değerlerin İznik ve Orhangazi şehirleri ile Sölöz deresi açıklarında kaydetmişlerdir. Göldeki PAH kirliliği, yüksek sıcaklıktaki pirolitik süreçlerin ve petrojenik kaynakların atmosferik girdisinin bir karışımı olarak tanımlanmıştır (Ünlü ve diğ., 2010).

Endüstriyel atıklar, tarım ilaçları, katı atıklar, sigara dumanı ve sanayi baca gazları gibi zararlı maddelerden çevreye gelen kimyasallar, hava, su, toprak ve gıdalara karıştıklarından dolayı insan ve çevre sağlığını tehdit eden önemli çevresel kirleticilerdendir. Bu kirleticiler arasında bulunan PAH'ların, hidrofobik yapılarından dolayı sudaki çözünürlükleri oldukça azdır. Ancak yüksek oranda lipofilik özelliğe sahiptirler. PAH'lar toprakta, suda, havada ve gıda örneklerinde bulunmaktadır (Phillips, 1999; Danyi ve diğ. 2009; Wulff ve diğ. 2009; Zhang ve diğ. 2009).

Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH)'lar, bulundukları ekosistemlerde ortamdaki tüm organizmalar üzerindeki olumsuz sağlık etkileri nedeniyle bilim çevreleri tarafından kaygıyla yaklaşılacak bileşikler olarak bilinmektedir (Zaghden ve diğ., 2007).

Özellikle sucul organizmalara; su, sediman veya besinler vasıtasıyla alınarak biyobirikime uğrayan PAH'lara maruz kalma yolları, besinlerden emilim, solungaçlardan alınıp sonrasında

taşınması, deri yoluyla ve solunum yoluyla alınıp vb. durumları mevcuttur. Kirlenmeye maruz kalma, kirlenmeyi alma, depolama, boşaltma ve bozulma ile devam eden dinamik bir süreçtir (Zhou ve diğ., 2008). Bu dinamik sürecin bir basamağını irdelemek üzere ele alınan tez çalışması kapsamında elde edilen sonuçlar göz önüne alındığında PAH bileşikleri için kas ve karaciğer dokuları arasında anlamlı fark gösteren veriler değerlendirilmiştir.

İznik Gölü'nden örneklenen *Carassius gibelio*, *Rutilus frisii* ve *Cyprinus carpio* kas ve karaciğer örneklerinde, analiz edilen 16 PAH bileşiğinden sadece 2 tane bileşik olan Naftalin ve Piren tüm kas doku örneklerinde tespit edilmiş, diğer PAH türleri tespit limitlerinin altında bulunmuştur.

Carassius gibelio örnekleri ortalama konsantrasyonları mevsimsel olarak değerlendirildiğinde sonbahar mevsimi sonuçları istatistiksel olarak diğer mevsimlere göre anlamlı sonuç vermiş ve en yüksek ortalama konsantrasyon bu mevsimde $0,03 \pm 0,002$ ng/g kuru ağırlık olduğu belirlenmiştir. Piren her mevsim tespit edilmesine rağmen ölçülen değerler mevsimler arasında istatistiksel olarak fark göstermemiştir. Araştırma süresince en yüksek ortalama konsantrasyon $0,05 \pm 0,009$ ng/g kuru ağırlık değeri ile sonbahar mevsiminde Piren bileşiğinde, en düşük ortalama konsantrasyon ise $0,02 \pm 0,002$ ng/g kuru ağırlık değeri ile ilkbahar mevsiminde Naftalin bileşiğinde ölçülmüştür.

PAH ölçümlerinin yapıldığı *Rutilus frisii* kas dokusunda mevsimsel olarak ölçümü yapılan Naftalin değerleri $0,03 \pm 0,002$ ng/g kuru ağırlık değeri ile yaz mevsiminde istatistiksel olarak diğer mevsimlerden farklı bulunmuştur. Piren bileşiği ise incelenen tüm mevsimlerde istatistiksel olarak benzerlik göstermiş ve en yüksek ortalama konsantrasyon $0,05 \pm 0,009$ ng/g kuru ağırlık değeri ile sonbahar mevsiminde ölçülmüştür.

Cyprinus carpio kas dokusunda Naftalin değerleri kış ve yaz mevsiminde istatistiksel olarak benzerlik göstermiştir. Benzer şekilde ölçümü yapılan diğer PAH bileşiği Pirende de ortalama konsantrasyonlar mevsimsel olarak istatistiki açıdan farklılık göstermemiştir.

Tüm kas dokusu örneklerinde Naftalin ve Piren bulunması, bu örneklerin polisiklik aromatik hidrokarbonlarla (PAH'lar) kontamine olduğunu göstermektedir. PAH'lar ham petrolün toksik ve kalıcı bileşenleridir. Nijerya'nın petrol üreten Delta eyaletinde yapılan bir çalışmada, çeşitli nehirlerden toplanan su ve balık örneklerinde mevcut çalışmamızda olduğu gibi Naftalin ve Piren türü PAH bileşikler tespit edilmiştir (Adeyemo ve Ubiogoro, 2012). PAH'lar ham

petrolün en zehirli ve kalıcı bileşenleri arasındadır ve çevre üzerindeki etkileri her bir PAH'ın türüne ve miktarına bağlıdır. Kas dokusu örneklerinde Naftalin ve Pirenin tespit edilmesi, bu PAH'ların diyetten veya çevredeki ortamdan kaynaklanmış olabileceğini düşündürmektedir. Naftalin ve Piren de dahil olmak üzere PAH'lara maruz kalma, çeşitli olumsuz sağlık etkileriyle ilişkilendirilmiştir. PAH'ların kanserojen olduğu bilinmektedir ve yüksek düzeyde PAH'lara uzun süreli maruziyet, başta akciğer ve cilt kanseri olmak üzere kanser gelişme riskinin artmasıyla ilişkilendirilmiştir (Filazi ve diğ., 2013).

Karaciğer dokusundaki daha yüksek yağ içeriği nedeniyle karaciğer dokusu örneklerindeki ortalama PAH konsantrasyonlarının kas dokusu örneklerine kıyasla daha yüksek seviyelerde PAH birikimi göstermesi beklenmektedir (Çelik ve Kucukkurt, 2016). Karaciğerin, lipid metabolizması ve depolanmasındaki rolü nedeniyle, PAH'lar da dahil olmak üzere lipofilik bileşikler biriktirme konusunda daha yüksek bir afiniteye sahip olduğu bilinmektedir (Aktaş ve diğ., 2010). Bu nedenle, tüm kas dokusu örneklerinde Naftalin, Antrasen ve Piren bulunması, bu PAH'ların karaciğer dokusunda da birikmiş olabileceğini düşündürmektedir.

PAH'ların karaciğer dokusunda birikimi çeşitli faktörlerden etkilenebilir. Önemli faktörlerden biri karaciğerin metabolik kapasitesidir. Karaciğer, PAH'lar da dahil olmak üzere ksenobiyotiklerin metabolizması ve detoksifikasyonunda çok önemli bir rol oynar. Bununla birlikte, karaciğerin metabolik kapasitesi bireyler ve türler arasında değişebilir ve bu da PAH'ların karaciğer dokusunda birikimini etkileyebilir (Aktaş ve diğ., 2010).

Karaciğer doku örnekleri ortalama PAH konsantrasyonları kas doku örneklerine nazaran içeriğinde bulunan yağ miktarının fazla olmasından dolayı kas dokusuna göre yüksek miktarda PAH birikimi gösterdiği elde edilen veriler ışığında tahmin edilmektedir. Çalışma kapsamında incelenen karaciğer doku örneklerinde 16 PAH bileşiğinden 3 tanesi (Naftalin, Piren ve Antrasen) tespit edilmiş olup diğer PAH bileşikler tespit limitlerinin altında kalmıştır.

Naftalin, Antrasen ve Piren dahil olmak üzere PAH'lara maruz kalma, karaciğer dahil olmak üzere çeşitli dokularda oksidatif stres ve lipid peroksidasyonu ile ilişkilendirilmiştir (Gülboy ve diğ., 2022). PAH'lar reaktif oksijen türleri (ROS) üretebilir ve oksidatif stresi indükleyerek hücrel hasara ve lipid peroksidasyonuna yol açabilir.

Carassius gibelio karaciğer dokusunda belirlenen ortalama PAH konsantrasyonları mevsimsel değerlendirildiğinde, Naftalin bileşiği ilkbahar ve yaz mevsim sonuçları benzerlik gösterirken

sonbahar mevsimi istatistiki açıdan diğer mevsimlerden anlamlı olarak farklıdır ve en yüksek ortalama konsantrasyona ulaşmıştır ($0,05 \pm 0,004$ ng/g kuru ağırlık). Antrasen bileşiği en yüksek ortalama konsantrasyonuna yaz mevsiminde $0,04 \pm 0,003$ ng/g kuru ağırlık ile ulaşmış olup istatistiksel olarak diğer mevsimlerden farklılık göstermiştir. Piren bileşiği ise $0,07 \pm 0,005$ ng/g kuru ağırlık değeri ile yaz mevsiminde en yüksek ortalama konsantrasyona ulaşmıştır.

Rutilus friisi karaciğer dokusunda belirlenen ortalama PAH konsantrasyonları mevsimsel değerlendirildiğinde, Naftalin bileşiği yaz ve sonbahar değerleri birbirleri arasında benzerlik göstermiştir. Naftalin için en yüksek ortalama konsantrasyon $0,06 \pm 0,009$ ng/g kuru ağırlık değeri ile sonbahar mevsiminde ölçülmüştür. Antrasen ve Piren bileşiği karaciğer doku örnekleri ortalama konsantrasyonları mevsimsel incelendiğinde mevsimler arasında bir farklılık görülmemiştir. *Rutilus friisi* karaciğer dokusundaki tespit edilen en yüksek Piren değeri kış mevsiminde $0,07 \pm 0,001$ ng/g kuru ağırlık olarak kaydedilmiştir.

Cyprinus carpio karaciğer dokusunda ölçülen PAH değerleri mevsimsel olarak değerlendirildiğinde; Naftalin bileşiği yaz mevsimi istatistiki verileri diğer mevsimlerden anlamlı olarak farklı bulunmuş ve bu mevsimde en yüksek ortalama konsantrasyona ulaşmıştır ($0,06 \pm 0,002$ ng/g kuru ağırlık). Antrasenin ilkbahar ve yaz mevsiminde ölçülen değerleri birbiriyle benzerlik göstermiştir (sırasıyla $0,04 \pm 0,001$ ve $0,04 \pm 0,003$ ng/g kuru ağırlık). *Cyprinus carpio* karaciğer dokusunda belirlenen en yüksek ortalama Piren değeri ise $0,08 \pm 0,001$ ng/g kuru ağırlık ile sonbahar mevsiminde kaydedilmiştir.

Sonuç olarak, karaciğer dokusu örneklerinde PAH birikiminin, karaciğerdeki daha yüksek yağ içeriği nedeniyle kas dokusu örneklerine kıyasla daha yüksek konsantrasyonlar göstermesi beklenmektedir. Karaciğer dokusunda PAH birikimi, karaciğerin metabolik kapasitesi ve PAH'ların biyoyararlanımı gibi faktörlerden etkilenebilir. PAH'lara maruz kalmak karaciğerde oksidatif strese ve lipid peroksidasyonuna yol açabilir, bu da karaciğer fonksiyonu ve sağlığı üzerinde zararlı etkilere neden olabilir. Karaciğer dokusu örneklerinde PAH'ların varlığı, kontamine et tüketimiyle ilişkili potansiyel sağlık riskleri konusunda endişeleri artırmaktadır. PAH ile kontamine olmuş et tüketimi yoluyla PAH maruziyetinin sağlık üzerindeki etkilerini daha iyi anlamak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

Organoklorlu pestisitlerin ve polisiklik aromatik hidrokarbonların suda yaşayan organizmalar için toksik olduğu ve suda yaşayan canlıların sağlığı ve hayatta kalması üzerinde olumsuz

etkileri olabileceği düşünülmektedir. Çalışmalar OCP'lerin ve PAH'ların çeşitli organizmalarda mutajenik ve kanserojenik etkilere neden olabileceğini göstermiştir. İznik Gölü'ndeki bu kirleticilerin varlığı, göl ekosisteminin biyolojik çeşitliliğini ve ekolojik dengesini potansiyel olarak etkileyebilir. Kalıcı organik kirleticilerin başında gelen OCP'ler ve PAH'lar sedimanlarda birikebilir ve sucul organizmalar tarafından alınarak besin zinciri boyunca biyoakümülayasyona ve biyomagnifikasyona yol açabilir. Bu durum, sucul organizmaların sağlığı ve üreme başarısı üzerinde uzun vadeli etkilere sebep olabilir ve sonuçta genel ekosistem sağlığını etkileyebilir. Genel olarak, İznik Gölü'nde ölçülen insan sağlığı ve çevreye yönelik potansiyel riskleri değerlendirmek için ilgili düzenleyici kılavuzlar veya standartlarla karşılaştırılması gerektiğini belirtmek önemlidir. İznik Gölü'nde ölçülen OCP ve PAH konsantrasyonları ile ilişkili ekolojik tehlikeler, insan sağlığı ve göl ekosistemi üzerindeki etkilerinin kapsamını tam olarak anlamak gerekmektedir. Kapsamlı bir risk değerlendirmesinin, maruz kalma yolları, yerel nüfus özellikleri ve spesifik toksisite verileri dahil olmak üzere daha ayrıntılı bilgiye gereksinim vardır. Bu nedenle, İznik Gölü'ndeki OCP ve PAH konsantrasyonları ile ilişkili potansiyel riskleri tam olarak anlamak ve ele almak için daha fazla çalışma ve değerlendirmeye ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

- Acara, A., 2006, Türkiye'nin kalıcı organik kirletici maddelere (POP'ler) ilişkin Stockholm sözleşmesi için taslak ulusal uygulama planı, Unido-Pop'ler Projesi (Proje No. Gf/Tur/03/008).
- Acıpınar, H., 2005, *A study on the kutum (Rutilus frisii Nordmann, 1840) population living in the İznik Lake*, Master thesis, Istanbul University.
- Adeyemo, O. and Ubiogoro, O.E., 2012, Ecotoxicological assessment for polycyclic aromatic hydrocarbon in aquatic systems of oil producing communities in Delta State, Nigeria, *J FisheriesSciences*. <https://doi.org/10.3153/jfscom.2012007>
- Adeyinka, G.C., Moodley, B., Birungi, G. and Ndungu, P., 2019, Evaluation of organochlorinated pesticide (OCP) residues in soil, sediment and water from the Msunduzi River in South Africa, *Environmental earth sciences*, 78, 1-13.
- Afful, S., Anim, A.K. and Serfor-Armah, Y., 2010, Spectrum of organochlorine pesticide residues in fish samples from the Densu Basin, *Res J Environ Earth Sci*, 2 (3), 133-138.
- Ahmed, M.T., Ismail, S.M. and Mabrouk, S.S., 1998, Residues of some chlorinated hydrocarbon pesticides in rain water, soil and ground water, and their influence on some soil microorganisms, *Environment international*, 24 (5-6), 665-670.
- Akcaalan, R., Mazur-Marzec, H., Zalewska, A., and Albay, M., 2009, Phenotypic and toxicological characterization of toxic *Nodularia spumigena* from a freshwater lake in Turkey, *Harmful Algae*, 8, 273–278. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2008.06.007>
- Akkoyunlu, A., 2003, Evaluation of eutrophication process in Lake Iznik, *Fresenius Environmental Bulletin*, 12 (7), 801-807.
- Aksu, M., 2023, *Sapanca gölü'nün su ve sedimentinin pestisit kirliliği açısından incelenmesi*, Doktora Tezi, Sapanca Üniversitesi.
- Aktan, Y., Aykulu, A. and Obalı, O., 2000, Studies on the epipellic diatoms of Iznik Lake, *16th International Diatom Symposium*, 4, Greece.
- Aktaş, H., Kılıçturgay, A., Ozturk, E., Işık, Ö. and Sehitoglu, I., 2010, The effect of enteral glutamine on hepatic regeneration, hepatic functions and bacterial translocation in rats following partial hepatectomy, *UCD*, 3(26), 129. <https://doi.org/10.5097/1300-0705.ucd.601-10.01>
- Aktümsek, A., Kara, H., Nizamlioglu, F. and Dinc, I., 2002, Monitoring of organochlorine pesticide residues in Pikeperch, *Stizostedion lucioperca* L. in Beyşehir lake (central anatolia), *Environmental technology*, 23 (4), 391-394.
- Albay, M., 1996, *The investigation of pollution level at İznik Lake from the biological point of view*, PhD thesis, İstanbul University.

- Albers, P.H., 1995, *Petroleum and individual polycyclic aromatic hydrocarbons*, Pages 330 – 335. In: *Handbook of Ecotoxicology*, Lewis Publishers, Boca Raton.
- Altıkat, A., Turan, T., Torun, F.E. and Bingöl, Z., 2009, Türkiye’de Pestisit Kullanımı ve Çevreye Olan Etkileri, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40 (2), 87-92.
- Alver, E., Demirci, A. and Özçimder, M., 2012, Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar ve Sağlığa Etkileri, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*; 3 (1), 45-52.
- APHA/AWWA/WPCF (American Public Health Association), American Water Works Association and Water Pollution and Control Federal, 1998, *Standard method for the examination of water and wastewater*, 20th edn. Washington, DC.
- Atamanalp, M. and Yanık, T., 2001, Pestisitlerin Cyprinidae'lere toksik etkileri, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 18, 555-563.
- ATSDR, 1995. Toxicological profile for mirex and chlordecone. US Department of Health.
- Ayas, Z., Barlas, N.E. and Kolankaya, D., 1997, Determination of organochlorine pesticide residues in various environments and organisms in Göksu Delta, Turkey, *Aquatic Toxicology*, 39 (2), 171-181.
- Aydin, M.E., Aydin, S., Beduk, F., Ulvi, A. and Bahadır, M., 2019, Accumulation of micropollutants in aqueous media and sediment, a risk assessment for Konya main drainage channel, Turkey, In *Advances in Safety Management and Human Factors: Proceedings of the AHFE 2018 International Conference on Safety Management and Human Factors, July 21-25, 2018, Loews Sapphire Falls Resort at Universal Studios, Orlando, Florida, USA 9* (pp. 286-295).
- Baek, S.O., Field, R.A., Goldstone, M.E., Kirk, P.W., Lester, J.N. and Perry, R. 1991, A review of atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons: sources, fate and behavior, *Water, air, and soil pollution*, 60, 279-300.
- Bailey, S., 1992, Pesticide residues in Great Britain; organochlorine pesticides, organophosphorus pesticides and fumigant residues in home-produced and imported wheat, *Pestic.Sci.*, 13, 373-378.
- Bakan, G. and Arıman, S., 2004, Persistent organochlorine residues in sediments along the coast of mid-black sea region of Turkey, *Marine Pollution Bulletin*, 48, 1031–1039.
- Barlas, N., Çok, İ. and Akbulut, N., 2006, The contamination levels of organochlorine pesticides in water and sediment samples in Uluabat Lake, Turkey, *Environmental Monitoring and Assessment*, 118, 383-391.
- Barnhoorn, I.E., Van Dyk, J.C., Pieterse, G.M. and Bornman, M.S., 2010, Intersex in feral indigenous freshwater *Oreochromis mossambicus*, from various parts in the Luvuvhu River, Limpopo Province, South Africa, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 73 (7), 1537-1542.

- Barranco, A., Alonso-Salces, R.M., Bakkali, A., Berrueta, L.A., Gallo, B., Vicente, F., and Sarobe, M., 2003, Solid-phase clean-up in the liquid chromatographic determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in edible oils, *Journal of Chromatography A*, 988 (1), 33-40.
- Barrie, L.A., Gregor, D., Hargrave, B., Lake, R., Muir, D., Shearer, R., Tracey, B. and Bidleman, T., 1992, Arctic contaminants: sources, occurrence and pathways, *Science of the total environment*, 122, 1-74.
- Bartos, T., Cupr, P., Klánová, J. and Holoubek, I., 2009, Which compounds contributed most to elevated airborne exposure and corresponding health risks in the Western Balkans, *Environment International*, 35, 1066–1071.
- Başar, H., Gürel, S. and Katkat, A.V., 2004, İznik Gölü Havzası'nda değişik su kaynaklarıyla sulanan toprakların ağır metal içerikleri, *Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (1), 93-104.
- Bedding, N.D., Taylor, P.N. and Lester, J.N., 1985, Physichemical behaviour of polynuclear aromatic hydrocarbons in primary sedimentation, I. Bath Studies, *Environmental Technology*, 16, 801-812.
- Bertilsson, S. and Widenfalk, A., 2002, Photochemical degradation of PAHs in freshwaters and their impact on bacterial growth–influence of water chemistry, *Hydrobiologia*, 469, 23-32.
- Bidleman, T.F., Jantunen, L.M.M., Wiberg, K., Harner, T., Brice, K.A., Su, K. and Parkhurst, W.J., 1998, Soil as a source of atmospheric heptachlor epoxide, *Environmental Science & Technology*, 32 (10), 1546-1548.
- Binelli, A., Ricciardi, F. and Provini, A., 2004, Present status of POP contamination in Lake Maggiore (Italy), *Chemosphere*, 57 (1), 27-34.
- Bopp, R.F., Simpson, H.J., Olsen, C.R., Trier, R.M. and Kostyk, N., 1982, Chlorinated hydrocarbons and radionuclide chronologies in sediments of the Hudson River and Estuary, New York, *Environmental Science & Technology*, 16 (10), 666–676.
- Bornman, M.S., Barnhoorn, I.E.J., Genthe, B., van Vuuren, J.H., Pieterse, G.M. and Aneck-Hahn, N.H., 2010, DDT for malaria control: effects in indicators and health risk, *Water Research Commission Report*, 1674 (1), 09.
- Bossi, R., Larsen, B. and Premazzi, G., 1992, Polychlorinated biphenyl congeners and other chlorinated hydrocarbons in bottom sediment cores of Lake Garda (Italy), *Science of the Total Environment*, 121, 77–93.
- Budakoğlu, M., 2000, *İznik Gölü Hidrojeokimyası ve sonuçların jeoistatistik değerlendirmesi* (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Cerniglia, C.E., 1993, Biodegradation of polycyclic aromatic hydrocarbons, *Current Opinion in Biotechnology*, 4 (3), 331-338.

- Chapin, R.E., Harris, M.W., Davis, B.J., Ward, S.M., Wilson, R.E., Mauney, M.A. and Collins, B. J., 1997, The effects of perinatal/juvenile methoxychlor exposure on adult rat nervous, immune, and reproductive system function, *Toxicological Sciences*, 40 (1), 138-157.
- Chen, M.C., 2005, Organic fruits and vegetables: Potential health benefits and risks, *Nutrition Noteworthy*, 7 (1).
- Chen, Y., Sun, C., Zhang, J. and Zhang, F., 2018, Assessing 16 polycyclic aromatic hydrocarbons (pahs) in river basin water and sediment regarding spatial-temporal distribution, partitioning, and ecological risks, *Polish Journal of Environmental Studies*, 27(2).
- Cheremisinoff, N.P. and Rosenfeld, P.E., 2011, *DDT and related compounds*. Handbook of Pollution Prevention and Cleaner Production: Best Practices in the Agrochemical Industry. William Andrew Publishing, Oxford.
- Clark, R.B., 1997, *Marine Pollution*, 4th ed. Clarendon Press, Oxford, ISBN: 1-870553-13-6.
- Covaci, A., Gheorghe, A., Hulea, O. and Schepens, P., 2006, Levels and distribution of organochlorine pesticides, polychlorinated biphenyls and polybrominated diphenyl ethers in sediments and biota from the Danube Delta, Romania, *Environmental pollution*, 140 (1), 136-149.
- Cremlyn, R.J., 1980, Recent developments in fungicides: a review, *International Pest Control*, 22 (5), 118-121.
- Cubadda, F., Conti, M.E. and Campanella, L., 2001, Size-dependent concentrations of trace metals in four Mediterranean gastropods, *Chemosphere*, 45 (4-5), 561-569.
- Çakıroğulları, G.Ç., 2006, *İzmit Körfezi'nde su, sediment, mezgit (Gadus merlangus L.1758) ve istavrit (Trachurus mediterraneus S.1868) balıklarında poliklorlu bifeniller ile DDT'nin saptanması*, Ankara Üniversitesi, Fen Bil. Ens. Doktora Tezi.
- Çelik, Y. and Kucukkurt, I., 2016, Investigation of the antioxidant effects of extract obtained from *Thermopsis turcica* plant in Rats, *Kocatepe Vet J*, 4 (9), 259-265. <https://doi.org/10.5578/kvj.29164>
- Danyi, S., Bose, F., Brasseur, C., Schneider, Y.J., Larondelle, Y. and Pussemier, L., 2009, Analysis of EU priority polycyclic aromatic hydrocarbons in food supplements using high performance liquid chromatography coupled to an ultraviolet, diode array or fluorescence detector, *Analytica Chimica Acta*, 633, 293–699.
- Doong, R.A., Peng, C.K., Sun, Y.C. and Liao, P.L., 2002a, Composition and distribution of organochlorine pesticide residues in surface sediments from the Wu-Shi River estuary, Taiwan, *Marine Pollution Bulletin*, 45, 246–253.
- Doong, R.A., Sun, Y.C., Liao, P.L., Peng, C. and Wu, S., 2002b, Distribution and fate of organochlorine pesticide residues in sediments from the selected rivers in Taiwan, *Chemosphere*, 48, 237–246. [https://doi.org/10.1016/S0045-6535\(02\)00066-8](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(02)00066-8)

- Drouillard, K.G., Fernie, K.J., Smits, J.E., Bortolotti, G.R., Bird, D.M. and Norstrom, R.J., 2001, Bioaccumulation and toxicokinetics of 42 polychlorinated biphenyl congeners in American kestrels (*Falco sparverius*), *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, 20 (11), 2514-2522.
- Duran, R. and Cravo-Laureau, C., 2016, Role of environmental factors and microorganisms in determining the fate of polycyclic aromatic hydrocarbons in the marine environment, *FEMS Microbiology Reviews*, 40 (6), 814-830.
- Durmusoglu, E., Taspinar, F. and Karademir, A., 2010, Health risk assessment of BTEX emissions in the landfill environment, *Journal of Hazardous Materials*, 176 (1–3), 870–877.
- Edokpayi, J.N., Odiyo, J.O., Popoola, O.E. and Msagati, T.A.M., 2016, Determination and distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons in rivers, sediments and wastewater effluents in vhembe district, South Africa, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13 (4).
- Eisler, R., 2000, *Polycyclic aromatic hydrocarbons*, Handbook of Chemical Risk Assessment, Vol. 2, Lewis Publishers, Boca Raton, FL, Chap. 25.
- El-Dib, M.A. and Badawy, M.I., 1985, Organochlorine insecticides and PCB's in water, sediment and fish from the Mediterranean Sea, *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 34, 216-227.
- Elmqvist, M., Zencak, Z. and Gustafsson, Ö., 2007, A 700 year sediment record of black carbon and polycyclic aromatic hydrocarbons near the EMEP air monitoring station in Aspöreten, Sweden, *Environmental science & technology*, 41 (20), 6926-6932.
- EPA, 1997, Identification and listing of hazardous waste, Hazardous constituents U.S. Environmental Protection Agency, Code of Federal Regulations, 40 CFR 261, Appendix VIII.
- EPA, US Environmental Protection Agency (EPA), 1999, Compendium Method TO-13A, Cincinnati, OH, USA.
- Erdogrul, Ö., Covaci, A. and Schepens, P., 2005, Levels of organochlorine pesticides, polychlorinated biphenyls and polybrominated diphenyl ethers in fish species from Kahramanmaraş, Turkey, *Environment International*, 31 (5), 703-711.
- Erkmen, B. and 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 (1-2), 161-169.
- Everett, C.J. and Matheson, E.M., 2010, Biomarkers of pesticide exposure and diabetes in the 1999–2004 National Health and Nutrition Examination Survey, *Environment International*, 36, 398–401.

- Falandysz, J., Wyrzkowska, B., Warzocha, J., Barska, I., Garbacik, A. and Szefer, P., 2004, Organochlorine pesticides and PCBs in perch *Perca fluviatilis* from the Odra/ Oder river estuary, Baltic Sea, *Food Chemistry*, 87, 17–23.
- Feng, S., Kane, C., Lee, P. A. and Stone, A.D., 1988, Correlations and fluctuations of coherent wave transmission through disordered media, *Physical review letters*, 61 (7), 834.
- Filazi, A., Sireli, U., Pehlivanlar-Onen, S., Çadirci, Ö. and Aksoy, A., 2013, Yumurta Tavuklarında Gentamisin Karşılaştırmalı Farmakokinetiği, *Kafkas Univ Vet Fak Derg.* <https://doi.org/10.9775/kvfd.2012.8138>
- Fort, D.J., Guiney, P.D., Weeks, J.A., Thomas, J.H., Rogers, R.L., Noll, A.M. and Spaulding C.D., 2004. Effect of methoxychlor on various life stages of *Xenopus laevis*, *Toxicological Sciences*, 81, 454-466.
- Franz, S.O., Ulgen, U.B., Döner, L. and Cagatay, M., 2007, Paleoclimatic changes during the late Holocene recorded in sediments from Lake Iznik (NW Turkey), *Limnogeology, tales of evolving earth*, In *4th international limnogeology congress, Barcelona* (pp. 85-86).
- Galanopoulou, S., Vgenopoulos, A. and Conispoliatis, N., 2005, DDTs and other chlorinated organic pesticides and polychlorinated biphenyls pollution in the surface sediments of Keratsini Harbour, Saronikos Gulf, Greece, *Marine Pollution Bulletin*, 50, 520–525.
- Gaygusuz, Ö., 2006, *Reproduction and growth biology of the Sandsmelt (Atherina boyeri Risso, 1810) living in the İznik Lake*, Master thesis, İstanbul University.
- Georgieva, S., Stancheva, M. and Makedonski, L., 2015, Persistent organochlorine compounds (PCBs, DDTs, HCB & HBDE) in wild fish from the Lake Burgas and Lake Mandra, Bulgaria, *J. Int. Sci. Publ*, 9, 515-523.
- Go'mez-Gutierrez, A., Garnacho, E., Bayona, J.M. and Albaige's, J., 2007, Assessment of the Mediterranean sediments contamination by persistent organic pollutants, *Environmental Pollution*, 148, 396-408.
- Goldberg, E.D., 1976, *The Health of Oceans*, Unesco Press, Paris.
- Gong, Z., Alef, K., Wilke, B. M. and Li, P., 2005, Dissolution and removal of PAHs from a contaminated soil using sunflower oil, *Chemosphere*, 58 (3), 291-298.
- Gupta, R.K., Miller, K.P., Babus, J.K. and Flaws, J.A., 2006, Methoxychlor inhibits growth and induces atresia of antral follicles through an oxidative stress pathway, *Toxicological Sciences*, 93 (2), 382-38.
- Gülboy, O., Altın, E. and Ertekin, A., 2022, DI (2-etilhekzil) Fitalatın Ratlarda Doku Lipid Peroksidasyonu ve Antioksidan Düzeylerine Etkisi, *Van Sağlık Bilimleri Dergisi*, 3 (15), 301-311. <https://doi.org/10.52976/vansaglik.1134285>
- Güler, Ç. and Çobanoğlu, Z., 1997, *Pestisitler*, T.C. Sağlık Bakanlığı Yayınları, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No: 52.

- Gürkan, M., 2011, Maneb ve metoksiklorun, *Bufo bofo* (Linnaeus, 1758) ve *Bufo viridis laurenti*, 1768 (Salientia: bufonidae) populasyonlarında larva gelişimi ve üreme sistemi üzerine etkileri, Doktora tezi.
- Hitch, R.K. and Day, H.R., 1992, Unusual persistence of DDT in some western USA soils, *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*;(United States), 48(2).
- Hoff, R.M. and Chan, K.W., 1986, Atmospheric concentrations of chlordane at MouldBay, Canada, *Chemosphere*, 15 (4), 449-452.
- Honda, M. and Suzuki, N., 2020, Toxicities of polycyclic aromatic hydrocarbons for aquatic animals, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17 (4), Article 4.
- Hu, C. and Tao, Y., 2023, Spatial–temporal occurrence and sources of organochlorine pesticides in the sediments of the largest deep lake (Lake Fuxian) in China, *Environmental Science and Pollution Research*, 30 (11), 31157-31170.
- Hu, Y. and Kupfer, D., 2002, Enantioselective metabolism of the endocrine disruptor pesticide methoxychlor by human cytochromes P450 (P450s): major differences in selective enantiomer formation by various P450 isoforms, *Drug metabolism and disposition*, 30 (12), 1329-1336.
- Hua, Y.A.N.G., Zheng, M. and Yongguan, Z.H.U., 2008, Tracing the behaviour of hexachlorobenzene in a paddy soil-rice system over a growth season, *Journal of Environmental Sciences*, 20 (1), 56-61.
- Huff, M.B., Brown, H. and Omar, H., 2007, More Than Reproductive Care: What Adolescent Females are Asking of Their Obstetrician-Gynecologist, *Journal of Pediatric and Adolescent Gynecology*, 20 (2), S145.
- Huston, R., Chan, Y.C., Gardner, T., Shaw, G. and Chapman, H., 2009, Characteristics of atmospheric deposition as a source of contaminants in urban rainwater tanks, *Water Research*, 43, 1630-1640.
- Ibigbami, O.A., Aiyesanmi, A.F., Adeyeye, E.I. and Adebayo, A.O., 2015, Persistent organochlorine pesticide residues in water, sediments and fish samples from Ogbese River, *Environment and Natural Resources Research*, 5(3), 28.
- IPCS, 2009, Health and Safety Guide international programme on chemical safety, health and safety guide, no: 60.
- Iqbal, J., Overton, E. B., and Gisclair, D., 2008, Polycyclic aromatic hydrocarbons in Louisiana rivers and coastal environments: source fingerprinting and forensic analysis, *Environmental Forensics*, 9 (1), 63-74.
- Itoh, N., Tamamura, S. and Kumagai, M., 2010, Distributions of polycyclic aromatic hydrocarbons in a sediment core from the north basin of Lake Biwa, Japan, *Organic Geochemistry*, 41(8), 845-852.

- Jakobi, G., Kirchner, M., Henkelmann, B., Körner, W., Offenthaler, I., Moche, W. and Schramm, K.W., 2015, Atmospheric bulk deposition measurements of organochlorine pesticides at three alpine summits, *Atmospheric Environment*, 101, 158-165.
- Jeppesen, E., Søndergaard, M. and Liu, Z., 2017, Lake restoration and management in a climate change perspective: an introduction, *Water*, 9 (2), 122.
- Jia, C., Li, X., Allinson, G., Liu, C. and Gong, Z., 2016, Composition and morphology characterization of exopolymeric substances produced by the PAH-degrading fungus of *Mucor mucedo*, *Environmental Science and Pollution Research*, 23 (9), 8421-8430. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-5986-1>
- Jiao, W., Lu, Y., Li, J., Han, J., Wang, T., Luo, W. and Wang, G., 2009, Identification of sources of elevated concentrations of polycyclic aromatic hydrocarbons in an industrial area in Tianjin, China, *Environmental monitoring and assessment*, 158, 581-592.
- Johnsen, A.R. and Kaandrlson, U., 2007, Diffuse PAH contamination of surface soils: environmental occurrence, bioavailability, and microbial degradation, *Applied Microbiology and Biotechnology*, 76, 533-543.
- Kafilzadeh, F., 2015, Assessment of organochlorine pesticide residues in water, sediments and fish from Lake Tashk, Iran, *Achievements in the Life Sciences*, 9 (2), 107-111.
- Kang, J.H. and Chang, Y.S., 2011, Organochlorine pesticides in human serum, *Pesticides-Strategies for Pesticides Analysis*, 215-240.
- Karyab, H., Yunesian, M., Nasser, S., Mahvi, A.H., Ahmadkhaniha, R., Rastkari, N. and Nabizadeh, R., 2013, Polycyclic aromatic hydrocarbons in drinking water of Tehran, Iran, *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 11(1), 25. <https://doi.org/10.1186/2052-336X-11-25>
- Kasozi, G.N., Kiremire, B.T., Bugenyi, F.W.B., Kirsch, N.H. and Nkedi-Kizza, P., 2006, Organochlorine residues in fish and water samples from Lake Victoria, Uganda, *Journal of environmental quality*, 35 (2), 584-589.
- Kavuklu, Ö., 2005, *Düzce ve Sakaryadaki Çevresel Örneklerde Çeşitli Pestisit ve Pestisit Kalıntılarının GC/GC-MS Teknikleri ile İncelenmesi*, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Organik Kimya Anabilim Dalı.
- Kim, S.K., Lee, D.S., Shim, W.J., Yim, U.H. and Shin, Y.S., 2009, Interrelationship of pyrogenic polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) contamination in different environmental media, *Sensors*, 9(12), Article 12. <https://doi.org/10.3390/s91209582>
- Klassen, C.D., Amdur M.O. and Dou, U.J., 1986, *Toxicology*, Macmillan Publishing Company, Newyork.
- Klumpp, D.W., Huasheng, H., Humphrey, C., Xinhong, W. and Codi, S., 2002, Toxic contaminants and their biological effects in coastal waters of Xiamen, China.: I. Organic pollutants in mussel and fish tissues, *Marine pollution bulletin*, 44 (8), 752-760.

- Köseler, M.D., 2008, *Büyükçekmece Gölü'nde Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (Pah) Konsantrasyonunun Belirlenmesi* (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Kumar, B., Verma, V.K., Naskar, A.K., Chakraborty, P., Kumar, S. and Mukherjee, D., 2013, Human health risk from hexachlorocyclohexane and dichlorodiphenyltrichloroethane pesticides, through consumption of vegetables: estimation of daily intake and hazard quotients, *Journal of Xenobiotics*, 3(1), e6.
- Kuş, S.F., 2007, *Afyonkarahisar ili içme suları ile Eber ve Karamık Gölü sularındaki organoklorlu pestisit kalıntılarının belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst. Biyoloji ABD.
- Kuzukıran, O., Filazi, A., Arslan, P., Yudakök, B. and Yazgan, Ü.N., 2019, Determination of persistent organic pollutants in water and sediment samples from Kızılırmak River, *Kocatepe Veterinary Journal*, 12, 430–436. <https://doi.org/10.30607/kvj.625858>
- Langgut, D., Cheddadi, R., Carrión, J.S., Cavanagh, M., Colombaroli, D., Eastwood, W.J., Greenberg, R., Litt, T., Mercuri, A.M., Miebach, A., Roberts, C.N., Woldring, H. and Woodbridge, J., 2019, The origin and spread of olive cultivation in the Mediterranean Basin: The fossil pollen evidence, *The Holocene*, 29 (5), 902-922.
- LaPrade, J.C., 1992, Fate of pesticides in soils and waters, alabama cooperative extension system, community resource development, *Auburn University*, Alabama.
- Lee, R.F., 1977, Fate of oil in the sea, *Proc. Oil Spill Response Workshop*, Four, P. L., Ed., U.S. Fish and Wildlife Service FWS/OBS/77-24, 43.
- Letta, B.D. and Attah, L.E., 2013, Residue levels of organochlorine pesticides in cattle meat and organs slaughtered in selected towns in West Shoa Zone, Ethiopia, *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 48(1), 23-32.
- Li, J., Zhang, G., Guo, L., Xu, W., Li, X., Lee, C.S.L., Ding, A. and Wang, T., 2007, Organochlorine pesticides in the atmosphere of Guangzhou and Hong Kong: regional sources and long-range atmospheric transport, *Atmospheric Environment*, 41, 3889–3903.
- Li, Y.F. and Bidleman, T.F., 2003, Correlation between global emissions of alpha-hexachlorocyclohexane and its concentrations in the Arctic air, *Journal of Environmental Informatics*, 1 (1), 52-57.
- Liang, H.D., Han, D.M. and Yan, X.P., 2006, Cigarette filter as sorbent for on-line coupling of solid-phase extraction to high-performance liquid chromatography for determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in water, *Journal of Chromatography A*, 1103, 9–14.
- Lytle, J.S., and Lytle, T.F., 1987, The role of *Juncus roemerianus* in cleanup of oil polluted sediments, *Proc. 1987 Oil Spill Conf., Publ. 4452, American Petroleum Institute*, Washington, D.C., 495.

- Mackay, D. and Paterson, S., 1981, Calculating fugacity, *Environmental Science & Technology*, 15 (9), 1006-1014.
- Macková, M., Vrchotová, B., Francová, K., Sylvestre, M., Tomaniová, M., Lovecká, P., Demnerová, K. and Macek, T., 2007, Biotransformation of PCBs by plants and bacteria – consequences of plant-microbe interactions, *European Journal of Soil Biology*, 43 (4), 233-241. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2007.02.006>
- Malik, A., Ojha, P. and Singh, K.P., 2009, Levels and distribution of persistent organochlorine pesticide residues in water and sediments of Gomti River (India)- A tributary of the Ganges River, *Environmental Monitoring and Assessment*, 148, 421-35. <https://doi.org/10.1007/s10661-008-0172-2>
- Marchand, M.J., Pieterse, G.M. and Barnhoorn, I.E., 2008, Preliminary results on sperm motility and testicular histology of two feral fish species, *Oreochromis mossambicus* and *Clarias gariepinus*, from a currently DDT-sprayed area, South Africa, *Journal of Applied Ichthyology*, 24 (4), 423-429.
- Marinaite, I., Penner, I., Molozhnikova, E., Shikhovtsev, M. and Khodzher, T., 2022, Polycyclic aromatic hydrocarbons in the atmosphere of the southern Baikal Region (Russia): Sources and relationship with meteorological conditions, *Atmosphere*, 13 (3), 420. <https://doi.org/10.3390/atmos13030420>
- Martinez, E.M. and Swartz, W.J., 1992, Effects of methoxychlor on the reproductive system adult female mouse: Ultrastructural observations, *Reproductive Toxicology*, 6, 93-98.
- Martorell, I., Perello, G., Martí-Cid, R., Castell, V., Llobet, J.M. and Domingo, J.L., 2010, Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in foods and estimated PAH intake by the population of Catalonia, Spain: temporal trend, *Environment International*, 36, 424-432.
- Matsumara, F., 1985, *Toxicology of insecticides*, 2nd Ed. Plenum Press. Newyork, 550s.
- Meharg, A.A., Wright, J., Leeks, G.J.L., Wass, P.D., Owens, P.N., Walling, D.E. and Osborn D., 2003, PCB congener dynamics in a heavily industrialized river catchment, *Science of the Total Environment*, 314–316, 439–450. [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(03\)00067-6](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(03)00067-6)
- Meng, Y., Liu, X., Lu, S., Zhang, T., Jin, B., Wang, Q., Tang, Z., Liu, Y., Guo, X., Zhou, J. and Xi, B., 2019, A review on occurrence and risk of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in lakes of China, *Science of the Total Environment*, 651, 2497-2506.
- Meriç, E., Avşar, N., Nazik, A., Yokeş, B., Ergin, M., Eryılmaz, M. and Dinçer, F., 2009, Çanakkale Boğazi'nin güncel bentik Foraminifer, Ostrakod, Mollusk topluluğunu denetleyen faktörler ile çökel dağılımının jeokimyası, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 52 (2), 155-216.
- Metcalf, R.L., 1973, Century of DDT, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 21(4), 511–519.

- Miranda, A.L., Roche, H., Randi, M.A.F., Menezes, M.L. and Oliveira Ribeiro, C.A., 2008, Bioaccumulation of chlorinated pesticides and PCBs in the tropical freshwater fish *Hoplias malabaricus*: Histopathological, physiological, and immunological findings, *Environment International*, 34 (7), 939-949.
- Mora, S., Fowler, S.W., Tolosa, I., Villeneuve, J.P. and Cattini, C., 2005, Chlorinated hydrocarbons in marine biota and coastal sediments from the Gulf and Gulf of Oman, *Marine Pollution Bulletin*, 50, 835–849.,
- Moret, S. and Conte, L.S., 2000, Polycyclic aromatic hydrocarbons in edible fats and oils: occurrence and analytical methods, *Journal of chromatography A*, 882(1-2), 245-253.
- Moret, S., Purcaro, G. and Conte, S.L., 2010, Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) levels in propolis and propolis-based dietary supplements from the Italian market, *Food Chemistry*, 122, 333–338.
- Morillo, E., Romero, A. S., Madrid, L., Villaverde, J. and Maqueda, C., 2008, Characterization and sources of PAHs and potentially toxic metals in urban environments of Sevilla (Southern Spain), *Water, air, and soil pollution*, 187, 41-51.
- Mwatibo, J.M. and Green, J.D., 1998, Estradiol disrupts sea urchin embryogenesis differently from methoxychlor, *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 61 (5), 577-582.
- Mwevura, H., Othman, C.O., Mhehe, G.L., 2002, Organochlorine pesticide residues in sediments and biota from the coastal area of Dar es Salam city, Tanzania, *Marine Pollution Bulletin*, 45, 262–267.
- Nakata, H., Hirakawa, Y., Kawazoe, M., Nakabo, T., Arizono, K., Abe, S.I., Kitano, T., Shimada, H., Watanabe, I., Li, W. and Ding, X., 2005, Concentrations and compositions of organochlorine contaminants in sediments soils, crustaceans, fishes and birds collected from Lake Tai, Hangzhou Bay And Shanghai City Region, China, *Enviromental Pollution*, 133, 415-429.
- Nakata, H., Tanabe, S., Tatsukawa, R., Amano, M., Miyazaki, N. and Petrov, E.A., 1995, Persistent organochlorine residues and their accumulation kinetics in Baikal seal (*Phoca sibirica*) from Lake Baikal, Russia, *Environmental science & technology*, 29 (11), 2877-2885.
- Naso, B., Perrone, D., Ferrante, M. C., Bilancione, M. and Lucisano, A., 2005, Persistent organic pollutants in edible marine species from the Gulf of Naples, Southern Italy, *Science of the Toplam Environment*, 343, 83– 95.
- Nieva-Cano, M.J., Rubio-Barosso, S. and Santos-Delgado, M.J., 2001, Determination of PAH in food samples by HPLC with fluorimetric detection following sonication extraction without sample clean-up, *Analyst*, 126, 1326–1331.
- Numann, W., 1958, *Anadolu Göllerinde Limnolojik ve Balıkçılık İlmi Bakımından Araştırmalar ve Bu Göllerde Yaşayan Sazanlar Hakkında Özel Bir Etüd*, İst. Üniv. Fen Fak. Monografi, 7, 114.

- Nusch, E.A., 1980, Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigment determination, *Arch. Hydrobiol. Beih. (Ergebn. Limnol.)*, 14:14
- Oğuz, B., 2009, *The effect of the pesticide accumulation on growth of blue-green algae*, Master thesis, İstanbul University.
- Ollivon, D., Blanchard, M. and Garban, B., 1999, PAH fluctuations in rivers in the Paris region (France): impact of floods and rainy events, *Water, Air, and Soil Pollution*, 115, 429-444.
- Orhon, S., 1990, *İzmit Gölü Ekosisteminde Tarımsal İlaçların Dağılımı*, Doktora, İ.Ü. Deniz Bilimleri Enstitüsü.
- Otaç, C. and Güvener, A., 1959, Hexachlorbenzenle ilaçlanmış tohumluk buğdaylarda hexachlorbenzen tayini, *Bit. Kor. Bül.*, 1 (2), 26-29.
- Ou, S., Zheng, J., Zheng, J., Richardson, B. J., and Lam, P. K., 2004, Petroleum hydrocarbons and polycyclic aromatic hydrocarbons in the surficial sediments of Xiamen Harbour and Yuan Dan Lake, China, *Chemosphere*, 56 (2), 107-112.
- Öz, M., 2009, *Characterization of PCBs, PAHs and organochlorine pesticides in the atmosphere of Bolu and source apportionment: Gas to particle, soil to particle, soil to gas exchanges*, Master's thesis, Abant İzzet Baysal University.
- Özkoç, H.B., Bakan, G. and Arıman, S., 2007, Distribution and bioaccumulation of organochlorine pesticides along the Black Sea Coast, *Environ. Geochem. Health*, 29, 59-68.
- Özmen, M., Ayaş, Z., Güngördü, A., Ekmekçi, G.F. and Yerli, S., 2008, Ecotoxicological assessment of water pollution in Sarıyar Dam Lake, Turkey, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 70, 163-173.
- Pandit, G.G., Sahu, S.K., Sharma, S. and Puranik, V.D., 2006, Distribution and fate of persistent organochlorine pesticides in coastal marine environment of Mumbai, *Environment International*, 32, 240 – 243.
- Patel, A.B., Shaikh, S., Jain, K.R., Desai, C. and Madamwar, D., 2020, Polycyclic Aromatic Hydrocarbons: Sources, Toxicity, and Remediation Approaches, *Frontiers in Microbiology*, 11.
- Pavlova, A. and Ivanova, R. 2003, Determination of petroleum hydrocarbons and polycyclic aromatic hydrocarbons in sludge from wastewater treatment basins, *Journal of Environmental Monitoring*, 5 (2), 319-323.
- Pensado, L., Casais, M.C., Mejuto, M.C., and Cela, R., 2005, Application of matrix solid-phase dispersion in the analysis of priority polycyclic aromatic hydrocarbons in fish samples, *Journal of chromatography A*, 1077 (2), 103-109.
- Perugini, M., Cavaliere, M., Giammarino A., Mazzone, P., Olivieri V. and Amorena, M., 2004, Levels of polychlorinated biphenyls and organochlorine

- pesticides in some edible marine organisms from the Central Adriatic Sea, *Chemosphere*, 57, 391–400.
- Phillips, D.H., 1999, Polycyclic aromatic hydrocarbons in the diet, *Mutation Research*, 443, 139–147.
- Qiang, L., Jinping, Z., Zhongling, G. and Chunna, F., 2021, Sources and health risk of organochlorine pesticides in surface water from Buerhatong river and Hunchun river in northeast China, *Water, Air, & Soil Pollution*, 232, 1–14.
- Qiang, Z., Chang, J.H., Huang, C.P. and Cha, D., 2000, Oxidation of Selected polycyclic aromatic hydrocarbons by the fenton's reagent: Effect of major factors including organic solvent, *Nuclear Site Remediation*, 778, 187–209. <https://doi.org/10.1021/bk-2001-0778.ch013>
- Rajendran, R.B., Imagawa, T., Tao, H., Ramesh, R., 2005, Distribution of PCBs, HCHs and DDTs, and their ecotoxicological implications in Bay of Bengal, India, *Environment International*, 31, 503–512.
- Ramesh, A., Walker, S.A., Hood, D.B., Guillén, M.D., Schneider, K. and Weyand, E.H., 2004, Bioavailability and risk assessment of orally ingested polycyclic aromatic hydrocarbons, *International Journal of Toxicology*, 23 (5), 301–333.
- Ravindra, K., Sokhi, R. and Van Grieken, R., 2008, Atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons: Source attribution, emission factors and regulation, *Atmospheric Environment*, 42 (13), 2895–2921. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2007.12.010>
- Reed, N.R. and Koshlukova, S., 2014, *Heptachlor*. Encyclopedia of toxicology (third edition), 840–844.
- Riedel, R., Schlenk, D., Frank, D. and Costa-Pierce, B., 2002, Analyses of organic and inorganic contaminants in Salton Sea fish, *Marine Pollution Bulletin*, 44, 403–411.
- Ritter, L., Solomon K.R. and Forget, J., 1995, A Review of Selected Persistent Organic Pollutants, The International Programme on Chemical Safety (IPCS).
- Ritter, S., Solomon, K.R. and Forget, J., 2005, Persistent organic pollutants: An assessment report on DDT, aldrin, dieldrin, endrin, chlordane, heptachlor, hexachlorobenzene, mirex, toxaphene, PCBs, dioxins and furans, *Report for the International Programme on Chemical safety (IPCS) within the frame work of the Inter-organization Programme for the Sound Management of Chemicals (IOMC)*, p 44.
- Roche, H., Tidou, A. and Persic, A., 2007, Organochlorine pesticides and biomarker responses in two fishes *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) and *Chrysichthys nigrodigitatus* (Lacepède, 1803) and an invertebrate, *Macrobrachium vollenhovenii* (Herklot, 1857), from the Lake Taabo (Côte d'Ivoire), *J Appl Sci*, 7, 3860–3869.
- Ronayne, L., 2016, *Towards a tailored vision of water security in the North: A case study of the Inuvialuit Settlement Region in the Canadian Arctic*. Carleton University.

- Said, T.O., El Moselhy, K.M., Rashad, A.A.M. and 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.
- Saoudi, A., Fréry, N., Zeghnoun, A., Bidondo, M. L., Deschamps, V., Göen, T. and Guldner, L., 2014, Serum levels of organochlorine pesticides in the French adult population: the French National Nutrition and Health Study (ENNS), 2006–2007, *Science of the Total Environment*, 472, 1089-1099.
- Sapota, G., 2004, Polychlorinated biphenyls (PCBs) and organochlorine pesticides (OCPs) in seawater of the southern Baltic Sea, *Desalination*, 162, 153-157.
- Sapozhnikova, Y., Bawardi, O. and Schlenk, D., 2004, Pesticides and Ppcbs in sediments and fish from The Salton Sea, California, Usa, *Chemosphere*, 55, 797 – 809.
- Sarkar, A. and Gupta, S., 1988, DDT residues in sediments from the Bay of Bengal, *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 41, 664-669.
- Schettgen, T., Alt, A., Esser, A. and Kraus, T., 2015, Current data on the background burden to the persistent organochlorine pollutants HCB, p, p'-DDE as well as PCB 138, PCB 153 and PCB 180 in plasma of the general population in Germany, *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 218, 380–385.
- Schlenk, D., Sapozhnikova, Y., Baquirian, J.P. and Mason, A., 2002, Predicting chemical contaminants in freshwater sediments through the use of historical biochemical endpoints in resident fish species, *Environmental Toxicology and Chemistry*, 21 (10), 2138-2145.
- Schoettger, R.A., 1970, Toxicology of thiodan in several fish and aquatic invertebrates, US Department of the Interior, Bureau of Sport, Fish and Wildlife, *Investigations in Fish Control*, 35, 1-31.
- Schuphan, I., Sajko, B. and Ballschmiter, K., 1972, The chemical and photochemical degradation of the cyclodien-insecticides aldrin, dieldrin, endosulfan and other hexachloronorbornene derivatives, *Zeitschrift fur Naturforschung, Teil B. Anorganische Chemie, organische Chemie, Biochemie, Biophysik, Biologie*, 27(2), 147-156.
- Shen, B., Wu, J. and Zhao, Z., 2017, Organochlorine pesticides and polycyclic aromatic hydrocarbons in water and sediment of the Bosten Lake, Northwest China, *Journal of Arid Land*, 9, 287-298.
- Siang, H.Y., Lee, M.Y. and Seng, C.T., 2009, Acute toxicity of organochlorine insecticide endosulfan and its effect on behaviour and some hematological parameters of Asian swamp eel (*Monopterus albus*, Zuiew), *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 89, 46–53.
- Simonich, S., L., and Hites, R.A., 1994, Importance of vegetation in removing polycyclic aromatic hydrocarbons from the atmosphere, *Nature*, 370, 49.

- Soyöz, M. and Özçelik, N., 2003, Zirai mücadelede kullanılan pestisitlerin sitogenetik etkileri, *Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 10, 6–9.
- Srogi, K., 2007, Monitoring of environmental exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons: A review, *Environmental Chemistry Letters*, 5(4), 169-195.
- Stout, S.A., Emsbo-Mattingly, S.D., Douglas, G.S., Uhler, A.D. and McCarthy, K.J., 2015, Beyond 16 priority pollutant PAHs: a review of PACs used in environmental forensic chemistry, *Polycyclic Aromatic Compounds*, 35 (2-4), 285-315.
- Sun, C., Zhang, J., Ma, Q. and Chen, Y., 2015, Human health and ecological risk assessment of 16 polycyclic aromatic hydrocarbons in drinking source water from a large mixed-use reservoir, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12 (11), 13956-13969. <https://doi.org/10.3390/ijerph121113956>
- Sun, C., Zhang, J., Ma, Q., Chen, Y. and Ju, H., 2017, Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in water and sediment from a river basin: sediment–water partitioning, source identification and environmental health risk assessment, *Environmental geochemistry and health*, 39, 63-74.
- Syafrudin, M., Kristanti, R.A., Yuniarto, A., Hadibarata, T., Rhee, J., Al-Onazi, W.A. and Al-Mohaimeed, A.M., 2021, Pesticides in drinking water—a review, *International journal of environmental research and public health*, 18 (2), 468.
- Tarawou, T., Erepanowei, Y., Aigberua, A., Tarawou, T., Erepanowei, Y. and Aigberua, A., 2021, Determination of sources, spatial variability, and concentration of polycyclic aromatic hydrocarbons in surface water and sediment of Imiringi River, *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 9 (3), Article 3. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2021.9.3.0121>
- Tatlı, Ö., 2006, *Ege Bölgesine Özgü Bazı Yaş Meyve, Sebze ve Kurutulmuş Gıda Ürünlerinde Pestisit Kalıntı Düzeylerinin Tespiti*, (Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Adana.
- Tiryaki, O., Canhilal, R. and Horuz, S., 2010, Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 26 (2), 154-169.
- Tsai, P.J., Shieh, H.Y., Lee, W.J. and Lai, S.O., 2002, Characterization of PAHs in the atmosphere of carbon black manufacturing workplaces, *Journal of hazardous materials*, 91 (1-3), 25-42.
- Tsapakis, M. and Stephanou, E.G., 2007, Diurnal cycle of PAHs, nitro-PAHs, and oxy-PAHs in a high oxidation capacity marine background atmosphere, *Environmental Science & Technology*, 41 (23), 8011-8017. <https://doi.org/10.1021/es071160e>
- 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 (1), 29-32.

- TÜİK, 2022, Türkiye tarımsal ilaç kullanım miktarları (2006-2020) Türkiye İstatistik Kurumu. (Erişim Tarihi: Nisan 2022)
- Uluocak, B.H. and Egemen, Ö., 2005, İzmir ve Aliğa Körfezinde Mevsimsel Olarak Avlanan Bazı Ekonomik Balık Türlerinde Organik Klorlu Pestisit Kalıntılarının Araştırılması, *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 22 (1), 149-160.
- UNEP, 1995, Adapted from Persistent Organic Pollutants: Information on POPs, their alternatives and alternative approaches, (United Nations Environmental Programme).
- UNEP/IEO, 1990, Storage of hazardous materials: a technical guide for safe warehousing of hazardous materials, United Nations Environment Programme, Industry and Environment Office, Paris, 80.
- URL1-
<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/DownloadIstatistikselTablo?p=zX8mhYRLjC64H6cTlITyXEl4QyF32QNXXZJFQV9KwzVcBxRaF6iW3wMsw09iX6DqR>
- URL2-<https://meps.bursa.bel.tr/wp-content/uploads/2022/10/dogal-yapi-4.pdf>;
https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/DB_Bitki_Koruma_Urunleri/Istatistik/Il_Duzeyinde_BKU_Kullanim_Miktar_2018.pdf
- USEPA, 1996, Method 3540C: Soxhlet Extraction; Environmental Protection Agency Retrieved from <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-12/documents/3540c.pdf>.
- USEPA, 2002, Persistent Organic Pollutants, A Global Issue A Global Response.
- USEPA, 2007, Method 8081B, Organochlorine Pesticides by Gas Chromatography, part of Test Methods for Evaluating Solid Waste, Physical/Chemical Methods <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-12/documents/8081b.pdf> [Ziyaret tarihi: 19/06/2023].
- USEPA, 2008, Method 1668B, Chlorinated biphenyl congeners in water, soil/ sediment, bio-solid and tissue by HRGC/HRMS.
- Usha, S. and Harikrishnan, V.R., 2005, Endosülfan: fact sheet and answers to common questions, International POPs Elimination Network (IPEN) Pesticide Working Group, Thanal, Trivandrum, Kerala.
- Uysal, R., Yağcı, M., Yeğen, V., Cesur, M., Yağcı, A., Çetinkaya, S. and Bostan, H., 2009, İznik Gölü (Bursa-Türkiye)'ndeki Yayın Balığı (*Silurus glanis* L., 1758) populasyonunun büyüme özellikleri, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13 (3), 221-228.
- Uzun, N. and Garipoğlu, A.V., 2019, Use of microbial inoculants and organic acids in forage storage, *Yem Magazin*, 86, 23-27.

- Ünlü, S., Alpar, B., Öztürk, K. and Vardar, D., 2010, Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in the surficial sediments from Lake Iznik (Turkey): spatial distributions and sources, *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 85, 573-580.
- Varanasi, U., 1989, *Metabolism of polycyclic aromatic hydrocarbons in the aquatic environment*. CRC press.
- Viñas, L., Franco, M.A. and González, J.J., 2009, Polycyclic aromatic hydrocarbon composition of sediments in the Ria de Vigo (NW Spain), *Archives of environmental contamination and toxicology*, 57, 42-49.
- Vural, N., 1996, *Toksikoloji*, Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları, No.73, Ankara.
- Wang, X.Y., Li, Q.B., Luo, Y.M., Ding, Q., Xi, L.M., Ma, J.M., Li, Y., Liu, Y.P. and Cheng, C.L., 2010, Characteristics and sources of atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in Shanghai, China, *Environmental Monitoring and Assessment*, 165, 295–305.
- Wcisło, E., 1998, Soil contamination with polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in Poland - A review, *Polish Journal of Environmental Studies*, 7, 267–272.
- WHO (World Health Organization), 1984, International Programme on Chemical Safety (IPCS), Endosülfan. *Environmental Health Criteria* 40, Geneva.
- WHO (World Health Organization), 2008, *Guidelines for drinking water quality*, III Edition Vol. 1 Recommendation. WHO, Geneva.
- WHO (World Health Organization), 1989, Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture: report of a WHO scientific group [meeting held in Geneva from 18 to 23 November 1987].
- WHO (World Health Organization), 2018, Global situation of pesticide management in agriculture and public health, Report of a 2018 WHO_FAO survey.
- Willett, K.L., Ulrich, E.M. and Hites, R.A., 1998, Differential toxicity and environmental fates of hexachlorocyclohexane isomers, *Environmental science & technology*, 32 (15), 2197-2207.
- WSPMP (Washington State Pest Monitoring Programme), 1995, Pesticides and PCBs in Marine Mussels Washington State Department of Ecology, Washington.
- Wu, Y., Teng, Y., Li, Z., Liao, X., and Luo, Y., 2008, Potential role of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) oxidation by fungal laccase in the remediation of an aged contaminated soil, *Soil Biology and Biochemistry*, 40 (3), 789-796.
- Wulff, A., Iken, K., Quartino, M.L., Al-Handal, A., Wiencke, C. and Clayton, M.N., 2009, Biodiversity, biogeography and zonation of marine benthic micro-and macroalgae in the Arctic and Antarctic. 491-507.

- Xu, H., Ding, Z., Lv, L., Song, D. and Feng, Y.Q., 2009, A novel dispersive liquid–liquid microextraction based on solidification of floating organic droplet method for determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in aqueous samples, *Analytica Chimica Acta*, 636(1), 28-33.
- Xue, N., Zhang, D. and Xu, X., 2006, Organochlorinated pesticides multiresidues in surface sediments from Beijing Gaunting reservoir, *Water Research*, 40, 183–194.
- Yalvaç, M., 2005, *Göksu Deltası Sucul Ekosisteminde Endosülfan ve Methamidophos Pestisitlerinin Kalıntı Düzeylerinin Araştırılması*, Doktora Tezi. Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin.
- Yan, B., Abrajano, T.A., Bopp, R.F., Benedict, L.A., Chaky, D.A., Perry, E. and Keane, D. P., 2006, Combined application of $\delta^{13}\text{C}$ and molecular ratios in sediment cores for PAH source apportionment in the New York/New Jersey harbor complex, *Organic geochemistry*, 37 (6), 674-687.
- Yang, J., Zhang, W., Shen, Y., Feng, W. and Wang, X., 2007, Monitoring of organochlorine pesticides using PFU systems in Yunnan lakes and rivers, China, *Chemosphere*, 66 (2), 219-225.
- Yang, R., Yao, T., Xu, B., Jiang, G. and Xin, X., 2007, Accumulation features of organochlorine pesticides and heavy metals in fish from high mountain lakes and Lhasa River in the Tibetan Plateau, *Environment International*, 33 (2), 151-156.
- Yeo, H.G., Choi, M. and Sunwoo, Y., 2004, Seasonal variations in atmospheric concentrations of organochlorine pesticides in urban and rural areas of Korea, *Atmospheric Environment*, 38 (28), 4779-4788.
- Yohannes, Y.B., Ikenaka, Y., Saengtienchai, A., Watanabe, K.P., Nakayama, S.M. and Ishizuka, M., 2014, Concentrations and human health risk assessment of organochlorine pesticides in edible fish species from a Rift Valley lake—Lake Ziway, Ethiopia, *Ecotoxicology and environmental safety*, 106, 95-101.
- You, H., Ding, J., Zhao, X.S., Li, F., Liu, L., Ma, W., Qi, H. And Shen, J., 2011, Spatial and seasonal variation of polychlorinated biphenyls in Songhua River, China, *Environmental Geochemistry and Health*, 33, 291–299. <https://doi.org/10.1007/s10653-010-9341-7>
- Zaghden, H., Kallel, M., Elleuch, B., Oudot, J. and Saliot, A., 2007, Sources and distribution of aliphatic and polyaromatic hydrocarbons in sediments of Sfax, Tunisia, Mediterranean Sea, *Marine Chemistry*, 105 (1-2), 70-89.
- Zelinkova, Z. and Wenzl, T., 2015, The occurrence of 16 EPA PAHs in food—a review, *Polycyclic aromatic compounds*, 35 (2-4), 248-284.
- Zhang, J.L.G., Li, X.D., Qi, S.H., Liu, G.Q. and Peng, X.Z., 2006, Source seasonality of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in subtropical city, Guangzhou, South China, *Science of the Total Environment*, 355, 145–155.

- Zhang, P., Song, J. and Yuan, H., 2009, Persistent organic pollutant residues in the sediments and mollusks from the Bohai Sea coastal areas, North China: an overview, *Environment International*, 35, 632–646.
- Zhou, J., Wang, T., Zhang, Y., Mao, T., Huang, Y., Zhong, N. and Simoneit, B.R., 2008, Sources and seasonal changes in the distributions of aliphatic and polycyclic aromatic hydrocarbons in size fractions of atmospheric particles of Beijing, China, *Environmental engineering science*, 25 (2), 207-220.
- Zhou, J.L., Maskaoui, K., Qiu, Y.W., Hong, H.S. and Wang, Z.D., 2001, Polychlorinated biphenyl congeners and organochlorine insecticides in the water column and sediments of Daya Bay, China, *Environmental Pollution*, 113, 373-384.
- Zhou, L.Z. and Kong, Q., 2007, Persistent chlorinated pesticides in fish species, from qiantang river in east china, rongbing, *Chemosphere*, 68, 838–847.
- Zhou, R., Zhu, L., Yang, K. and Chen, Y., 2006, Distribution of organochlorine pesticides in surface water and sediments from Qiantang River, East China, *Journal of hazardous materials*, 137 (1), 68-75.
- Zhou, Y.Y., Yan, X.P., Kim, K.N., Wang, S.W. and Liu, M.G., 2006, Exploration of coordination polymer as sorbent for flow injection solid-phase extraction on-line coupled with high-performance liquid chromatography for determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in environmental materials, *Journal of Chromatography A*, 1116 (1-2), 172-178.
- Zitko, V., 2003, Chlorinated pesticides: Aldrin, DDT, endrin, dieldrin, mirex, *Persistent organic pollutants*, 47-90.
- Zubero, M.B., Aurrekoetxea, J.J., Murcia, M., Ibarluzea, J.M., Goñi, F., Jiménez, C. and Ballester, F., 2015, Time trends in serum organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in the general population of Biscay, Spain, *Archives of environmental contamination and toxicology*, 68, 476-488.

EKLER

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Fatih AYDIN
Doğum Yeri	
Doğum Tarihi	Tarih girmek için tıklayın veya dokununuz.
Uyruğu	☒ T.C. ☐ Diğer:
E-Posta Adresi	
Web Adresi	

Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Fakülte	Su Ürünleri Fakültesi
Bölümü	Su Ürünleri Mühendisliği
Mezuniyet Yılı	2012

Yüksek Lisans	
Üniversite	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Su Ürünleri Temel Bilimler
Programı	Su Ürünleri Temel Bilimler

Doktora	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Anabilim Dalı Adı
Programı	Program Adı

Makale ve Bildiriler	
SCI, SSCI VE AHCI İNDEKSLERİNE GİREN DERGİLERDE YAYINLANAN MAKALELER	
1-	Accumulation of organochlorine pesticide (OCP) residues in surface water and sediment from the Iznik Lake in Turkey Aydın F., Albay M. Environmental Monitoring and Assessment, cilt.194, sa.12,2022 (SCI-Expanded)
2-	Heavy metal concentrations in <i>Trachurus mediterraneus</i> and <i>Merlangius merlangus</i> captured from Marmara Sea, Turkey and associated health risks. Koker L., Aydın F., Gaygusuz Ö., Akcaalan R., Camur D., Ilter H., Ayoglu F.N., Altın A., Topbaş M., Albay M. Environmental management, cilt.67, sa.3, ss.522-531,2021 (SCI-Expanded)
3-	Heavy metals and trace elements in whole-blood samples of the fishermen in Turkey: The fish/ermen heavy metal study (FHMS). Camur D., Topbaş M., Ilter

H., Albay M., Ayoglu F.N., Can M., Altin A., Demirtas Y., Somuncu B.P., Aydın F.,etal. Environmental management, cilt.67, sa.3, ss.553-562,2021 (SCI-Expanded)

- 4- Contrasting the water quality and bacterial community patterns in shalow and deep lakes: Manyas vs. Iznik. Özbayram E.G., Koker L., Akcaalan R., Aydın F., Ertürk A., İnce O., Albay M. Environmental management, cilt.67, sa.3, ss.506-512,2021 (SCI-Expanded)
- 5- A comparative toxicity study between smal and large size zinc oxide nanoparticles in tilapia (*Oreochromis niloticus*): Organ pathologies, osmoregulatory responses and immunological parameters. Kaya H. ,Aydın F., Gürkan M., Yılmaz S., Ateş M., Demir V., Arslan Z. Chemosphere, cilt.144, ss.571-582,2016 (SCI-Expanded)
- 6- Effects of zinc oxide nanoparticles on bioaccumulation and oxidative stress in different organs of tilapia (*Oreochromis niloticus*) Kaya H. ,Aydın F., Gürkan M., Yılmaz S., Ateş M., Demir V., Arslan Z. Environmental Toxicology and Pharmacology, cilt.40, sa.3, ss.936-947,2015 (SCI-Expanded)

DİĞER DERGİLERDE YAYINLANAN MAKALELER

- 1- Pressure of urbanisation on the fish community structure in Küçük Menderes River Basin (Turkey). Saç G., Gaygusuz Ö., Dorak Z., Köker Demo L., Aydın F., Akçaalan Albay R., Albay M. Turkish Journal of Water Science and Management, cilt.5, sa.1, ss.40-58,2021 (HakemliDergi)
- 2- Composition and distribution of benthic diatoms in different habitats of Burdur River Basin. Oğuz Çam A., Kaleli M.A., Akçaalan R., Köker L., Dorak Z., Gaygusuz Ö., Aydın F., Çetin T., Karaaslan Y., Albay M. Türkiye Su Bilimleri ve Yönetimi Dergisi, cilt.4, sa.1, ss.31-57,2020 (HakemliDergi)
- 3- Kirlı ve temiz bölgelerden toplanan *Dreissena polymorpha* bireylerinde ağır metal birikimi ve oksidatif stres duyarlılığının belirlenmesi. Kaya H., Selvi, K., Akbulut, M., Duysak, M., Aydın, F. Menba Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, sa.2, ss.9-14,2013 (HakemliDergi)
- 4- Heavy metal and trace element levels in hair samples from fishermen in Turkey: The fish/ermen heavy metal study (FHMS). Demirtas Y., Topbas M., Camur D., Albay M., İter H., Ayoglu F.N., Altin A., Can M., Somuncu B.P., Acikgoz B., etal. Biological Trace Element Research,1-12, 2023 (HakemliDergi)

HAKEMLİ KONGRE / SEMPOZYUM BİLDİRİ KİTAPLARINDA YER ALAN YAYINLAR

- 1- Effects of thermal stratification on bacterial community composition throughout water column in a deep lake. Özbayram E.G., Köker Demo L., Akçaalan R., Aydın F., Albay M. 5th International Conference Water Resources and Wetlands, Tulcea, Romania, 8 -12Eylül2021, ss.190-195
- 2- Spatial variations of the bacterial diversity in an alkaline lake. Özbayram E.G., Köker Demo L., Akçaalan Albay R., Aydın F., Albay M. 1st DNAQUA International Conference, Paris, Fransa, 9 -11 Mart 2021, ss.1-3

- 3- Balıkçılarının kan ve serumörneklerinde bazı ağırmetal – eser element düzeylerinin değerlendirilmesi. Çamur D., Topbaş M., İlter H., Albay M., Ayoğlu F.N., Can M., Altın A., Demirtaş Y., Parlak Somuncu B., Aydın F., et al. 3rd International Water and Health Congress, Antalya, Türkiye, 12-15 Kasım 2019, ss.735-738
- 4- Bireylerin su ürünü tüketimi ile aldıkları element düzeyleri kan ve serumlarındaki element düzeyleri ile ilişkilimidir? Topbaş M., Çamur D., Albay M., İlter H., Ayoğlu F.N., Can M., Altın A., Köker Demo L., Parlak Somuncu B., Demirtaş Y., et al. 3rd International Water and Health Cogress, Antalya, Türkiye, 12-15 Kasım 2019, ss.725-730
- 5- Bireylerin su ürünü tüketimine bağlı aldıkları bazı element düzeyleri saç ve tırnak örneklerindeki element düzeyleriyle ilişkilimidir? Topbaş M., Albay M., Çamur D., Ayoğlu F.N., Altın A., İlter H., Can M., Demirtaş Y., Parlak Somuncu B., Akçaalan Albay R., et al. 3rd International Water and Health Cogress, Antalya, Türkiye, 12-15 Kasım 2019, ss.743-748
- 6- Heavy metal levels in muscle tissues of *Trachurus mediterraneus* and *Merlangius merlangus* from Marmara Sea, Turkey. Köker Demo L., Aydın F., Gaygusuz Ö., Akçaalan Albay R., Çamur D., İlter H., Ayoğlu F.N., Altın A., Topbaş M., Albay M. 3rd International Water and Health Congress, Antalya, Türkiye, 12-15 Kasım 2019, ss.8-14
- 7- Balıkçılarının tırnak örneklerinde bazı element düzeylerinin değerlendirilmesi. Parlak Somuncu B., Topbaş M., Albay M., İlter H., Ayoğlu F.N., Altın A., Can M., Açıkgöz B., Aydın F. 3rd International Water and Health Congress, Antalya, Türkiye, 12-15 Kasım 2019, ss.731-734
- 8- Heavy metal levels in muscle tissues of *Trachurus mediterraneus* and *Merlangius merlangus* from Marmara Sea, Turkey. Köker Demo L., Aydın F., Gaygusuz Ö., Akçaalan Albay R., Çamur D., İlter H., Ayoğlu F.N., Altın A., Topbaş M., Albay M. 3rd International Water and Health Cogress, Antalya, Türkiye, 12-15 Kasım 2019, ss.718-720