KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İZMİT KÖRFEZİ BİYOTA VE SEDİMENT ÖRNEKLERİNDE PAH VE PCB DÜZEYLERİNİN MEVSİMSEL DEĞİŞİMLERİNİN ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS

Mine TERZİ

Anabilim Dalı: Biyoloji

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Halim Aytekin ERGÜL

KOCAELİ, 2011

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İZMİT KÖRFEZİ BİYOTA VE SEDİMENT ÖRNEKLERİNDE PAH VE PCB DÜZEYLERİNİN MEVSİMSEL DEĞİŞİMLERİNİN ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mine TERZİ

Tezin Enstitüye Verildigi Tarih: 2 Kasım 2011

Tezin Savunulduğu Tarih: 23 Aralık 2011

Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. Halim Aytekin ERGÜL
(.....)

Üye
Yrd. Doç. Dr. Beyhan PEKEY
(.....)

Üye
Doç Dr. Serpil YENİSOY KARAKAŞ
(.....)

KOCAELİ, 2011

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bünyesinde barındırdığı birçok kuruluş nedeniyle sanayi bakımından "Türkiye'nin kalbi" olarak nitelendirilen Kocaeli'de çevre kirliliği her geçen gün artmakta ve farklı kurumlar tarafından yapılan araştırmalar özellikle Dilovası ilçesinde sağlığı tehdit edecek düzeylerde risk bulunduğunu ortaya koymaktadır. Bu çalışmada, Kocaeli ilinde belirlenen farklı istasyonlardaki PAH ve PCB düzeyleri mevsimsel olarak ve birden fazla göstergeden yararlanılarak belirlenmiştir. Çalışmanın gerek yöntem gerekse veri seti bakımından bundan sonra yapılacak olan araştırmalar için faydalı olacağı inancındayım.

Tez çalışmamı planlayan, yürütülmesi ve sonuçlandırılması süresince bilgi ve deneyimlerini paylaşan, her zaman daha iyisini yapmam için beni cesaretlendiren, yeni bakış açıları edinmeme katkıda bulunan ve her daim bana yol gösteren hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Halim Aytekin ERGÜL'e içtenlikle teşekkür ederim.

Çalışmamın her aşamasında bilgi birikimi ve tecrübesiyle sorularımı cevapsız bırakmayan, en yoğun zamanlarında dahi yardım ve desteğini esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. Beyhan PEKEY'e, lisansüstü eğitim sürecimin her anında izi ve emeği olan sevgili arkadaşım Bircan TELLİ'ye, örneklemelerin gerçekleştirilmesine katkıda bulunan Betül ÇAYIR'a ve Ahmet KÜÇÜK'e, dağılım haritalarının çizilmesinde yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Serdar AKSAN'a, biyolojiye dair bilgi birikimime çok büyük katkıları olan Akdeniz Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü ve Kocaeli Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'ndeki değerli hocalarıma ve vaktimin büyük bölümünü geçirdiğim fakültemde, verdikleri neşe ile birlikte desteklerini esirgemeyen bütün arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma süresince teknelerinden yararlanma imkânı sağlayan Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı-Çevre Koruma Şube Müdürü Sayın Mesut ÖNEM'e, Kontrol-L teknesi kaptan ve mürettebatlarına, Diliskelesi Poliport Limanı'na düzeneklerin yerleştirilmesine onay veren, dönemin liman başkanı Sayın Cumhur YAYLA'ya, Poliport İskele İşletme Müdürlüğü'nden Sayın Erdoğan AKDENİZ'e, güvenli ve rahat bir çalışma imkanı sağlayan tüm Poliport çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca destek ve sevgilerini hissettiğim, parçası olmaktan gurur duyduğum canım aileme ve lisansüstü eğitim yapmam için beni yüreklendiren Nurtan BİLGİSU'ya teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma TÜBİTAK-ÇAYDAG 107Y261 ve Kocaeli Üniversitesi-BAP 2008/017 No'lu projelerle maddi olarak desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR……. i
İÇİNDEKİLER …….……. ii
ŞEKİLLER DİZİNİ …….…….. v
TABLOLAR DİZİNİ …….……. vii
SİMGELER …….…… ix
ÖZET …….……. xi
İNGİLİZCE ÖZET ……...……... xii
1. GİRİŞ ……...……..... 1
1.1. Biyomonitoring (Biyolojik İzleme)…… 7
1.2. Biyomonitoring Çalışmalarında Kullanılan Bazı İndikatörler (Belirteçler)... 8
1.3. İzmit Körfezi ……. 12
1.3.1. İzmit Körfezi'nin bazı oşinografik özellikleri……..... 14
1.3.2. İzmit Körfezi'nde kirlilik …….……. 16
1.4. Dilovası …….……..... 21
1.4. Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar (PAH'lar) …… 25
1.5.1. Genel bilgiler …….…… 25
1.5.2. Kaynakları …….……..... 26
1.5.3. Sucul ortamdaki PAH girdisi …….…… 27
1.5.4. Fiziksel ve kimyasal özellikleri …….…… 29
1.5.5. Çevresel akıbetleri …….……..…… 30
1.5.6. Yarılanma ömürleri …….……..... 32
1.5.7. Toksisiteleri ve canlılar üzerindeki etkileri …… 33
1.6. Poliklorlu Bifeniller (PCB'ler) …….……. 37
1.6.1. Genel bilgiler …….……..…… 37
1.6.2. Kaynakları …….……..…… 40
1.6.3. Sucul ortamdaki PCB girdisi …….……. 41
1.6.4. Fiziksel ve kimyasal özellikleri …….……. 41
1.6.5. Üretimleri ve kullanım alanları …….……. 42
1.6.6. Çevresel akıbetleri …….……..…… 43
1.6.7. Yarılanma ömürleri …….……..... 47
1.6.8. Toksik etkileri …….……..... 47
1.6.9. Kanserojen etkileri …….……..…… 48
1.6.10. Kullanımları ile ilgili yasal düzenlemeler …….……... 49
1.7. Çalışmanın Amacı ve Seçilen İstasyonların Genel Özellikleri …… 49
2. MATERYAL VE YÖNTEM ……. 54
2.1. Örnekleme Çalışmaları ……..……..……..……..……..……..... 54
2.1.1 Örnekleme sahası ……..……..……..……..……..……..……..... 54
2.2. Materyal ……..……..……..……..……..……..……..……..... 56
2.2.1. Akdeniz Midyesi (*Mytilus galloprovincialis*) ……..……..……..... 56

2.2.2. Yeşil alg (*Ulva lactuca*) ……..……..……..……..……..……..... 58
2.2.2. Materyallerin toplanması ve muhafaza koşulları ……..……..……. 60
2.2.3.1. Yüzey sedimentlerinin alınması ve muhafazası ……..……..……..... 60
2.2.3.2. Tuzak sedimentlerinin alınması ve muhafazası …...……...…… 62
2.2.3.3. Midye ve alglerin toplanması ve muhafazası ……..……..……..... 64
2.3. Yöntem ……..……..……..……..……..……..……..……..... 65
2.3.1. Analizlerde kullanılan cihaz, araç ve gereçler……..……..……..... 65
2.3.2. Analizlerde kullanılan malzemelerin kullanıma hazırlanması …….. 66
2.3.3. Analizlerde kullanılan kimyasal maddelerin hazırlanması ……..... 67
2.3.3.1. Olası girişimlerin önlenmesi için uygulanan ön hazırlıklar ……..... 67
2.3.3.2. Surrogate standart ve kalibrasyon çözeltilerinin kullanımı ……..... 67
2.3.3.2.1. PAH kalibrasyon ve surrogate standart çözeltileri ……..……..... 68
2.3.3.2.2. PCB kalibrasyon ve surrogate standart çözeltileri …..……..... 68
2.3.4. Örneklerin analize hazırlanması ve ekstraksiyonu ……..……..... 68
2.3.4.1. Sedimentlerin hazırlanması ve ekstraksiyonu ……..……..... 68
2.3.4.2. Midye ve alglerin hazırlanması ve ekstraksiyonu ……..……..... 69
2.3.5. Midye ve alglere asit muamelesi ……..……..……..……..……... 70
2.3.6. Sediment, midye ve alglere clean-up uygulaması ……..……..... 70
2.3.7. Sediment, midye ve alglerin son konsantrasyon basamağı ……..... 72
2.3.8. Sedimentlere granüler Bakır uygulaması ……..……..……..... 72
2.3.9. Sediment, midye ve alglerin nem tayini ……..……..……..... 72
2.3.10. PAH ve PCB analizlerinde GC işletim parametreleri ……..... 72
2.3.11. Metot algılama sınırı (MAS)…… 82
2.3.12. Geri kazanım değerleri ……..……..... 83
2.3.12.1. Midyelerde standart referans madde (SRM) geri kazanım değerleri…… 83
2.3.12.1.1. PAH geri kazanım değerleri…….. 83
2.3.12.1.2 . PCB geri kazanım değerleri…….. 84
2.3.12.2. Sedimentlerde standart referans madde (SRM) geri kazanım değerleri…….. 85
2.3.12.2.1. PAH geri kazanım değerleri…….. 85
2.3.12.2.2. PCB geri kazanım değerleri…….. 86
2.3.12.3. Surrogate standart geri kazanım değerleri ……..... 87
2.3.13. Günlük sedimentasyon miktarı (GSM) nın hesaplanması…….. 88
2.3.14. Korelasyon katsayılarının hesaplanması……..... 89
3. BULGULAR VE TARTIŞMA……. 90
3.1.Örnekleme Ortamı ve İncelenen Parametrelere Ait Bazı Veriler …… 90
3.1.1. Deniz Suyuna Ait Oşinografik Bulgular ……..... 90
3.1.1.1. Kıyı istasyonlarında ölçülen değerler ……..... 90
3.1.1.2. Sediment tuzağı istasyonlarında ölçülen değerler ……..... 93
3.1.2. Midyelere ait boy uzunluğu ve yaş et ağırlığı ……..... 94
3.1.3. Alglere ait yaş ağırlıklar…… 96
3.1.4. Günlük yağış miktarı ……..……..... 97
3.1.5. Günlük sedimentasyon miktarı (GSM)…….. 99
3.2. PAH Bulguları ……..……..……..... 100
3.2.1. Yüzey sedimentlerine ait bulgular ……..……..... 100
3.2.2. Tuzak sedimentlerine ait bulgular ……..……..... 109
3.2.3. Midyelere ait bulgular ……..……..... 118

3.2.4. Alglere ait bulgular ……..……..……..... 124
3.2.5. Midye ve alg örneklerine ait PAH bulgularının birlikte değerlendirilmesi…… 127
3.3. PCB Bulguları ……..……..……..... 128
3.3.1. Yüzey sedimentlerine ait bulgular ……..……..... 128
3.3.2. Tuzak sedimentlerine ait bulgular ……..……..... 134
3.3.3. Midyelere ait bulgular ……..……..……..... 140
3.3.4. Alglere ait bulgular ……..……..……..... 145
3.3.5. Midye ve alg örneklerine ait PCB bulgularının birlikte değerlendirilmesi…… 150
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER…… 152
KAYNAKLAR ……..……..……... 156
EKLER……... 182
ÖZGEÇMİŞ ……..……..…… 260

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1: İzmit Körfezi'nin genel görünümü …… 13
Şekil 1.2: Türkiye'nin 500 büyük sanayi kuruluşu içerisinde Kocaeli sanayi kuruluşlarının 2005-2008 yılları arasında sektörel gruplara göre yüzdelik dağılımı ……..... 14
Şekil 1.3: İzmit Körfezi'nde sediment kirliliği ve taşınmasına neden olan yüzey ve dip akıntıları…… 16
Şekil 1.4: Petrol dökülmeleri ile su ortamında gelişen süreçler……... 19
Şekil 1.5: Kocaeli ili karayolları haritası …… 21
Şekil 1.6: Dilderesi'nden bir görünüm ……..... 22
Şekil 1.7: Dilderesi'ne açılan bir deşarj noktası örneği……... 23
Şekil 1.8: Dilovası OSB'de faaliyet gösteren endüstrilerin kategorilere göre % dağılımı …….. 24
Şekil 1.9: Naphthalene molekülü ……..... 26
Şekil 1.10: Çevredeki petrol ve PAH kaynakları …… 27
Şekil 1.11: Kentsel ortamdaki tipik kirleticiler…… 28
Şekil 1.12: Amerika Ulusal Çevre Koruma Ajansı (USEPA) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından öncelikli kirleticiler listesine alınan 16 PAH bileşeninin molekül yapıları……. 30
Şekil 1.13: Petrolün ve PAH'ların su ve karadaki kimyasal ve biyolojik akıbetleri ……..... 31
Şekil 1.14: Bir PCB molekülü (3,4,5,3'4'5'-hexachlorobiphenyl) …….. 37
Şekil 1.15: Bir bifenil molekülü üzerinde klor yerleşimleri için numaralama sistemi ……... 38
Şekil 1.16: PCB'lerin sucul çevreye ve insanlara bulaşmasının şematik olarak gösterimi …… 46
Şekil 2.1: Biyota ve tuzak sedimenti örnekleme istasyonları ……. 54
Şekil 2.2: Alınan yüzey sedimentlerinin İzmit Körfezi'ndeki konumları..…….. 55
Şekil 2.3: *M.galloprovincialis*'de sedefli iç kısım ve dış kabuk görünümleri….. 57
Şekil 2.4: *M.galloprovincialis*'de filtrasyon ……..... 58
Şekil 2.5: *Ulva lactuca*'nın genel kısımları ……...……..... 59
Şekil 2.6: *Ulva lactuca*'nın genel görünümü ……...……..... 60
Şekil 2.7: Van Veen Grab ……...……...……...……..... 62
Şekil 2.8: Sediment tuzağı modeli …..……...……...……...……..... 62
Şekil 2.9: Sediment tuzağının örnekleme alanı (1 no'lu istasyon) ndaki yerleşimi ……. 63
Şekil 2.10: Hydrolab DS-5 model data sonda ...……...……...……..... 64
Şekil 2.11: Midye örneklerinin toplandığı bir örnekleme fotoğrafı (2010)…….. 64
Şekil 2.12: Azot akışı altındaki örnekler …...……...……...……...……..... 70
Şekil 2.13: Clean up uygulaması ……...……...……...……...……..... 71
Şekil 2.14: 16 PAH bileşeni ve surrogate standarda ait kromatogram (2000 ppb'lik)…… 74

Şekil 2.15: 19 PCB bileşenine ve surrogate standartlara ait kromatogram (10 ppb'lik)…… 75
Şekil 2.16: Sediment örneğine ait PAH kromatogramı…… 76
Şekil 2.17: *Mytilus galloprovincialis* örneğine ait PAH kromatogramı…….. 77
Şekil 2.18: *Ulva lactuca* örneğine ait PAH kromatogramı……..... 78
Şekil 2.19: Sediment örneğine ait PCB kromatogramı…… 79
Şekil 2.20: *Mytilus galloprovincialis* örneğine ait PCB kromatogramı…….. 80
Şekil 2.21: *Ulva lactuca* örneğine ait PCB kromatogramı…… 81
Şekil 3.1: DD1 ve DD2 istasyonlarında yüzey, -5 m, -15 m derinliklerdeki su kolonunda ölçülen bazı oşinografik parametreler …….. 94
Şekil 3.2: Nisan 2008 – Mayıs 2010 tarihleri arasında İzmit Körfezi'nde kaydedilen günlük toplam yağış miktarları (mm)……... 98
Şekil 3.3: Yüzey sediment örneklerinde ∑PAH konsantrasyonları……. 102
Şekil 3.4: Yüzey sediment örneklerinde PAH bileşenlerinin ortalama konsantrasyonları ……..... 103
Şekil 3.5: İzmit Körfezi yüzey sediment örneklerinde ∑PAH dağılımları…….. 104
Şekil 3.6: DD1 ve DD2 sedimentlerinde örnekleme periyotlarına göre ∑PAH konsantrasyonları……. 110
Şekil 3.7: DD1 ve DD2 sedimentlerinde PAH bileşenlerinin ortalama konsantrasyonları ……..... 111
Şekil 3.8: *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde mevsimlere ve istasyonlara istasyonlara göre ∑PAH konsantrasyonları……. 119
Şekil 3.9: *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde PAH bileşenlerinin istasyonlara göre ortalama konsantrasyonları……. 120
Şekil 3.10: *Ulva lactuca* örneklerinde mevsimlere ve istasyonlara göre ∑PAH ∑PAH konsantrasyonları……... 125
Şekil 3.11: *Ulva lactuca* örneklerinde PAH bileşenlerinin istasyonlara göre ortalama konsantrasyonları…… 126
Şekil 3.12: Yüzey sediment örneklerinde ∑PCB konsantrasyonları…… 129
Şekil 3.13: Yüzey sediment örneklerinde PCB bileşenlerinin ortalama konsantrasyonları ……. 130
Şekil 3.14: İzmit Körfezi yüzey sediment örneklerinde ∑PCB dağılımları……. 131
Şekil 3.15: Klor sayılarına göre gruplandırılan PCB bileşenlerinin yüzey sedimentlerindeki dağılımı……..... 134
Şekil 3.16: DD1 ve DD2 sediment örneklerinde ∑PCB konsantrasyonları……. 135
Şekil 3.17: DD1 ve DD2 sediment örneklerinde PCB bileşenlerinin ortalama konsantrasyonları ……. 136
Şekil 3.18: Çolakoğlu Metalurji A.Ş.'ye ait soğutma suyu ünitesi ve DD1 düzeneğinin konumu……. 140
Şekil 3.19: *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde mevsimlere ve istasyonlara göre ∑PCB konsantrasyonları ……. 142
Şekil 3.20: *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde PCB bileşenlerinin istasyonlara göre ortalama konsantrasyonları …….. 143
Şekil 3.21: *Ulva lactuca* örneklerinde mevsimlere ve istasyonlara göre ∑PCB ∑PCB konsantrasyonları…… 147
Şekil 3.22: *Ulva lactuca* örneklerinde PCB bileşenlerinin istasyonlara göre ortalama konsantrasyonları ……. 148

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1.1: Tüpraş İzmit Rafinerisi'nde üretilen maddeler ve miktarları…..... 20
Tablo 1.2: 1982-1994 yılları arasında İstanbul Boğazı'nda meydana gelen tanker kazaları…….. 20
Tablo 1.3: Atmosferik ve sucul ortamlardaki PAH'ların ana kaynakları…… 27
Tablo 1.4: EPA öncelikli kirleticiler listesindeki PAH'ların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri…….. 29
Tablo 1.5: Petrol ve Bireysel PAH'ların Canlılar Üzerindeki Etkileri…… 35
Tablo 1.6: PAH'ların kanserojen etkileri……. 36
Tablo 1.7: Bazı PCB bileşenlerinin IUPAC numaraları…….. 38
Tablo 1.8: PCB homologlarının genel fiziksel özellikleri……... 42
Tablo 1.9: Literatürde belirtilen toplam PCB üretimi…….. 43
Tablo 1.10: Bazı PCB'ler için farklı ortamlardaki yarılanma ömrü uzunlukları ……. 47
Tablo 2.1: İzmit Körfezi'nden alınan yüzey sedimentlerinin alındığı tarih, koordinat ve derinlikler……. 60
Tablo 2.2: Analizlerde kullanılan cihaz, malzeme ve kimyasal maddeler……. 65
Tablo 2.3: Gaz Kromatografi cihazının işletim parametreleri ve kullanılan kolonların özellikleri……. 73
Tablo 2.4: PAH bileşenleri için metot algılama sınırı …….. 82
Tablo 2.5: PCB bileşenleri için metot algılama sınırı …… 82
Tablo 2.6: Midye Standart Referans Madde (NIST-SRM-2977) PAH geri kazanım değerleri ……. 84
Tablo 2.7: Midye Standart Referans Madde (NIST-SRM-2977) PCB geri kazanım değerleri…… 85
Tablo 2.8: Sediment Standart Referans Madde (NIST SRM-1941b) PAH geri kazanım değerleri……..……... 86
Tablo 2.9: Sediment Standart Referans Madde (NIST SRM-1941b) PCB geri kazanım değerleri……. 87
Tablo 2.10: 2-fluorobiphenyl surrogate standart geri alınabilirlik sonuçları….. 87
Tablo 2.11: Tetrachloro-m-xylene surrogate standart geri alınabilirlik sonuçları……. 87
Tablo 2.12: İzmit Körfezi'nin genel görünümü…….. 88
Tablo 3.1: Bahar'08 örneklemesi deniz suyunda ölçülen sıcaklık, pH ve çözünmüş oksijen değerleri ……. 90
Tablo 3.2: Yaz'08 örneklemesi deniz suyunda ölçülen sıcaklık, pH ve çözünmüş oksijen değerleri ……. 91
Tablo 3.3: Güz'08 örneklemesi deniz suyunda ölçülen sıcaklık, pH ve çözünmüş oksijen değerleri ……. 91
Tablo 3.4: Kış'09 örneklemesi deniz suyunda ölçülen sıcaklık, pH ve çözünmüş oksijen değerleri ……. 91

Tablo 3.5: Bahar'09 örneklemesi deniz suyunda ölçülen sıcaklık, pH ve çözünmüş oksijen değerleri ……. 92
Tablo 3.6: Yaz'09 örneklemesi deniz suyunda ölçülen sıcaklık, pH ve çözünmüş oksijen değerleri …….. 92
Tablo 3.7: Güz'09 örneklemesi deniz suyunda ölçülen sıcaklık, pH ve çözünmüş oksijen değerleri …….. 92
Tablo 3.8: Kış'10 örneklemesi deniz suyunda ölçülen sıcaklık, pH ve çözünmüş oksijen değerleri …….. 93
Tablo 3.9: Bahar'10 örneklemesi deniz suyunda ölçülen sıcaklık, pH ve çözünmüş oksijen değerleri … 93
Tablo 3.10: PAH ve PCB analizlerinde kullanılan midyelerin ortalama boy uzunlukları ve yaş et ağırlıkları …….. 95
Tablo 3.11: PAH ve PCB analizlerinde kullanılan alglerin yaş ağırlıkları (g)… 97
Tablo 3.12: Sediment tuzağı (DD1 ve DD2) istasyonlarında gerçekleştirilen örneklemelerin tarihleri ve örnekleme periyoduna bağlı sedimentasyon oranları …… 99
Tablo 3.13: Dünyanın farklı bölgelerindeki sediment örneklerinde PAH konsantrasyonları……. 105
Tablo 3.14: Sedimentler için belirlenen PEL, TEL, ERL değerleri ve bu değerlerin aşıldığı istasyonlar…….. 108
Tablo 3.15: Sediment tuzağı istasyonlarında (DD1 ve DD2) su kolonunda örnekleme periyotlarına göre belirlenen günlük dikey ∑PAH çökelimleri ……. 112
Tablo 3.16: DD1 Sedimentleri için belirlenen PEL, TEL, ERL değerleri ve bu değerlerin aşıldığı tarihler…….. 116
Tablo 3.17: DD2 Sedimentleri için belirlenen PEL, TEL, ERL değerleri ve bu değerlerin aşıldığı tarihler……. 117
Tablo 3.18: Dünyanın farklı bölgelerindeki *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde belirlenen PAH konsantrasyonları……. 121
Tablo 3.19: Sediment tuzağı istasyonlarında (DD1 ve DD2) örnekleme dönemlerine göre belirlenen dikey ∑PCB çökelimleri …….. 137

SİMGELER

Kl-a	: Klorofil-a
Koc	: Organik karbon bölümlenme katsayısı
Kow	: Oktanol/su bölümlenme katsayısı
Koa	: Oktanol/hava bölümlenme katsayısı
Pa	: Pascal
ppm	: Milyonda kısım
ppt	: Trilyonda kısım
rpm	: Dakikadaki devir
∑	: Toplam

Kısaltmalar

AKM	: Askıda katı madde
ATSDR	: Toksik Maddeler ve Hastalıklar Bürosu
BCMOE	: İngiliz Çevre Bakanlığı
BSAF	: Biyota Sediment Birikim Faktörü
CAS	: Kimyasal Kuramlar Servisi
CB	: Klorlu Bifeniller
DWAF	: Su İşleri ve Ormancılık Bölümü
EC	: Avrupa Komisyonu
ECD	: Elektron Yakalayıcı Dedektör
ERL	: Düşük Etki Seviyesi
ERM	: Orta Etki Seviyesi
EU	: Avrupa Birliği
FID	: Alev İyonlaşma Dedektörü
GC	: Gaz Kromatografisi
IARC	: Uluslar arası Kanser Araştırma Ajansı
KSO	: Kocaeli Sanayi Odası
MAS	: Metot Algılama Sınırı
NIST	: Uluslararası Standart&Teknoloji Enstitüsü
NRC	: Ulusal Araştırma Konseyi
OCP	: Organoklorlu pestisitler
PAH	: Poliaromatik hidrokarbonlar
PBDE	: Polibromlu bifenil eterler
PCB	: Poliklorlu bifeniller
PCDD	: Poliklorlu dibenzo-dioksinler
PCDF	: Poliklorlu dibenzo-furanlar
PCT	: Poliklorlu terfeniller
POP	: Kalıcı Organik Kirletici
T-N	: Toplam Azot
T-P	: Toplam Fosfor
UNEP	: Birleşmiş Milletler Çevre Programı
UNFPA	: Birleşmiş Milletler Nüfus Fonu

UNIDO	: Birleşmiş Milletler Endüstriyel Gelişim Organizasyonu
US EPA	: Amerikan Çevre Koruma Örgütü
WFD	: Su Yönetmeliği Taslağı
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü

İZMİT KÖRFEZİ BİYOTA VE SEDİMENT ÖRNEKLERİNDE PAH VE PCB DÜZEYLERİNİN MEVSİMSEL DEĞİŞİMLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Mine TERZİ

Anahtar Kelimeler: PAH, PCB, sediment, *Mytilus galloprovincialis*, *Ulva lactuca*, İzmit Körfezi

Özet: Bu çalışma Marmara Denizi'nin doğusunda yer alan İzmit Körfezi'nde gerçekleştirilmiştir. Alınan yüzey ve tuzak sedimentleri, *Mytilus galloprovincialis* ve *Ulva lactuca* örneklerinde PAH ve PCB düzeylerindeki değişimler mevsimsel olarak araştırılmıştır. Batı, Merkez ve Doğu basenlerde belirlenen 54 farklı noktadan yüzey sedimenti, 10 farklı noktadan biyota örnekleri alınmıştır. Tuzak sedimentleri ise Dilderesi önlerinde iki farklı noktaya yerleştirilen tuzaklardan alınmıştır. Yüzey sedimentleri 2008, 2009 ve 2010 yıllarında farklı tarihlerde, biyota örnekleri iki yıl boyunca her mevsim, tuzak sedimentleri ise 22 ay boyunca ortalama 15 günlük periyotlarda alınmıştır.

Örneklerin ekstraksiyonunda ultrasonik banyo kullanılmış ve ölçümler PAH analizlerinde GC-FID, PCB analizlerinde GC-ECD kullanılarak yapılmıştır. Yüzey sedimentlerinde ∑PAH konsantrasyonları kuru ağırlıkta 53,2-6340,4 ng/g, ∑ PCB konsantrasyonları kuru ağırlıkta 0,9-24,2 ng/g arasında değişen miktarlarda belirlenmiştir. Ortalama PAH ve PCB konsantrasyonları basenlere göre değerlendirildiğinde kirliliğin en yoğun olduğu kısım Merkez, en düşük olduğu kısım ise Batı basenidir. Tuzak sedimentlerinde belirlenen∑PAH konsantrasyonları DD1 sedimentlerinde kuru ağırlıkta 88,5-1587,5 ng/g, DD2 sedimentlerinde ise kuru ağırlıkta 138,9-1046,7 ng/g arasındadır. ∑PCB konsantrasyonları DD1 sedimentlerinde kuru ağırlıkta 3,2-53,5 ng/g, DD2 sedimentlerinde kuru ağırlıkta 2,0-40,2 ng/g arasında belirlenmiştir. Su kolonunda, DD1 istasyonunda en yüksek ∑PAH çökelimi 2008 Ekim ayında gerçekleşmiş olmakla birlikte, 2009 Güz mevsiminden sonra gerçekleşen dikey ∑PAH ve ∑PCB çökelimlerinin DD1 ve DD2 istasyonlarında bir önceki yılın aynı dönemine göre yüksek olduğu belirlenmiştir. Çökelimler her iki istasyonda da sedimentasyon oranı ile paralellik göstermektedir. Genel olarak su kolonundaki partikül çökelimi yağış miktarları ile de paraleldir. *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde ∑PAH konsantrasyonları kuru ağırlıkta 22,6-1020,7 ng/g, ∑PCB konsantrasyonları kuru ağırlıkta 0,3-43,1 ng/g arasında belirlenmiştir. *Ulva lactuca* örneklerinde ∑PAH konsantrasyonları kuru ağırlıkta 9,5-774,4 ng/g,∑PCB konsantrasyonları ise kuru ağırlıkta 0,3 -12,2 ng/g arasında belirlenmiştir. Araştırma sonuçları, PAH ve PCB düzeylerinin genellikle oşinografik ve meteorolojik faktörlere de bağlı olarak mevsimsel farklılıklar gösterdiğini ve kirliliğin özellikle Merkez ve Doğu basende körfezin kuzey kıyıları boyunca yoğunlaştığını ortaya koymuştur.

DETERMINATION OF SEASONAL CHANGES OF PAH AND PCB LEVELS IN BIOTA AND SEDIMENT SAMPLES IN THE İZMİT BAY

Mine TERZİ

Keywords: PAH, PCB, sediment, *Mytilus galloprovincialis*, *Ulva lactuca*, İzmit Bay

Abstract: This study was conducted in the İzmit Bay where is located on the eastern side of the Marmara Sea. The changes of PAH and PCB levels in surface and trap sediments, *Mytilus galloprovincialis* and *Ulva lactuca* were determined seasonally. Surface sediment samples were taken from 54 different locations while biota samples were collected from 10 different locations from Western, Central and Eastern basins of the İzmit Bay. Trap sediments were taken from the traps which were deployed to 2 different points through the line which provides the linkage between the Dil Stream and the İzmit Bay. Samplings for surface sediments were carried out on different days of 2008, 2009 and 2010 while samplings for biota were carried out seasonally during two years and trap sediments were taken periodically nearly twice a month during 22 months.

Samples were extracted ultrasonically and PAHs were determined using GC-FID while PCBs were determined using GC-ECD. In surface sediments $\sum$PAH concentrations ranged from 53,2 to 6340,4 ng/g dry wt., $\sum$PCB concentrations ranged from 0,9 to 24,2 ng/g dry wt. Assessment of the average concentrations of PAHs and PCBs for different basins showed that the Central Basin was the most polluted while the West Basin was the least polluted one. In trap sediments $\sum$PAH concentrations ranged from 88,5 to 1587,5 ng/g dry wt. for DD1 and from 138,9 to 1046,7 ng/g dry wt. for DD2. On the other hand, $\sum$PCB concentrations ranged from 3,2 to 53,5 ng/g dry wt. for DD1 and from 2,0 to 40,2 ng/g dry wt. for DD2. In DD1, the highest deposition for $\sum$PAH occured on October 2009. It determined that the vertical particulate flux of $\sum$PAH and $\sum$PCB after Autumn 2009 in the water column of DD1 and DD2 were higher than the ones of previous Autumn. Vertical fluxes showed a good agreement with the sedimentation rate in both DD1 and DD2. Generally particulate flux in the water column showed also a good agreement with the rainfalls. In *Mytilus galloprovincialis* samples $\sum$PAH concentrations ranged from 22,6 to 1020,7 ng/g dry wt., $\sum$PCB concentrations ranged from 0,3 to 43,1 ng/g dry wt. In *Ulva lactuca* samples $\sum$PAH concentrations ranged from 9,5 to 774,4 ng/g dry wt., $\sum$PCB concentrations ranged from 0,3 to 12,2 ng/g dry wt. Results of the investigation indicate that PAH and PCB levels generally change seasonally. It also depends on the oceanographic and meteorological factors. Pollution is concentrated on the Central and Eastern Basins through the Northern coasts of the İzmit Bay.

1. GİRİŞ

Toksikolojinin bir kolu olan "ekotoksikoloji" ilk kez 1969 yılında Thruhaut tarafından tanımlanmıştır. Thruhaut, ekotoksikolojinin temel amacını "ekosistemler, hayvanlar, bitkiler ve mikrobiyal komünitelerdeki doğal veya yapay toksik maddelerin etkilerini araştırmak" olarak ileri sürmüştür (Thruhaut, 1977). Dünya nüfusunun hızlı artışı, üretim sürecindeki mineral kaynaklarının yoğun kullanımı ve teknolojik gelişmeler çevreyi büyük ölçüde etkilemektedir. Bu nedenle bilim adamları, kirlilik sonrası ekosistemi normal haline getirmek amacıyla veri toplamaktadır. Ancak bu bilimin geçmişi, toksik stresten sonra ekosistemi normal haline getirmeyi de kapsayan, gelecekteki değişikliklerle ilgili olası senaryoları öngörmek için yeteri kadar eskiye dayanmamaktadır (Cairns, 2005).

Deniz ortamları çoğunlukla endüstriyel, kentsel ve tarımsal aktivitelerden kaynaklanan kirleticilerin son olarak depolandığı yerlerdir (Williams, 1996). İzmit Körfezi, gerek insan kaynaklı atıklarla, gerekse İstanbul Boğazı vasıtasıyla Karadeniz'den taşınan (Kut ve diğ., 2000) organik ve inorganik maddelerle kirlilik düzeyi giderek artmakta olan (Topçuoğlu ve diğ., 2004) Marmara Denizi ile bağlantılıdır. Gelişmekte olan bir ülke olan Türkiye'de çevresel kirlilik problemleri, Marmara Bölgesi ve özellikle İzmit etrafında hızla gelişen endüstri ve yaygın nüfus artışına bağlı olarak 1960'lı yıllardan beri artmaktadır. Atıkların çoğu körfezde toplanmış ve bu durum gerek yerel, gerekse ulusal düzeyde dikkati çekmiştir (Morkoç ve diğ., 2001).

Deniz sedimentleri bir ortamdaki kirletici varlığını belirlemede indikatör olarak kullanılabilir (Ergin ve diğ., 1991). Sedimentlerde birikim gösteren organik bileşikler arasında polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) lar, poliklorlu bifenil (PCB) ler, poliklorlu dibenzo-dioksin (PCDD) ler, organoklorlu pestisit (OCP) ler, polibromlu bifenil eter (PBDE) ler ve poliklorlu dibenzo-furan (PCDF) lar yer almaktadır (Voorspoels ve diğ., 2004; Lacorte ve diğ., 2006; Moon ve diğ., 2009). Yüksek derecede kimyasal ve biyolojik kararlılığa sahip halojenli aromatik

hidrokarbonlar sınıfındaki bu bileşikler, sucul organizmaların dokularında biriktirilerek ya da organik, inorganik partiküllere tutunarak uzun yıllar bozunmadan ortamda kalabilmekte ve biyota için potansiyel risk oluşturmaktadırlar (Mcveety ve Hites, 1988; US EPA, 1996; Garton ve diğ., 1996; Woodhead ve diğ., 1999; Marvin ve diğ., 2002; Miniero ve diğ., 2003). Bu kirleticilerden bazıları toksik, kanserojen ve iç salgı bezlerini bozucu özellikte bileşikler olup ekosistemler için tehdit oluşturmaktadır (Soto ve diğ., 1991; Safe, 1994). PAH'lar ve PCB'ler, zararlı etkileri göz önünde bulundurularak Avrupa Birliği (EU) tarafından, Su Taslak Yönergesi (Water Framework Directive) ndeki yüzey suları için öncelikli kirletici maddeler listesine dahil edilmiştir (EC, 2000).

Denizel ortamlarda sık rastlanan PAH'lar; fosil yakıtlardan, odun ve organik maddelerin tamamlanmamış yanmalarından (pirojenik), petrolden (petrojenik) ve canlı (biyojenik) materyalden kaynaklanan kirleticilerdir (NRC, 1983; Boulobassi ve Saliot, 1993). Deniz sisteminde PAH'ların davranışları; PAH kaynaklarının etkileşiminin, bireysel bileşiklerin fizikokimyasal özelliklerinin, su ve sediment hareketlerinin ve arazi koşullarının bir sonucudur (King ve diğ., 2004). Kentsel atıksuların neden olduğu PAH kontaminasyonu birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir (Pham ve Proulx, 1997; Blanchard ve diğ., 2004). Atıksu arıtımından sonra PAH'lar, çözünmüş fazdan ziyade askıdaki katı maddelerde atılmaktadır (Busetti ve diğ., 2006; Guo ve diğ., 2009) ve oldukça hidrofobik yapılarından dolayı sedimentte birikmeye eğilimlidir (Budzinski ve diğ., 1997). PAH'ların sedimentteki miktarı, insan aktivitesinin yoğun olduğu alanlara yakınlığına ve bu kimyasalların biyolojik olarak bozunmalarına göre değişmektedir.

PCB'ler doğal kaynağı bulunmayan, yapay bileşiklerin bir grubudur. Elektrik malzemelerinde ısıya dayanıklı soğutucu veya yalıtkan, plastikleştirici ve mürekkepler, boyalar, pestisitler ve birkaç endüstriyel işlemde yağ çözücü olarak kullanılmışlardır. Ortak kimyasal bir yapıya dayanan 209 farklı bileşeni vardır. Bu bileşenler yapısal olarak ilişkili olsa da toksisiteleri ve çevredeki akıbetleri birbirinden farklıdır. Ticari olarak satılan ve kullanılan PCB'ler bileşenlerin karışımlarıdır (Haggarty ve diğ., 2003; BCMOE, 2006, 2007). PCB'ler lipofilik (yağı seven), hidrofobik ve kolayca metabolize edilmeyen bileşiklerdir. Bu nedenle

biyolojik birikim göstermeye yatkındırlar (Haggarty ve diğ., 2003). PCB'lerin çok sayıda toksik etkisi vardır. Memelilerin immün, üreme, sinir ve endokrin sistemlerini etkileyerek kansere sebep olabilirler. PCB bileşenlerinin bir bölümü, yapıları ve toksisiteleri bakımından dioksinlere benzerlik göstermektedir. Bileşenlerin toksisitesi ve özellikleri, moleküldeki klor atomlarının sayı ve pozisyonlarına bağlıdır.

PCB'lerin endüstriyel alanda kullanımına getirilen kısıtlamalar 1971 yılında başlamıştır (BCMOE, 2006). Kuzey Amerika'da 1977 yılında PCB'lerin üretimi, ithalatı ve elektriksel amaç dışında kullanımı yasaklanmış ve 1985 yılında çevreye salınmasının yasadışı olduğu ifade edilmiştir. Kanada kanunları PCB ile kaplı malzemelerin kullanımına, hizmet süresi sona erene dek izin vermektedir. Fakat dağıtım, depolama ve bertarafı hükümet tarafından sıkı yaptırımlara tabidir. Bu önlemlerin bir sonucu olarak, kullanımdaki PCB miktarı 1992-2003 yılları arasında %54 azaltılmıştır (EC, 2005). PCB'lerin çoğu, atık yağların sızması ya da uygunsuz bertarafı ve elektriksel malzemelerle çevreye giriş yapmaktadır (BCMOE, 2007). PCB'ler kentsel atıksularda tespit edilmiş ve endüstriyel, kentsel ve liman aktiviteleri ile ilişkili olarak deniz sedimentlerinde bulunmuştur. Kağıt fabrikaları çevresindeki sedimentlerde bulunan PCB'ler muhtemelen PCB içeren elektriksel malzemenin sızıntısından kaynaklanmaktadır (Haggarty ve diğ., 2003). Ayrıca PCB'ler, varlıklarıyla ilgili tek açıklamanın "uzun mesafeli taşınım" olduğu Antartika ve Kuzey Kutbu gibi uzak bölgelerdeki deniz sedimentinde ve biyotada da bulunmuştur (Moore ve diğ., 2002).

1970'li yıllara kadar PCB'lerin toksik olmadığı düşünülüyordu. Fakat gaz kromotografisi gibi analitik tekniklerin artması ile birlikte düşünüldükleri kadar masum olmadıkları ortaya çıktı (UNIDO, 2005). Bu maddelerin üretimlerinin ve kullanımlarının 1970'li yılların sonuna doğru Rusya hariç tüm dünyada yasaklanmış olmasına rağmen Gümrük Müsteşarlığı ve Dış Ticaret Müsteşarlığı'ndan elde edilen veriler 1996 yılından beri 2000 ve 2002 yılları hariç bu maddenin endüstrinin farklı kollarında kullanılmak üzere değişen oranlarda ülkemize girdiğini göstermektedir (Çakıroğulları, 2006). Türkiye'deki en belirgin kaynakları; mevcut trafolar, Adana İncirlik Hava Üssü, Petkim Petrokimya Holding A.Ş.'ye ait Aliağa ve Yarımca tesisleri, atık yakma tesisleri, Aliağa ve diğer bölgelerdeki demir çelik tesisleri,

yangın çıkan çöplükler ve haddehanelerdir (Çakıroğulları, 2006). Türkiye'de bu konuya ilişkin olarak TBMM'nin, Adana Milletvekili Hulusi Güvel'in yazılı soru önergesine verdiği cevapta; PCB'lerin ülkemizdeki mevcut durumuyla ilgili verilerin, 27.12.2007 tarihli 26739 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren, "Poliklorlu Bifenillerin (PCB) ve Poliklorlu Terfenillerin (PCT) Kontrolü Hakkında Yönetmelik"de hükme bağlanan envanter çalışmalarının tamamlanmasından sonra ortaya çıkacağı belirtilmiştir. Yine aynı yazıda, ülkemizde PCB kullanımının yasaklandığı yıl 1996 olarak belirtilmiştir. 12 Ocak 2010 tarihi itibarıyla Stockholm Sözleşmesi'ne resmen taraf olan Türkiye'nin, bu sözleşme kapsamında yasaklanan ve/veya sınırlandırılan kimyasallarla ilgili sorumluluklarını yerine getirmesi gerekmektedir. PCB'ler, Stockholm Sözleşmesi'nde çevre ve insan sağlığına olumsuz etkilerinden dolayı kullanılmasına yasaklama ve sınırlama getirilen kalıcı organik kirleticilerden (KOK) biridir (PCB-ÖİKR).

Güven ve diğ. (2000) İstanbul Boğazı'nda farklı istasyonlardan toplanan yeşil alg (*Ulva lactuca*) örneklerinde ∑PAH düzeylerini ölçmüştür. Bu çalışmada ilk defa algin yüzeyinde ve iç kısmında ayrı ayrı PAH ölçümü yapılmıştır.

Okay ve diğ. (2001) bazı hidrografik ve oşinografik parametreleri de belirledikleri çalışmalarında, rafineri yangınından hemen sonra Eylül 1999'da sediment ve midye örneklerinde ∑ PAH analizleri yaparak yangın öncesi dönemde alınan örneklerle karşılaştırmıştır. Elde edilen sonuçları, ölçümünü yaptıkları diğer parametrelerle ilişkilendirmiştir.

Telli-Karakoç ve diğ. (2002) İzmit Körfezi'nin kuzey kıyılarındaki 17 istasyondan 1999 yılında aldıkları deniz suyu, midye ve sediment örneklerinde PAH, ∑PAH konsantrasyonlarını ölçmüştür. Analiz sonuçları doğrultusunda deniz suyundaki PAH'lar içerisinde farklı halka sayılarına sahip phenanthrene, chrysene ve benz(a)anthracene'in baskın olduğunu ve midyelerden elde edilen sonuçlar en fazla PAH kirliliğinin Doğu Kanalı ve Dilderesi önlerinde bulunduğunu işaret etmiştir.

Okay ve diğ. (2003) İzmit Körfezi'nin doğu, merkez ve batı bölümlerindeki toplam 3 istasyondan deprem sonrası Eylül 1999 ve Mart 2001 arasında aldıkları su, sediment

ve midye örneklerinde ∑PAH düzeylerini izlemiş, ö zellikle rafineri önlerinde zamana bağlı genel bir azalma eğilimi görüldüğünü rapor etmiştir. Bu değerlerin benzer bölgelerle (Law ve diğ., 1997; Baumard ve diğ., 1998; Villeneuve ve diğ., 1999) karşılaştırıldığında çok yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

Ünlü ve Alpar (2004) İzmit Körfezi'nden aldıkları yüzey sedimenti örneklerinde PAH'ları incelemiş; sediment tipinin, su içi akıntıların ve dip morfolojisinin dağılımda etkili olduğunu belirtmiştir.

Pekey (2004), İzmit Körfezi'nin Körfez bölgesinden topladığı 34 sediment ve biyota (midye ve balık) örneklerinde PAH analizleri yapmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre; İzmit Körfezi Tüpraş-Petkim arasında kalan kıyılardan toplanan yüzey sedimenti örneklerine ait ortalama konsantrasyonlar, literatürde verilen ortalama değerlerle karşılaştırıldığında, daha çok kirletilmiş bölgelere ait ortalama değerlere yakındır.

Karakaş ve Pekey (2005) Körfez ilçesi önlerindeki 35 farklı noktadan aldıkları sediment örneklerinde PAH düzeylerini belirlemiş ve faktör analizi ile kaynaklarını tahmin etmiştir. Yüksek PAH konsantrasyonu içeren örneklerin alındığı noktaların, petrokimya tesislerinin limanlarına, gübre tesislerine ve rafineriye yakın olduğu rapor edilmiştir.

Tolun ve diğ. (2006) İzmit Körfezi'nde deprem öncesi ve deprem sonrası PAH değerlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, İzmit Körfezi'nin kuzey kıyılarındaki 9 farklı noktasından aldıkları yüzey sedimenti örneklerinde deprem öncesi PAH konsantrasyonlarının, deprem sonrasındaki konsantrasyonlardan düşük olduğunu, farkın deprem sonrası petrol endüstrisi kuruluşlarından yapılan kontrolsüz deşarjlardan kaynaklandığını belirtmiştir. PAH bileşenlerinden, memeliler için kanserojen etkiye sahip oldukları bilinen 6 tanesinin sedimentte bulunduğunu, 14 farklı PAH bileşeni arasında aromatik halkalarının özelliğine bağlı olarak daha çözünebilir olanların yüzey sedimentinin yeniden çökelmesi sonucu su kolonuna karıştığını belirtmiştir.

Gedik ve diğ. (2010) İzmit Körfezi'nde yüzey sedimentlerinde PCB düzeylerini incelemiş ve buna bağlı olarak PCB'lerin bölgesel dağılımı ve muhtemel kaynaklarını belirlemiştir. Yüksek PCB konsantrasyonlarına, klor alkali fabrikası ve sıvı döküm depolama veya taşıma, petrol ürünleri endüstrileri etrafında rastlanırken körfezin daha az sanayileşmiş alanlarında PCB konsantrasyonları düşük olarak rapor edilmiştir.

Son yıllarda pek çok ülkede organik kirleticiler, özellikle PAH'lar ve PCB'ler ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmaktadır. PCB'lerle ilgili yapılan çalışmalarda adeta temsili bir örnek haline gelen Hudson Nehri'nde, 1960'ların ortalarından 1990'ların başına kadar zamanla PCB konsantrasyonlarının dikkate değer şekilde düştüğü gözlemlenmiştir (Bopp ve diğ., 1998).

Oliver ve diğ. (1989) Ontario Gölü'nde 1982-1986 yılları arasında yüzey sedimentlerinde PCB analizleri yapmış ve 1982-1983'teki konsantrasyonun, 1985-1986 yıllarında düştüğünü belirtmiştir. Araştırmacılar düşük klor yüzdesine sahip bileşenlerin derinlikle birlikte azaldığını bununla birlikte hexachlorobiphenyl'lerin neredeyse değişmediğini ve yüksek klor yüzdeli bileşenlerin de derinlikle birlikte arttığını belirlemiştir.

Belçika Su Ürünleri Araştırma İstasyonu 1983'ten 1993'e kadar deniz örneklerinde PCB konsantrasyonlarını izlemiş ve PCB kontaminasyonunda benzer bir düşüş eğilimi görmüştür (Roose ve diğ., 1998). Çalışma ile morina balığı, dere pisisi, mavi midye ve kahverengi karides olmak üzere dört farklı tür izlenmiştir. Sonuçta mavi midye dışındaki bütün türlerin PCB konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli ölçüde bir düşüş meydana gelmiştir.

Laffon ve diğ. (2006) Galiçya kıyılarından alınan *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde ve deniz suyunda "Prestij" petrol tankeri kazasının etkilerini 11 ay boyunca izlemiş, su numunelerinde başlarda çok yüksek konsantrasyonlar ölçmüş fakat daha sonra önceki çalışmalarla uyumlu değerler elde etmişlerdir. Deniz suyunda çıkan bu yüksek değerlerin daha sonra hızlı bir şekilde düşmesinin, bozunma ve düşük molekül ağırlıklı bileşiklerin buharlaşması nedeniyle

olabileceğini belirtmiştir. Midyelerin toplandığı bölgeler arasındaki ΣPAH konsantrasyonlarında büyük farklılıklar olduğu belirtilmiştir.

1.1. Biyomonitoring (Biyolojik İzleme)

Kıyısal alanların özelliklerinin korunması günümüzde uluslararası bir öncelik haline gelmiştir. Denizcilik makamlarının ve deniz uzmanlarının ilgisiyle beraber halkın duyarlılığı birçok ülkenin kendi topraklarının tamamını kapsayan biyomonitoring ağları kurmalarına yol açmıştır. Çevremiz son yıllarda çeşitli zararlı ve toksik kimyasalların bulaşması nedeniyle ciddi bir tehlike altındadır. Bu kimyasallar sanayileşme ve kentleşme, pestisitlerin yanı sıra kimyasal gübrelerin kullanılması ve sera gazları yayan fosil yakıtların yanması gibi gelişmeye yönelik aktivitelerin başlıca yan ürünleridir. Okyanuslardaki büyük boyutlarda petrol sızıntıları ve radyoaktif serpintiler hava, su ve toprağa bulaşmaktadır. Büyük ölçekli ekolojik tahribat durumlarında, doğayı ve çevredeki değişikliğin derecesini izlemek gereklidir. Böylece tüketiciler uyarılabildiği gibi aynı zamanda uygun önlemler ve özel ölçümler uygulanabilir. Sucul ortamlarda biyomonitoring, bir su kütlesi içindeki kirlilik boyutunun anlaşılmasında çeşitli biyota türlerinin kullanıldığı ekolojik çalışmadır. Bu biyotalar "biyoindikatörler" olarak bilinirler. Biyolojik izleme çalışmalarının amacı;

1. Kalite kontrol sistemlerinin ihlal edildiği durumlarda ekosistemlere olası istenmeyen etkilerinden kaçınmak için erken bir uyarı sağlamak,
2. Kazara meydana gelen döküntülerin, öngörülen modellerin veya erken uyarı sistemlerinin aksaması ya da geceleyin atıkların yasadışı şekilde bertaraf edilmesi gibi olayları saptamak,
3. Eğilim ve döngüleri saptamak,
4. Ekosistem hakkında fazladan bilgi edinmektir.

Çevresel kalitenin değerlendirilmesinde uygun organizmanın kullanılması fikri 20. yüzyılın başlarında ortaya çıkmıştır. Herhangi bir su kütlesinin doğası ve kirlilik derecesi hakkında; içindeki organizmaların varlığı, miktarı ve bileşiminden yola çıkılarak yargıya varılabileceği vurgulanmıştır. Forbes (1913) e göre, bir akarsudaki

bitkileri ve hayvanları, organik kirliliğe olan tercihlerine ya da toleranslarına göre, derecelendirilmiş bir liste yoluyla düzenlemek mümkündür. Bu liste kirlilik seviyesinin göstergesi olarak kullanılabilir**.**

Biyomonitoring çalışmalarında önemli bir nokta biyoindikatör seçimidir. İzleme amaçlı indikatörlerin seçiminde unutulmaması gereken, organizasyon düzeyi ve zaman-mekan ölçeklerini içeren unsurların kullanılmasıdır. Fiziksel ve kimyasal durum ve bunlardan elde edilen indeksler, ekosistem sağlığının bütününü oluşturur (DWAF, 1995). Bu nedenle yalnızca biyolojik indikatörlere odaklanmamak gerekir, bu aynı zamanda fiziksel ve kimyasal çevreyle de ilgilidir. Herhangi bir izleme programının başarısı ekosistem bütünlüğünü gözlemek için uygun ekolojik göstergelerin seçilmesi esasına dayanır. Bu bakımdan şöyle bir ikilem bulunmaktadır: "Her şey bir şeylerin indikatörüdür, fakat hiçbir şey, her şeyin indikatörü değildir." (Cairns ve McCormick, 1992). İndikatörlerin seçimi, belli bir olaydan ya da maruziyetten ekosistemin zarar görme veya risk altında olma olasılığı üzerine karar vermedeki önemine dayanır. Bu seçimde çeşitli kriterler kullanılabilir:

- indikatör biyolojik olarak uygun olmalı,
- antropojenik (insan kaynaklı) strese karşı hassas olmalı,
- kolayca ölçüm yapma olanağı sunmalı,
- geniş bir coğrafi alana yayılmalı,
- bütünleştirici olmalı ve yer, zaman ve çevresel etkinin bütün aşamalarında ölçüm sürekliliği sağlamalıdır (Cairns ve McCormick, 1992).

Su kalitesinin değerlendirilmesi için indikatör organizmaların kullanılması, canlıların ekolojik toleransı hakkındaki bilgiler yardımıyla gerçekleştirilmektedir. Gaufin (1958), türleri kirliliğe olan duyarlılıklarına bağlı olarak; toleransı olmayan ya da hassas, fakültatif ve toleranslı olmak üzere 3'e ayırmıştır.

1.2. Biyomonitoring Çalışmalarında Kullanılan Bazı İndikatörler (Belirteçler)

Sediment; rüzgar, dalga, akıntı ve yerçekimi gibi fiziksel etkenlerce hareket ettirilen, serbest organik ve inorganik maddelerin tümüne karşılık gelmektedir (Masselink ve Hughes, 2003.) Deniz sedimentini oluşturacak, organik ve inorganik maddelerin

önemli bir bölümü akarsularla süspanse halde taşınmakta ve denizlere ulaştığında dikey olarak çökelmektedir. Çökelen sediment miktarı ve niceliği denizin coğrafik ve hidrografik özelliklerine bağlı olarak değişmekte, çökelim meteorolojik koşullara ve su içi hareketlere bağlı olarak mevsimsel farklılıklar göstermektedir (Puskaric ve diğ., 1992; Ramseier ve diğ., 1997; Soares ve diğ., 1999; Boldrin ve diğ., 2002).

1 g sedimentte yaklaşık 1 milyar bakteri hücresi bulunur. Sedimentteki gözeneklerde, populasyonların kritik nişleri cereyan eder. Buralarda özel organik bileşiklerin, organik asitlerin, azotun, kükürdün, metanın ve hidrojenin döngülerini kapsayan metabolizma işlemleri gerçekleşir. Sedimenti habitat olarak seçmiş populasyonlar sedimentin farklı derinliklerinde yerleşmiştir. Bu yerleşimler oksijenli tabakada olabileceği gibi redoks potansiyelinin oldukça negatif olduğu sediment kesitinin santimetrelerce derininde de olabilir (Ankley ve diğ., 1991).

Bir kaynaktan gelen metabolik yan ürünler, çok yakındaki mikrobiyolojik bölge için enerji kaynağı olabilir. Sedimentte yeterli konsantrasyonlarda üretilen iki yaygın yan ürün, amonyak ve hidrojen sülfürdür. Her ikisi de oldukça toksiktir ve çok sayıda sucul mikroorganizma tarafından üretilir. Tatlı su kaynaklarının taşıdığı, şehir ve endüstri atıklarından kaynaklanan amonyak, deniz sedimentinde birikir ve sonuç olarak deniz ekosisteminde amonyak seviyesinin giderek artmasına yol açar. Sedimentteki çatlaklarda gerçekleşen kimyasal parçalanma işlemleri sediment sıcaklığına da bağlıdır ve oluşan partiküllerle çözünmüş organik ve inorganik bileşikler arasındaki etkileşim buralarda gerçekleşir (Ergül, 2004).

Deniz sedimentleri hem doğal hem de yapay kaynaklardan oluşmaktadır. Bir nehir körfeze giriş yaptığında enerji kaybeder ve liman zeminin üzerine sediment biriktirmeye başlar. Gelgit ve dalga olayları sedimentin kaynağı olabilir ve liman içinde sedimenti hareket ettirebilir (URL 1).

Deniz sedimentinin oluşumunda genel olarak; karalardan akarsu ya da rüzgar etkisi ile taşınan materyal, biyojenik ya da antropojenik organik maddeler, sulardan kaynaklanan tuz, volkanlardan kaynaklanan kül, sünger taşı gibi maddeler ve buzulların erimesiyle ortaya çıkan partiküller etkili olur. Sedimentin çoğu,

karalardaki kayaların parçalanmasından kaynaklanır. Kopan partiküller, deniz ve göl gibi büyük su kütlelerine taşınırlar. Buz kütlelerinin, suyun hareketi, sıcak soğuk değişiklikleri, kırılmalar, don olayları, sıkışmalar, termal genişlemeler, geniş bir alandaki organik aktiviteler ve benzeri olaylar sediment oluşumunu sağlayan diğer önemli unsurlardır. Bol yağmur yağışı ve benzeri diğer etkenlerle ufak parçalara ayrılan kayalar, daha çözünebilir minerallere parçalanır ve suyla taşınır. Düşük rakımlı yerlerde, yüksek ısı varlığında feldispatlar kile dönüşür. Denizler, dalga hareketleri ve gelgit gibi olaylarla, karalar üzerinde etkili olur. Ufalanan veya koparılan kara parçaları, kıta sahanlığında, kıta eğiminde veya deniz dibi düzlüklerinde birikir. Bir kısım sediment ise karalara geri taşınır ya da yer altı kaynaklarına katılır (Ergül, 2004).

Deniz sedimentleri, kıyısal alanlardaki insan aktivitelerinin yanısıra uzun vadeli zaman aralıkları boyunca ksenobiyotiklerin akıbetine ilişkin önemli bir bilgi kaynağı oluşturmaktadır. Buna ilişkin bir düzenleme olmamasına rağmen sedimentlerdeki kirleticilerin izlenmesi, bu bileşiklerin potansiyel toksik etkilerinin değerlendirilmesi için bilgi sağlamaktadır. Deniz sediment kalitesi sektöründeki bilimsel ilgi henüz yenidir ve özellikle Water Framework Directive 2000/60/EC uygulamasına bağlı olarak son on yılda artış göstermektedir (WFD, 2000; Demetriou, 2004; Naddeo ve diğ., 2005; Hadjibiros, 2005; Aloupi ve diğ., 2007; Mylopoulos ve diğ., 2008; Ma ve diğ., 2008; Arsene ve diğ., 2009).

Dereyatağı sedimentlerinin deşarjının taşıt trafiği, asfaltlar, drenaj kanalları ve endüstri ile birleştiği kentsel alanlarda metal ve petrole (PAH'lar) dayalı kirliliği biriktirmesi beklenmektedir (Marsalek ve diğ., 1999; van Metre ve diğ., 2000). Metaller ve petroller öncelikli olarak yüzey akışına katılan ve dereyatağı sedimentleri olarak çökelen ince partiküllere (Estèbe ve diğ., 1997; Lee ve diğ., 1997) tutunurlar. Bu kirleticiler tatlısu ekosistemlerinde, toleranslı türlerin azalmasına ve duyarlı makroomurgasız türlerin ortadan kaybolmasına, birikim gösterme yoluyla da yüksek trofik seviyelerde tür hasarına neden olarak kalıcı ve kapsamlı bir stres oluşturmaktadır (Field ve Pitt, 1990; Beyer ve diğ., 2000). Bu karşılıklı ilişkiler hakkında detaylı bilgi eksikliğinin, sürdürülebilir kentsel drenaj sistemleri

gündemleri (SUDS) nin başarılı bir şekilde uygulanmasında kritik etkileri mevcuttur (Environment Agency, 2000; D'Arcy ve Frost, 2001; Harremoes, 2002).

Sedimentin bir nevi "kapan" gibi davranarak genelde adsorpsiyon neticesiyle kalıcı veya geçici olarak madde birikimi sağlaması söz konusudur (de Clippele, 1998; Spagnoli ve diğ., 2002). Birikim halinde bulunan, sedimentte tutulan bu maddeler sediment üzerindeki su sütunu ve sediment yüzeyi arasında meydana gelen bir takım fiziksel/fizikokimyasal süreçler neticesinde suya geri salınabilirler. Böyle bir durum ise beraberinde su kalitesi ve sucul yaşam açısından tahrip edici sonuçlar getirebilir. Zira sedimentte tutulmuş olan ağır metal ve organik kirleticiler gibi nutrientler de tekrar canlılarla etkileşim haline girmiş bulunurlar.

Sediment kontaminasyonundan kaynaklanan diğer etkiler, büyük göllerde gözlendiği gibi, doğrudan olabilir. Burada besin zincirinin üst basamağında yer alan avcı balıklar dip balıkları ve bentik omurgasızlarla beslendikleri için, vücutlarına yüksek oranda zehir almış olabilirler. Çünkü buradaki balık ve omurgasızlar PAH'lar, PCB'ler, cıva ve pestisitler gibi kirleticilerle yüklü sedimentle ilişkilidirler ve aldıkları toksinleri, besin zinciri yoluyla konsantre ederek bir üst basamaktaki canlıya aktarırılar.

Bütün bu faktörler sedimentlerin ekosistemin fonksiyonlarına ilişkin belirleyici unsurlar olduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenlerle, sedimentlerde yapılacak analizler, ekosistemin ve bağlı diğer organizmaların gelecekte karşılaşabilecekleri durumları ortaya koyabilmek için son derece değerli veriler sunacaktır (Ergül, 2004).

Midyelerin, özellikle de Mytilus cinsine ait bireylerin kıyı sularında kimyasal kirliliğin düzey ve yönelimlerini belirlemeye yönelik çalışmalarda kullanılması ilk kez 1970'lerin ortalarında ileri sürülmüştür (Goldberg, 1975). Sesil ve suyu süzerek beslenen canlılar olduklarından kirliliğin gözlenmesinde çok uygun organizmalardır. Biyomonitoringde kullanılan midyelerin, kimyasal kirleticileri dokularında biyoyararlanımlarıyla orantılı bir derecede biriktirebilmeleri esas alınmaktadır. Süzerek beslenen, yumuşakçalar gibi deniz canlıları hidrokarbonları muazzam şekilde biriktirebilmektedir. Çünkü her ne kadar PAH'lar için bazı özel metabolik

göstergeler tanımlanmış olsa da bu canlıların kimyasal kirleticileri metabolize etmek için etkili bir sistemleri mevcut değildir (Michel ve diğ., 1994; Burgeot ve diğ., 2001). Biyobirikim olayı birkaç ay süren bir dönemi kapsadığı için su kitlelerinin günlük değişim sorunu ortadan kalkmakta ve organizmalarda tutulan yüksek kirletici düzeyi çok daha kolay ölçülebilmektedir. Akdeniz kıyılarında geniş alanlar boyunca bol bulunan *Mytilus galloprovincialis,* bir biyomonitorde olması istenen tüm özellikleri taşımaktadır ve MED POL programlarındaki biyomonitoring faaliyetlerinde kullanımı tavsiye edilen başlıca türdür (UNEP/FAO/IOC/IAEA, 1993; UNEP/ RAMOGE, 1999).

Su kalitesi ve kirliliğinin değerlendirildiği daha önceki çalışmalarda test organizması olarak mikroalgler kullanılırken (Klaine ve diğ., 1995), günümüzde makroalglerin de kirleticilere karşı diğer organizma grupları kadar duyarlı olabilecekleri kanıtlanmıştır (Eklund ve diğ., 2003).

Ulva türleri, son derece dirençli olmaları nedeniyle metalleri biriktirici ve atık inorganik nutrientler için biyolojik filtre olarak kullanılmaktadır (Cohen ve Neori, 1991; Haritonidis ve Malea, 1999; Lee ve Wang, 2001; Mata ve Santos, 2003). Ancak alttürleri, bazı toksik maddelere, denizel test organizmaları olarak kullanılan deniz kestaneleri gibi organizmalardan daha duyarlıdır. Bu nedenle toksisite testleri için uygun aday türler olmaları gerektiği göz önünde bulundurulmalıdır (Hooten ve Carr, 1998).

1.3. İzmit Körfezi

İzmit Körfezi Marmara Denizi'nin kuzeydoğu bölümünde 40°41′-40°47′ Kuzey, 29°21′-29°57′ Doğu koordinatları arasında yer almaktadır. Yaklaşık 49 km uzunluğa, 2-10 km'ler arasında değişen genişliklere ve 310 km^2'lik yüzey alanına sahip yarı kapalı bir basendir (Ünlü ve Alpar, 2004). Dar geçitlerle doğu, merkez ve batı bölümlerine ayrılır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1: İzmit Körfezi'nin genel görünümü

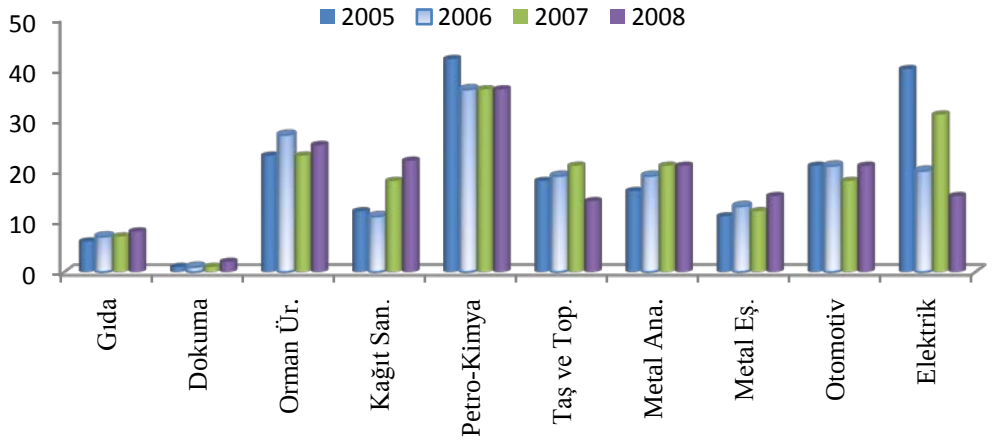
Doğu bölümü yaklaşık 15 km uzunlukta ve ortalama 30 m derinliktedir. Körfezin en büyük bölümü olan merkez basenin en derin yeri 208 m'dir (Kuşçu ve diğ., 2002) ve batı baseninden 2,7 km genişlik ve 45 m derinlikte olan bir eşikle ayrılır (Morkoç ve diğ., 2001). Batı baseni batıya doğru 150 m'den 300 m'ye kadar derinleşir ve körfezi Marmara'ya bağlar (Balkıs, 2003). Körfez, kuzeyinde 350 m güneyinde 1601 m'ye varan doğu-batı doğrultusunda uzanan yükseltilerle çevrilidir (ÇDR, 2005). Şehrin bu topografik yapısı hava sirkülasyonunu hissedilir biçimde etkilemektedir.

Kocaeli'nin kuzeyinde Karadeniz, doğu ve güneydoğusunda Sakarya, güneyinde Bursa, batısında Yalova ve İstanbul illeri yer almaktadır. Yüzölçümü 3418 km^2'dir. 2009 yılında yapılan sayıma göre nüfusu 1.522.408'dir (URL 2).

Avrupa'yı Anadolu'ya ve Ortadoğu'ya bağlayan önemli kara, deniz ve demiryolu ulaşım ağlarının merkezinde bulunan Kocaeli'nin büyük metropollere yakınlığı ve Karadeniz ve Marmara ile bağlantısının bulunması sanayi, ticaret, ulaşım ve lojistik merkezi olarak gelişmesine etken olmuştur. Kocaeli'nin ekonomik yapılanmasını sanayi sektörü şekillendirmiştir. Kocaeli ili, ülkemizde planlama dönemi içinde başlayan ve özellikle 1960-1975 yıllarında yoğunluk kazanan sanayi yatırımları ile 5,5 kat büyüyerek döneminde Türkiye'nin ve dünyanın en hızlı sanayileşen bölgesi olmuştur (URL 3). Sanayileşmenin başlangıcında sanayi kuruluşları Yarımca, Merkez ve Körfez'in doğu kesimini tercih ederken, son yıllarda Dilovası ve Gebze'ye doğru bir yoğunlaşma olmuştur. Dilovası'nın topografik yapısının çanak konumunda oluşu, özellikle demir-çelik ergitme tesisleri ile boya ve kimya tesislerinin bu alanda yer alması bölgenin hava kalitesini olumsuz yönde

etkilemektedir. Ayrıca, Gebze ve Dilovası'nın endüstrileşme açısından hızlı bir gelişme göstermesi, beraberinde göç akını ve çarpık kentleşmeyi getirmiştir.

Sanayinin Kocaeli'de odaklanması ile başlayan yapılanma sonucunda bugün Türkiye imalat sanayi içerisinde Kocaeli, İstanbul'dan sonra ikinci sanayi metropolü olma özelliğini son 20 yıldır korumaktadır. İl Gayri Safi Yurt İçi Hasılası içerisinde sektörlerin payı incelendiğinde sanayinin payı %73'tür. Hizmetlerin payı %14, ticaretin payı %9 ve tarımın payı ise yaklaşık %3'tür (URL 3). Kocaeli'nde, Kocaeli Sanayi Odası'na 2010 yılı ilk 6 ay itibariyle kayıtlı 2172 sanayi kuruluşu faaliyetini sürdürmektedir. Türkiye'nin ilk 500 sanayi kuruluşundan 83'ünün bulunduğu Kocaeli'de bu kuruluşların sektörel gruplara göre dağılımı Şekil 1.2'de verilmiştir (KSO, 2009).



Şekil 1.2: Türkiye'nin 500 büyük sanayi kuruluşu içerisinde Kocaeli sanayi kuruluşlarının 2005-2008 yılları arasında sektörel gruplara göre yüzdelik dağılımı (KSO, 2009)

1.3.1. İzmit Körfezi'nin bazı oşinografik özellikleri

İki tabakalı bir su kütlesine sahip İzmit Körfezi'nin hidrografik özellikleri genelde Marmara Denizi'ne benzemektedir. Marmara Denizi, Çanakkale Boğazı ile Akdeniz'e ve İstanbul Boğazı ile de Karadeniz'e bağlanmaktadır. Bu yüzden Marmara Denizi üstte az tuzlu (18 - 22 ppt) Karadeniz suyu ile altta daha tuzlu (37,5 - 38,5 ppt) Akdeniz kökenli suların oluşturduğu iki tabakalı su ve akıntı sistemine sahiptir (Ünlüata ve diğ., 1990; Beşiktepe ve diğ., 1994). Körfez tatlı suyu, aynı zamanda evsel, tarımsal ve endüstriyel atıkların büyük çoğunluğunu buraya taşıyan

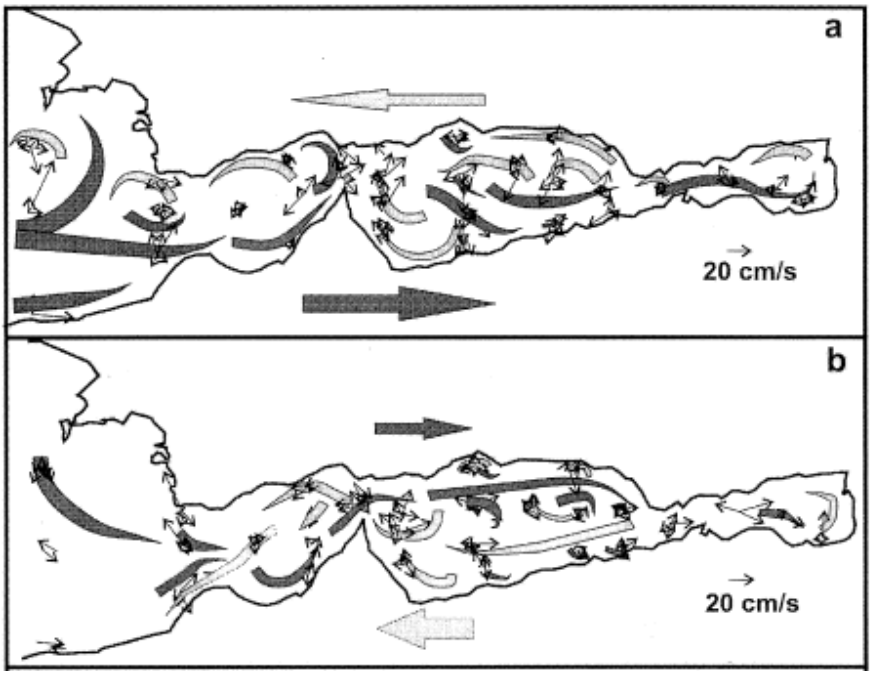
Dilderesi ve Sarı Dere'den almaktadır (Gedik ve diğ., 2010). Üst tabakadaki Karadeniz kaynaklı su kütlesinin kalınlığı genellikle 10-15 m arasında değişmekte, alt tabakadaki Akdeniz kaynaklı su ise 25-30 m derinlikten başlamaktadır. Bu iki tabaka arasında ise haloklin olarak adlandırılan ve iki farklı su kütlesinin karışımının meydana getirdiği bir geçiş tabakası mevcuttur. Bu üç tabakanın kalınlığı körfezde meteorolojik koşullara bağlı olarak mevsimsel değişim göstermektedir (ÇDR, 2005).

İzmit Körfezi'nde askıdaki katı madde (AKM) dağılımı genellikle iki-tabakalı sularının mevsimsel değişimiyle kontrol edilmektedir. AKM konsantrasyonu yıl boyu alt tabakalarda daha yüksek bulunmuştur (Algan ve diğ., 1999). Araştırmacılar bu bulguyu, körfeze giren AKM miktarının çıkış yapan AKM miktarından daha yüksek olmasıyla açıklamışlardır. İzmit Körfezi'nde gözlenen çözünmüş oksijen değişimleri Marmara Denizi'nin çözünmüş oksijen değişimleri ile aynı paralelliktedir. Fotosenteze dayalı fitoplankton çoğalması hem körfezde hem de Marmara açık sularında üst tabakada meydana geldiğinden bu tabakadaki çözünmüş oksijen dağılımı genellikle doygunluk ya da kısmen doygunluk seviyesinin üstünde ölçülmüştür (ÇDR, 2005).

Körfez etrafında bulunan endüstrilere ait önemli düzeyde organik ve anorganik besin girdisi olan İzmit Körfezi'ndeki biyokimyasal parametrelerin dağılımının körfez içerisindeki akıntı sistemlerine ve Marmara Denizi ile olan su değişimi hızına bağımlı değişimler göstermesi kaçınılmazdır. Bunun sonucu olarak da körfezin doğu kesiminde klorofil-a konsantrasyonu en yüksek düzeye ulaşmakta; batıya doğru gidildikçe de azalmaktadır. Akıntı sistemlerinin yüzey sularında rüzgara bağlı olarak yön değiştirmesi atıksu kaynaklı besin elementlerinin körfezin açık sularına taşınmasını sınırlamaktadır. Bunun sonucu olarak ölçüm yapılan aynı mevsimlerde fitoplankton yoğunluğu ve bunun göstergesi olan klorofil-a konsantrasyonlarında değişimler gözlenmesi doğaldır (ÇDR, 2005).

İzmit Körfezi'nin deniz suyu akıntıları iyi bilinmektedir (Oğuz ve Sur, 1986). İzmit Körfezi'ne giriş yapan Karadeniz kökenli yüzey suyu Hersek Burnu yakınlarında iki kola ayrılmaktadır. Ana kol, indirgenmiş bir akıntı hacmiyle birlikte İzmit Körfezi'nin iç basenlerine doğru giriş yaparken diğer kol kuzey kıyıları boyunca geri

dönmektedir (Şekil 1.3). Bu nedenle Hersek Burnu önlerindeki akıntı hızı, Kaba Burnu önlerindeki batıya yönelen yüzey akıntılarından daha hızlıdır. Yüzey akıntılarının aksine Akdeniz kökenli dip tabakası, İzmit Körfezi'nde antisiklonik bir yön izlemektedir (Alpar ve Güneysu, 1999).



Şekil 1.3: İzmit Körfezi'nde sediment kirliliği ve taşınmasına neden olan yüzey (a) ve dip (b) akıntıları (Ünlü ve Alpar, 2004)

Alt tabakadaki indirgenmiş akıntı hacimlerinden dolayı İzmit ve Karamürsel basenleri ince tanecikli sedimentler için birikim bölgeleridir. Öte yandan Batı baseninde ince kum boyutlarında sediment birikimi gerçekleşmektedir (Eryılmaz ve diğ., 1995; Algan ve diğ., 1999). Bugünkü deniz tabanı genel olarak az miktarda karbonatla beraber çamur ile kaplıdır.

1.3.2. İzmit Körfezi'nde kirlilik

Denizler yıllarca kirleticilerin boşaltılabileceği bir alıcı ortam vazifesi görmüştür. İstanbul Boğazı, İzmit Körfezi, Gemlik Körfezi Marmara Denizi'ndeki kirlenmiş bölgelerden bazılarıdır. Marmara Denizi evsel ve endüstriyel atıksuların deşarjları, tarımsal faaliyetler, gemi atıksuları ve atmosferik çökelme kaynaklı kirlenmeye büyük oranda maruz kalmaktadır (Çiner ve İnan, 1997; Talınlı ve diğ., 1997; Akal ve diğ., 1999; Solmaz ve diğ., 2000; Taşdemir ve Payan, 2000).

İzmit Körfezi'nin özellikle doğu ve merkez basenleri ülkemizin en kirli bölgeleri arasında bulunmaktadır. Yenilenme kapasitesi ve su değişimi, bunun telafisi ve dengesinin sağlanması için yetersizdir (Morkoç ve diğ., 1996, 2000).

Genel olarak sabit ve hareketli kaynaklardan büyük miktarlarda uçucu organik bileşik (UOB) emisyonu meydana geldiği bilinmektedir. (Tolnai ve diğ., 2000). Sabit kaynaklardan açığa çıkan bileşikler genelde yakma, kimyasal maddelerin çözücü madde olarak kullanılmasıyla ilgili süreçler, yakıt kullanımı ve tank sızmaları gibi işlemler sonucunda ortaya çıkmaktadır (Monod ve diğ., 2001). Sabit kaynaklar açısından incelendiğinde en önemli kısmı sanayi tesisleri ve bunu takiben yerleşim alanlarının ısınma ihtiyaçları nedeniyle fosil yakıtların kullanımı takip etmektedir. Fosil yakıtların yanması ile açığa çıkan önemli kirleticilerden biri de NO_x emisyonlarıdır. Çetin ve diğerleri (2004) Kocaeli'de konutlardan kaynaklanan NO_x emisyon envanterini belirlemeye çalışmış, yapılan çalışma sonunda 574.245 ton linyit, 237.101 ton odun, 61.756 ton doğalgaz, 11.452 ton fuel oil ve 1153 ton LPG üretimine bağlı olarak konutlardan yılda yaklaşık 2009 ton NO_x emisyonunun atmosfere verildiğini tespit etmiş, hesaplanan bu emisyon miktarı içerisinde en önemli payın 934 ton ile Gebze ilçesine ait olduğunu belirtmişlerdir.

Dilovası'ndaki, sayıları 230'u aşan sanayi tesislerinden 125 tanesinin hava emisyonu olduğu bilinmektedir. Bunlar boya sanayii, kimya ve kimya ürünleri sanayii, petro-kimya endüstrisi, madencilik ve maden ürünleri tesisleri, metal ve döküm sanayii, orman ürünleri ve ahşap sanayii, gemicilik tesisleri, yapı ve inşaat malzemesi tesisleri, makine ve donanımlarını üreten tesisler, gıda tesisleri, tavukçuluk tesisleri, eczacılık ve ilaç tesisleri, ambalaj tesisleri, porselen üretim tesisleri, nakliye ve taşımacılık sanayii, akaryakıt tesisleri gibi çok çeşitli dallarda faaliyet gösteren şirketler şeklindedir (Tavşan, 2010).

TEM ve D-100 karayollarından her gün geçmekte olan ve benzin, dizel ya da LPG kullanan yaklaşık ortalama 115.000 motorlu araçtan kaynaklanan yoğun toz ve egzoz gazlarının yanı sıra tam yanmamış kirleticiler de atmosfere yayılmaktadır. Polisan Kimya (8 Aralık 1997), Tüpraş (17 Ağustos 1999), Akçagaz LPG, OPET madeni yağ

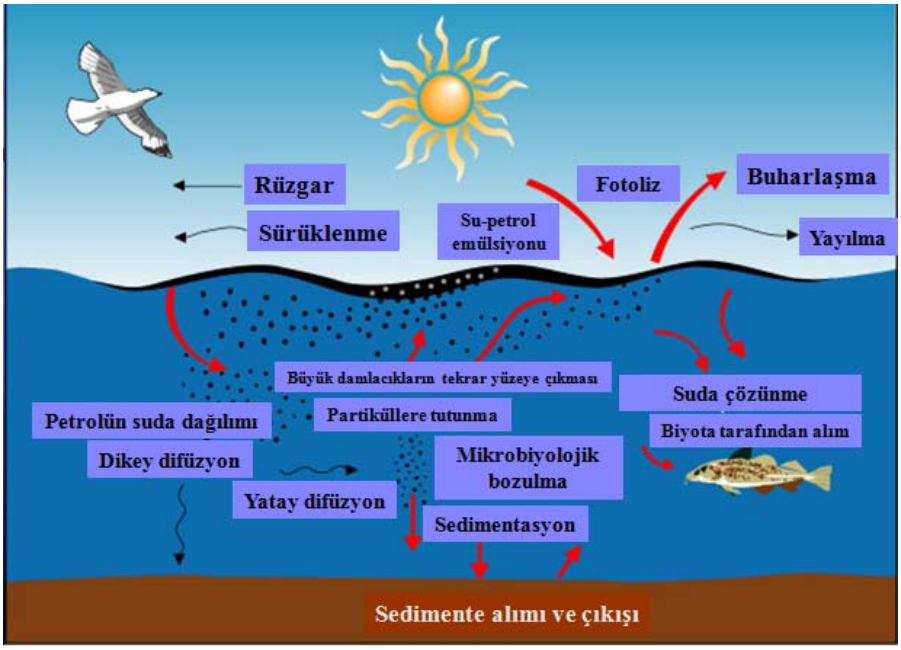
deposu yangınları (28 Temmuz 2002) gibi kaza sonucu oluşan endüstriyel emisyonlar körfezin kirlilik yükünü artırmıştır.

Yirmiden fazla irili ufaklı akarsuyun sonlandığı İzmit Körfezi'ne, örnekleme yapılan 11 adet kanal ve dereden 109.000 ton/gün atıksu deşarjı yapıldığı belirlenmiştir. Deşarjlarla günde toplam 238 ton BOI, 139 ton AKM, 110 ton T-N ve 3,7 ton T-P körfeze verilmektedir. Bu miktarlar toplamın yaklaşık %90'ını oluşturmakta, bu miktarın yaklaşık %90'ı da Dilderesi'nin etkisi altındaki batı bölümünden deşarj edilmektedir (TÜBİTAK, 2002). Lastik, çelik tel, ampul, plastik-naylon, maya ürünleri, oksijen, azot, argon vb. gazlar, mezbaha, ilaç, elektrolitik bakır atıklarının boşaltıldığı Doğu Kanalı, petrol yükleme ve boşaltımının yapıldığı Petkim ve Solventaş, dokuma fabrikalarının bulunduğu Hereke, petrol rafinerisinin bulunduğu Tüpraş, petrol ürünlerinin yükleme ve boşaltımının yapıldığı Petrol Ofisi, hipoklorit atıklarının boşaltıldığı Tarım Koruma (Telli-Karakoç, 2002) diğer önemli deşarj noktalarıdır.

Hızlı nüfus artışı bölgenin önemli problemlerinden biridir. Devlet İstatistik Enstitüsü'nün 2000 yılı verilerine göre yıkıcı Marmara depreminin hemen sonrası olmasına rağmen nüfus artışı il genelinde %3, Gebze ve Derince ilçelerinde sırasıyla %4,95 ve %3,37 olarak belirlenmiştir. 2000-2005 yılları arasında Kocaeli ilindeki nüfus artışı Türkiye ortalamasının çok üzerinde, % 10,4 olarak rapor edilmiştir. Hızlı nüfus artışı nedeniyle son 10 yılda evsel atık miktarı 2 katına çıkmıştır (Morkoç ve diğ., 2001). Körfez, endüstrileşmenin yanı sıra hızlı nüfus artışından da büyük ölçüde etkilenmektedir (Okay ve diğ., 1998). Bu olgular körfezi, zehirli endüstriyel atıklar ve arıtma kapasitesini zorlayan evsel atıkların girişi ile birlikte sudaki ötrofikasyonu da kapsayan kirlilikle karşı karşıya bırakmaktadır (Orhon ve diğ., 1984; Tuğrul ve diğ., 1989; Morkoç ve diğ., 1996; Okay ve diğ., 1996; Balkıs, 2003).

Her yıl yaklaşık 3 milyon ton petrol denizlere karışır ve bunun başlıca kaynakları gemiler, kara orijinli deşarjlar ve kazalardır (Lean ve diğ., 1990). Gemilerden kaynaklanan kirlenme, yağlı suların atılması ve tankların yıkanması sonucu oluşur. Küçük miktarlardaki petrol kirliliği dahi deniz yaşamını özellikle plankton ve larvaları olumsuz etkileyebilir. Katran kalıntıları, sahiller ve çevreyi hasara

uğratabilir. Ayrıca tanker kazaları sonucu çıkabilecek yangınlar civar şehirler için ciddi bir tehlike oluşturabilir ve bu durumda hava kirliliği de söz konusu olabilir. Çevreye yayılan petrolün akıbeti ve davranışı birkaç fizikokimyasal ve biyolojik faktöre bağlıdır. Bu faktörler; buharlaşma, çözünme, mikrobiyolojik bozulma, foto-oksidasyon ve petrol ve su arasındaki etkileşimdir (Şekil 1.4).



Şekil 1.4: Petrol dökülmeleri ile su ortamında gelişen süreçler

Körfezde büyük bir rafineri ve dolum tesisleri, petrol ürünleri üreten birçok işletmenin olması nedeniyle petrol kirliliği önemli bir sorun teşkil etmektedir. Körfeze giren iki büyük derenin de (Doğu Kanalı ve Dilderesi) petrol kirliliği açısından körfeze katkısı oldukça fazladır. Körfezde kurulmuş, dolum ve boşaltım yapan büyük depoların görünürde bir deşarjı olmamasına rağmen o bölgedeki yüksek PAH konsantrasyonu yine bu tip tesislerin de körfez için ciddi tehlikeler doğurduğunu düşündürmektedir. Tüm bunlara ek olarak mevcut dolum tesisleri ve rafineriler buradaki gemi trafiğinin artmasına ve bu gemilerin körfeze demirlemesine neden olmaktadır. Sintine ve balast sularının kaçak olarak körfeze boşaltılması da ciddi tehlike oluşturmaktadır.

Güven ve diğ. (1997) İzmit Körfezi, Derince ve rafineri açıklarından 1994 ve 1995 yıllarında 2 noktadan alınan yüzey suyu örneklerinde petrol kirliliğini incelemiş, İzmit Körfezi'ndeki kirliliğin İstanbul Boğazı, Çanakkale Boğazı, Marmara Denizi,

Varna Körfezi, Novorossiysk ve Sevastopol kıyıları ile karşılaştırıldığında daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Petrol kirliliğinin kaynağı olarak rafineriyi, endüstriyel deşarjları ve gemi trafiğini göstermiş, meteorolojik koşulların etkisiyle kirleticilerin Marmara Denizi'ne doğru sürüklendiğini rapor etmiştir.

Kocaeli'nde faaliyet gösteren Tüpraş İzmit Rafinerisi'nde üretilen maddeler ve miktarları Tablo 1.1'de verilmiştir.

Tablo 1.1: Tüpraş İzmit Rafinerisi'nde üretilen maddeler ve miktarları (bin ton) (TFR, 2009)

Ürünler	2008	2009
LPG	769	619
Benzin&Nafta	4979	3966
Jet Yakıtı / Gazyağı	2829	2003
Kırsal Motorin	4075	2132
Motorin	2546	2587
Orta Distilat	9450	6722
Fuel Oil'ler	4765	2076
Asfaltlar	2242	2010
Makine Yağları	264	247
Diğer	311	329
Toplam	22780	15968

Türk Kılavuz Kaptanlar Derneği'nin 1994 yılında yaptırdığı araştırmaya göre 1982-1994 yılları arasında İstanbul Boğazı'nda meydana gelen kazaların %57'sini çatışmalar, %22'sini karaya oturmalar, %16'sını karaya çarpma ve yangınlar kalan %5'ini ise diğerleri oluşturmaktadır (URL 4). Bu kazalar içinde önemli oranda çevre ve deniz kirliliğine sebebiyet verenlerden bazıları Tablo 1.2'de belirtilmiştir.

Tablo 1.2: 1982-1994 yılları arasında İstanbul Boğazı'nda meydana gelen tanker kazaları (Akten, 2006 ve URL 5'ten düzenlenerek)

Tarih	Gemi Adı	Kaza Bölgesi	Kaza Tipi ve Petrol Sızıntısı
14.12.1960	World Harmony-Peter	Kanlıca	Çarpışma ve Yangın: 18000 ton petrol
15.09.1964	Norborn-Peter Zoranic'in enkazı	Kanlıca	Temas: Yangın ve Petrol Sızıntısı
01.03.1966	Lutsk-Kransky Oktiabr	Kızkulesi	Çarpışma ve Yangın: 1850 ton petrol sızıntısı
15.11.1979	Independenta-Evriali	-	Çarpışma ve Yangın: 94600 ton petrol sızıntısı
09.11.1980	Nordic Faith-Stavanda	-	Çarpışma ve Yangın
29.10.1988	Bluestar-Gaziantep	Ahırkapı	Temas: 1000 ton amonyak sızınısı
25.03.1990	Jambur-Da Tung Shan	Sarıyer	Çarpışma: 2600 ton petrol sızıntısı

Tablo 1.2 (Devam) : 1982-1994 yılları arasında İstanbul Boğazı'nda meydana gelen tanker kazaları (Akten, 2006 ve URL 5'ten düzenlenerek)

Tarih	Gemi Adı	Kaza Bölgesi	Kaza Tipi ve Petrol Sızıntısı
13.03.1994	Nassia-Shipbroker	-	Çarpışma ve Karaya Oturma: 9000 ton petrol sızdı, 20000 ton petrol yangını
1982	Unirea	-	66400 ton petrol sızıntısı
07.12.1999	Semele-Sipka	Yenikapı	Çarpışma: 10 ton petrol sızıntısı
29.12.1999	Volganeft 248	Florya	1500 ton petrol sızıntısı
07.10.2002	Gotia	Bebek	Karaya Oturma: 20 ton petrol sızıntısı

1.4. Dilovası

Dilovası Beldesi, Kocaeli ilinin Gebze ilçesine bağlı olup Kocaeli Yarımadası'nın güney kıyı şeridinde kurulmuştur. Yaklaşık 2000 hektarlık bir alan üzerine yerleşmiştir. Batısında Gebze ilçesine bağlı Muallimköy, doğusunda Tavşancıl Beldesi, kuzeyinde Tavşanlı ve Çerkesli köyleri ve güneyinde de İzmit Körfezi bulunmaktadır. Gebze'ye 8 km, İstanbul il sınırına 10 km, İzmit'e 25 km uzaklıktadır. Üç tepe arasında bir ovada yer alan Dilovası, adını doğrudan doğruya bu ovadan almaktadır. Balkanlar ve Avrupa'ya bağlantı konumunda bulunan limanların, devlet demiryollarının ve ülkemizin en önemli iki büyük karayolu olan D-100 ve TEM'in yakın komşuluğunda kurulmuş bir beldedir. TEM ve D-100 karayolunun güneyinden Marmara Denizi ve İzmit Körfezi'ne kadar uzanmaktadır (Sivaslıgil, 2007) (Şekil 1.5).



Şekil 1.5: Kocaeli ili karayolları haritası

Tavşanlı Deresi diye de bilinen 12 km uzunluğundaki Dilderesi, Dilovası sınırları içinden geçerek İzmit Körfezi' ne dökülür (Şekil 1.6).



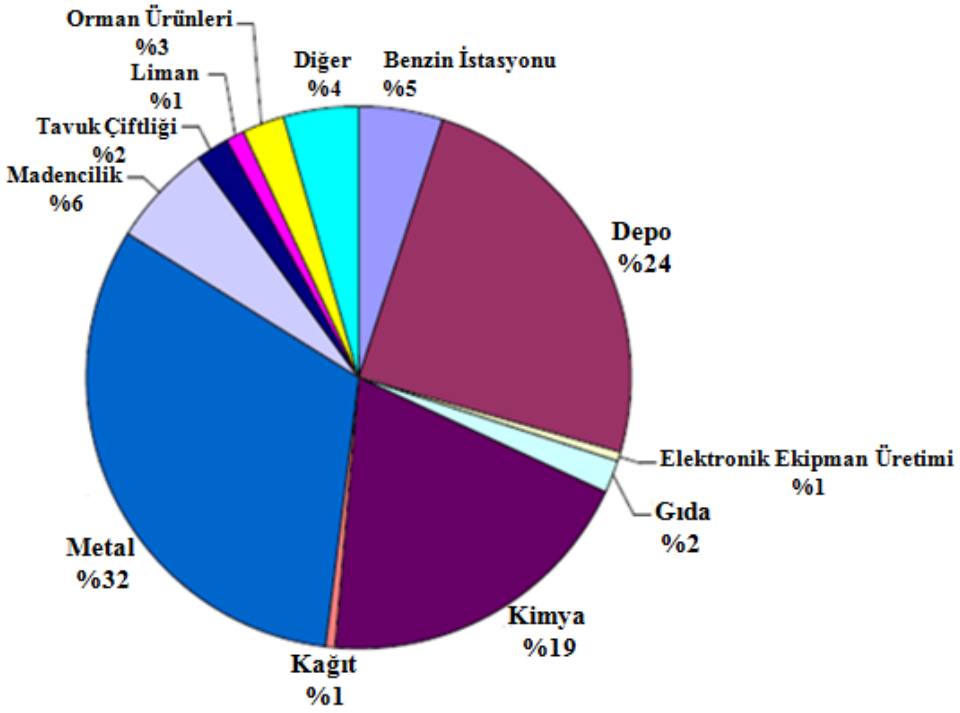
Şekil 1.6: Dilderesi'nden bir görünüm

2 m^3s^{-1} debiye sahip (Pekey ve diğ., 2005) Dilderesi'nin özel bir önemi vardır. Ova alanından 31,5 kat daha fazla drenaj alanına (126 km^2) sahip Dilovası'ndan geçen Dilderesi 171 fabrikanın atığını körfeze taşımaktadır (ÇDR, 2006). Geçmiş dönemlerde yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında Dilderesi'nden önemli miktarlarda atıksuyun ve dolayısıyla en yüksek atık yükünün buradan körfeze verildiği ortaya çıkmaktadır (Şekil 1.7). Bu da Dilderesi'nin kirlilik açısından önemli bir kaynak oluşturduğu ve öncelikli olarak incelenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.



Şekil 1.7: Dilderesi'ne açılan bir deşarj noktası örneği

Dilovası Organize Sanayi Bölgesi (OSB), Kocaeli ilinin Gebze ilçesi Dilovası Beldesi sınırları içerisinde olup yaklaşık 1000 hektarlık sanayi alanını kapsamaktadır. Kuzey ve doğusunda D-100 (E-5) Karayolu, batısında TEM otoyolu, güneyinde demiryolu ve limanlar bulunmaktadır. Mevcut sanayi tesisleri ve ulaşım alternatifleri nedeniyle, bölge konum olarak farklı bir özelliğe sahiptir. Dilovası OSB'de 171 endüstri bulunmaktadır. Bunların 9'u faal durumda değildir. Geri kalan 162 endüstrinin kategorilere göre % dağılımları Şekil 1.8'de verilmiştir (Görgün ve diğ., 2006).



Şekil 1.8: Dilovası OSB'de faaliyet gösteren endüstrilerin kategorilere göre % dağılımı (Görgün ve diğ., 2006)

Şekil 1.8'de görüldüğü gibi Dilovası OSB'de faaliyet gösteren endüstrilerin yaklaşık % 75'ini metal, kimya ve depolama oluşturmaktadır. Şu anda Dilovası OSB'nin ancak üçte biri faal endüstriler tarafından kullanılmaktadır. Dilovası OSB yönetiminden alınan bilgiye göre diğer üçte birlik bölümün 10 yıllık dönemde dolması ve geri kalan üçte birlik bölümünün ise önümüzdeki 30 yıl içinde faal hale geçmesi beklenmektedir. Dilovası OSB yönetimi daha çok metal üreten ve metal kaplama yapan firmaların OSB'de yerleşeceğini öngörmektedir. Bu beklenti Dilovası OSB'nin liman tesislerine yakınlık, avantajlı enerji ve ulaşım olanakları ve diğer endüstriler için kurulmuş sektör bazlı özel OSB'lerin Dilovası OSB'den fazla uzak olmaması gibi özelliklerine dayanmaktadır (Görgün ve diğ., 2006).

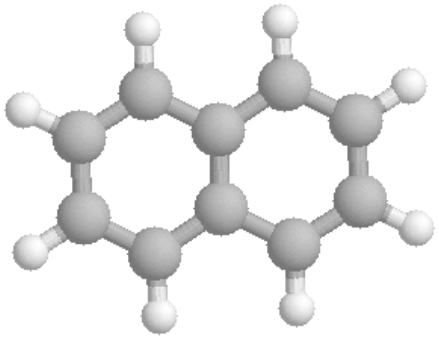
Kocaeli Üniversitesi Halk Sağlığı ABD tarafından yapılan araştırmaya göre Dilovası'nda son 8 yılda gerçekleşen ölümlerin % 32,3'ü (% 44 akciğer, % 19,5 mide) kanser nedeniyledir. Bu oran Dünya Sağlık Örgütü'nün 2004 yılı verilerine göre dünya ve ülke ortalamasının 2,5 kat üzerindedir (TBMM, 2006). Bunlara ilave olarak zaman zaman ulusal basına da yansıyan bölge ile ilgili kirlilik haberleri Türkiye Büyük Millet Meclisi gündemine taşınmış ve 2006 yılında "Kocaeli'nin

Gebze İlçesinin Dilovası Beldesi'ndeki sanayi atıklarının çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerinin araştırılarak alınması gereken önlemlerin belirlenmesi" amacıyla (10/254, 258 esas numaralı) Meclis Araştırması Komisyonu kurulmuştur. Söz konusu raporda endüstri faaliyetleri, diğer çevresel etkenler, atıklar, arıtma işlemleri ve halkın yaşama koşulları irdelenmiş ve "sanayileşme ve teknolojinin hızlı gelişimi, getirdiği göç, çarpık yapılaşma, plansız şehirleşme, altyapı yetersizliği, neticesinde de insan ve çevre sağlığını tehdit eden tüm olumsuzluklar için, Dilovası'nın incelenmesi, araştırılması, bu konuda çözüm üretilmesi için bir laboratuvar görevi yapacaktır" görüşüne yer verilmiştir.

1.5. Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar (PAH'lar)

1.5.1. Genel bilgiler

Kentsel akışlar, yüksek konsantrasyonlarda kimyasal kirleticileri içermektedir ve bu kirleticilerin bir grubu da PAH'lardır (US EPA, 1983). Her bir karbona hidrojen ya da alkil (C_nH_{2n+1}) grubu bağlı bulunan iki ya da daha fazla karbon halkasının birleşmesiyle oluşan aromatik hidrokarbonlardır (Şekil 1.9). Yakıtlar (ör; benzin, dizel), evlerde kullanılan maddeler (ör; tütün, kömür veya odunlar) ve diğer alanlarda kullanılan maddeler (ör; zirai atıklar, şehir atıkları) gibi karbon içeren maddelerin tamamlanmamış yanması sonucu oluşurlar. PAH konsantrasyonları son yıllarda, çok sayıda kentteki göl ve derelerde özellikle kentleşmenin hızlı olduğu bölgelerde artış göstermektedir (Van Meter ve diğ., 2000). Bu bileşikler çevrede kalıcı organik kirleticiler (KOK) olarak adlandırılmaktadır. Bu kalıcılık halka sayısı ve yoğunlaşma derecesi ile birlikte artış göstermektedir (Jones, 1989). PAH'ların toprak, sediment, su, hava ve bitkiler gibi doğal ortamlarda bulunmaları doğal ve antropojenik süreçlerin bir sonucudur.

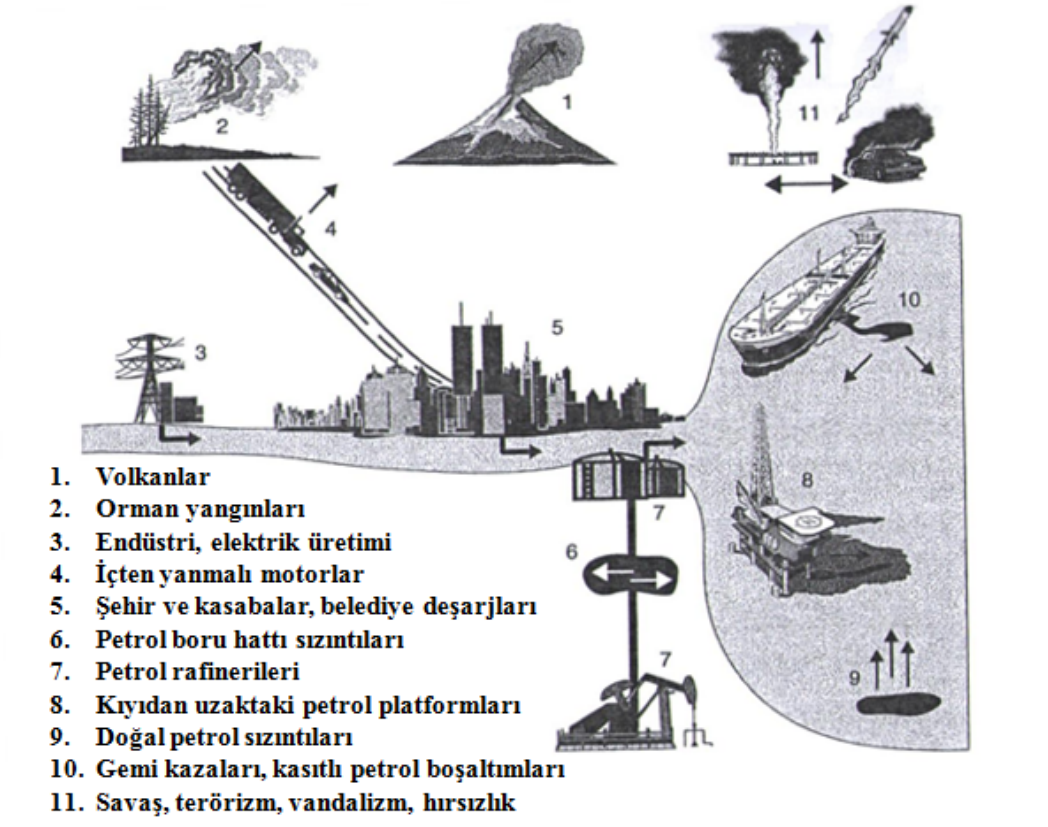


Şekil 1.9: Naphthalene molekülü (URL 6)

Ham petrol iki ile altı arasında değişen halka düzeniyle birlikte % 0,2-7 arası PAH içermektedir ve PAH içeriği petrolün özgül ağırlığı arttıkça artmaktadır (Santodonato ve diğ., 1981; Neff, 1985; McElroy ve diğ., 1989).

1.5.2. Kaynakları

Çevredeki PAH'lar temel olarak; yanma kökenli (pirojenik), petrol kökenli (petrojenik) ve canlı kökenli (biyojenik) olmak üzere üçe ayrılmaktadır (Boehm ve diğ., 1998). PAH'ların doğal kaynakları; orman yangınları, volkanlar, bitkiler, mantarlar ve bakterilerdir. Antropojenik kaynakları ise petrol, elektrik enerjisi üretimi, atık yakma ve evsel ısıtma (kok kömürü, is, kömür katranı ve asfalt üretimi) ve içten yanmalı motorlardır (Neff, 1985; Eisler, 2000). PAH'ların sebep olduğu atmosferik kirliliğin birincil mekanizması, belirtilen bu kaynaklardan gelen organik maddenin tamamlanmamış yanmasıdır (Hosmer ve diğ., 1997). PAH'ların suda yarattığı kirliliğe; petrol boşaltımı, deşarjlar ve sızıntılar, sanayi kuruluşlarına ve şehre ait atıksular, kentsel akış ve atmosferik çökelti neden olmaktadır (Eisler, 2000). PAH'ların yol açtığı karasal kirliliğe ise petrol dökülmesi ve deşarjı, orman yangınları, volkanlar, endüstriyel ve kentsel katı atıklar ve atmosferik çökelti sebep olur (Şekil 1.10).



Şekil 1.10: Çevredeki petrol ve PAH kaynakları (Oklar, PAH'lar ve petrolün hava, su ve toprağa doğru ilk hareketini göstermektedir) (Albers, 2003'ten düzenlenerek)

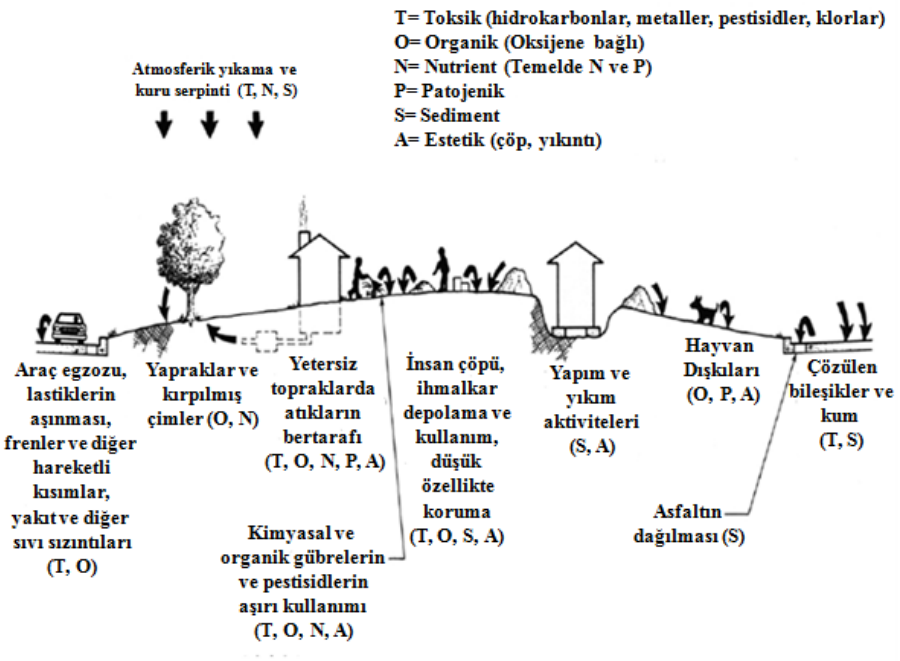
1.5.3. Sucul ortamdaki PAH girdisi

Eisler (1987) e göre insan aktivitesi sonucu sucul ortama giren yıllık PAH miktarı yaklaşık 230000 tondur (Tablo 1.3).

Tablo 1.3: Atmosferik ve sucul ortamlardaki PAH'ların ana kaynakları (Eisler, 1987)

	Kaynaklar	Yıllık ∑PAH (ton)
Atmosfer	Orman ve bozkır	19513
	Anız yakma	13009
	Çöplerin yakılması	4769
	Kapalı yakma	3902
	Isıtma ve elektrik	2168
	Toplam	43361
Sucul Ortamlar	Petrol Sızıntıları	170000
	Atmosferik çökelme	50000
	Atıksular	4400
	Karasal taşınım	2940
	Biyosentez	2700
	Toplam	230040

Yağmur suyundaki PAH'lar, evsel, endüstriyel, ticari alanlar, sokaklar, otoparklar ve atmosferik serpinti gibi çok çeşitli kaynaklardan meydana gelmektedir (Şekil 1.11). Genellikle bireysel PAH içeren yüzey suyu örneklerinin çoğu 50 ng/L seviyesine kadar çıkmaktadır. Fakat büyük ölçüde kirlenmiş olan nehirlerde bu konsantrasyon 6000 ng/L'ye kadar çıkmaktadır. Yer altı suyundaki PAH düzeyleri ise 0,02-1,80 ng/L arasında değişmekte olup içme suyu örnekleri ile aynı mertebededir. Yağmur suyunda bireysel PAH düzeyleri 10-200 ng/L arasında değişmektedir. Kar ve siste belirlenmiş olan konsantrasyon ise 1000 ng/L'ye kadar çıkmaktadır. Yapılan çalışmalar, atmosferik çökelmenin yağmur suyundaki kirliliğe katkıda bulunduğunu göstermiştir. Trafiğin yoğun olduğu ve endüstriyel alanlar, şehirdışı ile karşılaştırıldığında PAH'ların ve diğer kirleticilerin akılarında bir artış meydana gelmektedir. Bu katkıda trafiğin payı oldukça büyüktür (Huston ve diğ., 2009).



Şekil 1.11: Kentsel ortamdaki tipik kirleticiler-Hidrokarbonlar öncelikli olarak PAH'ları simgelemektedir (Walesh, 1989'dan düzenlenerek)

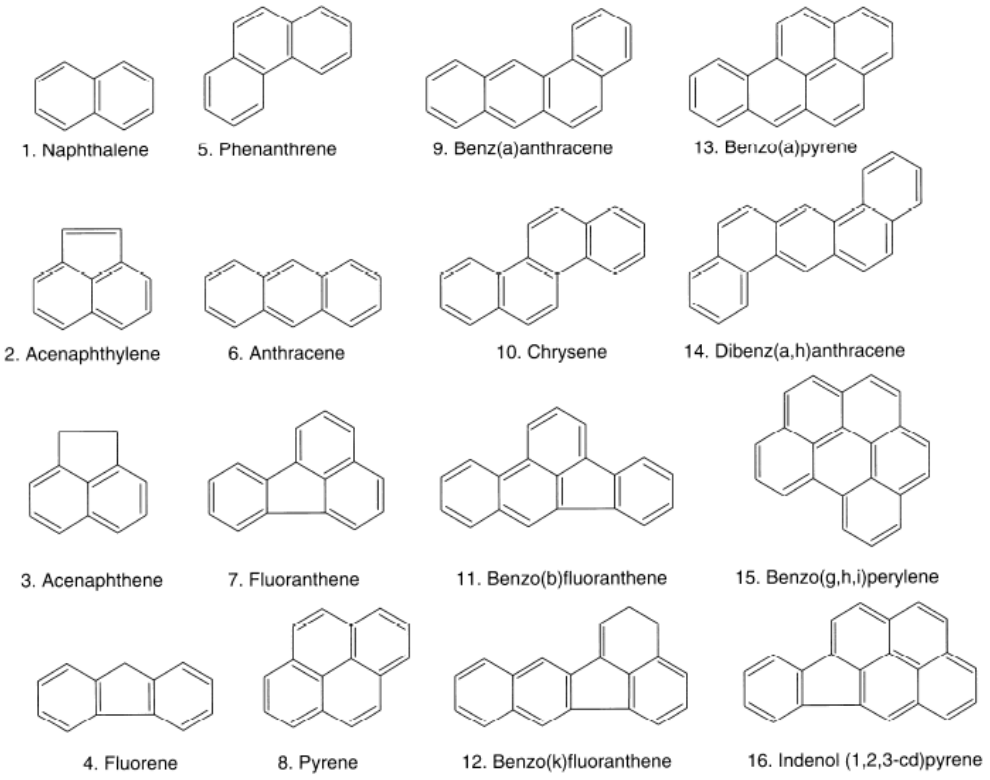
1.5.4. Fiziksel ve kimyasal özellikleri

Renksiz ya da soluk sarı ile altın sarısı arasında değişen renklere sahiptirler. Moleküler hacimleri arttıkça çözünürlükleri azalır, erime ve kaynama noktaları yükselir ve buhar basınçları düşer (Albers, 1995). PAH'ların moleküler yapıları çeşitlilik göstermektedir (Tablo 1.4). En genel özellikleri, 2-6 arasında değişen birleşmiş halka sayıları ve sudaki çözünürlük gibi diğer fizikokimyasal özellikleridir. PAH'ların sudaki çözünürlüğü genel olarak düşüktür.

Tablo 1.4: EPA öncelikli kirleticiler listesindeki PAH'ların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (Prabhukumar ve diğ., 2010)

PAH	Molekül Formülü	Bağıl Moleküler Kütle	25°C'de Suda Çözünürlük (µg/L)	Log Kow (Log Koc)	CAS Number
Naphthalene	$C_{10}H_8$	128,2	$3{,}17 \times 10^4$	3,29 (2,97)	91-20-3
Acenaphthylene	$C_{12}H_8$	152,2	$3{,}4 \times 10^3$	4,07 (3,40)	208-96-8
Acenaphthene	$C_{12}H_{10}$	154,2	$3{,}93 \times 10^3$	3,98 (3,66)	83-32-9
Fluorene	$C_{13}H_{10}$	166,2	$1{,}98 \times 10^3$	4,18 (3,86)	86-73-7
Phenanthrene	$C_{14}H_{10}$	178,2	$1{,}29 \times 10^3$	4,45 (4,15)	85-01-8
Anthracene	$C_{14}H_{10}$	178,2	73	4,45 (4,15)	120-12-7
Fluoranthene	$C_{16}H_{10}$	202,3	260	4,90 (4,58)	206-44-0
Pyrene	$C_{16}H_{10}$	202,3	135	4,88 (4,58)	129-00-0
Benz(a)anthracene	$C_{18}H_{12}$	228,3	14	5,61 (5,30)	56-55-3
Chrysene	$C_{18}H_{12}$	228,3	2	5,16 (5,30)	218-01-9
Benzo(b)fluoranthene	$C_{20}H_{12}$	252,3	1,2	6,04 (5,74)	205-99-2
Benzo(k)fluoranthene	$C_{20}H_{12}$	252,3	0,76	6,06 (5,74)	207-08-9
Benzo(a)pyrene	$C_{20}H_{12}$	252,3	3,8	6,06 (6,74)	50-32-8
Benzo(ghi)perylene	$C_{22}H_{12}$	276,3	0,26	6,50 (6,20)	191-24-2
Indeno(1,2,3cd)pyrenee	$C_{22}H_{12}$	276,3	62	6,58 (6,20)	193-39-5
Dibenz(a,h)anthracene	$C_{22}H_{14}$	278,4	0,5 (27°C)	6,84 (6,52)	53-70-3

Amerika Ulusal Çevre Koruma Ajansı (US EPA) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) 16 PAH bileşenini (Naphthalene, Acenaphthylene, Acenaphthene, Fluorene, Phenanthrene, Anthracene, Fluoranthene, Pyrene, Benzo(a)anthracene, Chrysene, Benzo(b)fluoranthene, Benzo(k)fluoranthene, Benzo(a)pyrene, Benzo[g,h,i]perylene, Dibenzo(a,h)anthracene ve Indeno(1,2,3-cd)pyrene) öncelikli kirleticiler olarak listelemiştir (Şekil 1.12).



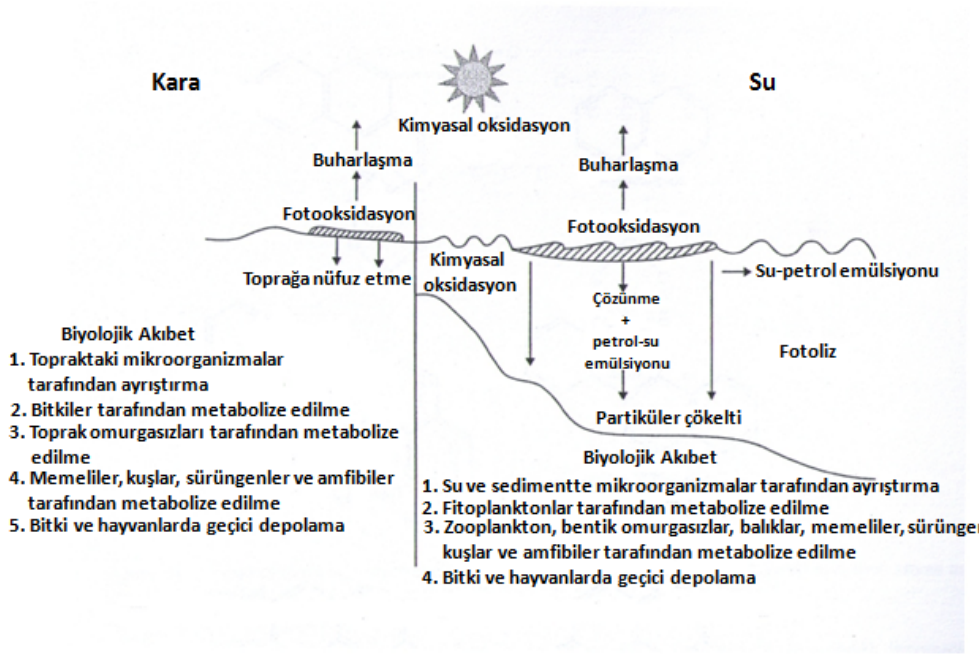
Şekil 1.12: Amerika Ulusal Çevre Koruma Ajansı (US EPA) ve Dünya Sağlık Örgütü(WHO) tarafından öncelikli kirleticiler listesine alınan 16 PAH bileşeninin molekül yapıları (Prabhukumar ve diğ., 2010)

Bu 16 PAH bileşeni içinde en az 7 tanesi (Benzo(a)anthracene, Chrysene, Benzo(b)fluoranthene, Benzo(k)fluoranthene, Benzo(a)pyrene, Dibenzo(a,h)anthracene ve Indeno(1,2,3-cd)pyrene) çoğunlukla yağmur suyunda bulunmaktadır.

1.5.5. Çevresel akıbetleri

Atmosfere salınan PAH'ların havadaki organik partiküllere karşı güçlü bir çekim kuvveti vardır ve hava akımlarıyla çok uzun mesafelere hareket edebilirler. Bunun sonucunda moleküller, yeryüzüne yaş ya da kuru partiküler çökelti olarak taşınır (Baek ve diğ., 1991). Ham ve işlenmiş petrol ürünleri hava, su veya güneş ışığına maruz kaldıklarında yapılarını değiştirmeye başlarlar (Atlas ve diğ., 1973). Düşük moleküler ağırlığa sahip bileşikler kolayca buharlaşır; buharlaşma miktarı ağır ham petroller ve işlenmiş ürünler için % 10, hafif ham petroller ve işlenmiş ürünler için ise % 75 dolaylarında değişmektedir. Bir ham petrol ya da işlenmiş ürünün (öncelikle

düşük moleküler ağırlıklı aromatikler ve polar hidrokarbon olmayanlar) % 5'inden azı suda çözünür. Suda ya da havada güneş ışığına maruz kalan hidrokarbonlar, polar oksitli bileşiklere (foto-oksidasyon) dönüşebilirler. Foto-oksidasyon için oksijen yetersiz olduğunda, sudaki hidrokarbonlar fotoliz yoluyla bozulmaya uğrarlar. Yüksek moleküler ağırlığa sahip aromatik hidrokarbonların bu mekanizma yoluyla değişime uğraması muhtemeldir (Neff ve diğ., 1985) (Şekil 1.13).



Şekil 1.13: Petrolün ve PAH'ların su ve karadaki kimyasal ve biyolojik akıbetleri (Albers, 2003'ten düzenlenerek)

Petrojenik ve antropojenik PAH'lar, mikroorganizmalara ek olarak çeşitli omurgalı ve omurgasız organizmalar tarafından yenmektedir. Memeliler, kuşlar, balıklar ve birçok omurgasız canlı (kabuklular, poliketler, derisidikenliler, böcekler) beslenme, temizlenme ve solunum sırasında hidrokarbonların bir kısmını metabolize eder ve dışarı atar (Lee, 1977; Eisler, 2000). Çift kabuklu (Bivalve) yumuşakçalar ve bazı zooplanktonlar petrolü metabolize edemezler, etseler bile bunu çok düşük seviyede yapabilirler. Ancak petrolü taşıyabilir ve geçici olarak depolayabilirler. Karasal bitkiler ve sucul algler ise hidrokarbonları sindirebilme ve metabolize etme yeteneğine sahiptiler (Lytle ve Lytle, 1987; Simonich ve Hites, 1994; Eisler, 2000). Bazı toprak omurgasızları, petrolü ve antropojenik PAH'ları metabolize etme yeteneğine sahip olabilir fakat bununla ilgili literatürde yeterli kanıt

bulunmamaktadır. Hidrokarbonların birikimi genellikle organizmanın hidrokarbonları metabolize etme yetenekleriyle ters orantılıdır (Santodonato ve diğ., 1981; Eisler, 2000). Örneğin; çift kabuklu yumuşakçalar az gelişmiş bir "mixed function oxygenase (MFO)" kapasitesine sahiptirler ve hidrokarbonları süratle biriktirirler. Devamlı maruziyet sonucu çift kabuklular tarafından biriktirilen hidrokarbonlar yavaş bir şekilde temizlenir (Boehm ve Quinn, 1977; McElroy ve diğ., 1989). Balıklar ve bazı kabuklular gibi iyi gelişmiş bir MFO sistemine (mikrozomal monooksigenazlar) sahip organizmalar, hidrokarbonları metabolize etme yeteneğine sahiptir ve aşırı kirli bölgelerde yalnızca hidrokarbonları biriktirirler (Eisler, 2000). Sucul ekosistemlerin trofik seviyelerinde PAH birikiminde artış gözlenmemiştir (McElroy ve diğ., 1989; Broman ve diğ., 1990). Sucul ve karasal memeliler, kuşlar, sürüngenler ve amfibiler iyi gelişmiş MFO sistemlerine sahiptir fakat bu türlerde hidrokarbonların oluşturduğu enzim indüklenmesi, balıklar ve bazı sucul omurgasızlardaki kadar iyi açıklanamamıştır (Rattner ve diğ., 1989). Fitoplanktonlar aromatik hidrokarbonları su yoluyla bünyelerine alıp biriktirirler (Eisler, 2000). Karasal bitkiler topraktaki PAH'ları çok az biriktirir çünkü PAH'lar topraktaki organik maddelere güçlü bir şekilde tutunurlar. Karasal bitkilerde belirlenen PAH'ların büyük bir kısmı atmosfer kökenlidir. PAH'lar vejetasyonun ölümünü takiben toprak yüzeyinde birikirler (Clement ve diğ., 1980; Wild ve diğ., 1992; Eisler, 2000). Yüksek lipit içeriğine, zayıf bir MFO sistemine sahip organizmalar hidrokarbonları biriktirmesi en muhtemel canlılardır (McElroy ve diğ., 1989; Eisler, 2000). Ağır aromatik hidrokarbonlar (4 veya daha fazla benzen halkası içeren) sindirildiklerinde MFO kapasiteleri ne olursa olsun vücuttan atılması en zor olan hidrokarbon gruplarıdır (Varanasi ve diğ., 1989; Eisler, 2000).

1.5.6. Yarılanma ömürleri

Bozulmamış nehir ağızlarındaki gelgit altı sedimentlerde petrol hidrokarbonlarının tümü ya da bireysel PAH'lar yıllar boyunca tayin edilebilen birikimler olarak kalabilir (Huntley ve diğ., 1995). Aerobik sedimentteki yarı ömürleri 3 haftadan 300 hafta ve üzerine kadar çıkmaktadır. Bu sebeple PAH'lar dayanıklı organik kirleticiler sınıfında değerlendirilmektedir (Gaga, 2004). Topraktaki akıbetleri de biyolojik olarak ayrışıp ayrışmamalarına göre değişkendir. Shuttleworth ve Cerniglia (1995)

phenanthrene (3 halkalı) bileşeninin toprakta ve sedimentteki yarı ömrünü 16-126 gün olarak belirtirken, benzo(a)pyrene için yarı ömür süresini 229-1400 gün olarak rapor etmiştir.

1.5.7. Toksisiteleri ve canlılar üzerindeki etkileri

PAH'lar toksisiteleri, kalıcı olmaları ve remediasyona yanıt vermemeleri nedeniyle üzerinde durulan bileşiklerdir. ABD Çevre Koruma Ajansı (US EPA) yedi tanesi kanserojen olarak bilinen on altı PAH'ı öncelikli kirleticiler olarak sınıflandırmaktadır. Bazı PAH'lar kalıcı organik kirletici (POP) ve kalıcı biyolojik birikim gösteren kimyasal (PBT) olarak da sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflandırmalarda aynı zamanda poliklorlu bifeniller (PCB), poliklorlu dibenzo-p-dioksinler/dibenzo-p-furanlar (dioksinler/furanlar) ve DDT/DDE/DDD gibi birkaç organoklorlu pestisit ve klordan da yer almaktadır (Ritter ve diğ., 1995).

İngiltere'de 18. yüzyılın sonlarından beri baca temizleyen insanlarda PAH'lara maruz kalma ile cilt kanseri arasındaki ilişki gözlemlenmiştir. Ardından birçok PAH kanserojen ve mutajen olarak kabul edilmiştir. PAH'ların toksisitesini belirlemek için Ames gibi toksisite testleri uygulanmış ve bazılarının cilt kanserini tetiklediği kanıtlanmıştır. Bazı PAH'ların da akciğer kanserini tetikleyebileceği yönünde şüpheler mevcuttur. Ancak kanserojen etki yalnızca uzun zamanlı maruz kalma sonucu gözlenmektedir. Hayvanlarla yapılan deneyler göstermiştir ki, PAH'lar için etkin doz insanların su ve besin yoluyla aldıkları günlük miktarın en az 1000 katıdır. Normal bir besin ve su tüketimiyle alınan günlük benzo(a)pyrene miktarı 0,5 ve 2,5 µg arasında değişmekte ve nadiren 3µg'ı aşmaktadır (Kana ki, 2005). Hayvanlarda bazı PAH'ların teratojen etkileri gözlenmiş olmasına rağmen insanlarda benzer bir etki gözlenmemiştir. Sucul bitkiler için toksik etkileri, bitkinin türüne ve çevresel koşullara göre değişmektedir. Balıklar için ise uzun zaman aralıklarında yüksek konsantrasyonlarda PAH'lara maruz kalmadıkları takdirde toksik bir etki görülmemektedir. Yüksek konsantrasyonlarda PAH'lara uzun süreli maruziyet çeşitli türler üzerinde büyümeyi ve üreme yeteneğini azaltıcı etkide bulunmaktadır. Buna ek olarak karaciğer tümörleri, böbrek sorunları gibi anomaliler rapor edilmiştir. Son zamanlarda yapılmış olan bir çalışmaya göre PAH'lar diatomların gelişmesini

engelleyebilir ve hatta karbon döngüsünü bile etkileyebilir (Bopp ve Lettieri, 2007). Tablo 1.5'te petrol ve bireysel PAH'ların canlılar üzerindeki bazı etkileri gösterilmektedir.

Tablo 1.5: Petrol ve bireysel PAH'ların canlılar üzerindeki etkileri (Albers, 2003'ten düzenlenerek)

Etki[a]	Organizma Tipi					
	Bitki-Mikroorganizma	Omurgasızlar	Balıklar	Sürüngen-Amfibi	Kuşlar	Memeliler[b]
	Birey Halinde Organizmalar					
Ölüm	x	x	x	x	x	x
Üreme bozukluğu	x	x	x	x	x	x
Büyüme ve gelişmede yavaşlama	x	x	x	x	x	
Fotosentez oranında değişiklik	x					
DNA'da bozulmalar	x	x	x	x	x	x
Kusurlu oluşumlar			x		x	
Tümör ya da lezyonlar		x	x	x		x
Kanser			x	x		x
İmmün sistem bozukluğu			x		x	x
Endokrin işlevinde bozulmalar			x		x	
Davranış bozuklukları		x	x	x	x	x
Kan düzensizlikleri		x	x	x	x	x
Karaciğer ve böbrek bozuklukları			x		x	x
Hipotermi					x	x
Epitel dokuda yangı				x	x	x
Solunum veya kalp atış hızında bozukluk		x	x	x		
Tuz bezinde işlev bozuklukları				x	x	
Solungaç hiperplazisi			x			
Yüzgeçlerde aşınma			x			
	Grup Halinde Organizmalar[c]					x
Komünite yapısında bozukluk	x	x	x		x	x
Biyokütle değişikliği	x	x	x			

[a] Doğada ve laboratuvarda bazı etkiler gözlenmiştir oysa diğerleri yalnızca laboratuvar deneylerinde neden olmuş ya da üreme ve hayatta kalma ölçümlerinden tahmin edilen populasyon değişiklikleridir.

[b] Laboratuvar ve ev hayvanlarını kapsayan bir literatür örneklemesini içerir.

[c] Mikroalg, Mikroorganizmalar, toprak omurgasızları ve parazit omurgasızlar petrol varlığında artıp azalabilir oysa diğer bitki ve omurgasız populasyonları ve omurgalı populasyonları azalır.

Naphthalene, benzo(a)anthracene, benzo(b)fluoranthene, benzo(k)fluoranthene, benzo(a)pyrene ve dibenzo(a,h)anthracene gibi PAH'lar, Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (IARC) tarafından insanlar ve deniz canlıları (Berthou ve diğ., 1987; Varanasi ve diğ., 1987; Vethaak ve diğ., 1996) için özellikle de embriyogenez ve gelişimin erken safhalarında (Geffard ve diğ., 2002; Incardona ve diğ., 2005) risk yaratabilecek olası insan kanserojenleri (2A ve 2B grupları) (IARC, 1989) olarak tanımlanmıştır. Tablo 1.6'da PAH'ların kanserojen etkileri verilmiştir.

Tablo 1.6: PAH'ların kanserojen etkileri (Kanaki, 2005)

PAH'lar	Kanser Oluşumu İndikatörü[1]	Toplam Tahmin[2]	EPA Sınıflandırması (EPA, 1994)[3]	Toksisite Denklik Faktörü (TEF) (EPA; 1993)
Acenaphthylene			D	0,001
Anthracene	I	3	D	0,01
Benzo(a)anthracene	S	2A	B2	0,1
Benzo(b)fluoranthene	S	2B	B2	0,1
Benzo(k)fluoranthene	S	2B	B2	0,1
Benzo(b)fluorene	I	3		
Benzo(g,h,i)perylene	I	3	D	0,01
Benzo(a)pyrene	S	2A	B2	1
Benzo(e)pyrene	I	3		
Chrysene	L	3	B2	0,01
Fluoranthene	I	3	D	0,001
Fluorene	I	3	D	0,001
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	S	2B	B2	0,1
Perylene	I	3		
Phenanthrene	I	3	D	0,001
Pyrene	I	3	D	0,001
Dibenzo(a,h)anthracene	S	2A	B2	5
Dibenzo(a,h)pyrene	S	2B		
Benzo(c)fluorene	I	3		
Benzo(j)fluoranthene	S	2B		
Dibenzo(a,e)pyrene	S	2B		

[1.] İnsanlar için yeterli veri yok. Hayvanlar için: I, yetersiz veri; L, Sınırlı veri; S, yeterli veri
[2.] 1, insanlar için kanserojen; 2A, insanlar için olası kanserojen; 2B, insanlar için kanserojen olması mümkün; 3, insanlar için kanserojenlikle ilgili sınıflandırılmamış
[3.] D: insan kanserojenliği olarak sınıflandırılmamış; B2: olası insan kanserojeni

PAH'lar canlıları toksik olarak etkilemektedir. Toksisitenin mekanizması, hücre membranı işlevi ve enzim sistemlerinin membran ile ilişkisini engellemek olarak bilinmektedir (Neff, 1985). Biyokimyasal bozunma ve hücre hasarı sonucu mutasyonlar, gelişim bozuklukları, tümörler ve kanser meydana gelir (Santodonato ve diğ., 1981; Varanasi, 1989; Eisler, 2000). Dört, beş ve altı halkalı PAH'lar iki, üç ve yedi halkalı PAH'lardan çok daha fazla kanserojen potansiyele sahiptir (Neff,

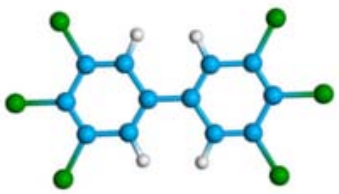
1985; Eisler, 2000). Ana PAH yapısına alkil gruplarının katılması çoğunlukla kanserojenlik meydana getirir ya da oluşan kanserojenik etkiyi artırır (ör: 7,12-dimetilbenz(a)anthracene). Bazı halojen PAH'lar metabolik etki olmaksızın mutajeniktir (Fu ve diğ., 1999) ve PAH'ların toksisitesi ve muhtemel kanserojenliği UV radyasyona maruz kalmayla artış gösterebilir (Ren ve diğ., 1994; Arfsten ve diğ., 1996).

Suda bireysel PAH'ların bitki ve hayvanlara toksisitesi moleküler ağırlık 202'ye doğru arttıkça artar. Molekül ağırlığı 202'yi geçtikten sonra çözünürlükteki hızlı bir düşüş, esas toksisiteleri göze alınmaksızın PAH konsantrasyonlarını ölümcül seviyeden daha aza düşürür. Ancak ölümcül düzeyin altındaki etkiler, yüksek moleküler ağırlıklı bileşiklerin bu düşük konsantrasyonlarına maruz kalmadan kaynaklanabilir (Neff, 1985).

1.6. Poliklorlu Bifeniller (PCB'ler)

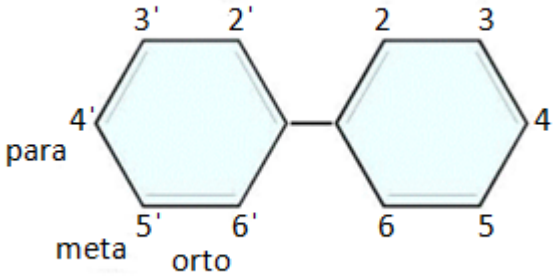
1.6.1. Genel bilgiler

PCB'ler, uygun bir katalizör varlığında bifenil halkasının klorlanmasıyla üretilen aromatik kimyasal karışımlardır. Kimyasal formülleri $C_{12}H_{(10-n)}Cl_n$ olarak gösterilir. Buradaki "n", 1-10 arasında değişen klor atomlarını simgelemektedir. Klor atomları, değişik sayı ve pozisyonlarda yerleşebilir (Şekil 1.14). Teorik olarak 209 farklı PCB bileşiği bulunmaktadır ve bunlar "PCB bileşenleri" olarak adlandırılmaktadır (Şekil 1.15). İçerdiği klor atomlarının sayısına göre PCB grupları "homologlar" olarak adlandırılmaktadır (Akduman, 2009).



Şekil 1.14: Bir PCB molekülü (3,4,5,3'4'5'-hexachlorobiphenyl). Mavi renk: Karbon, beyaz renk: Hidrojen, yeşil renk: Klor atomlarını simgelemektedir (URL 7)

PCB'ler 1930'lu yıllardan beri endüstriyel alanda; elektriksel malzemelerde ve boya, plastik, yapıştırıcı, kaplama bileşikler ve basınca duyarlı kopya kağıdının üretiminde kullanılmaktadır (Clark, 1997). Belirgin fizikokimyasal özellikleri (çok yüksek kararlılık, mükemmel elektrik ve ısı yalıtımı) endüstride yaygın kullanımlarına neden olmuştur. Endüstride; Aroclor (Monsanto, ABD), Clophen (Bayer, Almanya), Phenoclor (Caffaro, İtalya), Pyralene (Prodelec, Fransa), Kanechlor (Kanegafushi, Japonya) ve Sovol (Rusya) gibi çeşitli ticari isimler altında pazarlanmışlardır (Metcalfe, 1994).



Şekil 1.15: Bir bifenil molekülü üzerinde klor yerleşimleri için numaralama sistemi (Metcalfe, 1994)

Ticari PCB'ler, endüstriyel uygulamalara göre berrak yağlardan tozlara kadar değişen yapılarda bulunabilmektedir. Bu karışımların % 20-60 arasında klor ağırlığı içeren yapıları, her molekül için değişik sayıda klor atomuyla birlikte değişmektedir. Ballschmiter ve Zell (1980), PCB'ler için her bileşeni 1 ve 209 arasında bir numara kullanarak belirleyen bir terminoloji oluşturmuştur. Bu sistem Uluslararası Temel ve Uygulamalı Kimya Birliği (IUPAC) tarafından kabul edilmiştir (Tablo 1.7).

Tablo 1.7: Bazı PCB bileşenlerinin IUPAC numaraları

PCB Bileşenleri	IUPAC No.
2-Chlorobiphenyl	PCB 1
2,3-Dichlorobiphenyl	PCB 5
2,2',5-Trichlorobiphenyl	PCB 18
2,4',5-Trichlorobiphenyl	PCB 31
2,2',5,5'-Tetrachlorobiphenyl	PCB 52
2,2',3,5'-Tetrachlorobiphenyl	PCB 44
2,3',4,4'-Tetrachlorobiphenyl	PCB 66
2,2',4,5,5'-Pentachlorobiphenyl	PCB 101
2,2',3,4,5'-Pentachlorobiphenyl	PCB 87
2,3,3',4',6-Pentachlorobiphenyl	PCB 110

Tablo 1.7 (Devam): Bazı PCB bileşenlerinin IUPAC numaraları

PCB Bileşenleri	IUPAC No.
2,2',3,5,5',6-Hexachlorobiphenyl	PCB 151
2,2',4,4',5,5'-Hexachlorobiphenyl	PCB 153
2,2',3,4,5,5'-Hexachlorobiphenyl	PCB 141
2,2',3,4,4',5'-Hexachlorobiphenyl	PCB 138
2,2',3,4',5,5',6-Heptachlorobiphenyl	PCB 187
2,2',3,4,4',5',6-Heptachlorobiphenyl	PCB 183
2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorobiphenyl	PCB 180
2,2',3,3',4,4',5-Heptachlorobiphenyl	PCB 170
2,2',3,3',4,4',5,5',6-Nonachlorobiphenyl	PCB 206

Büyük ölçüde kalıcı ve nispeten uçucu olmaları nedeniyle, su ve havadaki kütle hareketlerinin sonucu olarak uzun vadeli PCB'ler hayli uzun mesafeler boyunca taşınabilirler. Bu hareketler difüzyon yoluyla sınırlı olarak meydana gelebileceği gibi özellikle havada uzun mesafeler boyunca gerçekleşebilir. PCB'ler hiçbir antropojenik emisyon kaynağının olmadığı Kuzey Kutbu, Kuzey Atlantik ve hatta Antartika ve derin denizler (AMAP, 1998) gibi uzak bölgelerde bile tespit edilmiştir. PCB'lerin dünya çapındaki üretimi ve kullanımları üzerine veriler yıllardan beri toplanmaktadır. Fakat dünya üzerindeki geçmiş, şimdiki ve gelecekteki kontaminasyon düzeylerinin yorumlanması için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Büyük olasılıkla PCB bileşikleri çevrede çok uzun zaman kalacaktır (Cummins, 1988; Tanabe, 1988; Voldner ve Li, 1995; Wania ve Mackay, 1996; Vallack ve diğ., 1998). 1980'lerin sonlarında yapılan tahminler çevrede; 232400 tonu denizsuyunda çözünmüş, 3500 tonu tatlısularda çözünmüş ve 1580 tonu atmosferde dağılmış halde olmak üzere halen 374000 ton PCB olduğunu göstermiştir (Tanabe, 1988). Aynı yazara göre, çevreye salınıp salınmadığı bilinmeyen 783000 tonluk PCB, depolarda ya da katı atık sahalarında durmaktadır. PCB'ler çevresel örneklerde ilk kez 1960'larda belirlenmiştir (Jensen, 1966). 209 muhtemel PCB bileşeni olmasına rağmen çevrede bunların yalnızca 90 tanesi tespit edilmiştir. Çevresel örneklerde farklı bileşenlerin göreceli miktarı; başlangıçtaki ticari üründeki bileşen miktarı, göreceli satışları ve ürünlerin kullanımı, bileşiklerin çevredeki kalıcılıkları ve taşınımları gibi faktörlere bağlıdır (Danis, 2004).

1.6.2. Kaynakları

Çevredeki PCB emisyonlarının ana kaynakları 5 gruba ayrılabilir:

1) PCB'lerin ve PCB'leri içeren malzemelerin üretimi,
2) PCB'leri içeren ürünlerin kullanımı,
3) PCB'lerin ve PCB'leri içeren maddelerin kullanımı,
4) PCB'lerle kirlenmiş depolardan gerçekleşen salınım (emisyon) lar,
5) Isıl işlemler.

Birçok ülkede ticari PCB'ler ve PCB'leri içeren ürünler artık üretilmemektedir. Fakat emisyonların geçmişi göz önünde bulundurulduğunda bu grubun önemli olduğu görülmektedir.

İkinci grup (PCB kullanımı) çok geniştir ve farklı yapıdadır. PCB'lerin, kapalı sistemler (kapasitörler ve transformatörlerdeki yalıtkan sıvılar, hidrolik ve soğutma malzemeleri, kablolar gibi) de ve kağıt ve boya üretimi gibi işlemler için çöktürücü olarak kullanıldığı farklı uygulama alanları olmuştur ve hala kısmen olmaktadır.

Üçüncü grup kaynaklar ise çeşitli PCB içeren atıkları, sonuç olarak geri dönüşümü olan veya çöp yığınlarına taşınan kullanım dışı malzeme ve maddeleri kapsamaktadır. Diğer kaynak grubu; kirletilmiş topraklar, dip sedimentleri ve PCB emisyonlarının ikinci kaynakları olarak rol oynayan suları kapsamaktadır.

Emisyonların çeşitli ısıl işlemlerden olabileceği düşünülmektedir. Bunlar PCB'lerin dioksinler gibi sentezlendiği işlemlerdir. Yani, yakıt (ham madde) taki saf olmayan PCB'lerin tamamlanmamış yanması nedeniyle salınan ya da klor veya organik karbon içeren herhangi bir kimyasal süreçle olması muhtemel bir yan ürün olarak oluşan PCB'lerdir.

1990 (Berdowski ve diğ., 1997) Avrupa PCB Emisyon Envanteri şu kaynakları sıralamaktadır: kömür yakma, çelik eritme (açık-ocak, konvertör, elektrik), katılaştırma, atık yakma, elektriksel malzemeler (kapasitörler ve transformatörler).

1.6.3. Sucul ortamdaki PCB girdisi

Birçok kirletici için, direk deşarjları ya da hidrolojik ve atmosferik süreçleri izledikten sonraki son durak deniz ortamıdır (Stegeman ve Hahn, 1994). 1960'ların sonlarından bu yana PCB'lerin biyotada olduğu gibi deniz sedimentlerinde de önemli miktarlarda bulunduğu bilinmektedir (Jensen ve diğ., 1969). Deniz ortamında onyıllar boyunca kalan çoğu PCB eser konsantrasyonlarda bulunsa da hepsi uzun yarılanma ömrü (200 yıla kadar çıkabilen) ne sahiptir (Howard ve diğ., 1991; Haynes ve diğ., 2000; Oh, 2000; Moore ve diğ., 2002; Wania ve Daly, 2002).

1.6.4. Fiziksel ve kimyasal özellikleri

PCB'lerin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri onları geniş bir uygulama alanında kullanışlı hale getirmektedir. Önemli özellikleri:

- Oda sıcaklığında sıvıdırlar, yoğunlukları 1,182-1,566 kg/L arasında değişmektedir,
- Suda çözünürlükleri düşüktür; organik çözücülerde çabucak çözünürler,
- Alev alma noktaları yüksektir ve 170-380 °C arasında değişmektedir,
- Patlayıcı özellikleri yoktur,
- Elektrik iletkenlikleri düşüktür,
- Isı iletkenlikleri çok yüksektir,
- Saf PCB'lerin çoğu renksizdir ve kokusuzdur,
- Çok yüksek ısısal ve kimyasal dirence (çok yüksek kararlılık) sahiptirler.

Diğer bazı özellikleri ise Tablo 1.8'de verilmiştir.

Tablo 1.8: PCB homologlarının genel fiziksel özellikleri (Erickson, 1997)

PCB Homologları	Erime Noktası (°C)	Kaynama Noktası (°C)	Buhar Basıncı (25°C'de Pa)	Sudaki Çözünürlüğü (25°C'de g/m^3)	Log Koa	Buharlaşma (25°C'de g/m^2-sa)
Bifenil	71	259	4,9	9,3	4,3	0,92
1-CBler	25-77,9	285	1,1	4,0	4,7	0,25
2-CBler	24,4-149	312	0,24	1,6	5,1	0,065
3-CBler	28-87	337	0,054	0,65	5,5	0,017
4-CBler	47-180	360	0,012	0,26	5,9	$4,2x10^{-3}$
5-CBler	76,5-124	381	$2,6x10^{-3}$	0,099	6,3	$1,0x10^{-3}$
6-CBler	77-150	400	$5,8x10^{-4}$	0,038	6,7	$2,5x10^{-4}$
7-CBler	122,4-149	417	$1,3x10^{-4}$	0,014	7,1	$6,2x10^{-5}$
8-CBler	159-162	432	$2,8x10^{-5}$	$5,5x10^{-3}$	7,5	$1,5x10^{-5}$
9-CBler	182,8-206	445	$6,3x10^{-6}$	$2,0x10^{-3}$	7,9	$3,5x10^{-6}$
10-CBler	305,9	456	$1,4x10^{-6}$	$7,6x10^{-4}$	8,3	$8,5x10^{-7}$

CBler: Klorobifeniller

1.6.5. Üretimleri ve kullanım alanları

PCB'ler kimyasal ve biyokimyasal bozunma süreçlerine dirençlidir. Çok iyi yalıtkan özelliğe sahip olan PCB'ler, ısıya da dayanıklıdır. Aynı zamanda oksidasyon ve hidrolize uğramamaları nedeniyle endüstriyel uygulamalarda çok kullanışlı hale gelmişlerdir. Ticari olarak yalıtkan ve ısı değişim sıvıları olarak kullanılmışlardır (Parivesh, 2001). PCB'lerin kullanım alanları; kapalı, kısmen kapalı ve açık sistemlerde bulunmalarına dayanmaktadır (UNEP, 1999). PCB'ler doğal olarak oluşmayan, üretilen maddelerdir. İlk defa 1929'da ticari olarak üretilmiş ve üretimi 1990'ların ortalarında durdurulmuştur. Son olarak 1993'te Rusya'da üretilmiştir. Bu süre içinde dünya genelinde önemli bir kısmı halen kullanımda olan yaklaşık 1,3 milyon ton PCB üretilmiştir (Basel Kongresi, 1997). İtalya, Fransa, İspanya gibi bazı Avrupa ülkelerinde 1954-1984 dönemindeki toplam PCB üretimi 300000 tondur. Bu toplam, dünya genelindeki üretimin % 15'idir (Voogt ve Brinkman, 1989). Üretimin neredeyse yarısı ABD tarafından yapılmıştır. Toplam PCB üretiminin başlangıç ve bitişi, üreticileri ve yılları ile birlikte Tablo 1.9'da verilmiştir.

Tablo 1.9: Literatürde belirtilen toplam PCB üretimi (Breivik ve diğ., 2007)

Üretici	Ülke	Başlangıç	Bitiş	Miktar (ton)	%	Referans
Monsanto	ABD	1930	1977	641.246	48,4	de Voogt ve Brinkman
Bayer AG	Batı Almanya	1930	1983	159.062	12	de Voogt ve Brinkman
Orgsteklo	Rusya	1939	1990	141.800	10,7	AMAP (2000)
Prodelec	Fransa	1930	1984	134.654	10,2	de Voogt ve Brinkman
Monsanto	İngiltere	1954	1977	66.542	5	de Voogt ve Brinkman
Kanegafuchi	Japonya	1954	1972	56.326	4,2	Tatsukawa (1976)
Orgsintez	Rusya	1972	1993	32.000	2,4	AMAP (2000)
Caffaro	İtalya	1958	1983	31.092	2,3	de Voogt ve Brinkman
S.A. Cros	İspanya	1955	1984	29.012	2,2	de Voogt ve Brinkman
Chemko	Çekoslovakya	1959	1984	21.482	1,6	Schlosserová (1994)
Xi'an	Çin	1960	1979	8.000	0,6	Jiang ve diğ., (1997)
Mitsubishi	Japonya	1969	1972	2.461	0,2	Tatsukawa (1976)
Electrochemical	Polonya	1966	1970	1.000	<0,1	Zułkowski ve diğ., (2003)
Zaklady Azotowe	Polonya	1974	1977	679	<0,1	Falandysz (2000)
Geneva Industries	ABD	1971	1973	454	<0,1	de Voogt ve Brinkman

1.6.6. Çevresel akıbetleri

Çevrede PCB'ler, karışımlar olarak ortaya çıkmaktadır. Fakat yapıları ticari karışımlardan dolayı farklılık göstermektedir. Bunun sebebi, çevreye salındıktan sonra PCB karışımlarının yapılarında ayrılma, kimyasal dönüşüm ve biyolojik birikimi tercihleri gibi nedenlerle zamanla uğradığı değişimlerdir.

Ayrılma, bir karışımın farklı kısımlarının hava, su, sediment ve toprağa girme sürecini ifade etmektedir. PCB'ler organik maddelere, sedimentlere ve toprağa tutunurlar. Bu tutunma PCB içeriğindeki klor sayısı ve diğer maddedeki organik madde içeriği arttıkça artmaktadır. Çevrede etkili bir taşınım sağlayarak aerosoller gibi buharlaşabilir ya da dağılabilirler. Düşük klor içeriğine sahip bileşenleri daha uçucu olma ve suda daha fazla çözünme eğilimindedir (Callahan ve diğ., 1979). Farklı Aroclor'ların ve bireysel bileşenlerin buharlaşma oranları ve sudaki çözünürlükleri değişiklik göstermektedir (Hutzinger ve diğ., 1974; Erickson, 1986).

Biyolojik bozunma çevredeki PCB karışımlarının kimyasal yapısını değiştirmektedir. Sedimentlerdeki anaerobik bakteriler meta ve para pozisyonlarındaki klorları seçerek uzaklaştırır yani kalanların potansiyel toksisitesini ve biyolojik birikimini azaltır. Bu klorların ayrılması, sedimentteki PCB konsantrasyonları tarafından sınırlanabilir (Abramowicz, 1990; Brown ve Wagner, 1990; Lake ve diğ., 1992). Aerobik

bakteriler, düşük klorlu (1-4 klorlu) PCB'lerden klorları uzaklaştırır ve oksidasyon yoluyla karbon halkalarını kırarlar (Abramowicz, 1990). Yüksek klor içeren PCB'ler ise oksidasyon ve hidrolize çok dayanıklıdır. Fotoliz, yüksek klor içeren bileşenleri çok yavaş şekilde parçalayabilir (Callahan ve diğ., 1979). Sonuç olarak, klorsuzlaştırma işlemleri yavaştır ve değişen PCB karışımları çevrede uzun yıllar boyu kalabilmektedir.

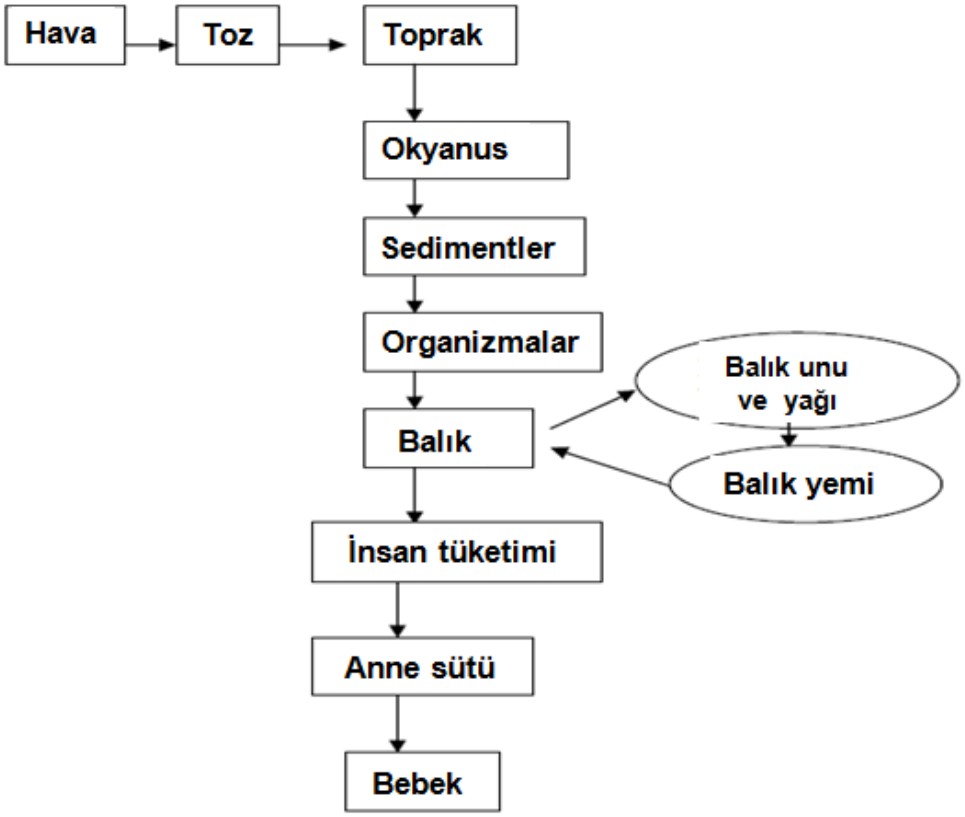
PCB'ler çevrede çok yaygındırlar ve insanlar birçok yolla bu bileşiklere maruz kalmaktadır. Hava, su, sediment, toprak ve besinlerdeki düzeyleri, çevreye salınan kaynağın yakınlığına bağlı olarak değişim göstermektedir (ATSDR, 1993; WHO, 1993). Hava ile insanlar tarafından günlük ortalama alım miktarı 100 ng civarındadır ve kapalı ortamlardaki konsantrasyonlar göz önüne alınırsa bu oran daha yüksektir (ATSDR, 1993). İçme suyu ile alınan ortalama günlük miktar 200 ng'dan daha düşüktür (ATSDR, 1993). Diyet yoluyla ortalama günlük alım miktarı tahminleri, coğrafi bölgeye, besin yapısına ve örnekleme yöntemine bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir. Örneğin, sanayi ülkelerinde diyet yoluyla alınan ortalama günlük miktar 5-15 fg olarak düşünülmektedir (WHO, 1993). Anne sütüyle beslenen bebeklerde ortalama günlük alım miktarı 1,5-27 fg/kg olarak tahmin edilmiştir (ATSDR, 1993); bir diğer çalışmanın sonucunda belirlenen miktar ise 3-11 fg/kg'dır (WHO, 1993).

Dinamik yapısından dolayı atmosfer nispeten düşük oranda PCB içermektedir ancak PCB taşınımı için en yaygın yoldur. Atmosferik çökelme çevredeki PCB dağılımının muhtemel sorumlusudur. Duinker ve Bouchertall (Klecka ve diğ., 2000) un çalışması, yüksek klorlanma derecesine sahip PCB'lerin çoğunlukla aerosoller ve yağmursuyunda, düşük klorlanma derecesine sahip PCB'lerin ise filtrelenmiş havada baskın olarak gözlendiğini göstermektedir. Mono ve di-klorobifeniller genellikle gaz fazda bulunurlar ve sudaki çözünürlükleri düşük olduğundan atmosferden gelen yağmursuyuyla temizlenmezler. Yüksek derecede klorlu bifeniller, partiküllere tutunurlar ve bu nedenle yağmur damlalarındaki aerosolleri yakalayarak atmosferden uzaklaşabilirler. Bu iki etki atmosferdeki düşük klorlu PCB'lerin göreceli birikimiyle sonuçlanır (Klecka ve diğ., 2000). Bütün bunlara rağmen atmosferik yüklerin ve akıların göz önüne alınması, çevredeki PCB'lerin toplam miktarını büyük ölçüde

etkileyebilir ve su kütlelerine PCB'lerin girişinde büyük bir etken olarak kabul edilir. Atmosfer, diğer KOK'ların karasal ve sucul ekosistemlere çökelme yoluyla atmosferik emisyon kaynaklarından taşınması gibi PCB'ler için de bir iletim kanalıdır (Lee ve diğ., 1996). Atmosferik PCB girdisinin üç temel yolu vardır: yağmur veya kar gibi yaş çökelme, ince ve iri taneli partiküllerin kuru çökelmesi ve gaz fazda hava-su değişimi (Mandalakis ve Stephanou, 2002; Teil ve diğ., 2004; Braune ve diğ., 2005).

Suda PCB'ler, sedimentlere ve buharlaşma oranının düşmesine katkıda bulunan organik maddeye tutunabilirler ancak sedimentten suya; geri salınım, biyoturbasyon, gaz aktarımı ve erozyon gibi olaylarla taşınabilirler. Daha sonra da yüzeydeki mikro-tabakaya ya da havaya taşınabilirler. Sudaki çözünürlüklerine ve n-octanol-su dağılma katsayıları (log Kow) na dayanarak, düşük klorlu PCB'lerin yüksek klorlu izomerlerinden daha güçsüz şekilde emildiği söylenebilir. Kirlenmiş göl sedimentleri su ile karıştığı sırada bir miktar PCB'yi besin zincirine salabilir. Diğer taraftan sedimentasyon olayı, PCB bileşenlerini partiküllere bağlayarak sudaki konsantrasyonlarını büyük oranda düşürebilmektedir.

Sucul organizmalardaki PCB konsantrasyonu göllerin trofik durumu ile azalmaktadır. Sedimentlerde biriken PCB'ler bentik organizmalar tarafından sedimentten besin zincirine direk olarak geçebilirler. Bu süreci tanımlamak için biyota-sediment birikim faktörü (BSAF) kullanılmaktadır. Birçok PCB'nin biyokonsantrasyon faktörleri sucul türlerde (balık, karides, midye) deneysel olarak tespit edilmiş ve 200'den 70000 veya daha yüksek değerlere kadar değiştiği belirlenmiştir. Açık denizde yüksek trofik seviyelerde PCB'ler biyobirikim gösterirler ve bu birikim yüksek predatörlerde özellikle yüksek oranda klorlanmış bifenillerin artan oranı olarak görülür (Çakıroğulları, 2006). PCB'lerin sucul ortama ve insanlara bulaşmasının şematik olarak gösterimi Şekil 1.16'da verilmiştir.



Şekil 1.16: PCB'lerin sucul çevreye ve insanlara bulaşmasının şematik olarak gösterimi (Çakıroğulları, 2006)

Avrupa Birliği ve Küresel Uyumlaştırma Sistemi'ne göre PCB'ler; kalıcı, biyobirikim gösteren, toksik maddeler (PTB'ler) olarak sınıflandırılan kimyasallar olarak ifade edilebilir. Suda PCB varlığı fitoplankton, zooplankton ve diğer biyota aracılığıyla besin zincirindeki biyobirikime bağlıdır. Sucul omurgasızlar, ekosistemler içinde ve arasındaki PCB döngüsünde önemli bir rol oynamaktadır.

PCB'ler canlı organizmalar tarafından biriktirilebilirler. Yağda çözünürlükleri yüksektir ve balıklar ve diğer hayvanlar tarafından tutulabilirler. Metabolize olma ve yok olma oranları düşüktür ve bileşene göre farklılık gösterir (Matthews ve Anderson, 1975). Besin zinciri yoluyla biyolojik birikim, yüksek klor içerikli bileşenlerin konsantrasyonlarına bağlıdır (Schwartz ve diğ., 1987; Oliver ve Niimi, 1988; Lake ve diğ., 1995). Çevresel ya da metabolik değişiklikler sonucu değişikliğe uğrayan balık ve kaplumbağalardaki PCB kalıntıları, Aroclor 1242, 1248, 1254 ya da 1260 standartları ile tanımlanamazlar (Schwartz ve diğ., 1987). İnsanları da kapsayan birkaç türdeki bileşen dağılımları, hiçbir Aroclor ile benzerlik göstermemektedir

(McFarland ve Clarke, 1989). Çünkü genellikle bazı toksik bileşenler tercihen alıkonmaktadır, biyolojik birikim gösteren PCB'lerin diğer ticari PCB'lerden çok daha toksik olduğu anlaşılmaktadır (Aulerich ve diğ., 1986; Hornshaw ve diğ., 1983).

1.6.7. Yarılanma ömürleri

PCB bileşenlerinin çoğu çevrede son derece kalıcıdır. Mono ve di-klorobifenillerin aerobik topraklarda ve sedimentlerde altı yıldan fazla kalabilmesi dışında, havada üç hafta ile iki yıl arasında değişen yarılanma ömürlerine sahip oldukları tahmin edilmektedir. PCB'ler aynı zamanda ergin balıklarda da son derece uzun yarılanma ömürlerine sahip olmaktadır. Yılan balıkları için ise bu uzunluk on yıldan fazla olabilmektedir (UNEP, 2002). Hava, su, toprak ve sedimentteki yarılanma ömürleri Tablo 1.10'da verilmiştir.

Tablo 1.10: Bazı PCB'ler için farklı ortamlardaki yarılanma ömrü uzunlukları (Mackay, 1992)

Klorlanma Derecesi	Hava	Su	Toprak	Sediment
1	1 hafta	8 ay	2 yıl	2 yıl
2	1 hafta	8 ay	6 yıl	2 yıl
3	3 hafta	2 yıl	6 yıl	6 yıl
4	2 ay	6 yıl	6 yıl	6 yıl
5	2 ay	6 yıl	6 yıl	6 yıl
6	8 ay	6 yıl	6 yıl	6 yıl
7	8 ay	6 yıl	6 yıl	6 yıl
8	2 yıl	6 yıl	6 yıl	6 yıl
9	2 yıl	6 yıl	6 yıl	6 yıl
10	6 yıl	6 yıl	6 yıl	6 yıl

1.6.8. Toksik etkileri

Çevrede çok kalıcı olan ve toprak, hava, suyla çok uzak mesafelere kadar taşınabilen PCB'ler, çok yüksek toksisiteye sahiptir. PCB'ler düşük yoğunluklarda bile hayvanlarda endokrin çalışmasını engelleyici özellik göstermektedir. Östrojenik etkisiyle, kuş türü canlılarında yumurta sayısında azalmaya sebep olmakta, yumurta kalınlığının azalmasına sebep olarak da bir canlı türünü tehdit etmektedir (Valsamaki, 2006; Bolanos ve diğ., 2007).

Bölgesel toksik etkilerine bakıldığında PCB'lerin balık ve diğer sucul organizmalara toksik olduğu bilinmektedir. Düşük PCB konsantrasyonlarına maruz kalan balıklarda erken yaşam evrelerinde daha duyarlı olmalarıyla beraber üreme ve gelişme problemleri gözlenmiştir. Fok balığı ve vizonlara olan etkileri ile birlikte yaban hayatta üreme ve immunotoksik etkiler ile PCB'ler ve benzer bileşikler arasında giderek artan bir bağlantı tespit edilmiştir. Dünya genelindeki etkileri ise çoğunlukla atmosfer yoluyla uzun mesafeler boyu taşınabilmeleri ve çevrede kalıcı olmalarına dayanmaktadır. Besin zinciri yoluyla birikim göstermeleri ve yaban hayat ve insanlar üzerindeki toksik etkileri, bu bileşikleri dünya genelinde endişe duyulan bir sorun haline getirmiştir (URL 8).

PCB'lere aşırı maruz kalma sonucu, beyin, göz, kalp, immün sistem, böbrek, karaciğer, üreme sistemi, deri, tiroid bezi gibi kısımların yanısıra fetüs de etkilenebilir ve bu maruziyet kansere de yol açabilir (URL 8).

1.6.9. Kanserojen etkileri

PCB'ler kalıcı organik kirleticiler içinde 2A grubunda sınıflandırılırlar ve bu grup insanlar üzerine muhtemel kanserojen etkileri olan ajanları içerir. PCB'leri kontrol etmek üzere düzenleyici ölçümler yapmak için ülkeler arası birçok kurum ve kuruluş gerekli direktifleri ve önerileri sağlamak üzere aktif bir şekilde çalışmaktadır (Çakıroğulları, 2006). İnsanlar ve hayvanlar üzerine yapılan birçok çalışma PCB'lerin ağız yoluyla alımından sonra vücuttaki birikim sırasının adipoz doku > deri > karaciğer > kas şeklinde olduğunu ortaya koymuştur (Çakıroğulları, 2006).

Yapılan çalışmalar PCB'lere maruz kalan işçilerde kanserden ölüm vakalarında bazı artışlar olduğunu ortaya koymaktadır. Bertazzi ve diğ. (1987) , % 54 ve % 42'lik klor içeren PCB'lere maruz kalan işçilerin sindirim sistemlerine bağlı, Brown (1987) ise Aroclors 1254, 1242 ve 1016'ya maruz kalan kapasitör üreticisi işçilerde; karaciğer, safra kesesi ve safra yollarındaki kanserden ölüm vakalarında anlamlı bir artış olduğunu ortaya koymuştur. Sinks ve diğ. (1992) Aroclors 1242 and 1016'ya maruz kalan işçilerde kötü huylu tümöre bağlı ölümlerde belirgin bir artış olduğunu rapor etmiştir. Fakat diğer bazı çalışmalarda, PCB maruziyetine bağlı kanserden ölüm

oranlarında artış gözlenmemiştir (ATSDR, 1993). Bu tutarsızlık, çalışmalarla ilgili kesin sonuçlara varmayı sınırlamaktadır. İnsanların PCB'lerin bulaştığı pirinç yağını tükettiği Japonya ve Tayvan'daki olaylarda, karaciğer kanserinde bazı artışlar görülmüştür fakat bu durum PCB'lerin ve pirinç yağının ısıtılmasından dolayı klorlu dibenzofuranların oluşumuna dayandırılmıştır (ATSDR, 1993; Safe, 1994).

1.6.10. Kullanımları ile ilgili yasal düzenlemeler

PCB'lerden kaynaklanan çevresel sorunların farkına varılmasıyla bu bileşiklerin kullanımına kısıtlamalar getirilmiştir. Bu kısıtlamalara öncülük eden en etkili güç 1973 yılında Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (OECD) olmuştur (WHO, 1976; IARC, 1978; OECD, 1982). 1987 yılında PCB'lerin kullanımı yeni kapalı devrelerde tamamen yasaklanmış ve 1996'da verilen direktifle Aralık 2010'dan önce tümünün yok edilmesi için bir tasarı yürürlüğe girmiştir. UNEP Akdeniz İçin Strateji Hareketi Programı da 2010'da PCB'lerin aşamalı olarak azaltılmasını kapsamıştır (UNEP/MAP, 1999; UNEP, 2002).

Türkiye'de 1993 yılında PCB'lerin yalnızca kısıtlı bir alanda kullanımına izin verilmiş, 1996 yılında ise tamamen yasaklanmıştır (Bolanos ve diğ., 2007; Özdoğrul, 2007). Daha sonra 2010 yılında Stockholm Sözleşmesi'ne imza atılmış ve gerekleri yapılmaya başlanmıştır. Bu sözleşmeye göre hükümetler 2025'e kadar PCB'lerin kullanımını aşamalı olarak durdurmalıdır.

1.7. Çalışmanın Amacı ve Seçilen İstasyonların Genel Özellikleri

Yukarıdaki bilgilerin ışığında birçok bakımdan özel bir alan olan İzmit Körfezi'nin, ülkemizin kirlilik yükü her geçen gün artan, en fazla endüstriyel ve insan kaynaklı atığa maruz kalan bölgelerinden biri olduğu görülmektedir. Bu nedenlerle İzmit Körfezi, disiplinlerarası çalışmalarla sürekli, yakından ve dikkatle izlenmelidir. Organik ve inorganik kirleticilerin canlılar üzerindeki etkileri, yaşam koşullarının sürdürülebilir tutulması için, biyolojik izleme çalışmaları ile belirlenmelidir. İzmit Körfezi'ne ilişkin literatür genel olarak değerlendirildiği zaman gerek biyota gerekse sediment örneklerinde yapılan çalışmaların daha çok körfezin kuzey kıyılarındaki

deşarj noktalarında ve özellikle deprem sonrası yangına bağlı değişiklikleri belirlemek üzere, Tüpraş Rafinerisi açıklarında yoğunlaştığı görülmektedir. PAH'larla ilgili çalışmaların daha çok deprem sonrası değişikliklere odaklandığı, birçok PAH bileşeninin farklı kaynaklardan geldiğine işaret etmesine rağmen kapsamlı bir kaynak belirleme ve izleme çalışmasının yapılmadığı görülmektedir. Benzer şekilde PCB'lerle ilgili çalışmalar da oldukça sınırlı sayıdadır.

İzmit Körfezi'nde yürütülen bu çalışmada;

1. Dilovası havzasının arıtılmış ve arıtılmamış atıklarını taşıyan Dilderesi'nin taşıdığı kirletici yükü, sedimentasyon yapan materyalde, sediment tuzakları yardımıyla 22 ay (Ağustos 2008-Mayıs 2010) süresince 15 günlük periyotlarla,
2. Körfezin Kuzey ve Güney kıyılarında belirlenen 10 farklı istasyondan toplanan Akdeniz midyesi (*Mytilus galloprovincialis*) ve yeşil alg (*Ulva lactuca*) örneklerinde 3 aylık periyotlarla 2 yıl süreyle,
3. Belirlenen 54 farklı noktadan alınan yüzey sedimenti örneklerinde

PAH ve PCB birikimlerinin araştırılması, oşinografik ve meteorolojik parametreler ışığında değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada biyota örnekleri için seçilen istasyonların genel özelliklerine aşağıda kısaca değinilmiştir.

Eskihisar, Kocaeli iline 45 km, Gebze ilçesine 6 km uzaklıktadır. İstanbul'a ise D-100 karayolundan 46 km uzaklıktadır (URL 9). Eskihisar Feribot İskelesi nedeniyle yoğun bir deniz trafiğine maruz kalmaktadır. Yakınlarında Aslan ve Eskihisar Müttehit Çimento ve Su kireci Fabrikaları A.Ş. bulunmaktadır.

Ankara-İstanbul kara yolu (E-5 ve otoban) ve körfeze bakan tepeler üzerinde kurulu bulunan Tavşancıl, Gebze'ye 12 km, İzmit'e 33 km, İstanbul'a 60 km uzaklıktadır. Doğusunda Hereke, batısında Dilovası, kuzeyinde Çerkeşli Köyü, güneyinde Marmara Denizi vardır (URL 10).

Hereke'nin doğusunda Kirazlıyalı, batısında Tavşancıl, kuzeyinde Gebze, güneyinde İzmit Körfezi yer alır. Hereke, dağlarla denizin sıkıştırdığı ve yerleşmeye hiç de elverişli olmayan, çok dar bir alan üzerinde kurulmuştur (URL 11). Uzun yıllardan beri faaliyetini sürdüren Hereke Dokuma Fabrikası burada bulunmaktadır. Fabrika, İstanbul-İzmit karayolunun güneyi ile Marmara Denizi arasında kalan, Ulupınar deresinin izlediği hattın her iki yanındaki yaklaşık 196000 m^2'lik bir alana yerleşmiştir (URL 12). Diğer önemli sanayi kuruluşlarından biri Nuh Çimento Sanayi A.Ş. olup bu fabrikanın liman tesisleri de Hereke'de yer almaktadır.

Türkiye Petrol Rafinerileri A.Ş. (TÜPRAŞ), İzmit Körfezi'nin kuzey kıyısındaki Körfez ilçesi Tütünçiftlik yöresinde bulunmaktadır (URL 13). Karayolu, demiryolu ve otoyolu bünyesinden geçirerek Anadolu'yu Avrupa'ya bağlayan Körfez ilçesinin bölgesel konumu önemlidir. Yüzölçümü 398 km^2 dir (URL 14). Özellikle petrokimya sanayinin yaygın olduğu bu ilçede Tüpraş dışında Petkim, İgsaş, Yarımca Porselen gibi büyük sanayi kuruluşları yer almaktadır.

Plajyolu'nda bulunan evsel atıksu arıtma tesisi ve deşarjı, örnekleme noktasına çok yakın olup aynı zamanda Federal-Mogul İzmit Piston ve Pim Üretim Tesisleri A.Ş. ve Koruma Tarım A.Ş. gibi önemli tesisler de burada bulunmaktadır. Çeşitli klorlu tarım ilaçları üreten Koruma Tarım A.Ş. tesislerinin yakınında bulunmaktadır. Tesisler Koruma Grubu'nun bünyesinde bulunan Koruma Tarım, Koruma Klor-Alkali gibi şirketlerin fabrikalarını içermektedir. Koruma Tarım'da tarım ilacı hammaddesi üretimiyle beraber 150 çeşidin üzerinde tarım ilacı formülasyonu yapılmaktadır (URL 15). Koruma tesislerindeki klor-alkali fabrikası Türkiye'deki en büyük klor üreticilerden biridir. Tesiste 150 çeşitten fazla tarım ilacı üretilmektedir. 41 yıldır üretim yapan fabrikadan çıkan atık suların çevre ve insan sağlığına olumsuz etkileri olduğu gözlenmiştir. Koruma Tarım Tesislerinin çevresinden toplanan numuneler bu fabrikanın neden olduğu kirliliğin sadece eski tarım ilaçlarıyla kalmadığını, yüksek oranda zehirli kimyasalların da yer aldığı atık suların arıtılmadan çevreye salındığını da göstermektedir (Türkmen, 2005).

Bugünkü Sekapark arazisinin eski evsahibi Seka Kâğıt Fabrikası, Kocaeli'nin merkez ilçesi olan İzmit'in merkez kıyı şeridi üzerinde, kuzeyinde D–100 Karayolu'nun paralelinde, güneyde kıyı şeridinin tam orta noktasında deniz

ulaşımından en iyi şekilde faydalanılacak bir noktada konumlandırılmıştır. Batısında Mannesmann Boru Fabrikası ve doğusunda Devlet Malzeme Ofisi bulunmaktadır. Kent içerisindeki konumu olarak şehir merkezinin tam ortasındadır. 2005 yılında Seka Kâğıt Fabrikası'nın kapatılıp arazisinin Kocaeli Büyükşehir Belediyesi'ne devredilmesinin ardından kâğıt fabrikası kimliğinden bir kent parkı kimliğine bürünmüş ve adı 'Sekapark' olarak değiştirilmiştir.

Vinsan, Körfezin doğusunu ve en kapalı kısmını temsil eden istasyondur. İzmit'in doğusunda bulunan tüm fabrikaların (lastik sektörü, gıda sektörü, otomotiv sektörü vb.) ve evsel atıksuların arıtıldığı atıksu arıtma tesislerinin deşarj edildiği Doğu kanalından yapılan deşarjlar nedeniyle İzmit Körfezi'nin kirliliğinde büyük pay sahibi olduğu düşünülmektedir.

Değirmendere, Marmara Bölgesi'nde Kocaeli sınırlarında Gölcük'e bağlı eski bir beldedir. Doğusunda Gölcük ilçesi, batısında Halıdere, kuzeyinde İzmit Körfezi ve Örcün Köyü ile çevrilidir. Değirmendere'nin gelişip büyümesinde Gölcük Tersanesi'nin kurulması ve İzmit ile İstanbul arasındaki sanayi faaliyetlerinin etkileri gözlemlenmektedir (URL 16).

Kocaeli İline bağlı bir ilçe olan Karamürsel'in doğusunda Gölcük, güneyinde Bursa, batısında Yalova, kuzeyinde de İzmit Körfezi ve Marmara Denizi yer almaktadır. İlçenin güney kesiminde doğu-batı doğrultusunda uzanan Samanlı Dağları bulunmakta olup, bu dağlardan kaynaklanan Yalakdere İzmit Körfezi'ne dökülür (URL 17). İlçedeki önemli sanayi kuruluşlarından biri İpek Kağıt Sanayi ve Ticaret A.Ş.'dir.

Hersek Köyü Yalova İli'nin Altınova İlçesi'ne bağlı bir köydür. Yalakdere'nin denize ulaştığı kesimde yer alan Hersek deltası, Armutlu Yarımadası'nın kuzeye doğru en fazla çıkıntı yaptığı kesimdir. İzmit Körfezi'nin en dar noktası olan Dil Burnu da Hersek'te yer almaktadır (URL 18). Bölgede, denizcilik ve gemi inşaatının yanı sıra tersaneler oldukça yoğun faaliyet göstermektedir.

Bu çalışmanın özgün değerini, Dilderesi önlerine kurulan sediment trap (sediment tuzakları) lerin bölgede ilk defa kullanılarak, kirliliğin kesintisiz olarak izlenmiş ve körfezin güney kıyılarından periyodik olarak ilk kez örnekleme yapılmış olması oluşturmaktadır. Bu nedenle çalışmanın yerel ve ulusal düzeyde ihtiyaç duyulan önemli veriler sağlayacağı aynı zamanda dünya literatürüne de katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

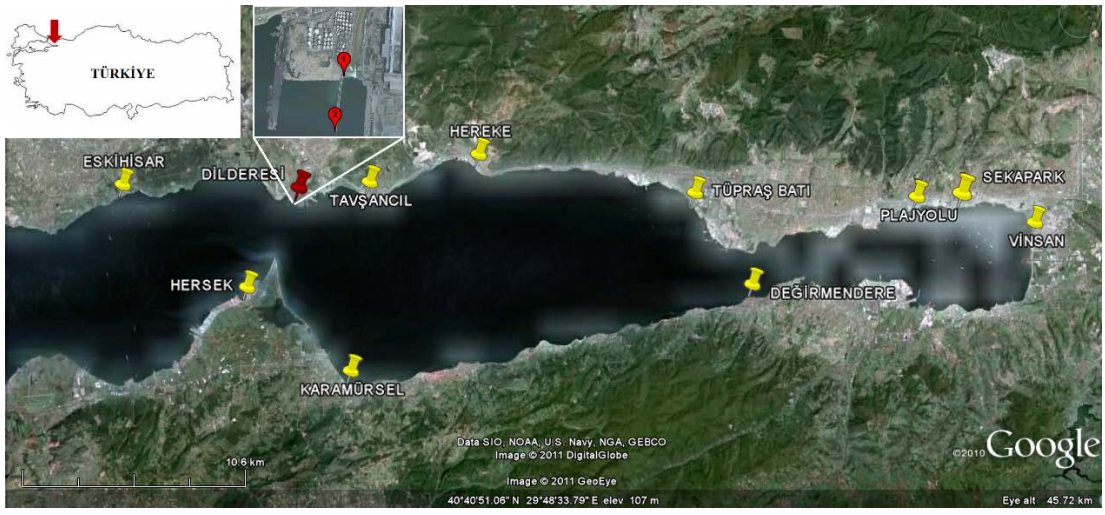
2.1. Örnekleme Çalışmaları

2.1.1. Örnekleme sahası

Midye (*Mytilus galloprovincialis*) ve yeşil alg (*Ulva lactuca*) örnekleri, İzmit Körfezi'nin kuzey, güney ve doğusunda belirlenen, deşarj noktalarına yakın yerlerden seçilmiş 10 farklı istasyondan toplandı.

Sediment tuzakları POLİPORT Kimya San. ve Tic. A.Ş.'ye ait Poliport Limanı İskelesi'nde belirlenen, Dilderesi önlerindeki 2 farklı noktaya yerleştirildi. 1 no'lu istasyon 40° 45′ 59.90″ K- 29° 31′ 36.45″ D, 2 no'lu istasyon ise 40° 45′ 51.27″ K- 29° 31′ 35.53″ D koordinatları arasında yer almaktadır.

Biyota ve tuzak sedimentleri örnekleme istasyonları Şekil 2.1'de verilmiştir.



Şekil 2.1: Biyota ve tuzak sedimenti örnekleme istasyonları (Sarı yer imleri biyota, kırmızı yer imleri 1 ve 2 no'lu Dilderesi sediment tuzağı istasyonlarını göstermektedir)

İzmit Körfezi'nin Doğu, Merkez ve Batı basenlerinde belirlenen 54 farklı noktadan yüzey sedimenti örneği alındı (Şekil 2.2).



Şekil 2.2: Alınan yüzey sedimentlerinin İzmit Körfezi'ndeki konumları

2.2. Materyal

2.2.1. Akdeniz midyesi (*Mytilus galloprovincialis*)

Kingdom : Animalia
Phylum : Mollusca
Class : Bivalvia
Subclass : Pteriomorphia
Order : Mytiloida
Familia : Mytilidae
Genus : Mytilus
Species : *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 (URL 19)

En önemli türleri *Mytilus galloprovincialis* (Kara Midye veya Akdeniz Midyesi), *Mytilus edulis* (Mavi Midye veya Avrupa Midyesi), *Mytilus perna* (Afrika Midyesi) ve *Modiolus barbatus* (At Midyesi) olan Mytilidae familyası geniş bir yayılım alanına sahiptir. Ülkemiz sularında *Mytilus galloprovincialis* ve *Modiolus barbatus* olmak üzere iki türü bulunmaktadır. *Modiolus barbatus* avcılığı en fazla Ayvalık ve civarında iken, *Mytilus galloprovincialis* ise İzmir'den Karadeniz sularına kadar toplanır (Alpbaz, 1993).

Akdeniz midyeleri, iki kabukları eşit, hemen hemen dörtgen biçiminde, dışları mor-siyah renkli, içleri ise sedeften oluşmuş yumuşakçalardır (Şekil 2.3). Kabuğun kenarının bir tarafı noktalı ve hafifçe eğri bir çıkıntıyla sonlanırken diğer taraf yuvarlaktır. Bu türün maksimum boy uzunluğu 15 cm'ye kadar ulaşır fakat en yaygınlarının boy uzunluğu 5-8 cm kadardır (Sivri ve diğ., 2006).

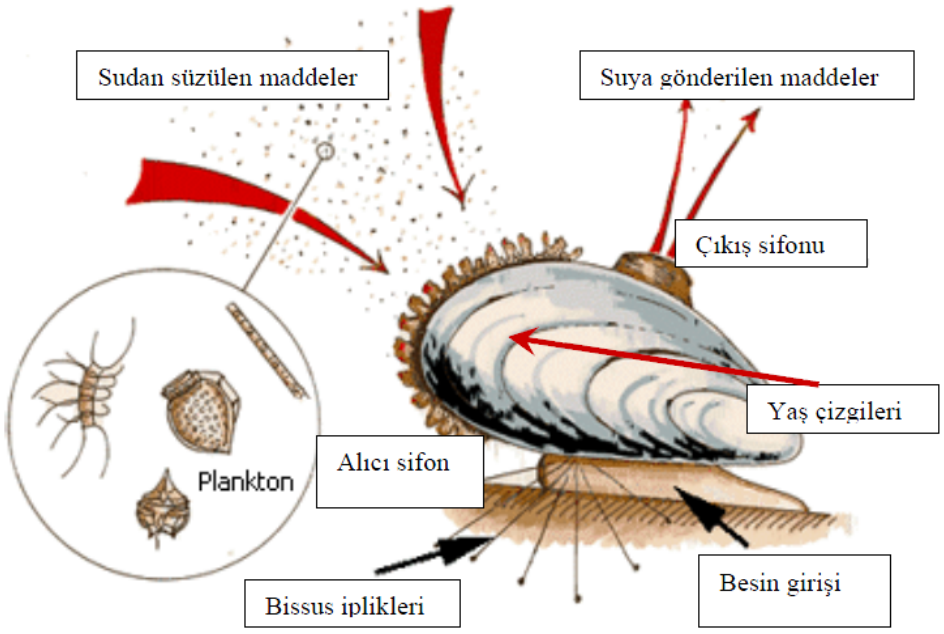


Şekil 2.3: *M.galloprovincialis*'te sedefli iç kısım (Seed, 1976) ve dış kabuk görünümleri

Fitoplankton ve asılı haldeki organik maddelerle beslenirler. Besinlerini süzerek aldıklarından sudaki maddeleri dokularında biriktirmekte, bu nedenle de kirlilik araştırmalarında Türkiye'de ve diğer ülkelerde yapılan çalışmalarda öncelikli seçilen bir tür olmaktadır (Uysal, 1970). Midyeler 2–100 μm boyutlarında olan organik ve inorganik her türlü partikülü süzerek beslenirler (Şekil 2.4). Ortalama 7–8 cm boyundaki bir midye saatte 10–15 L suyu süzme özelliğine sahiptir.

Midyelerin filtrasyon hızı üzerine;

- Midye büyüklüğü,
- Partikül büyüklüğü,
- Partikül yoğunluğu,
- Partikül türü,
- Su sıcaklığı,
- Su akıntısı etkilidir (Bayne ve diğ., 1976).



Şekil 2.4: *M.galloprovincialis*'te filtrasyon (Esen, 2006)

Mytilus galloprovincialis'in belli başlı yaşam alanları Akdeniz, Adriyatik Denizi ve Karadeniz olmakla birlikte kuzeye doğru da yayılmışlardır (Doğu Fransa, İrlanda, Güney batı İngiltere). Türkiye'de, Doğu Akdeniz kıyıları hariç tüm kıyılarda ve İzmir Körfezi'ndeki doğal yataklarında bol miktarda bulunur. Zengin organik madde içeriği ile ekonomik değeri yüksek bir besindir (Lök, 2001).

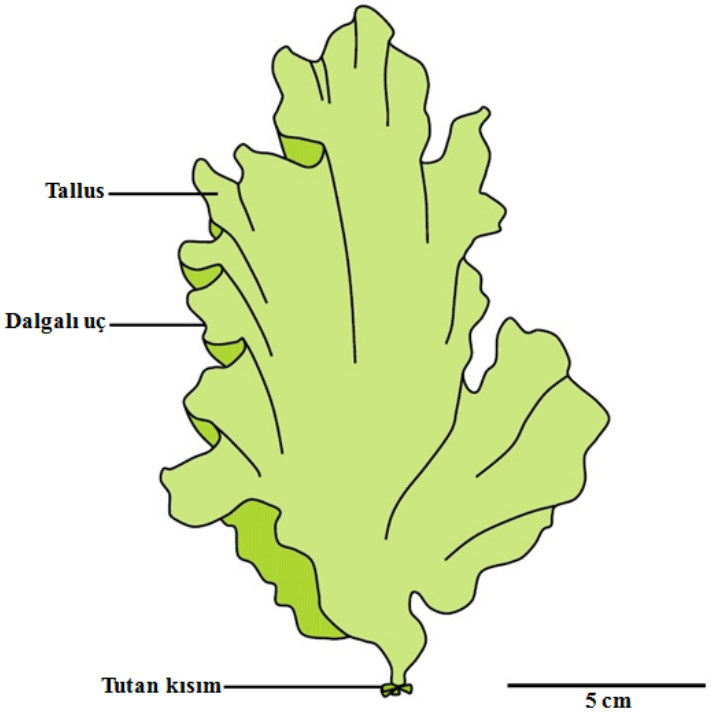
2.2.2. Yeşil alg (*Ulva lactuca*)

Kingdom : Plantae
Divisio : Chlorophyta
Class : Ulvophyceae
Order : Ulvales
Family : Ulvaceae
Genus : Ulva
Species : *Ulva lactuca* Linnaeus, 1753 (URL 20)

Yeşil makroalg cinsi Ulva'nın dünya üzerinde denizlerden tatlısulara kadar geniş bir dağılımı olduğu bilinmektedir (Canter-Lund ve Lund 1995; van den Hoek ve diğ.,

1995). Ulva cinsine ait türlerin kesin sayısı bilinmemekle beraber yaklaşık 85 tanesi teşhis edilmiştir (Guiry ve NicDonncha, 2002).

Ulva lactuca türü, sap şeklinde kısa bir yapıyla zemine tutunur (Şekil 2.5). Algin üst kısmı oldukça geniştir ve kalınlığı iki hücre tabakasından oluşmaktadır.



Şekil 2.5: *Ulva lactuca*'nın genel kısımları (URL 21)

Geniş kenarlı, kırılmaz, yarı şeffaf ve zarımsı marul yaprağına benzer bir yapı göstermektedir **(**Şekil 2.6). Her bir hücre bir çekirdek ve pirenoidli tek kloroplast içermektedir (Yayıntaş ve Yayıntaş, 2001). İyi tanımlanmış ışığı emici özelliğe sahip, yaprak benzeri bir tallusu (Ramus, 1978; Sand-Jensen, 1988) bulunan *U. lactuca*'nın uzunluğu 1 m'ye kadar çıkmaktadır.



Şekil 2.6: *Ulva lactuca*'nın genel görünümü (URL 22)

2.2.3. Materyallerin toplanması ve muhafaza koşulları

2.2.3.1. Yüzey sedimentlerinin alınması ve muhafazası

Deniz Kuvvetleri Komutanlığı Gölcük Donanma Komutanlığı tarafından sağlanan deniz aracı ve Kocaeli Belediyesi'ne ait Çevre Koruma Kontrol L teknesi ile 54 farklı noktadan yüzey sedimenti örneği alındı. Bu noktaların koordinatları, derinlikleri ve alınma tarihleri Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1: İzmit Körfezi'nden alınan yüzey sedimentlerinin alındığı tarih, koordinat ve derinlikler

Örnek No.	Örnekleme Tarihi	Enlem	Boylam	Derinlik (m)
D70	19.09.2008	40°43'48.50"K	29°50'41.63"D	-25
D71	19.09.2008	40°45'15.00"K	29°52'15.00"D	-17
D73	19.09.2008	40°45'21.00"K	29°54'24.00"D	-12
D74	19.09.2008	40°45'18.00"K	29°54'30.00"D	-16
D76	19.09.2008	40°44'06.61"K	29°55'54.38"D	-20
D77	19.09.2008	40°43'12.23"K	29°55'58.69"D	-16
D78	19.09.2008	40°43'06.36"K	29°54'54.69"D	-30
D79	19.09.2008	40°44'11.99"K	29°54'48.64"D	-30

Tablo 2.1 (Devam): İzmit Körfezi'nden alınan yüzey sedimentlerinin alındığı tarih, koordinat ve derinlikler

Örnek No.	Örnekleme Tarihi	Enlem	Boylam	Derinlik (m)
D82	19.09.2008	40°43'11.51"K	29°52'48.13"D	-22
D83	19.09.2008	40°44'25.42"K	29°52'43.17"D	-30
M22	17.09.2008	40°45'35.47"K	29°32'58.87"D	-38
M25	17.09.2008	40°42'08.49"K	29°32'42.17"D	-40
M28	18.09.2009	40°44'24.19"K	29°34'12.33"D	-70
M29	17.09.2008	40°45'36.15"K	29°34'12.19"D	-49
M31	17.09.2008	40°46'34.76"K	29°36'17.56"D	-40
M32	17.09.2008	40°46'45.88"K	29°36'56.61"D	-30
M36	17.09.2008	40°41'59.88"K	29°36'00.61"D	-45
M40	18.09.2009	40°45'34.14"K	29°38'07.48"D	-70
M41	18.09.2009	40°46'24.36"K	29°38'12.11"D	-50
M44	18.09.2009	40°44'30.04"K	29°40'04.12"D	-75
M46	17.09.2008	40°42'18.48"K	29°39'38.05"D	-35
M47	17.09.2008	40°42'29.82"K	29°41'32.94"D	-25
M48	18.09.2009	40°44'24.99"K	29°41'51.53"D	-50
M51	18.09.2009	40°46'11.32"K	29°42'54.07"D	-30
M52	18.09.2009	40°46'10.87"K	29°43'50.94"D	-20
M56	17.09.2008	40°43'03.00"K	29°44'29.17"D	-55
M58	18.09.2009	40°45'45.00"K	29°44'30.00"D	-13
M59	18.09.2009	40°45'00.04"K	29°45'12.84"D	-20
M60	18.09.2009	40°44'41.18"K	29°45'17.34"D	-22
M64	18.09.2009	40°44'31.77"K	29°47'45.62"D	-15
M84	19.09.2008	40º44'42.06"K	29º45'42.00"D	-15
M85	19.09.2008	40º44'12.14"K	29º45'59.34"D	-16
M86	18.09.2009	40º43'45.21"K	29º48'56.94"D	-12
M87	18.09.2009	40º46'02.40"K	29º43'25.44"D	-14
M88	18.09.2009	40º44'24.71"K	29º46'30.68"D	-15
M89	06.11.2009	40°44'20.16"K	29°31'52.32"D	-40
M91	06.05.2010	40°43.49.80"K	29°34.44.20"D	-114
B1	15.09.2008	40°42'16.07"K	29°23'21.15"D	-35
B8	16.09.2008	40°41'52.91"K	29°24'24.87"D	-38
B9	16.09.2008	40°41'48.52"K	29°26'25.44"D	-32
B10	24.07.2009	40°42'51.48"K	29°26'38.88"D	-60
B11	24.07.2009	40°43'46.95"K	29°26'40.33"D	-65
B12	24.07.2009	40°44'40.94"K	29°26'37.49"D	-60
B13	16.09.2008	40°45'52.86"K	29°26'38.88"D	-55
B15	24.07.2009	40°43'59.91"K	29°28'17.84"D	-50
B16	16.09.2008	40°42'50.58"K	29°28'12.24"D	-36
B17	16.09.2008	40°43'59.21"K	29°29'57.91"D	-40
B18	16.09.2008	40°44'36.20"K	29°30'53.14"D	-35
B20	16.09.2008	40°45'54.18"K	29°30'54.61"D	-35
B21	16.09.2008	40°45'34.12"K	29°31'46.42"D	-25
B22	24.07.2009	40°45'11.61"K	29°31'18.45"D	-50
B23	06.11.2009	40°43'07.92"K	29°28'27.18"D	-60
ÇO	06.05.2010	40°45'.52.02"K	29°31'.40.32"D	-35
Rota	06.05.2010	40°46'.11.64"K	29°43'.27.90"D	-20

Örneklerin eldesinde “Van Veen Grab” kullanıldı (Şekil 2.7). Suya serbest halde bırakılan grab, sedimente girdikten sonra çelik halat ile gerginleştirilerek kapaklarının kapanması sağlandı. Kapakları kapanan grab, vinç yardımıyla su yüzeyine kadar çıkarılarak gemiye alındı. Gemide alt kapakları açılan grabın içerisindeki sediment, yavaşça ve kalıbın bozulmamasına özen gösterilerek çıkarıldı.

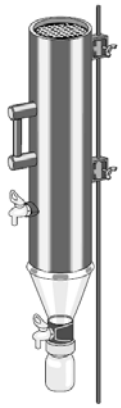


Şekil 2.7: Van Veen Grab

Alüminyum folyo içerisine alınıp etiketlenen sedimentler özel termoslara yerleştirilerek en kısa sürede laboratuvara taşındı ve analiz yapılıncaya kadar -18 ^{o}C’de muhafaza edildi.

2.2.3.2. Tuzak sedimentlerinin alınması ve muhafazası

Sedimentler 14 cm ağız açıklığına sahip, 500 mL toplama hazneli polietilen sediment tuzaklarında biriktirildi. Hydro-bios marka düzeneklerin silindir uzunluğu 560 mm, koni açısı ise 40°’dir. Ağız kısmında makroorganizmaların girişini engellemek amacıyla bir ızgara bulunmaktadır (Şekil 2.8).



Şekil 2.8: Sediment tuzağı modeli

1 no'lu sediment tuzağı -5 m, 2 no'lu sediment tuzağı ise -15 m derinliğe, 6 mm çaplı Krom çelik teller kullanılarak yerleştirildi. Düzenekler 2 fırdöndü arasına alınarak olumsuz hava koşullarından etkilenmemeleri sağlandı. Her iki düzenek de iskele üzerine kurulan çelik lamalardan yapılmış askılara sabitlendi (Şekil 2.9).



Şekil 2.9: Sediment tuzağının örnekleme alanı (1 no'lu istasyon) ndaki yerleşimi

Düzenekler 2008 yılının Temmuz ayında yerleştirildi ve örneklemeler 12.09.2008-21.05.2010 tarihleri arasında toplamda 36 defa gerçekleştirildi. Hydrolab DS-5 model Data Sonda kullanılarak, incelenen su kolonunun her metresi için Kl-a (µg/L), sıcaklık (°C), çözünmüş oksijen (mg/L), pH, Elektriksel iletkenlik (mS/cm), tuzluluk (ppt) değerleri belirlendi (Şekil 2.10)



Şekil 2.10: Hydrolab DS-5 model data sonda

Polietilen şişelerde toplanan sediment örnekleri, özel araçla laboratuvara taşınmış ve aynı gün içerisinde alüminyum folyoya alınarak, etiketlenip analiz yapılıncaya kadar -18 ºC'de muhafaza edildi.

2.2.3.3. Midye ve alglerin toplanması ve muhafazası

Midye (*Mytilus galloprovincialis*) ve yeşil alg (*Ulva lactuca*) örnekleri 2 yıl süre ile (Bahar'08-Bahar'10) her mevsim toplandı. Farklı boylarda midyeler boy çizmeleri giyilerek litoral bölgede yer alan kayaların üzerinden, iskelelerin ayaklarından yaklaşık 100 m'lik bir hat üzerinden elle toplandı (Şekil 2.11).



Şekil 2.11: Midye örneklerinin toplandığı bir örnekleme fotoğrafı (2010)

Alg örnekleri su yüzeyinden ve kayaların üzerinden toplandı. Üzerlerindeki tortu, organizma vb. kalıntılardan arındırılması için deniz suyuyla yıkanan midyeler ve algler alüminyum folyolara alınıp etiketlendi. Özel termoslara yerleştirilerek en kısa sürede laboratuvara taşındı. Laboratuara taşınan midyelerin boy uzunlukları 0,5 mm hassasiyete sahip Vernier marka kumpas ile ölçüldükten sonra metal bistüri yardımıyla açılarak yumuşak dokularının tamamı alındı. Distile su ile yıkanan ve 2 mm gözenek açıklığına sahip porselen huniler yardımıyla suyu süzülen midyelerin, 0,005 g hassasiyetli terazi ile yaş et ağırlıkları ölçüldü. Metal bıçaklı rondo ile küçük parçalara ayrılan midyeler alüminyum folyolara alınıp etiketlenerek analiz yapılıncaya dek -18 ºC'de muhafaza edildi. Algler ise laboratuvarda distile su ile yıkandıktan sonra suları süzdürülerek alüminyum folyoya aktarıldı ve analiz aşamasına kadar -18 ºC'de muhafaza edildi.

2.3. Yöntem

2.3.1. Analizlerde kullanılan cihaz, araç ve gereçler

PAH ve PCB analizleri sırasında kullanılan cihaz, malzeme ve kimyasal maddelere ait bilgiler Tablo 2.2'de verilmiştir. Kullanılan kimyasal madde ve malzemelerin tamamı kromatografik (GC) saflıktadır.

Tablo 2.2: Analizlerde kullanılan cihaz, malzeme ve kimyasal maddeler

Cihaz, malzeme ve kimyasal adı	Özellikleri
Gaz Kromatografi Cihazı	Agilent 7890 A GC System
Elektron Yakalayıcı Dedektör (ECD)	Kolon: HP-5MS (30 m, 0,25 mm ID x 0,25 µm)
Alev İyonlaşma Dedektörü (FID)	Kolon: HP-5 (30 m, 0,32 mm ID x 0,25 µm)
Kül fırını	NÜVE MF 120
Pasteur Fırını	Memmert, 30-220 °C
Etüv	Memmert, 30-70 °C
Ultrasonik Banyo	Fisher, FB15054
Santrifüj	Hettich, EBA20
Teraziler	Sartorius (0,0001 g hassasiyetli), DESIS (0,005 g) hassasiyetli
Derin dondurucu	Arçelik, -24 °C
Buzdolabı	Arçelik, +4 °C
Analitik distile su cihazı	GFL 2001/4
Deiyonize su cihazı	Millipore RIOs-DI 3
Desikatörler	20 ve 30 cm çaplı, vakumsuz

Tablo 2.2 (Devam): Analizlerde kullanılan cihaz, malzeme ve kimyasal maddeler

Cihaz, malzeme ve kimyasal adı	Özellikleri
Filtrasyon sistemi	Sartorius ve Millipore – 1000 mL hacimli Nuche erleni, 250 mL hacimli süzme hunisi ve filtre tutucu
Vakum pompaları	KNF, WELCH
Çeker ocak	1500 m^3/saat emme kapasiteli
Aseton	Merck
Midye dokusu-referans madde	NIST SRM 2977
Deniz sedimenti-referans madde	NIST SRM 1941b
2 Fluorobiphenyl & 1Fluoronaphtalene 2,0 mg/mL in CH_2Cl_2	ACCUSTANDART
PAH Mix (16 Compounds) 2,0 mg/mL in Dichloromethane: Benzene	ACCUSTANDART
Decachlorobiphenyl 5,0 µg/L in Hexane	ACCUSTANDART
Tetrachloro-m-xylene 5,0 µg/L in Acetone	ACCUSTANDART
PCB Congener Mix (19 Compounds) 100 µg/L in Hexane	ACCUSTANDART
n-Hekzan	Merck
Diklorometan	Merck
Silisik asit	Sigma
Petrol eteri	Merck
Sülfürik asit	Merck
Nitrik asit	Merck
Granüler bakır	Sigma
Susuz sodyum sülfat	Merck
Alüminyum oksit 90 aktif nötral	Merck
Kuru hava, Azot ve Hidrojen gazları ve tüpleri	Yüksek saflıkta
Cam yünü	
40 mL ve 2 mL'lik amber renkli vialler	Supelco
Mikroenjektörler	Hamilton 5, 10, 250 µL hacimli
Cam Pasteur pipetleri	ISOLAB
Cam ayırma kolonları	Özel Yapım
Porselen krozeler	Haldenwanger

2.3.2. Analizlerde kullanılan malzemelerin kullanıma hazırlanması

Analizler sırasında kaynaklanabilecek herhangi bir kontaminasyondan kaçınmak için tüm malzemeler, her kullanım öncesi dikkatli bir şekilde temizlendi. Çalışmalar sırasında kullanılan malzemelerin cam, metal veya porselen olması tercih edildi. Öncelikle sıcak su ve deterjanla yıkanan malzemeler bol su ile durulandı. Durulanan malzemeler etüvde kuruyuncaya kadar bekletildi. Kuruyan malzemeler distile su ile çalkalandı ve kurumak üzere tekrar etüve yerleştirildi. Sonrasında aynı işlemler önce Aseton daha sonra ise n-Hekzan ile gerçekleştirildi. Son olarak malzemeler alüminyum folyo ile sarılarak güvenli, temiz ve kapalı bir ortamda muhafaza edildi. Temizleme işlemlerinde kullanılan Aseton ve n-Hekzan kromatografik (GC) saflıktadır.

2.3.3. Analizlerde kullanılan kimyasal maddelerin hazırlanması

2.3.3.1. Olası girişimlerin önlenmesi için uygulanan ön hazırlıklar

Analizler sırasında kullanılan bazı maddelerin organik madde kalıntısı içerme ve analiz sonuçlarını etkileme riskini ortadan kaldırmak veya en aza indirgemek amacıyla birtakım ön işlemler uygulandı. Bu maddeler ve uygulanan işlemler şu şekildedir:

- Silisik asit: Kullanımı öncesinde 2.3.2. başlıklı bölümde belirtilen temizlik işlemlerinden geçmiş metal, cam ya da porselen bir malzeme içerisine alınıp üzeri alüminyum folyo ile kapatılarak 103 °C sıcaklıkta 15 saat bekletildi. Desikatörde soğutulduktan sonra kullanıma hazır hale geldi.
- Susuz Sodyum sülfat, Alüminyum oksit ve cam yünü: Bu malzemeler kullanım öncesi alüminyum folyolara aktarılarak 450 °C sıcaklıkta 4 saat boyunca bekletildi ve sonrasında desikatörde soğumaya bırakıldı. Desikatörden alınan malzemeler cam kaplarda muhafaza edildi.
- Granüler bakır: Bakır granülleri, yüzeylerindeki oksitleri uzaklaştırmak amacıyla deiyonize su ile hazırlanan seyreltik (% 10'luk) Nitrik asit çözeltisi içerisine konarak çalkalandı. Ardından asit çözeltisi süzülerek atıldı. Deiyonize su ilave edilerek tekrar çalkalandıktan sonra deiyonize su da süzülerek atıldı ve son olarak Aseton ile aynı işlemler 3 defa tekrarlandı. Aseton süzülerek atıldıktan sonra Bakır granülleri, yavaş Azot akışı altında kurutuldu.

2.3.3.2. Surrogate standart ve kalibrasyon çözeltilerinin kullanımı

Bir surrogate standart, belirlenmesi ve ölçülmesi için özel bir analitik metod geliştirilen hedef analit ile benzer özellikler taşır. Surrogate standardın, çevredeki örneklerde bulunmaması ve hedef analitin tespiti ve miktarının belirlenmesi esnasında girişim yapmaması beklenir (Smith, 2001). Bu çalışmada kullanılan surrogate standartlar, örnek matrisinden geri kazanımı ispatlanarak, uygulanan yöntem ve analizlerin oluşturduğu analitik medotun uygun olup olmadığı konusunda bir kalite kontrol mekanizması olarak kullanıldı.

2.3.3.2.1. PAH kalibrasyon ve surrogate standart çözeltileri

2000 ppm'lik 16 PAH bileşeninin bulunduğu kalibrasyon çözeltisine (Accustandard), BeP ve surrogate standart çözeltisi (2-fluorobiphenyl) eklenerek 5 farklı konsantrasyonda (0,1, 0,25, 0,5, 1, 2 ppm) standart çözeltiler hazırlandı. 2-fluorobiphenyl surrogate standart ve Diklorometan ile analizlerde kullanmak üzere stok çözeltisi hazırlandı. Hazırlanan çözeltiler karanlık ortamda ve -18 ºC'de muhafaza edildi. Surrogate standart ve PAH bileşenlerine ait kalibrasyon grafikleri EK-A'da sunulmuştur.

2.3.3.2.2. PCB kalibrasyon ve surrogate standart çözeltileri

1000 ppm'lik 19 PCB bileşeninin bulunduğu kalibrasyon çözeltisine (Accustandard) surrogate standart çözeltileri (Tetrachloro-m-xylene ve Decachlorobiphenyl) eklenerek 3 farklı konsantrasyonda (0,01, 0,05 ve 0,1 ppm) standart çözeltiler hazırlandı. Tetrachloro-m-xylene surrogate standart ve Aseton, Decachlorobiphenyl surrogate standart ve Hekzan ile 20 ng/mL'lik konsantrasyonlarda stok çözeltiler hazırlandı. Hazırlanan çözeltiler karanlık ortamda ve -18 ºC'de muhafaza edildi. Surrogate standart ve PAH bileşenlerine ait kalibrasyon grafikleri EK-B'de sunulmuştur.

2.3.4. Örneklerin analize hazırlanması ve ekstraksiyonu

Çalışmada kullanılan bütün örneklerin ekstraksiyonları ve diğer ön işlemleri EPA 8100 ve EPA 8082 metotları modifiye edilerek gerçekleştirildi.

2.3.4.1. Sedimentlerin hazırlanması ve ekstraksiyonu

Sediment örneği, çözünmesi için analizin yapılacağı günün bir gün öncesinde derin dondurucudan çıkartılıp +4 ºC'de muhafazaya alındı. Ertesi gün buzdolabından çıkarılan örnek, kurulan filtre sisteminde suyundan uzaklaştırıldı. Örnekten 10 g tartılarak 40 mL'lik viale aktarıldı. Hazırlanan PCB-Decachlorobiphenyl, PCB-Tetrachloro-m-xylene ve PAH 2-fluorobiphenyl surrogate standart çözeltilerinden

0,5’er mL eklendi. 1:1 oranında hazırlanmış 20 mL Aseton ve Hekzan karışımı örneğe eklendi. Son olarak yaklaşık 0,5 g susuz sodyum sülfat eklenerek 1 gece oda sıcaklığında ve karanlık ortamda bekletildi.

Bekletilen örnek ultrasonik banyo içerisine yerleştirilip 1 saat süreyle ekstrakte edildi. 15 dakika bekletildikten sonra üzerine sırasıyla cam yünü ve yaklaşık 2 g sodyum sülfat eklenen bir cam huni yardımıyla vial içindeki örnek temiz bir viale süzüldü. Vial 1 mL Hekzan ile yıkanarak tekrar huniden temiz vialin içine süzüldü. Bu işlem en az 2 defa tekrarlandı. Yaklaşık 20 mL’lik ekstraktın hacmi Azot akışı altında 5 mL’ye ayarlandı. Üzerine 10 mL Hekzan ilave edilerek tekrar Azot akışı altında hacmi 5 mL’ye ayarlandı. Son olarak 5 mL Hekzan ilave edilerek Azot akışı altında son hacim 2 mL’ye konsantre edildi.

2.3.4.2. Midye ve alglerin hazırlanması ve ekstraksiyonu

Midye veya alg örneği, çözünmesi için analizin yapılacağı günün bir gün öncesinde derin dondurucudan çıkartılıp +4 ºC’de muhafazaya alındı. Ertesi gün buzdolabından çıkarılan örnekten 10 g tartıldı ve 40 mL’lik viale aktarıldı. Hazırlanan PCB-Decachlorobiphenyl, PCB-Tetrachloro-m-xylene ve PAH 2-fluorobiphenyl surrogate standart çözeltilerinden 0,5’er mL eklendi. 1:1 oranında hazırlanmış 20 mL Aseton ve Hekzan karışımı örneğe eklendi. Son olarak yaklaşık 0,5 g susuz sodyum sülfat eklenerek 1 gece oda sıcaklığında ve ışıksız ortamda bekletildi.

Bekletilen örnek soğuk ultrasonik banyo içerisine yerleştirilip 1 saat süreyle ekstrakte edildi. 15 dakika bekletildikten sonra üzerine sırasıyla cam yünü ve yaklaşık 2 g sodyum sülfat eklenen bir cam huni yardımıyla vial içindeki örnek temiz bir viale süzüldü. Vial 1 mL Hekzan ile yıkandı ve tekrar huniden temiz vialin içine süzüldü. Bu işlem en az 2 defa tekrarlandı. Yaklaşık 20 mL’lik ekstraktın hacmi Azot akışı altında 5 mL’ye ayarlandı. Üzerine 10 mL Hekzan ilave edilerek tekrar Azot akışı altında hacmi 5 mL’ye ayarlandı. Son olarak 5 mL Hekzan ilave edilerek Azot akışı altında son hacim 2 mL’ye konsantre edildi (Şekil 2.12).



Şekil 2.12: Azot akışı altındaki örnekler

2.3.5. Midye ve alglere asit muamelesi

Sediment örneklerinden farklı olarak, özellikle *M. galloprovincialis*'deki yağ dokusunun ve *U. lactuca*'daki pigmentin giderilmesi için asit muamelesine ihtiyaç duyuldu. 2 mL hacimli örnek santrifüj tüpüne aktarıldı. Vial üç defa Hekzan ile yıkanarak çeperlerinde kalan örnek kalıntılarının da santrifüj tüpüne aktarılması sağlandı. Üzerine 1 mL % 99 saflıkta derişik sülfürik asit eklendi. Tüp santrifüj cihazına yerleştirildi ve 3000 rpm'de 2 dakika santrifüj edildi. Faz ayrımı gerçekleştikten sonra üst faz pipet ile alınarak başka bir viale aktarıldı. Tüpte kalan alt fazın üzerine 0,5 mL Hekzan eklendi ve tekrar 3000 rpm'de 2 dakika santrifüj edildi. Faz ayrımı gerçekleştikten sonra üst faz daha önce alınmış olan üst fazın olduğu viale aktarıldı ve Azot akışı altında 2 mL'ye konsantre edildi.

2.3.6. Sediment, midye ve alglere clean up uygulaması

2 g Alümina ve 3 g Silisik asit tartıldıktan sonra sırasıyla üzerlerine 120 µL ve 100 µL deiyonize su eklendi ve oluşan topaklanma kayboluncaya kadar hafifçe çalkalandı. En az 1 saat bekletildi.

Cam ayırma kolonlarına sırasıyla;

- Cam yünü,
- Silisik asit,
- Alümina,
- Yaklaşık 1 g susuz sodyum sülfat

konduktan sonra 20 mL Diklorometan ile düzenek yıkandı. Diklorometan tamamen süzüldükten sonra sodyum sülfatın üzeri kurumadan 20 mL Petrol eteri kolona eklendi (Şekil 2.13). Aynı şekilde Petrol eteri de tamamen süzüldükten sonra bu süzüntü atıldı ve temiz vialler kolonların altına yerleştirildikten sonra sodyum sülfatın üzeri kurumadan 2 mL'lik örnek kolona döküldü. Vialin çeperleri 2 mL Petrol eteri ile yıkanarak kolona döküldü. Vial içine 20 mL Petrol eteri eklenerek iyice çalkalanarak kolona döküldü ve süzülme tamamlanana kadar beklendi. F1 olarak adlandırılan bu vial PCB'ler için kullanıldı. F1 viali süratle alınarak yerine yeni bir vial yerleştirildi ve kolon üzerinden 20 mL Diklorometan döküldü. Diklorometanın tamamı süzülene kadar beklendi ve F2 viali olarak adlandırılan bu kısım PAH'lar için kullanıldı.



Şekil 2.13: Clean up uygulaması

2.3.7. Sediment, midye ve alglerin son konsantrasyon basamağı

Son olarak aşağıdaki işlemler hem F1 hem de F2 vialine uygulandı:

- Azot gazı ile 5 mL'ye konsantre edildi.
- 10 mL Hekzan ilave edildi ve tekrar 5 mL'ye konsantre edildi.
- 10 mL Hekzan ilave edildi ve 1 mL'ye konsantre edildi.
- Son olarak pasteur pipeti ile 2 mL'lik viallere aktarıldı. Bu işlem yapılırken 40 mL'lik vial 1 mL Hekzan ile yıkanarak yine 1 mL'nin üzerine yıkama sıvısı döküldü. Tekrar Azot akışı altında 1 mL'ye konsantre edildi.

2.3.8. Sedimentlere granüler Bakır uygulaması

1 mL hacimli örneğin üzerine 2 g granüler Bakır eklenerek 2 dakika boyunca hızlıca çalkalandı. Sıvı kısım pipetle temiz bir viale aktarıldı (Jeong ve diğ., 2001). Hazırlanan örnekler analize hemen başlanmayacaksa -18 °C'de ve karanlık ortamda muhafaza edildi. Bu uygulama sedimentlerdeki mevcut sülfürün giderimi için gerçekleştirildi.

2.3.9. Sediment, midye ve alglerin nem tayini

Sabit tartıma getirilmiş porselen krozelere, 1-10 g arasında değişen miktarlarda örnek kondu ve 24 saat süreyle 105 °C'de kurumaya bırakıldı. Daha sonra desikatörde soğutulan örneklerin % katı madde miktarı gravimetrik olarak hesaplandı. Bu işlem analiz sonuçlarının kuru ağırlık üzerinden de değerlendirilebilmesi için yapıldı.

2.3.10. PAH ve PCB analizlerinde GC işletim parametreleri

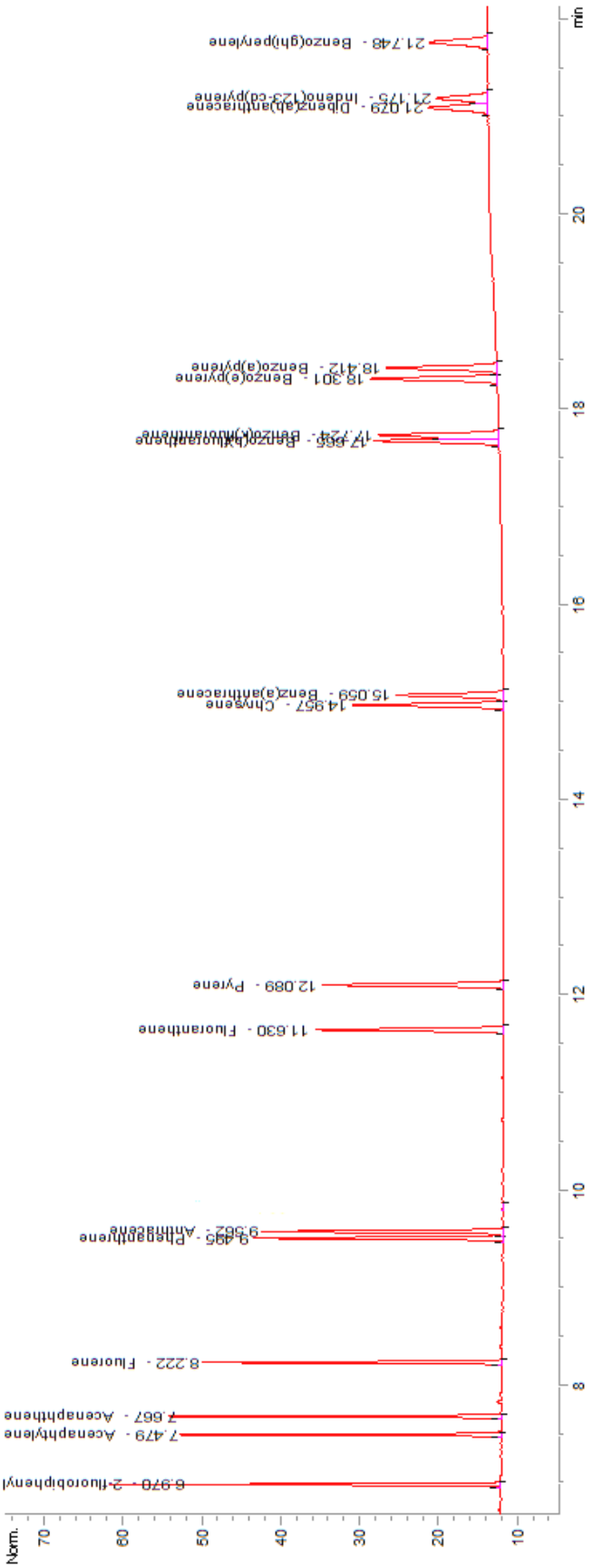
Bu çalışmada PAH ve PCB analizlerinde kullanılan GC işletim parametreleri, literatür çalışmaları (PAH-Bozlaker ve diğ., 2008a; PCB-Bozlaker ve diğ., 2008b) ve bu çalışma başlangıcında uygulanan farklı denemeler doğrultusunda modifiye edilerek kullanılmıştır. Örneklerin analizi PAH'lar için FID dedektörlü, PCB'ler için ECD dedektörlü gaz kromatografi cihazı kullanılarak yapıldı. Analiz şartları Tablo

2.3'te, örnek kromatogramlar PAH bileşikleri için Şekil 2.14'te, PCB bileşikleri için Şekil 2.15'te verilmiştir.

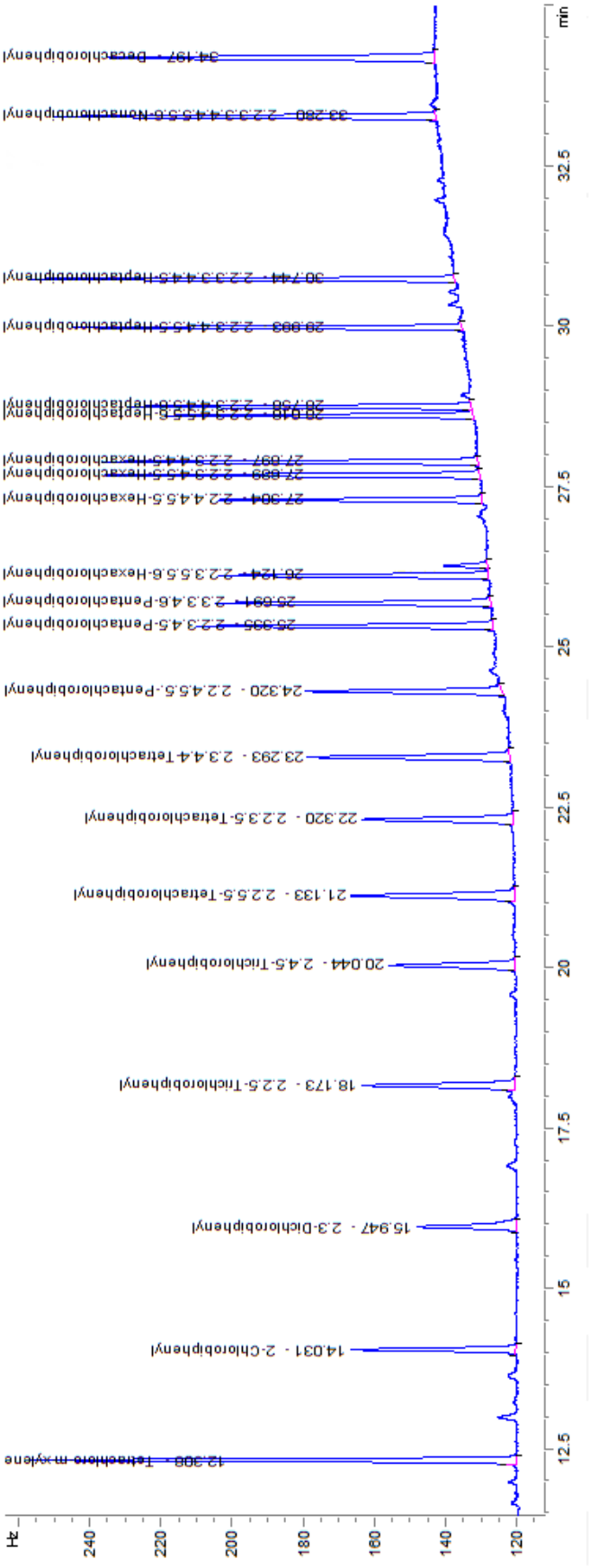
Tablo 2.3: Gaz Kromatografi cihazının işletim parametreleri ve kullanılan kolonların özellikleri

Dedektör	Parametre	Özellik
FID	Analitik Kolon	HP-5 (30 m, 0,32 mm ID x 0,25 µm)
	GC Fırın Sıcaklık Programı	Başlangıç sıcaklığı 50 °C (1 dakika), 200 °C (25 °C/dak), 200-300 C'ye (8 °C/dak) ve 300 °C'de 5,5 dakika bekleme süresi
	Taşıyıcı gaz (akış hızı)	Yüksek saflıkta azot (1,5 mL/dakika)
	Enjeksiyon modu	Splitless
	Enjeksiyon giriş sıcaklığı	250 °C
	Dedektör sıcaklığı	300 °C
	Make up flow	25 mL/dakika
	Enjeksiyon hacmi	1 µL
ECD	Analitik Kolon	HP-5MS (30 m, 0,25 mm ID x 0,25 µm)
	GC Fırın Sıcaklık Programı	Başlangıç sıcaklığı 70 °C (2 dakika), 150 °C (25 °C/dak), 200 °C'ye (3 °C/dak), 280 °C'ye (3 °C/dak) ve 280 °C'de 10 dakika bekleme süresi
	Taşıyıcı gaz (akış hızı)	Yüksek saflıkta azot (2 mL/dakika)
	Enjeksiyon modu	Splitless
	Enjeksiyon giriş sıcaklığı	250 °C
	Dedektör sıcaklığı	300 °C
	Make up flow	50 mL/dakika
	Enjeksiyon hacmi	1 µL

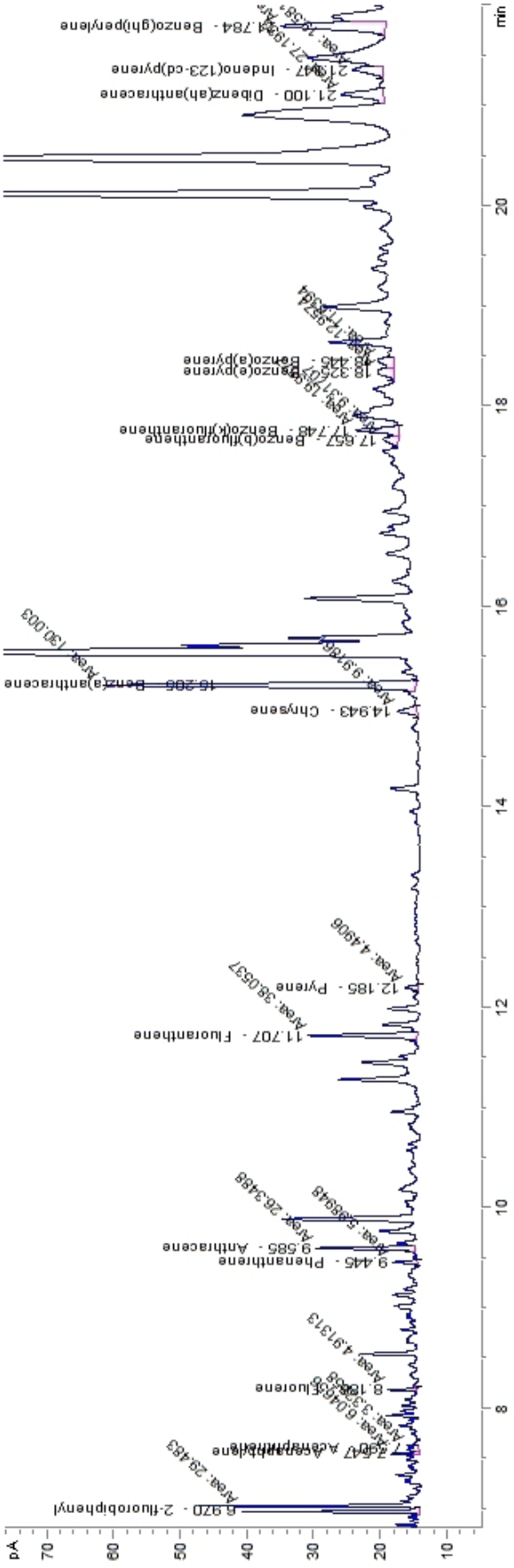
PAH ve PCB'lere ait standart kromatogramlar Şekil 2.14 ve 2.15'te, sediment, midye ve alg örneklerine ait PAH kromatogramları Şekil 2.16, 2.17 ve 2.18'de, PCB kromatogramları Şekil 2.19, 2.20 ve 2. 21'de verilmiştir.



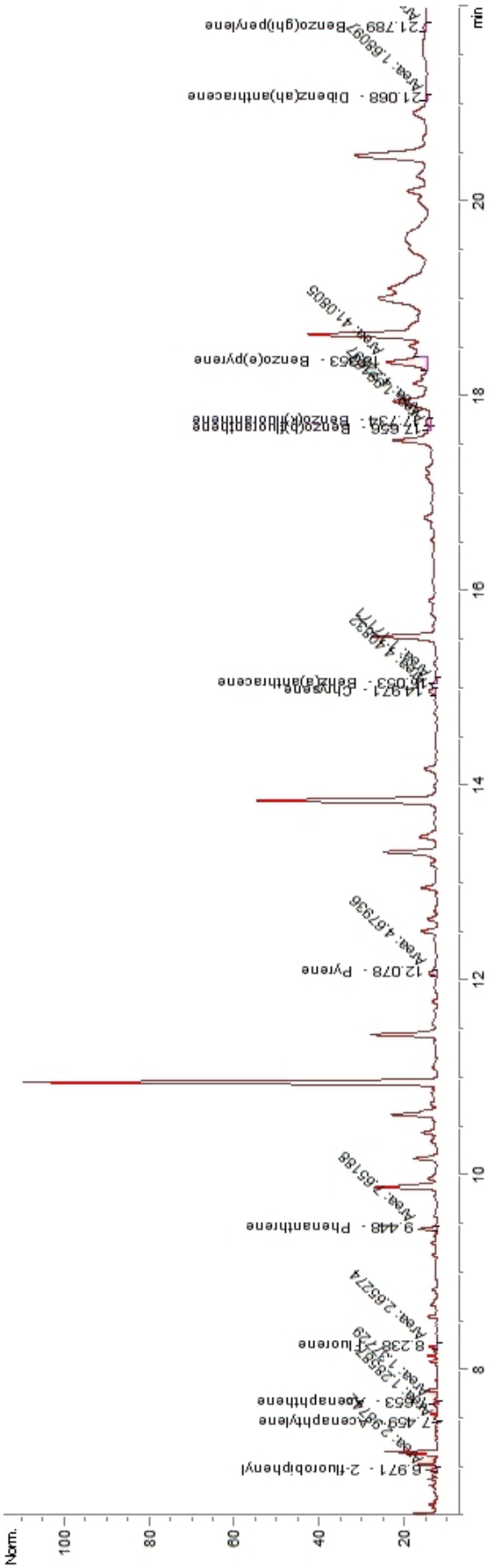
Şekil 2.14: 16 PAH bileşeni ve surrogate standarda ait kromatogram (2000 ppb'lik)



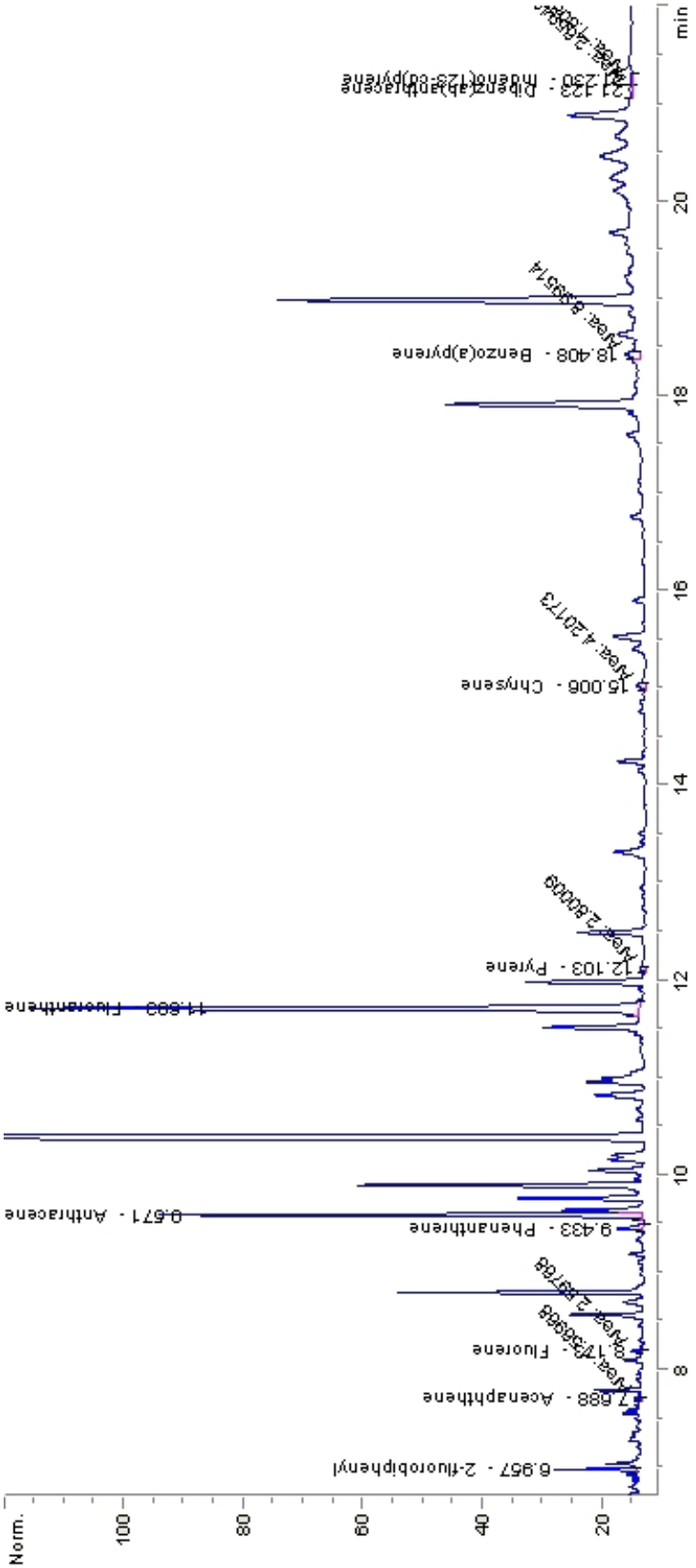
Şekil 2.15: 19 PCB bileşenine ve surrogate standartlara ait kromatogram (10 ppb'lik)



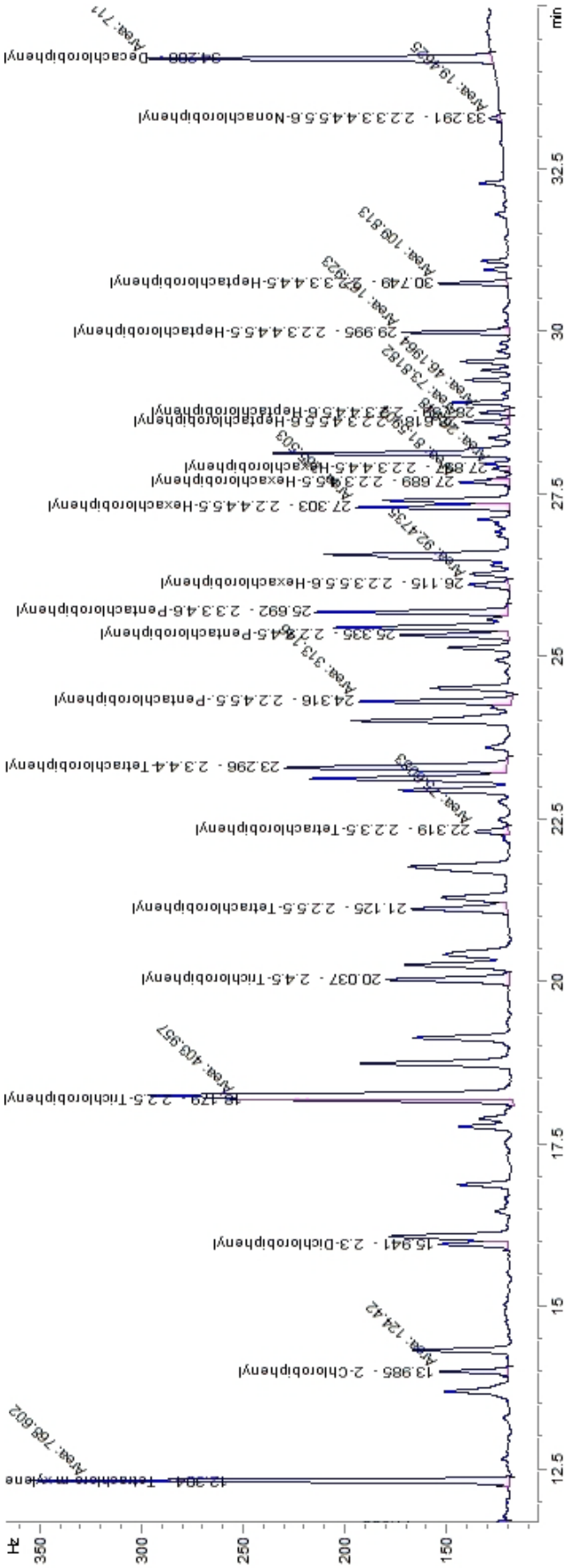
Şekil 2.16: Sediment örneğine ait PAH kromatogramı



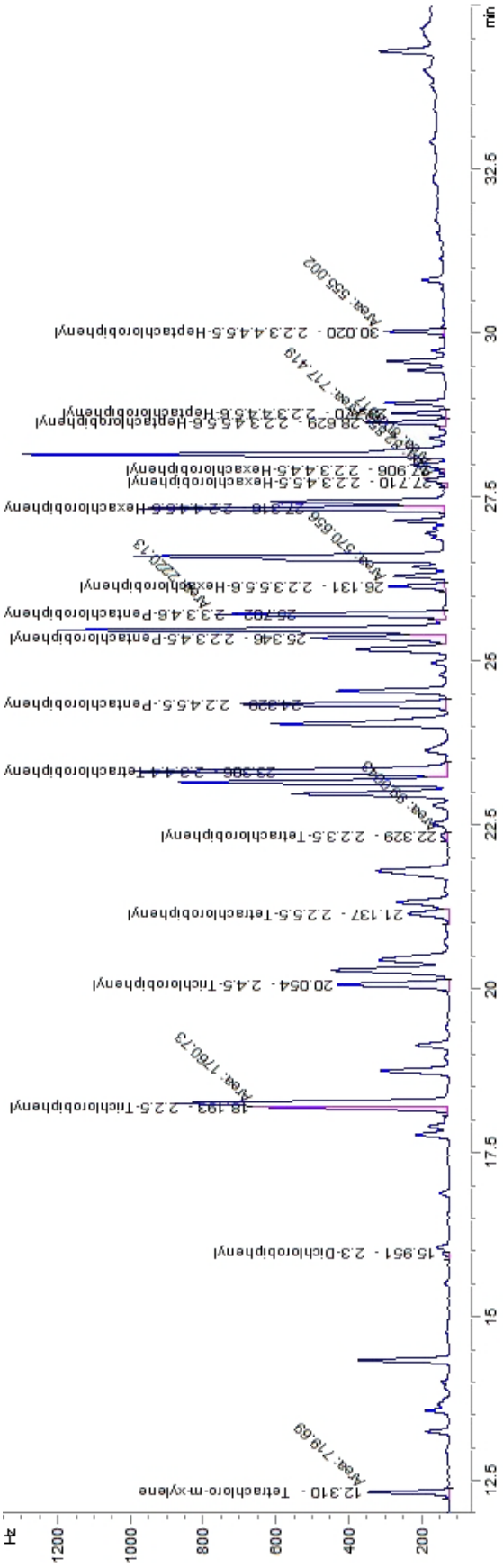
Şekil 2.17: *Mytilus galloprovincialis* örneğine ait PAH kromatogramı



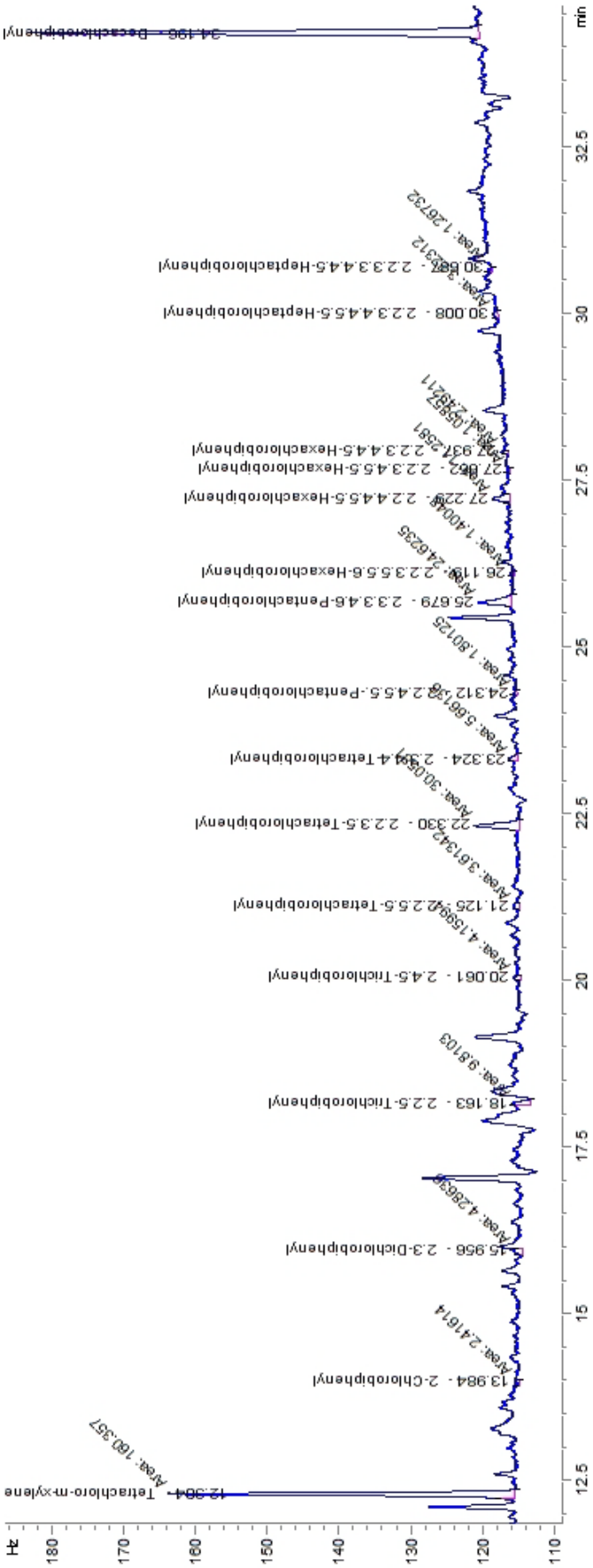
Şekil 2.18: *Ulva lactuca* örneğine ait PAH kromatogramı



Şekil 2.19: Sediment örneğine ait PCB kromatogramı



Şekil 2.20: *Mytilus galloprovincialis* örneğine ait PCB kromatogramı



Şekil 2.21: *Ulva lactuca* örneğine ait PCB kromatogramı

2.3.11. Metot algılama sınırı (MAS)

Bu çalışmada metot algılama sınırı, % 99 güven aralığı içerisinde, belirlenebilen en düşük PAH ve PCB konsantrasyon değeri olarak tanımlandı. Metot algılama sınırını hesaplayabilmek için, en küçük kalibrasyon standart çözeltisinin 7 defa yapılan analiz sonuçları kullanıldı. Analiz sonucunda her bir bileşene ait konsantrasyonların standart sapma "s" değerleri, t-istatistiği tablosunda % 99 güven aralığına denk gelen "*t*"değeri kullanılarak,

$$MAS = t_{(n-1)} * s \quad (2.1)$$

formülünden hesaplandı. Sonuçlar PAH bileşenleri için Tablo 2.4'te, PCB bileşenleri için Tablo 2.5'te verilmiştir.

Tablo 2.4: PAH bileşenleri için metot algılama sınırı

PAH Bileşeni	Metot Algılama Sınırı (ng/mL)
Acenaphtylene	1,4
Acenaphthene	0,7
Fluorene	1,2
Phenanthrene	0,8
Anthracene	1,1
Fluoranthene	0,7
Pyrene	0,7
Chrysene	0,9
Benz(a)anthracene	0,7
Benzo(k)fluoranthene	1,0
Benzo(b)fluoranthene	1,2
Benzo(e)pyrene	0,1
Benzo(a)pyrene	0,9
Dibenz(ah)anthracene	1,3
Indeno(123-cd)pyrene	1,0
Benzo(ghi)perylene	0,6

Tablo 2.5: PCB bileşenleri için metot algılama sınırı

PCB Bileşeni	Metot Algılama Sınırı (ng/mL)
PCB 1	0,2
PCB 5	0,3
PCB 18	0,4
PCB 31	0,3
PCB 52	0,9
PCB 44	0,2
PCB 66	0,3
PCB 101	0,4
PCB 87	0,3
PCB 110	0,4
PCB 151	0,4

Tablo 2.5 (Devam): PCB bileşenleri için metot algılama sınırı

PCB Bileşeni	Metot Algılama Sınırı (ng/mL)
PCB 153	0,4
PCB 141	0,4
PCB 138	0,3
PCB 187	0,4
PCB 183	0,3
PCB 180	0,4
PCB 170	0,4
PCB 206	0,2

2.3.12. Geri kazanım değerleri

2.3.12.1. Midyelerde standart referans madde (SRM) geri kazanım değerleri

2.3.12.1.1. PAH geri kazanım değerleri

Midye örneklerinin analizinde kullanılan yöntemin doğruluğunu belirlemek için NIST-SRM-2977 (Mussel Tissue-Organic Contaminants and Trace Elements) standart referans maddesi kullanıldı. Standart referans maddeden 3 g alınarak, örneklerin analizinde kullanılan yöntemler uygulandı ve GC-FID sisteminde PAH bileşenleri için analiz edildi. Bu işlem standart referans madde örneğinden aynı miktarda 3 farklı örnek hazırlanarak tekrarlandı. Referans madde içinde bulunan 10 farklı PAH bileşenine ait sertifikada verilen konsantrasyon değerleri (onaylanan), bu çalışmada kullanılan metoda göre hazırlanan 3 farklı SRM örneğinin ortalama konsantrasyon ve standart sapma değerleri (ölçülen) ve elde edilen geri kazanım sonuçlarının yüzde (%) değerleri Tablo 2.6'da verilmiştir. En yüksek geri kazanım sonucu, yaklaşık olarak % 114 ile Benz[a]anthracene bileşenine ve en düşük geri kazanım değerleri de % 56,5 ile fluorene ve % 57,8 ile Phenanthrene bileşenlerine aittir. Benzo(e)pyrene bileşeni ise belirlenemedi. Örneklerde belirlenen sonuçlar, geri kazanım oranlarına göre düzeltilmiştir.

Tablo 2.6: Midye Standart Referans Madde (NIST-SRM-2977) PAH geri kazanım değerleri (kuru ağırlık)

PAH Bileşenleri	Onaylanan±SS (ng/g)	Ölçülen±SS (ng/g)	Geri Kazanım (%)
Fluorene	10,2 ± 0,4	5,8 ± 0,1	56,5
Phenanthrene	35,1 ± 3,8	20,3 ± 0,7	57,8
Fluoranthene	38,7 ± 1,0	32,9 ± 1,4	85,1
Pyrene	78,9 ± 3,5	73,3 ± 0,4	92,9
Benz[a]anthracene	20,3 ± 0,8	23,2 ± 0,7	114,0
Benzo(b)fluoranthene	11,0 ± 0,3	8,5 ± 0,2	76,8
Benzo(a)pyrene	8,4 ± 0,7	9,5 ± 0,2	113,9
Dibenz(a,h)anthracene	1,4 ± 0,2	1,3 ± 0,0	91,5
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	4,8 ± 0,8	3,9 ± 0,0	80,6
Benzo(ghi)perylene	9,5 ± 0,4	7,9 ± 0,1	82,7

SS: Standart Sapma

2.3.12.1.2. PCB geri kazanım değerleri

Midye örneklerinin analizinde kullanılan yöntemin doğruluğunu belirlemek için NIST-SRM-2977 (Mussel Tissue-Organic Contaminants and Trace Elements) standart referans maddesi kullanıldı. Standart referans maddeden 3 g alınarak, örneklerin analizinde kullanılan yöntemler uygulandı ve GC-ECD sisteminde PCB bileşenleri için analiz edildi. Bu işlem standart referans madde örneğinden aynı miktarda 3 farklı örnek hazırlanarak tekrarlandı. Referans madde içinde bulunan 14 farklı PCB bileşenine ait sertifikada verilen konsantrasyon değerleri (onaylanan), bu çalışmada kullanılan metoda göre hazırlanan 3 farklı SRM örneğinin ortalama konsantrasyon ve standart sapma değerleri (ölçülen) ve elde edilen geri kazanım sonuçlarının yüzde (%) değerleri Tablo 2.7'de verilmiştir. En yüksek geri kazanım sonucu % 149,6 ile PCB 31 bileşenine ve en düşük geri kazanım değeri de % 20,2 ile PCB 52 bileşenine aittir. Örneklerde belirlenen sonuçlar, geri kazanım oranlarına göre düzeltilmiştir.

Tablo 2.7: Midye Standart Referans Madde (NIST-SRM-2977) PCB geri kazanım değerleri

PCB Bileşenleri	Onaylanan±SS (ng/g)	Ölçülen±SS (ng/g)	Geri Kazanım (%)
PCB 18	2,6 ± 0,3	3,0 ± 0,0	113,7
PCB 31	3,9 ± 0,2	5,9 ± 0,6	149,6
PCB 52	8,4 ± 0,5	1,7 ± 0,0	20,2
PCB 44	3,2 ± 0,6	0,8 ± 0,2	25,1
PCB 66	3,6 ± 0,3	5,4 ± 0,1	147,6
PCB 101	11,2 ± 1,2	10,8 ± 1,3	96,7
PCB 87	2,2 ± 0,1	1,3 ± 0,1	61,4
PCB 110	4,0 ± 0,2	4,6 ± 0,8	113,1
PCB 151	3,1 ± 0,2	3,4 ± 0,6	110,3
PCB 153	14,1 ± 1,0	12,8 ± 1,2	91,1
PCB 187	4,8 ± 0,4	4,9 ± 0,9	102,8
PCB 183	1,3 ± 0,1	1,3 ± 0,3	97,2
PCB 180	6,8 ± 0,7	6,4 ± 1,0	94,1
PCB 170	3,0 ± 0,2	3,4 ± 0,6	113,8

SS: Standart Sapma

2.3.12.2. Sedimentlerde standart referans madde (SRM) geri kazanım değerleri

2.3.12.2.1. PAH geri kazanım değerleri

Sediment örneklerinin analizinde kullanılan yöntemin doğruluğunu belirlemek için NIST SRM 1941b (Organics in Marine Sediment) standart referans maddesi kullanıldı. Standart referans maddeden 1 g alınarak, örneklerin analizinde kullanılan yöntemler uygulandı ve GC-FID sisteminde PAH bileşenleri için analiz edildi. Bu işlem standart referans madde örneğinden aynı miktarda 2 farklı örnek hazırlanarak tekrarlandı. Referans madde içinde bulunan 14 farklı PAH bileşenine ait sertifikada verilen konsantrasyon değerleri (onaylanan), bu çalışmada kullanılan metoda göre hazırlanan 2 farklı SRM örneğinin ortalama konsantrasyon ve standart sapma değerleri (ölçülen) ve elde edilen geri kazanım sonuçlarının yüzde (%) değerleri Tablo 2.6'da verilmiştir. En yüksek geri kazanım sonucu % 99,2 Dibenz(a,h)anthracene bileşenine, en düşük geri kazanım değeri de % 49,9 ile Benzo(b)fluoranthene bileşenine aittir. Örneklerde belirlenen sonuçlar, geri kazanım oranlarına göre düzeltilmiştir.

Tablo 2.8: Sediment Standart Referans Madde (NIST-SRM-1941b) PAH geri kazanım değerleri (kuru ağırlık)

PAH Bileşenleri	Onaylanan±SS	Ölçülen±SS	Geri Kazanım (%)
Fluorene	85 ± 15	53,3 ± 1,4	62,7
Phenanthrene	406 ± 44	232 ± 0,2	57,1
Anthracene	184 ± 18	113 ± 2,2	61,4
Fluoranthene	651 ± 50	403 ± 0,4	61,9
Pyrene	581 ± 39	383 ± 2,9	65,9
Chrysene	291 ± 31	196 ± 1,8	67,4
Benz[a]anthracene	335 ± 25	252 ± 0,7	75,2
Benzo(b)fluoranthene	453 ± 21	226 ± 16	49,9
Benzo(k)fluoranthene	225 ± 18	190 ± 1,3	84,4
Benzo(e)pyrene	325 ± 25	276 ± 0,1	84,9
Benzo(a)pyrene	358 ± 17	353 ± 0,3	98,6
Dibenz(a,h)anthracene	53 ± 10	52,6 ± 0,8	99,2
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	341 ± 57	254 ± 0,5	74,4
Benzo(ghi)perylene	307 ± 45	203 ± 1,3	66,1

SS: Standart Sapma

2.3.12.2.2. PCB geri kazanım değerleri

Sediment örneklerinin analizinde kullanılan yöntemin doğruluğunu belirlemek için NIST SRM 1941b (Organics in Marine Sediment) standart referans maddesi kullanıldı. Standart referans maddeden 1 g alınarak, örneklerin analizinde kullanılan yöntemler uygulandı ve GC-ECD sisteminde PCB bileşenleri için analiz edildi. Bu işlem standart referans madde örneğinden aynı miktarda 2 farklı örnek hazırlanarak tekrarlandı. Referans madde içinde bulunan 15 farklı PCB bileşenine ait sertifikada verilen konsantrasyon değerleri (onaylanan), bu çalışmada kullanılan metoda göre hazırlanan 2 farklı SRM örneğinin ortalama konsantrasyon ve standart sapma değerleri (ölçülen) ve elde edilen geri kazanım sonuçlarının yüzde (%) değerleri Tablo 2.8'de verilmiştir. En yüksek geri kazanım sonucu % 153,2 ile PCB 183 bileşenine ve en düşük geri kazanım değeri de % 39,6 ile PCB 52 bileşenine aittir. Örneklerde belirlenen sonuçlar, geri kazanım oranlarına göre düzeltilmiştir.

Tablo 2.9: Sediment Standart Referans Madde (NIST SRM 1941b) PCB geri kazanım değerleri

PCB Bileşenleri	Onaylanan±SS (ng/g)	Ölçülen±SS (ng/g)	Geri Kazanım (%)
PCB 18	2,4 ± 0,3	1,6 ± 0,7	66,8
PCB 31	3,2 ± 0,4	2,7 ± 0,5	85,6
PCB 52	5,2 ± 0,3	2,1 ± 0,4	39,6
PCB 44	3,9 ± 0,2	4,5 ± 0,4	117,0
PCB 66	5,0 ± 0,5	4,8 ± 0,2	97,1
PCB 101	5,1 ± 0,3	3,9 ± 0,7	75,4
PCB 87	1,1 ± 0,2	1,1 ± 0,1	95,1
PCB 110	4,6 ± 0,4	2,6 ± 0,3	55,2
PCB 153	5,5 ± 0,3	3,8 ± 0,4	70,1
PCB 138	3,6 ± 0,3	1,8 ± 0,1	50,3
PCB 187	2,2 ± 0,2	2,0 ± 0,2	93,3
PCB 183	1,0 ± 0,1	1,5 ± 0,0	153,2
PCB 180	3,2 ± 0,5	2,7 ± 0,4	84,8
PCB 170	1,4 ± 0,1	1,5 ± 0,0	111,0
PCB 206	2,4 ± 0,2	2,3 ± 0,3	94,0

SS: Standart Sapma

2.3.12.3. Surrogate standart geri kazanım değerleri

Kullanılan surrogate standartların geri alınabilirlik sonuçları Tablo 2.10, 2.11 ve 2.12'de verilmiştir.

Tablo 2.10: 2-fluorobiphenyl surrogate standart geri alınabilirlik sonuçları (%)

	Yüzey sediment	Tuzak sediment	Midye	Alg
	(N=54)	(N=70)	(N=89)	(N=75)
Ortalama±SS	63,6±7,4	60,8±9,1	54,2±9,1	48,4±5,8
Minimum	50,9	49,9	41,9	40,6
Maksimum	81,0	97,8	74,0	61,1

SS: Standart Sapma, N: örnek sayısı

Tablo 2.11: Tetrachloro-m-xylene surrogate standart geri alınabilirlik sonuçları (%)

	Yüzey sediment	Tuzak sediment	Midye	Alg
	(N=54)	(N=70)	(N=89)	(N=75)
Ortalama±SS	68,4±11,7	72,0±15,5	64,7±13,0	54,5±3,5
Minimum	50,1	51,3	50,7	50,1
Maksimum	85,7	112,8	95,2	58,6

SS: Standart Sapma, N: örnek sayısı

Tablo 2.12: Decachlorobiphenyl surrogate standart geri alınabilirlik sonuçları (%)

	Yüzey sediment	Tuzak sediment	Midye	Alg
	(N=54)	(N=70)	(N=89)	(N=75)
Ortalama±SS	75,4±14,7	76,7±15,6	69,2±13,3	67,7±17,0
Minimum	52,4	51,4	50,2	50,1
Maksimum	110,7	113,1	99,5	113,4

SS: Standart Sapma, N: örnek sayısı

Analiz metodunun geri kazanım oranlarını belirlemek için ekstraksiyon öncesinde her bir örneğe eklenen surrogate standart (Accustandard) iki bileşik (2-fluorobiphenyl ve 1-fluoronaphthalene) içermektedir. Bu surrogate standartlardan 1-fluoronaphthalene bileşeninin kalma zamanı naphthalene bileşiğinin kalma zamanı ile çakıştığı için sonuçlarda hem bu surrogate standarda hem de napthalene bileşiğine ait veriler kullanılmadı. Acenaphtylene bileşiği ise uçucu olduğundan ve şahit örneklerde yüksek düzeylerde görüldüğünden, sonuçları fazla güvenilir bulunmamış ve bu bileşiğe ait sonuçlar hesaba katılmadı. Sadece metot algılama sınırı hesaplama çalışmalarında değerlendirildi.

Örneklerle birlikte laboratuvar şahitlerine de aynı işlemler uygulanarak sonuçlar, şahit değerleri örnek değerlerinden çıkartılıp sonrasında yaş ağırlık miktarına bölünerek yaş ağırlık cinsinden ng/g olarak hesaplandı. Daha sonra nem yüzde miktarları kullanılarak kuru ağırlıklar ng/g olarak hesaplandı.

2.3.13. Günlük sedimentasyon miktarı (GSM) nın hesaplanması

Her örnekleme periyodu sonunda sediment tuzaklarında toplanan sedimentin tamamı laboratuvar ortamında rotary splitter yardımıyla eşit parçalara ayrıldı. Eş parçalardan biri 55 °C'a ayarlı etüvde 48 saat süreyle suyundan uzaklaştırıldı, toz hale getirildi ve tartıldı. Tartım sonucunda elde edilen değer, eş parça sayısı ile çarpılarak örnekleme dönemi boyunca tuzakta biriken sedimentin kuru ağırlığı elde edildi. Bu verilerden yararlanılarak GSM miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplandı.

$$\mathrm{GSM} = \frac{S \times T}{G} \qquad (2.2)$$

GSM = Günlük ortalama sediment miktarı

S = Sediment tuzağının ağız açıklığı alanı (m^2)

T = Toplam sediment ağırlığı (g)

G = Örnekleme süresi (gün) dir.

2.3.14. Korelasyon katsayılarının hesaplanması

Çalışmada belirlenen korelasyon katsayıları, Microsoft Office Excel 2007'de mevcut korelasyon katsayısı formülüne göre hesaplanmıştır. Bu formül aşağıda verilmiştir:

$$Correl(X,Y) = \frac{\sum (x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{\sum (x-\bar{x})^2 \sum (y-\bar{y})^2}} \qquad (2.3)$$

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Örnekleme Ortamı ve İncelenen Parametrelere Ait Bazı Veriler

3.1.1. Deniz suyuna ait oşinografik bulgular

3.1.1.1. Kıyı istasyonlarında ölçülen değerler

Kıyı istasyonlarında 2008 yılı ilkbahar mevsiminde başlayan ve 2010 yılı ilkbahar mevsimine kadar periyodik olarak 9 kez gerçekleştirilen örnekleme çalışmaları sırasında deniz suyunda ölçülen sıcaklık, pH ve çözünmüş oksijen değerleri Tablo 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8 ve 3.9'da verilmiştir. Deniz suyunda pH değerleri genel olarak nötr değerin üzerinde 8-8,5 aralığında değişmektedir. Çözünmüş Oksijen konsantrasyonu, sıcaklık ve basınç gibi faktörlere bağlı olarak 8-10 mg/L arasında değişen değerler alır.

Tablo 3.1: Bahar'08 örneklemesi deniz suyunda ölçülen sıcaklık, pH ve çözünmüş oksijen değerleri

İstasyon	Tarih	Saat	Sıcaklık (°C)	pH	Çözünmüş Oksijen (mg/L)
Eskihisar	10.05.2008	11:00	21,94	8,73	8,60
Tavşancıl	10.05.2008	13:00	22,57	8,72	7,80
Hereke	10.05.2008	14:20	23,41	8,76	7,50
Tüpraş-Batı	10.05.2008	16:40	23,69	8,77	8,00
Plaj Yolu	10.05.2008	18:10	22,85	8,74	-
Sekapark	11.05.2008	14:50	22,65	8,90	-
Vinsan	11.05.2008	16:00	29,06	8,72	-
Değirmendere	13.05.2008	14:45	21,33	9,05	7,90
Karamürsel	13.05.2008	16:10	25,30	9,20	7,80
Hersek	13.05.2008	18:20	23,90	9,10	8,10

-: ölçüm yapılamadı

Tablo 3.2: Yaz'08 örneklemesi deniz suyunda ölçülen sıcaklık, pH ve çözünmüş oksijen değerleri

İstasyon	Tarih	Saat	Sıcaklık (°C)	pH	Çözünmüş Oksijen (mg/L)
Eskihisar	19.07.2009	11:03	21,95	8,18	9,79
Tavşancıl	19.07.2009	12:28	22,57	8,04	8,89
Hereke	19.07.2009	13:44	23,41	7,92	8,01
Tüpraş-Batı	19.07.2009	15:15	23,69	8,10	10,45
Plaj Yolu	19.07.2009	16:20	24,21	8,50	9,02
Sekapark	19.07.2009	18:00	24,88	8,70	9,22
Vinsan	20.07.2009	15:18	29,06	8,88	-
Değirmendere	20.07.2009	13:10	21,33	8,11	9,49
Karamürsel	20.07.2009	11:30	25,30	8,21	9,05
Hersek	20.07.2009	10:05	23,90	8,08	9,48

-: Ölçüm yapılamadı

Tablo 3.3: Güz'08 örneklemesi deniz suyunda ölçülen sıcaklık, pH ve çözünmüş oksijen değerleri

İstasyon	Tarih	Saat	Sıcaklık (°C)	pH	Çözünmüş Oksijen (mg/L)
Eskihisar	30.10.2009	08:50	16,87	8,30	8,26
Tavşancıl	30.10.2009	10:15	17,43	8,33	8,54
Hereke	30.10.2009	11:30	17,70	8,34	10,41
Tüpraş-Batı	30.10.2009	13:55	18,85	8,53	12,60
Plaj Yolu	30.10.2009	15:45	17,98	8,37	10,38
Sekapark	30.10.2009	17:10	18,00	8,15	5,71
Vinsan	01.11.2009	15:25	20,23	8,57	12,83
Değirmendere	01.11.2009	12:55	18,11	8,37	9,29
Karamürsel	01.11.2009	09:55	17,40	8,31	8,28
Hersek	01.11.2009	11:15	17,71	8,24	9,05

Tablo 3.4: Kış'09 örneklemesi deniz suyunda ölçülen sıcaklık, pH ve çözünmüş oksijen değerleri

İstasyon	Tarih	Saat	Sıcaklık (°C)	pH	Çözünmüş Oksijen (mg/L)
Eskihisar	19.01.2009	11:30	8,33	8,22	9,55
Tavşancıl	19.01.2009	13:30	8,48	8,28	10,01
Hereke	19.01.2009	15:10	9,08	8,21	9,66
Tüpraş-Batı	21.01.2009	11:10	9,08	8,24	10,59
Plaj Yolu	21.01.2009	12:50	9,36	8,31	12,21
Sekapark	21.01.2009	14:45	8,61	8,25	9,24
Vinsan	21.01.2009	16:00	10,60	8,27	9,40
Değirmendere	23.01.2009	10:25	8,99	7,74	10,28
Karamürsel	23.01.2009	12:00	9,45	8,49	10,22
Hersek	23.01.2009	13:15	9,48	8,26	9,41

Tablo 3.5: Bahar'09 örneklemesi deniz suyunda ölçülen sıcaklık, pH ve çözünmüş oksijen değerleri

İstasyon	Tarih	Saat	Sıcaklık (°C)	pH	Çözünmüş Oksijen (mg/L)
Eskihisar	19.04.2009	10:42	13,25	8,39	12,15
Tavşancıl	19.04.2009	13:37	14,93	8,31	10,97
Hereke	19.04.2009	14:33	14,98	8,28	9,79
Tüpraş-Batı	23.04.2009	09:40	12,24	8,24	7,54
Plaj Yolu	23.04.2009	11:22	12,39	7,83	4,82
Sekapark	23.04.2009	14:15	11,78	8,25	7,84
Vinsan	28.04.2009	16:17	17,55	8,17	10,21
Değirmendere	28.04.2009	13:33	14,32	8,42	12,07
Karamürsel	28.04.2009	12:05	14,62	8,35	10,05
Hersek	28.04.2009	10:32	12,09	8,35	9,35

Tablo 3.6: Yaz'09 örneklemesi deniz suyunda ölçülen sıcaklık, pH ve çözünmüş oksijen değerleri

İstasyon	Tarih	Saat	Sıcaklık (°C)	pH	Çözünmüş Oksijen (mg/L)
Eskihisar	15.07.2009	11:30	23,86	8,36	7,15
Tavşancıl	15.07.2009	13:10	23,72	8,33	7,05
Hereke	15.07.2009	14:40	23,46	8,19	6,73
Tüpraş-Batı	08.07.2009	12:30	27,29	8,91	19,27
Plaj Yolu	08.07.2009	14:00	29,51	8,34	11,24
Sekapark	08.07.2009	16:50	27,37	8,31	7,19
Vinsan	01.07.2009	17:00	25,65	8,42	12,50
Değirmendere	01.07.2009	14:00	23,14	8,40	13,04
Karamürsel	01.07.2009	12:30	25,82	8,23	8,16
Hersek	01.07.2009	10:40	25,28	8,03	7,23

Tablo 3.7: Güz'09 örneklemesi deniz suyunda ölçülen sıcaklık, pH ve çözünmüş oksijen değerleri

İstasyon	Tarih	Saat	Sıcaklık (°C)	pH	Çözünmüş Oksijen (mg/L)
Eskihisar	18.10.2009	12:00	19,76	8,25	8,07
Tavşancıl	18.10.2009	13:01	20,07	8,34	10,02
Hereke	18.10.2009	14:23	20,18	8,27	9,96
Tüpraş-Batı	18.10.2009	16:48	20,20	8,18	8,38
Plaj Yolu	18.10.2009	17:35	20,57	8,08	6,51
Sekapark	18.10.2009	17:48	20,30	8,09	6,54
Vinsan	26.10.2009	16:38	20,32	8,23	8,12
Değirmendere	26.10.2009	14:03	19,94	8,13	7,75
Karamürsel	26.10.2009	12:56	20,21	8,22	7,98
Hersek	26.10.2009	11:36	19,96	7,85	3,89

Tablo 3.8: Kış'10 örneklemesi deniz suyunda ölçülen sıcaklık, pH ve çözünmüş oksijen değerleri

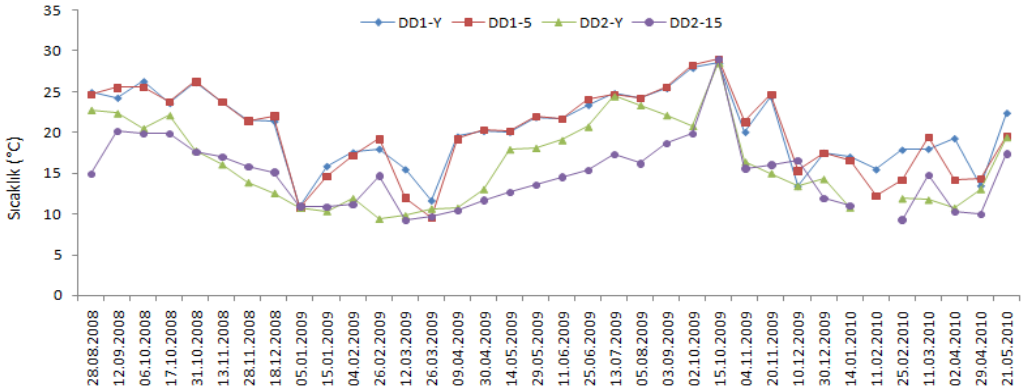
İstasyon	Tarih	Saat	Sıcaklık (°C)	pH	Çözünmüş Oksijen (mg/L)
Eskihisar	16.01.2010	11:00	10,40	8,24	10,59
Tavşancıl	16.01.2010	12:00	10,50	8,53	11,27
Hereke	16.01.2010	14:00	10,80	8,43	9,78
Tüpraş-Batı	22.01.2010	10:00	10,40	8,35	9,51
Plaj Yolu	22.01.2010	11:00	8,70	8,20	10,68
Sekapark	29.01.2010	14:00	9,90	8,28	9,14
Vinsan	22.01.2010	14:00	8,70	8,41	10,46
Değirmendere	29.01.2010	13:30	10,30	8,32	10,55
Karamürsel	29.01.2010	12:30	9,70	8,42	10,49
Hersek	29.01.2010	11:30	8,70	8,38	10,36

Tablo 3.9: Bahar'10 örneklemesi deniz suyunda ölçülen sıcaklık, pH ve çözünmüş oksijen değerleri

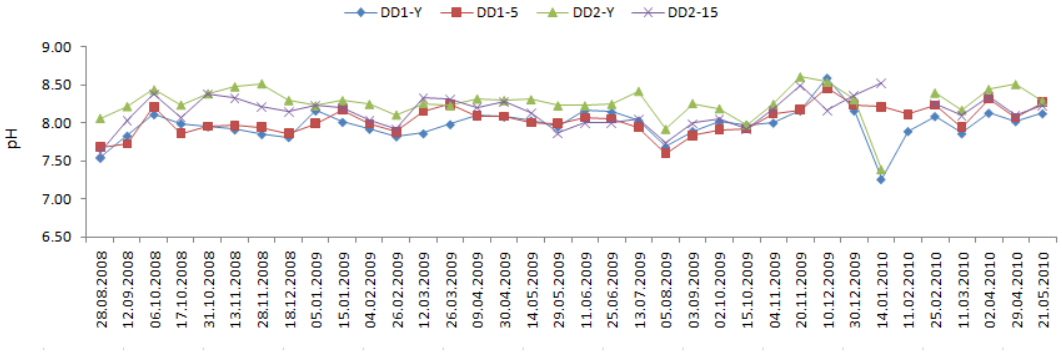
İstasyon	Tarih	Saat	Sıcaklık (°C)	pH	Çözünmüş Oksijen (mg/L)
Eskihisar	08.04.2010	11:00	11,39	8,33	10,80
Tavşancıl	08.04.2010	13:00	11,25	8,33	10,74
Hereke	08.04.2010	14:10	11,68	8,26	10,31
Tüpraş-Batı	16.04.2010	10:45	13,42	8,33	12,05
Plaj Yolu	16.04.2010	12:08	13,83	8,21	9,72
Sekapark	16.04.2010	13:30	16,86	8,18	9,57
Vinsan	16.04.2010	15:45	18,37	8,33	12,54
Değirmendere	22.04.2010	10:40	14,38	8,50	11,98
Karamürsel	22.04.2010	12:20	15,57	8,30	11,59
Hersek	22.04.2010	14:20	13,93	8,25	8,95

3.1.1.2. Sediment tuzağı istasyonlarında ölçülen değerler

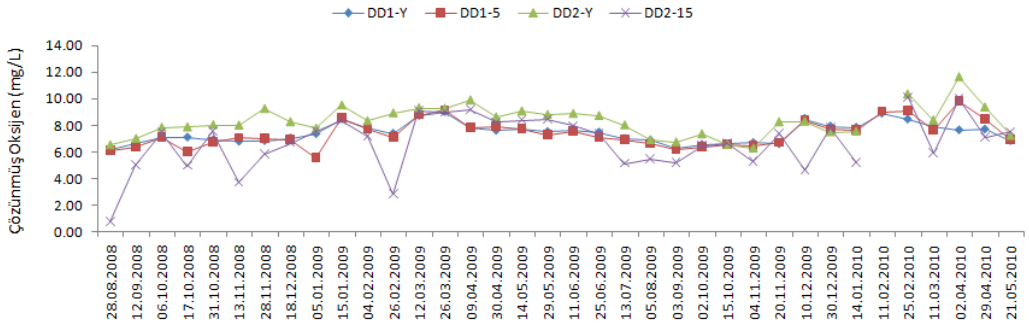
22 ay süreyle tuzak sediment örneği alınan Dilderesi istasyonlarında (DD1 ve DD2) yüzey, -5 m ve -15 m derinliklerdeki su kolonunda ölçülen deniz suyuna ait sıcaklık, pH ve çözünmüş oksijen değerleri Şekil 3.1'de verilmiştir.



a)



b)



c)

Şekil 3.1: DD1 ve DD2 istasyonlarında yüzey, -5 m, -15 m derinliklerdeki su kolonunda ölçülen bazı oşinografik parametreler [a: Sıcaklık (°C), b: pH, c: Çözünmüş Oksijen (mg/L)]

3.1.2. Midyelere ait boy uzunluğu ve yaş et ağırlığı

Analizlerde kullanılan midyelerin ortalama boy uzunluğu ve yaş et ağırlıkları Tablo 3.10'da verilmiştir. Bazı örnekleme dönemlerinde mevsim şartları nedeniyle diğer istasyonlara göre daha az miktarda örnek elde edilmiştir. Bahar'08 örneklemesine ait morfolojik ölçümler yapılamamıştır.

Tablo 3.10: PAH ve PCB analizlerinde kullanılan midyelerin ortalama boy uzunlukları (cm) ve yaş et ağırlıkları (g)

	İstasyon	Adet	Ortalama Boy	Yaş Ağırlık
Yaz'08	Eskihisar	112	5,33±0,78	400,1
	Tavşancıl	107	6,93±0,94	348,4
	Hereke	88	5,32±0,75	329,1
	Tüpraş Batı	121	5,64±0,87	176,9
	Plajyolu	95	4,62±0,52	206,7
	Sekapark	100	6,70±0,83	276,4
	Vinsan	96	5,16±1,10	145,7
	Değirmendere	100	7,16±1,29	476,3
	Karamürsel	124	5,53±0,92	234,7
	Hersek	101	6,57±0,81	238,5
Güz'08	Eskihisar	104	5,65±1,06	359,2
	Tavşancıl	78	5,70±0,88	244,2
	Hereke	79	6,20±0,76	276,8
	Tüpraş Batı	115	5,19±0,81	266,8
	Plajyolu	113	4,96±0,65	216,5
	Sekapark	94	4,89±0,69	191,1
	Vinsan	126	4,54±0,56	295,0
	Değirmendere	105	5,85±0,94	400,3
	Karamürsel	78	5,42±1,13	245,3
	Hersek	120	5,36±0,91	275,4
Kış'09	Eskihisar	105	6,06±0,91	482,4
	Tavşancıl	77	5,71±0,84	161,2
	Hereke	193	5,15±0,64	317,2
	Tüpraş Batı	139	5,65±0,73	405,6
	Plajyolu	109	5,27±0,97	357,3
	Sekapark	191	5,05±0,76	416,5
	Vinsan	162	4,89±0,85	436,7
	Değirmendere	127	5,83±1,04	493,5
	Karamürsel	86	5,45±0,91	210,1
	Hersek	143	5,28±0,80	353,7
Bahar'09	Eskihisar	100	4,59±1,10	404,5
	Tavşancıl	163	4,87±0,76	638,7
	Hereke	134	5,68±0,73	372,1
	Tüpraş Batı	182	4,70±0,57	494,3
	Plajyolu	113	4,99±0,66	364,2
	Sekapark	158	5,18±0,76	378,9
	Vinsan	152	4,75±1,23	460,9
	Değirmendere	148	5,14±1,31	526,9
	Karamürsel	171	4,53±1,05	344,9
	Hersek	98	5,51±1,21	383,2
Yaz'09	Eskihisar	82	4,65±1,00	159,8
	Tavşancıl	82	4,46±0,82	128,4
	Hereke	82	4,73±1,05	145,0
	Tüpraş Batı	82	4,67±0,76	182,4
	Plajyolu	80	5,00±0,70	242,7
	Sekapark	80	5,18±0,90	188,2
	Vinsan	86	5,21±1,07	379,9
	Değirmendere	80	5,19±1,27	231,4
	Karamürsel	82	4,46±0,95	126,6
	Hersek	80	5,20±0,77	232,5

Tablo 3.10 (Devam): PAH ve PCB analizlerinde kullanılan midyelerin ortalama boy uzunlukları (cm) ve yaş et ağırlıkları (g)

	İstasyon	Adet	Ortalama Boy	Yaş Ağırlık
Güz'09	Eskihisar	84	4,90±0,93	133,0
	Tavşancıl	84	4,58±0,72	108,1
	Hereke	82	5,03±0,93	140,9
	Tüpraş Batı	87	5,05±0,86	174,6
	Plajyolu	81	4,97±0,57	205,6
	Sekapark	82	4,79±0,70	144,6
	Vinsan	82	5,47±1,20	272,5
	Değirmendere	80	5,40±1,12	170,7
	Karamürsel	83	4,28±0,45	72,0
	Hersek	82	5,02±1,03	130,0
Kış'10	Eskihisar	80	4,64±1,08	159,8
	Tavşancıl	80	4,62±0,64	140,7
	Hereke	86	4,91±1,11	190,0
	Tüpraş Batı	80	4,87±0,91	212,8
	Plajyolu	81	5,19±0,89	205,8
	Sekapark	81	4,79±0,95	146,4
	Vinsan	80	5,69±1,21	239,9
	Değirmendere	80	4,48±0,94	145,0
	Karamürsel	76	4,56±0,72	114,2
	Hersek	80	5,14±1,08	209,9
Bahar'10	Eskihisar	83	4,61±0,83	211,2
	Tavşancıl	81	4,14±0,51	135,4
	Hereke	80	4,66±0,99	196,0
	Tüpraş Batı	80	5,06±1,19	240,8
	Plajyolu	80	4,97±0,93	203,1
	Sekapark	81	5,26±1,19	264,8
	Vinsan	81	5,53±1,43	253,8
	Değirmendere	80	4,76±0,76	216,6
	Karamürsel	80	4,88±0,78	182,9
	Hersek	80	5,31±1,12	265,7

3.1.3. Alglere ait yaş ağırlıklar

Analizlerde kullanılan alglerin yaş ağırlıkları Tablo 3.11'de verilmiştir. Bazı örnekleme dönemlerinde mevsim şartları nedeniyle diğer istasyonlara göre daha az miktarda örnek elde edilmiştir.

Tablo 3.11: PAH ve PCB analizlerinde kullanılan alglerin yaş ağırlıkları (g)

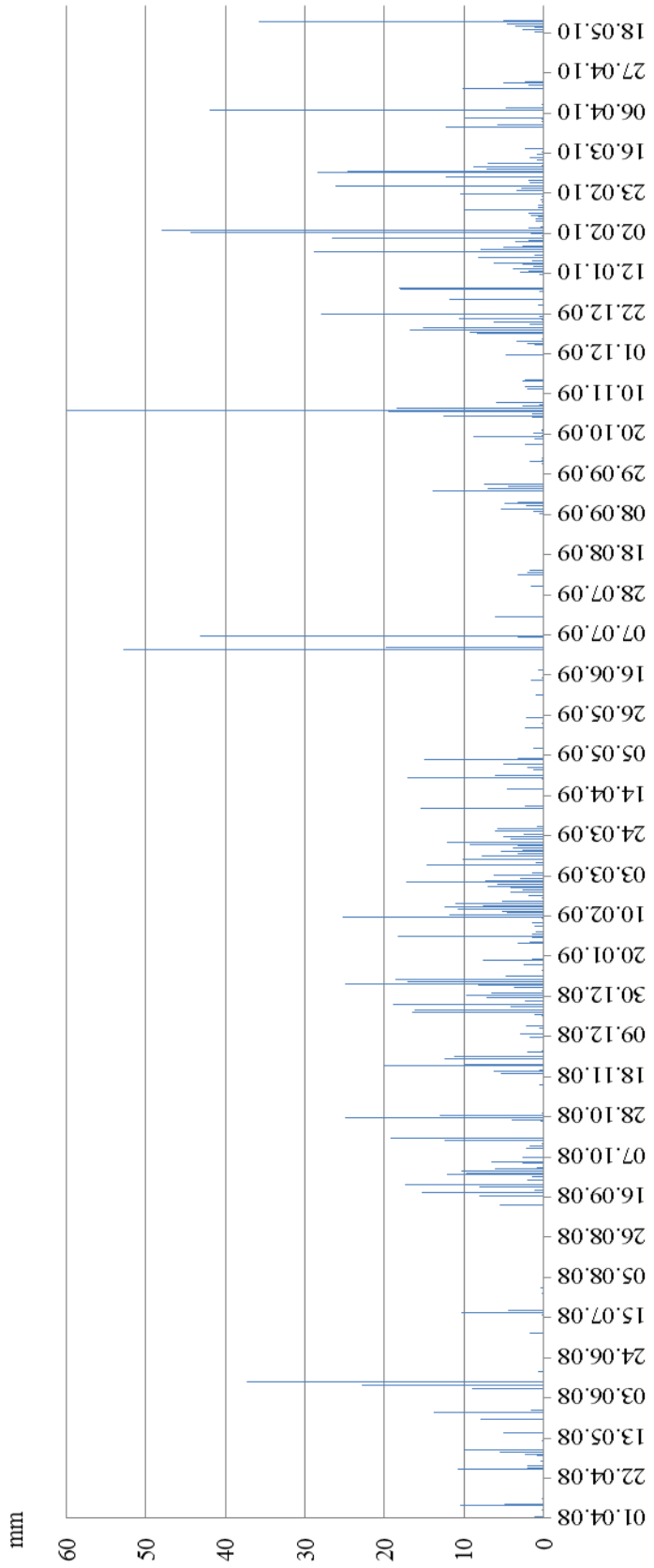
	Örnekleme Dönemleri								
İstasyon	Bahar'08	Yaz'08	Güz'08	Kış'09	Bahar'09	Yaz'09	Güz'09	Kış'10	Bahar'10
Eskihisar	134,8	480,5	382,2	538,4	645,0	192,6	503,4	137,1	305,7
Tavşancıl	339,2	322,4	440,9	382,5	425,1	151,8	224,6	568,1	205,0
Hereke	285,5	191,7	526,3	763,8	396,3	131,2	381,2	698,0	186,0
Tüpraş Batı	285,1	283,3	232,7	-	760,3	269,9	142,7	-	290,1
Plajyolu	262,9	253,1	524,9	368,9	602,9	287,0	416,5	104,1	145,8
Sekapark	254,4	166,1	318,4	64,4	348,5	223,0	327,7	-	158,7
Vinsan	312,7	296,3	595,4	697,7	567,9	162,1	248,2	131,4	234,0
Değirmendere	499,5	429,7	938,9	282,6	557,3	229,4	186,7	-	258,8
Karamürsel	236,0	602,1	386,0	100,3	373,0	255,3	117,3	133,1	103,8
Hersek	538,0	788,3	389,3	376,6	494,3	381,3	309,0	-	290,5

-: örnek alınamadı

3.1.4. Günlük yağış miktarı

Örnekleme çalışmalarının başladığı Nisan 2008 ayından, sonlandırıldığı Mayıs 2010'a kadar İzmit Körfezi'nde gerçekleşen yağış miktarları Şekil 3.2'de verilmiştir. Yağış grafiği Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Türkiye Meteorolojik Arşiv ve Veri Yönetim Sistemi (TÜMAS) veri tabanından temin edilen verilere (TÜMAS veri tabanına kayıtlı 17066 no'lu Kocaeli istasyonunda kaydedilen mm cinsinden günlük toplam yağış miktarları) göre çizilmiştir.

Grafik genel olarak incelendiğinde, yağışların Mart-Nisan aylarından itibaren azalmaya başladığı, Temmuz-Ağustos aylarında en düşük orana ulaştığı görülmektedir. Yağış miktarındaki artışların Eylül ayından itibaren başladığı, Ocak-Şubat aylarında en yüksek değerlerine ulaştığı görülmektedir. Yaz aylarında görülen kısa süreli münferit yüksek yağış oranları belirlenmiş olmakla birlikte, araştırma sürecinde en yüksek yağış 60 mm ile 2009 Kasım ayında ölçülmüştür. 2009 Güz mevsiminden sonra gerçekleşen yağışların bir önceki yılın aynı dönemine göre belirgin bir artış gösterdiği dikkati çekmektedir.



Şekil 3.2: Nisan 2008 – Mayıs 2010 tarihleri arasında İzmit Körfezi'nde kaydedilen günlük toplam yağış miktarları (mm)

3.1.5. Günlük sedimentasyon miktarı (GSM)

Dilderesi DD1 ve DD2 istasyonlarında sediment tuzakları kullanılarak belirlenen günlük sedimentasyon miktarları ve ait olduğu dönemler Tablo 3.12'de verilmiştir. Periyotları 10 ila 29 gün arasında değişen örneklemeler Ağustos 2008-Mayıs 2010 tarihleri arasında kesintisiz olarak gerçekleştirilmiştir. En yüksek sedimentasyon miktarı DD1 sedimentlerinde 05.01.2009, DD2 sedimentlerinde 11.02.2010 tarihinde elde edilmiştir. DD1 ve DD2 sedimentleri arasındaki sedimentasyon miktarına ait korelasyon katsayısı 0,8 olarak hesaplanmış olup, günlük sedimentasyon miktarı bakımından aralarında yüksek korelasyon olduğu söylenebilir.

Tablo 3.12: Sediment tuzağı (DD1 ve DD2) istasyonlarında gerçekleştirilen örneklemelerin tarihleri ve örnekleme periyoduna bağlı sedimentasyon miktarları

Sediment tuzağının boşaltıldığı tarih	Örnekleme süresi (gün)	Sedimantasyon Miktarı g. m^{-2}. $gün^{-1}$	
		DD1	DD2
08.08.2008*	-	-	-
28.08.2008	20	801,8	195,3
12.09.2008	15	2050,3	399,3
06.10.2008	24	5883,3	448,2
17.10.2008	11	2915,9	165,0
31.10.2008	14	13091,0	646,8
13.11.2008	13	810,9	182,5
28.11.2008	15	2250,1	321,6
18.12.2008	20	455,2	66,3
05.01.2009	18	20124,1	2156,7
15.01.2009	10	3909,9	232,6
04.02.2009	20	3755,0	443,9
26.02.2009	22	7616,3	1961,2
12.03.2009	14	7548,1	287,3
26.03.2009	14	5279,3	703,3
09.04.2009	14	4695,4	190,2
30.04.2009	21	2844,4	441,7
14.05.2009	14	4809,3	429,6
29.05.2009	15	281,8	50,5
11.06.2009	13	360,4	73,2
25.06.2009	14	252,5	145,8
13.07.2009	18	1865,7	122,3
05.08.2009	23	3720,3	161,0

Tablo 3.12 (Devam) : Sediment tuzağı (DD1 ve DD2) istasyonlarında gerçekleştirilen örneklemelerin tarihleri ve örnekleme periyoduna bağlı sedimentasyon miktarları

Sediment tuzağının boşaltıldığı tarih	Örnekleme süresi (gün)	Sedimantasyon Miktarı	
		g. m^{-2}. $gün^{-1}$	
		DD1	DD2
03.09.2009	29	2842,5	261,4
17.09.2009	14	9974,3	865,8
02.10.2009	15	1087,5	172,3
15.10.2009	13	693,6	160,8
04.11.2009	20	12966,2	1957,2
20.11.2009	16	2457,2	168,5
10.12.2009	20	684,7	40,7
30.12.2009	20	13128,4	1956,6
14.01.2010	15	5423,5	639,0
11.02.2010	28	10164,0	3057,0
25.02.2010	14	2545,7	644,2
11.03.2010	14	-	681,1
02.04.2010	22	2058,4	197,0
29.04.2010	27	1233,4	464,8
21.05.2010	22	471,9	-

*sediment tuzaklarının yerleştirildiği tarih; - : örnek alınamadı

Her örnekleme periyodu için, DD1 ve DD2 sedimentlerine ait sedimentasyon miktarları ve ortalama yağış arasındaki korelasyon katsayısı hesaplanmış, hem DD1 hem DD2 sedimentleri için bu değer 0,6 olarak bulunmuştur. Bu değer DD1 ve DD2 istasyonlarındaki sedimentasyon miktarı ile yağış miktarı arasında bir paralellik bulunduğunu işaret etmektedir.

3.2. PAH Bulguları

3.2.1. Yüzey sedimentlerine ait bulgular

Yüzey sedimentlerine ait bireysel ve toplam PAH konsantrasyonları EK-C bölümünde Tablo C1'de verilmiştir. Yapılan analizler sonucunda ∑PAH değerleri kuru ağırlıkta 53,2-6340,4 ng/g arasında değişmektedir. En düşük değer D76, en yüksek değer ise M58 noktasında ölçülmüştür. 54 yüzey sediment örneği için ortalama PAH konsantrasyonu kuru ağırlıkta 744,4 ng/g olarak belirlenmiştir.

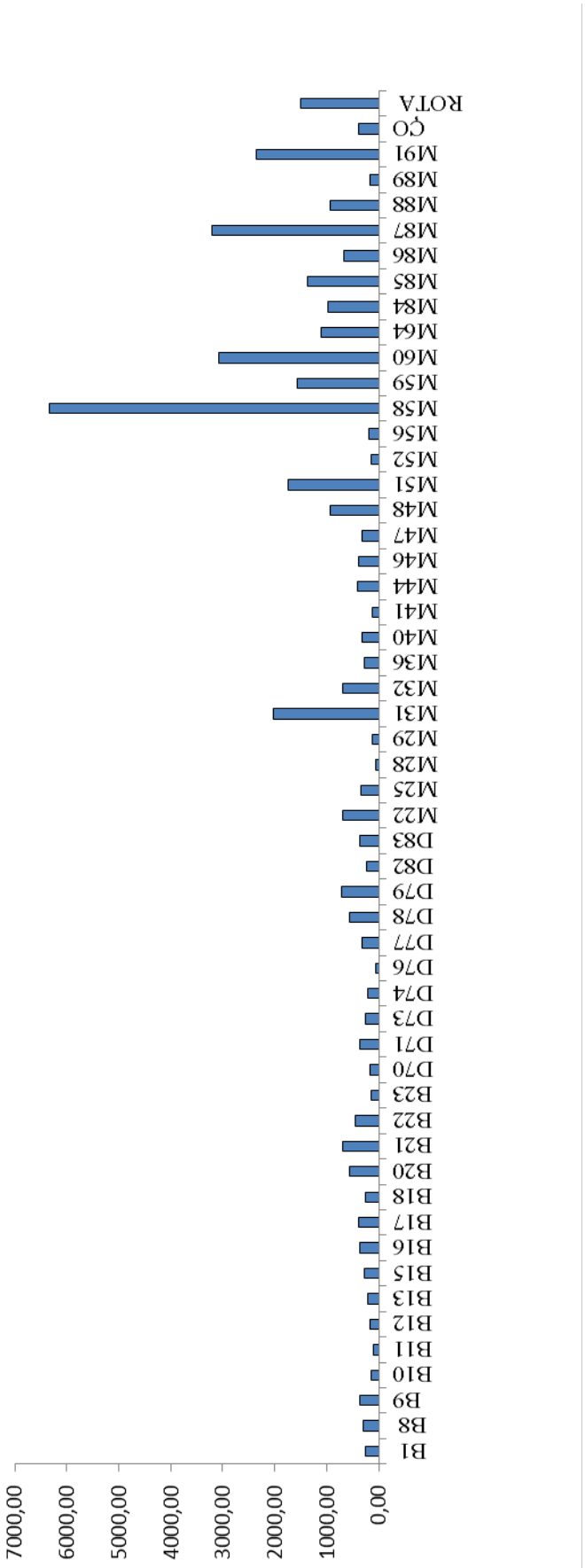
Yüzey sedimentlerinde tespit edilen PAH bileşenleri için toplam konsantrasyon değerleri Şekil 3.3'de verilmiştir. Sedimentlerde miktarı belirlenen 15 PAH

bileşeninin her biri için ortalama konsantrasyonlar ele alındığında; sırasıyla Fluoranthene, Benzo(a)pyrene, Benz(a)anthracene, Phenanthrene ve Anthracene en yüksek, Acenaphthene, Benzo(g,h,i)perylene, Dibenz(a,h)anthracene, Benzo(e)pyrene ve Fluorene ise en düşük konsantrasyonlara sahip bileşenlerdir. Fluorene, Fluoranthene ve Pyrene baskın bileşenler olup, bütün örneklerde tespit edilmiştir. PAH bileşenlerinin ortalama konsantrasyonları Şekil 3.4'de verilmiştir.

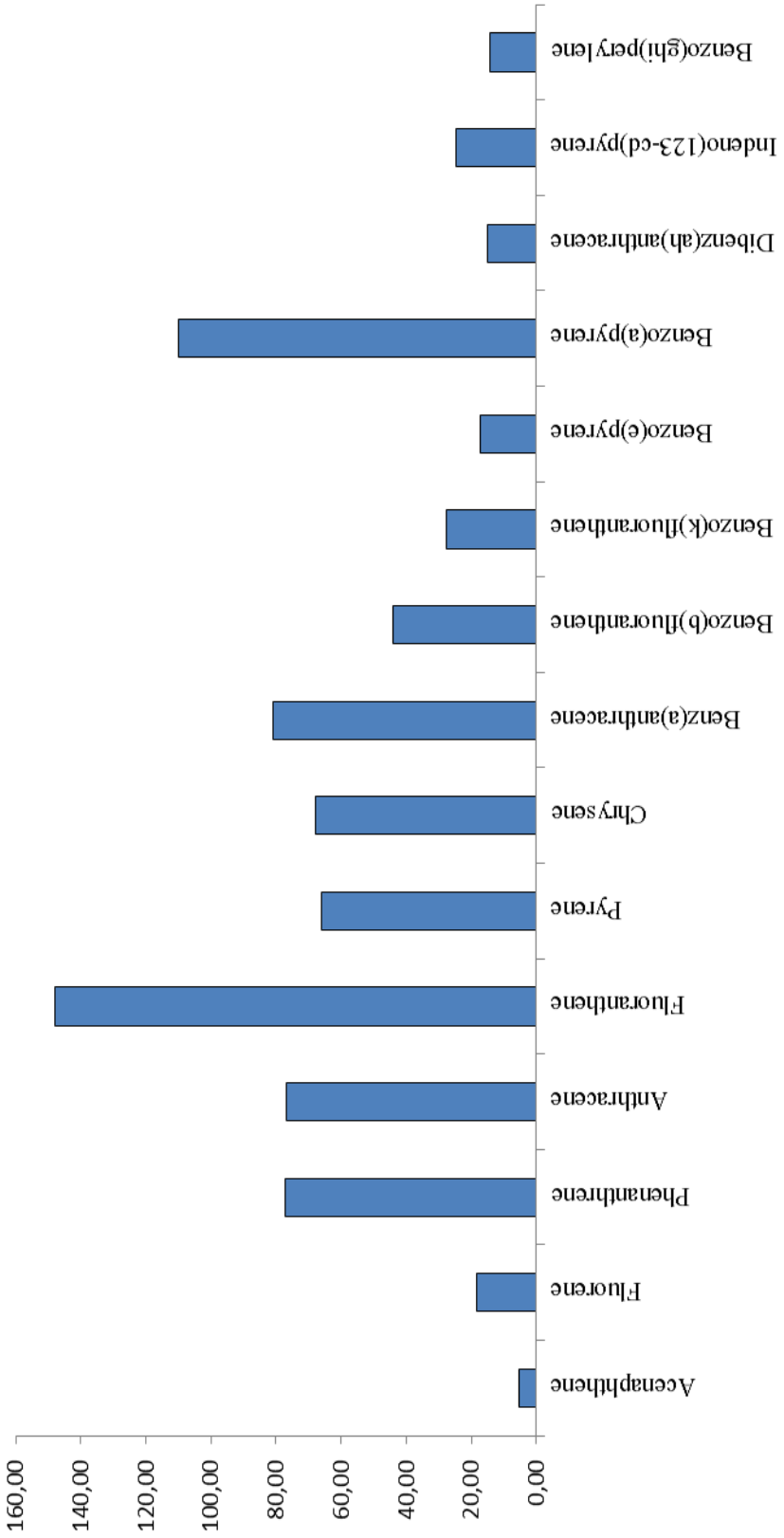
Memeliler ve balıklarda mutajenik ve kanserojen etkileri bilinen Benzo(a)pyrene (Von Schooten ve diğ., 1995; Telli-Karakoç ve diğ., 1998; Woodhead ve diğ., 1999) ve Fluoranthene bileşenleri bu çalışmada ortalama konsantrasyonlar açısından değerlendirildiğinde diğer bileşenlere göre nispeten yüksektir.

Sırasıyla en yüksek ∑PAH konsantrasyonlarına sahip noktalar M58, M87, M60, M91 ve M31 iken en düşük ∑PAH konsantrasyonuna sahip noktalar D76, M28, B11, M29 ve M41'dir. Her basen için ∑PAH konsantrasyonlarının ortalamaları karşılaştırıldığında, sıralama Merkez > Doğu > Batı şeklinde olmaktadır. Örneklerin içerdiği ∑PAH konsantrasyonlarına göre İzmit Körfezi'ndeki dağılımları Şekil 3.5'te verilmiştir.

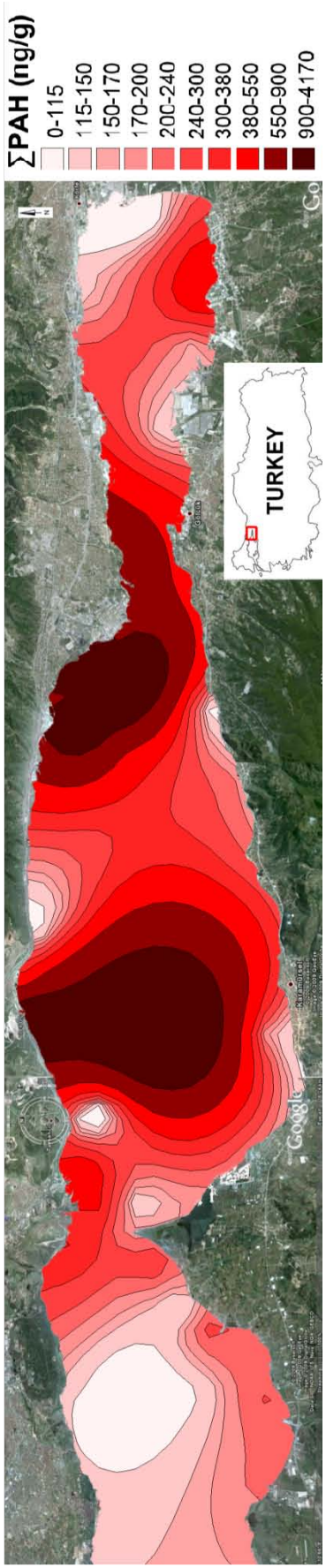
Dünyanın farklı bölgelerindeki sediment örneklerinde belirlenen PAH konsantrasyonları Tablo 3.13'te verilmiştir.



Şekil 3.3: Yüzey sediment örneklerinde ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)



Şekil 3.4: Yüzey sediment örneklerinde PAH bileşenlerinin ortalama konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)



Şekil 3.5: İzmit Körfezi yüzey sediment örneklerinde ∑PAH dağılımları

Tablo 3.13: Dünyanın farklı bölgelerindeki sediment örneklerinde PAH konsantrasyonları

Bölge	Tarih	Kullanılan cihaz	İncelenen PAH'lar	Konsantrasyon (ng/g kuru ağ)	Referans
İzmit Körfezi	1999	Floresans spektrofotometre	∑PAH	200000-5220000.	Okay ve diğ. (2001)
İzmit Körfezi	1999-2001	Floresans spektrofotometre	∑PAH	30000-3500000	Okay ve diğ. (2003)
İzmit Körfezi	2002	HPLC-UV	∑PAH (15 bileşen)	1100-68400	Karakaş ve Pekey (2005)
İzmit Körfezi	Nisan 1999	HPLC-FD	∑PAH (14 bileşen)	120–8900	Tolun ve diğ. (2006)
İzmit Körfezi	Eylül 1999	HPLC-FD	∑PAH (14 bileşen)	240-11400	Tolun ve diğ. (2006)
Ria de Vigo-İspanya	-	HPLC-FD	∑PAH (13 bileşen)	27,7-2448	Vinas ve diğ. (2009)
Rijeka Körfezi-Hırvatistan	-	HPLC	∑PAH (10 bileşen)	213-695	Bihari ve diğ. (2007)
Malezya Yarımadası	2003	GC-MS	∑PAH (17 bileşen)	260-590	Elias ve diğ. (2007)
İzmit Körfezi	2008-2010	GC-FID	∑PAH (15 bileşen)	53,2-6340,4	Bu çalışma

-: tarih belirtilmemiş

Okay ve diğ. (2001) bazı hidrografik ve oşinografik parametreleri de belirledikleri çalışmalarında, İzmit Körfezi'nde Tüpraş rafineri yangınından hemen sonra Eylül 1999'da doğu, batı ve merkez basenler olmak üzere toplam 16 noktadan aldıkları yüzey sediment örneklerinde∑PAH analizleri yaparak yangın öncesi dönemde alınan örnek konsantrasyonları ile karşılaştırmıştır. Özellikle rafineri etrafında çok yüksek konsantrasyonlar elde edilmiştir. Bu sonuçların deprem öncesine göre 2-3 kat yüksek olduğu belirtilmiştir.

Okay ve diğ. (2003) İzmit Körfezi'nin doğu, merkez ve batı bölümlerindeki toplam 3 istasyondan, deprem sonrası Eylül 1999 ve Mart 2001 tarihleri arasında aldıkları yüzey sediment örneklerinde ∑PAH düzeylerini izlemiş, özellikle rafineri önlerinde zamana bağlı genel bir azalma eğilimi görüldüğünü, en yüksek değerin petrol endüstrisinin bulunduğu istasyonda belirlendiğini rapor etmiştir. Genel olarak en düşük değerler batı baseninde ölçülmüştür. ∑PAH konsantrasyonları bizim çalışmamızda olduğu gibi Merkez > Doğu > Batı şeklinde sıralanmıştır.

Karakaş ve Pekey (2005) Şubat ve Haziran 2002'de Körfez ilçesi önlerindeki 35 farklı noktadan aldıkları yüzey sediment örneklerinde 15 bireysel ve ∑ PAH düzeylerini belirlemiş ve faktör analizi ile kaynaklarını tahmin etmiştir. Petrokimya tesislerinin limanlarına, gübre tesislerine ve rafineriye yakın yerlerden alınan örneklerde yüksek PAH konsantrasyonlarını belirlemiştir.

Tolun ve diğ. (2006) İzmit Körfezi'nin kuzey kıyılarındaki 9 farklı noktasından aldıkları yüzey sedimenti örneklerinde deprem öncesi ve deprem sonrası PAH değerlerini ölçmüş, farkın deprem sonrası petrol endüstrisi kuruluşlarından yapılan kontrolsüz deşarjlardan kaynaklandığını belirtmiştir. PAH bileşenlerinden memeliler için kanserojen etkiye sahip oldukları bilinen 6 tanesinin sedimentte bulunduğunu, 14 farklı PAH bileşeni arasında aromatik halkalarının özelliğine bağlı olarak daha çözünebilir olanların yüzey sedimentinin yeniden çökelmesi sonucu su kolonuna karıştığını belirtmiştir.

İzmit Körfezi'nde yapılan çalışmalar genellikle 1999 depreminden hemen sonra yapılan çalışmalar olduğundan karşılaştırma yaparken bu hususun dikkate alınması önemlidir. Zira deprem sonrası Tüpraş Rafinerisi'nden yüksek miktarda petrol

körfeze karışmış ve buna ek olarak yangın nedeniyle PAH düzeyi daha da artmıştır. Çalışmamızda Karakaş ve Pekey (2005) in 2002 yılında yaptığı araştırma sonuçlarından daha düşük PAH düzeylerine rastlanmıştır. Ancak bu çalışma daha çok Körfez ilçesi kıyılarının durumunu yansıtmaktadır. Bizim çalışmamızda elde edilen veriler ise üç basenin durumunu da yansıtmaktadır.

Vinas ve diğ. (2009) Ria de Vigo (İspanya) da 32 istasyondan sediment örnekleri almış ve PAH konsantrasyonlarını incelemiştir. En yüksek konsantrasyonlar, tersaneler ve endüstriyel bölgelerin yanısıra nüfusun yoğun olduğu alanlarda belirlenmiştir.

Bihari ve diğ. (2007) Rijeka Körfezi (Adriyatik Denizi, Hırvatistan) nde ağır endüstriyel, kısmen endüstriyel ve kentsel olarak sınıfladıkları 6 farklı istasyondan topladıkları sediment örneklerinde, 10 PAH bileşeninin bireysel ve toplam konsantrasyonlarını belirlemiştir.

Elias ve diğ. (2007) Malezya Yarımadası'nın doğu kıyıları boyunca on farklı istasyondan topladıkları sedimentlerdeki PAH konsantrasyonlarını ölçmüş, bununla birlikte PAH'ların kaynağını pirolitik olarak belirlemiştir.

Çalışmamızda elde ettiğimiz değerlerin, yukarıda sonuçları verilmiş ve dünyanın farklı bölgelerinde gerçekleştirilmiş olan çalışmalarla karşılaştırıldığında daha yüksek olduğu görülmektedir.

Bazı PAH bileşenleri için sedimentlerde belirlenmiş olan Probable Effect Level (PEL), Threshold Effect Level (TEL) ve Effect Range Low (ERL) değerlerinin, çalışmamızı gerçekleştirdiğimiz birçok istasyonda aşıldığı görülmektedir. Bu değerler ve istasyonlar Tablo 3.14'te verilmiştir. PEL değerlerinin, özellikle petrol rafinerisi ve petrokimya endüstrisi tesislerine yakın bölgelerde aşıldığı belirlenmiştir. Bu bölgede yüksek düzeyde sediment kirliliğinden bahsetmek mümkündür.

Tablo 3.14: Sedimentler için belirlenen PEL, TEL, ERL değerleri (ng/g kuru ağırlık) ve bu değerlerin aşıldığı istasyonlar

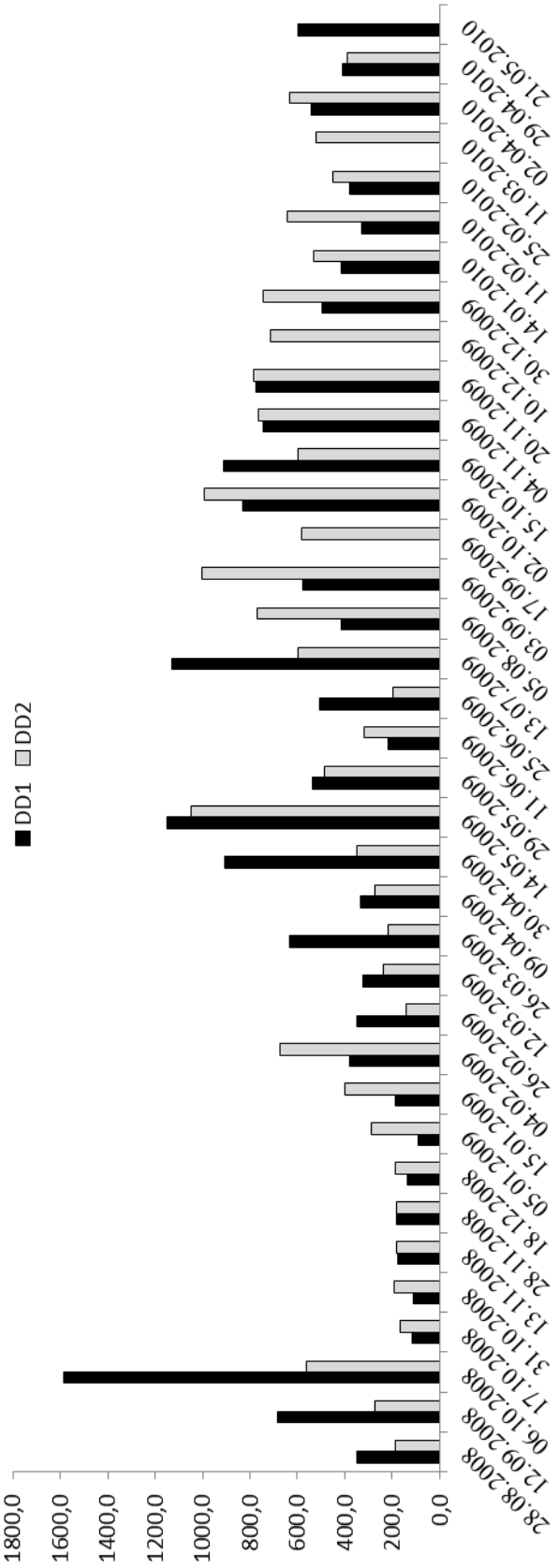
	Acenapthene	Anthracene	Fluorene	Phenanthrene	Benz(a) anthracene	Chrysene	Fluoranthene	Pyrene	Benzo(a) pyrene
PEL[1]	89	245	144	544	693	846	1494		
PEL'nin aşıldığı istasyonlar	bda	M58, M87, ROTA	bda	M58	bda	bda	M58		
TEL[2]	6,7	46,9	21,2	86,7	74,8	108	113	153	
TEL'in aşıldığı istasyonlar	B16, B20, D83, M22, M59, M60, M64, M85	B9, B16, D73, D83, M51, M58, M59, M60, M84, M85, M87, M88, ÇO	B20, B21, M31, M32, M48, M51, M59, M60, M64, M86, M87	M31, M51, M58, M59, M60, M85, M87, M88	B8, B15, B21, M22, M31, M32, M40, M46, M51, M58, M59, M60, M64, M84, M85, M86, M87, M88	M31, M58, M60, M87, M91, ROTA	M22, M31, M32, M48, M51, M59, M60, M64, M84, M85, M86, M87, M91	M31, M58, M87	
ERL[3]	16	85,3	19	240	261	384	600		430
ERL'nin aşıldığı istasyonlar	M59, M60	B16, D83, M58, M59, M60, M84, M85, M87, ÇO, ROTA	B17, B20, B21, M31, M32, M48, M51, M59, M60, M84, M86, M87	M31, M58, M59, M60, M85, M87	M58, M60, M64, M87	M58	M51, M58, M60, M87		M91

[1]PEL: Probable Effect Level (Macdonald ve diğ., 1996), [2]TEL: Threshold Effect Level (US EPA, 2006), [3]ERL: Effect Range Low (Long ve diğ., 1995), bda: belirlenen değerin altında

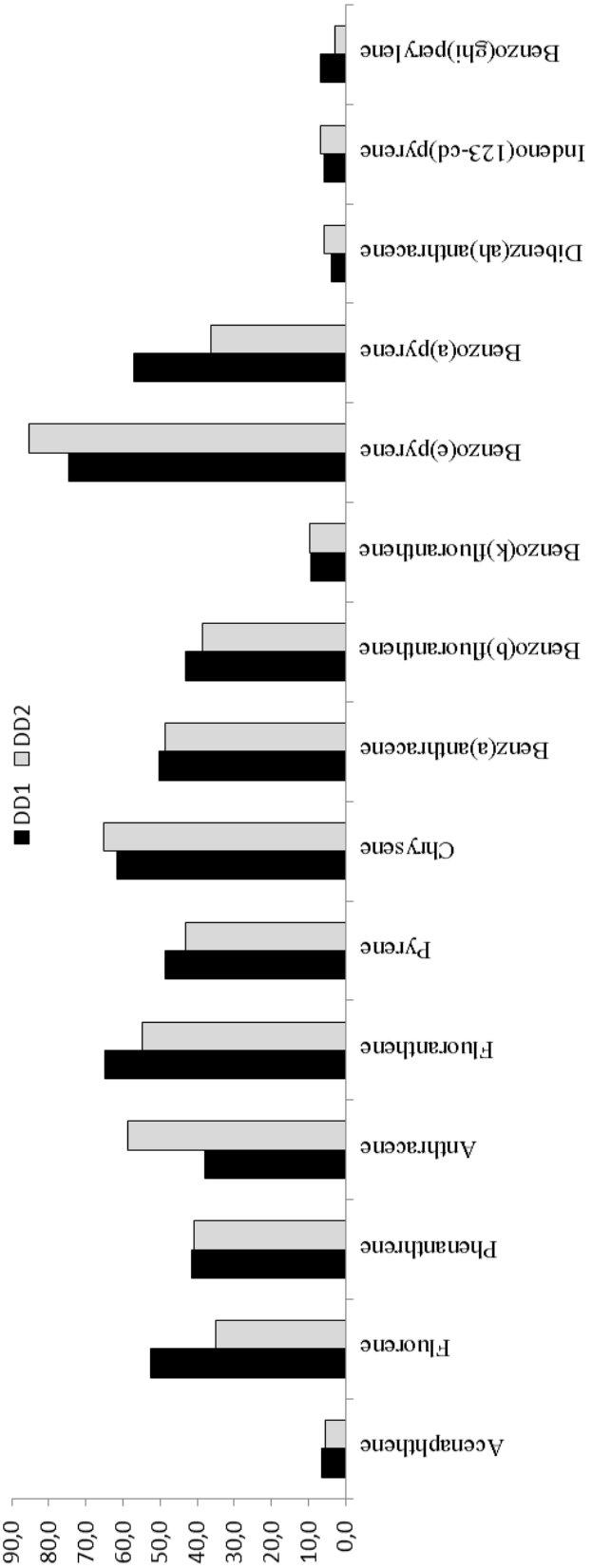
3.2.2. Tuzak sedimentlerine ait bulgular

DD1 ve DD2 tuzak sedimentlerine ait bireysel ve ∑PAH konsantrasyonları EK-D bölümünde Tablo D1 ve Tablo D2'de verilmiştir. Yapılan analizler sonucunda ∑PAH değerleri DD1 istasyonu sedimentlerinde kuru ağırlıkta 88,5-1587,5 ng/g, DD2 istasyonu sedimentlerinde ise kuru ağırlıkta 138,9-1046,7 ng/g arasında değişmekte olduğu görülmüştür. En düşük değer DD1 istasyonunda 05.01.2009, DD2 istasyonunda 26.02.2009 tarihinde, en yüksek değerler ise DD1 istasyonunda 06.10.2008, DD2 istasyonunda 14.05.2009 tarihinde ölçülmüştür.

DD1 ve DD2 sediment örneklerine ait ∑PAH konsantrasyonlarının örnekleme periyotlarına göre değişimleri kuru ağırlık olarak Şekil 3.6'da verilmiştir. Ortalama PAH konsantrasyonları DD1 sedimentleri için 514,3 ng/g, DD2 sedimentleri için 479,8 ng/g olarak hesaplanmıştır. DD1 ve DD2 sediment örneklerinde miktarı belirlenen PAH bileşenlerinin her biri için ortalama konsantrasyonlar ele alındığında; DD1 için sırasıyla Benzo(e)pyrene, Fluoranthene, Chrysene en yüksek, Dibenz(ah)anthracene, Indeno(123-cd)pyrene ve Acenapthene en düşük konsantrasyonlara sahiptir. DD2 için Benzo(e)pyrene, Chrysene, Anthracene en yüksek, Benzo(ghi)perylene, Acenapthene ve Dibenz(ah)anthracene ise en düşük ortalama konsantrasyonlara sahip bileşenlerdir. Bileşenlerin tümü için hesaplanan ortalama konsantrasyonlar Şekil 3.7'de verilmiştir.



Şekil 3.6: DD1 ve DD2 sedimentlerinde örnekleme periyotlarına göre ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)



Şekil 3.7: DD1 ve DD2 sedimentlerinde PAH bileşenlerinin ortalama konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

DD1 ve DD2 istasyonlarına ait sedimentlerde örnekleme periyotlarına göre su kolonundaki dikey ∑PAH çökelimleri, günlük sedimentasyon miktarları kullanılarak belirlenmiş ve Tablo 3.15'te verilmiştir.

Tablo 3.15: Sediment tuzağı istasyonlarında (DD1 ve DD2) su kolonunda örnekleme periyotlarına göre belirlenen günlük dikey ∑PAH çökelimleri

Sediment tuzağının boşaltıldığı tarih	Örnekleme süresi (gün)	Dikey ∑PAH Çökelimi ($g.m^{-2}.gün^{-1}$)	
		DD1	DD2
08.08.2008*	-	-	-
28.08.2008	20	0,1886	0,0240
12.09.2008	15	0,9896	0,0726
06.10.2008	24	7,1576	0,1693
17.10.2008	11	0,2040	0,0171
31.10.2008	14	0,9239	0,0772
13.11.2008	13	0,0905	0,0219
28.11.2008	15	0,2604	0,0364
18.12.2008	20	0,0424	0,0078
05.01.2009	18	1,2264	0,3963
15.01.2009	10	0,4496	0,0675
04.02.2009	20	0,9174	0,1892
26.02.2009	22	1,7145	0,1732
12.03.2009	14	1,5479	0,0516
26.03.2009	14	2,1950	0,1024
09.04.2009	14	1,0331	0,0338
30.04.2009	21	1,6531	0,0983
14.05.2009	14	4,2040	0,3304
29.05.2009	15	0,1022	0,0169
11.06.2009	13	0,049	0,0150
25.06.2009	14	0,0836	0,0180
13.07.2009	18	1,5161	0,0478
05.08.2009	23	1,0307	0,0957
03.09.2009	29	1,2285	0,1858
17.09.2009	14	-	0,3830
02.10.2009	15	0,6562	0,1179
15.10.2009	13	0,4542	0,0668
04.11.2009	20	6,4635	1,0926
20.11.2009	16	1,3418	0,0931
10.12.2009	20	-	0,0186
30.12.2009	20	4,3733	1,0087
14.01.2010	15	1,5932	0,2427
11.02.2010	28	2,0248	1,3035
25.02.2010	14	0,6245	0,1871
11.03.2010	14	-	0,2322

Tablo 3.15 (Devam): Sediment tuzağı istasyonlarında (DD1 ve DD2) su kolonunda örnekleme periyotlarına göre belirlenen günlük dikey ∑PAH çökelimleri

Sediment tuzağının boşaltıldığı tarih	Örnekleme süresi (gün)	Dikey ∑PAH Çökelimi (g.m-2.gün-1)	
		DD1	DD2
02.04.2010	22	0,7108	0,0814
29.04.2010	27	0,3445	0,1151
21.05.2010	22	0,1830	-

*: sediment tuzaklarının ilk yerleştirildiği tarih, -: örnek alınamadı

Tablo 3.15'ten görüleceği gibi DD1 istasyonunda en yüksek ∑PAH çökelimi 2008 Ekim ayında gerçekleşmiş olmakla birlikte, 2009 Güz mevsiminden sonra gerçekleşen dikey ∑PAH çökelimlerinin DD1 ve DD2 istasyonlarında bir önceki yılın aynı dönemine göre yüksek olduğu belirlenmiştir. Günlük sedimentasyon miktarı ve dikey ∑PAH çökelimleri arasındaki k orelasyon katsayıları DD1 için 0,5, DD2 için 0,9 olarak hesaplanmıştır. Genel olarak su kolonundaki partikül çökelimi yağış miktarları (Şekil 3.2) ile paraleldir. Hem DD1 hem DD2 sedimentlerinin dikey ∑PAH çökelim miktarları ve yağış arasındaki korelasyon katsayısı 0,5 olarak hesaplanmıştır.

Itoh ve diğ. (2010) Japonya'daki Biwa Gölü'nde Eylül 2003-Temmuz 2004 tarihleri arasında aylık periyotlarla tuzak sediment örnekleri almıştır. Tuzak sedimentlerinde PAH kirliliğini analiz ederek en yüksek miktarları Pyrene ve Fluoranthene bileşenleri için ölçmüştür. Phenanthrene, Pyrene ve Fluoranthene gibi hafif PAH'ların konsantrasyonlarında yazdan ilkbahara kadar olan dönemde düşüş, orta ve ağır PAH'ların konsantrasyonlarında ise artış meydana geldiğini rapor etmiştir. Bu sonuç yıl boyunca hafif, orta ve ağır PAH miktarlarında değişiklik olduğunu göstermektedir.

Fang ve diğ. (2009) Gaoping/Kaoping Submarine Canyon (Tayvan) da farklı derinliklere (60 ve 280 m) yerleştirdikleri sediment tuzaklarında 1 aylık PAH birikimini ölçmüş ve 18 bileşen için ortalama konsantrasyonları 60 m'deki tuzak sedimentleri için kuru ağırlıkta 310±61 ng/g, 280 m'deki tuzak sedimentleri için kuru ağırlıkta 240±36 ng/g olarak belirlemiştir. Dikey PAH çökelimlerini ise 0,000012-

0,000044 g/m^2.gün olarak tahmin etmiş ve bu değerlerin birçok kıyısal bölge değerlerine oranla yüksek olduğunu belirtmiştir.

Stockholm Takımadaları'nda sediment tuzakları ile 18 PAH bileşeninin mekana ve zamana bağlı dağılımı çalışılmıştır. PAH konsantrasyonları ve çökelimleri kentsel bölgelerden uzaklaştıkça dik bir logaritmik düşüş göstermiştir. Bu sonuçlar PAH konsantrasyonlarının ve akılarının artan emisyonlar ve karların erimesi gibi faktörlere bağlı olarak Kış/Bahar döneminde Yaz döneminden daha yüksek olduğunu göstermektedir (URL23).

Çalışmamızda elde edilen ortalama PAH değerleri ve dikey∑PAH çökelimleri Fang ve diğ. (2009) elde ettikleri değerlere göre yüksektir. Itoh ve diğ. (2010) çalışmalarında yüksek konsantrasyonlarda belirlemiş olduğu Pyrene ve Fluoranthene bileşenleri bizim çalışmamızdaki DD1 ve DD2 sedimentlerinde de diğer bileşenlere göre genellikle yüksektir, aynı zamanda mevsimsel olarak artış ve azalış gösterme açısından da uyumludur.

PAH bileşenlerinin bu çalışmadaki genel ortalamaları değerlendirildiğinde DD1 ve DD2 sedimentleri için çok yakın değerler söz konusudur. Benzo(e)pyrene, Chrysene, Fluoranthene, Benz(a)anthracene, Pyrene ve Phenanthrene bileşenleri hem DD1 hem DD2 sedimentlerinde ortalama konsantrasyon olarak diğer bileşenlere göre yüksektir. Latimer ve diğ. (1990) Fluoranthene, Phenanthrene ve Pyrene gibi PAH bileşenlerinin otoyollara yakın bölgelerde yoğun olduğuna dikkat çekmiştir. Bu durumu araçlarda bulunan yağ karterlerinin damlama yoluyla yola dökülerek, yapısındaki bu bileşenlerin miktarını o bölge için artırabileceğini belirterek açıklamıştır. Dilderesi'nde araç trafiğinin çok yoğun olması ve yaygın olarak kullanılan karayollarına çok yakın olması sebebiyle bu bileşenlerin ortalamalarının diğerlerine göre yüksek olması anlamlıdır. Wood ve diğ. (1997) Phenanthrene bileşeninin atmosferde sık bulunan bir bileşen olduğunu kaydetmiş bu nedenle çevrede bol olarak bulunduğunu belirtmiştir.

Sedimentler için belirlenmiş olan PEL, TEL ve ERL değerleri, bizim çalışmamızda örnekleme yapılan birçok tarihte aşılmıştır. DD1 ve DD2 sedimentlerine ait bu

değerler Tablo 3.16 ve 3.17'de verilmiştir. Özellikle yağışların ardından gerçekleştirilen sediment örneklemelerinde bu değerlerin aşıldığı görülmektedir. Bu durum atmosferik PAH'ların çökelmesi, yağmurlarla birlikte dere havzasındaki toprağın taşınımı gibi faktörlere bağlı olarak açıklanabilir.

Tablo 3.16: DD1 Sedimentleri için belirlenen PEL, TEL, ERL değerleri (ng/g kuru ağırlık) ve bu değerlerin aşıldığı tarihler

	Acenapthene	Anthracene	Fluorene	Phenanthrene	Benz(a) anthracene	Chrysene	Fluoranthene	Pyrene	Benzo(a) pyrene
PEL[1]	89	245	144	544	693	846	1494		
PEL'in aşıldığı tarihler	bda	bda	30.04.09	bda	bda	bda	bda		
TEL[2]	6,7	46,9	21,2	86,7	74,8	108	113	153	
TEL'in aşıldığı tarihler	06.10.08, 04.02.09, 14.05.09, 29.05.09, 25.06.09, 05.08.09, 04.11.09, 20.11.09, 14.01.10, 02.04.10	06.10.08, 28.11.08, 04.02.09, 30.04.09, 14.05.09, 11.06.09, 13.07.09, 02.10.09, 15.10.09, 04.11.09, 02.04.10, 21.05.10	12.09.08, 06.10.08, 18.12.08, 15.01.09, 04.02.09, 12.03.09, 26.03.09, 09.04.09, 30.04.09, 14.05.09, 29.05.09, 11.06.09, 25.06.09, 13.07.09, 05.08.09, 02.10.09, 15.10.09, 04.11.09, 20.11.09, 30.12.09, 11.02.10, 25.02.10, 02.04.10, 29.04.10, 21.05.10	06.10.08, 13.07.09	06.10.08, 30.04.09, 05.08.09, 15.10.09, 04.11.10, 20.11.09, 30.12.09, 21.05.10	06.10.08, 26.03.09, 13.07.09, 15.10.09, 04.11.09, 20.11.09, 21.05.10	06.10.08, 26.03.09, 13.07.09, 02.10.09, 04.11.09	bda	
ERL[3]	16	85,3	19	240	261	384	600		430
ERL aşıldığı tarihler	06.10.08, 14.05.09, 29.05.09,	bda	12.09.08, 06.10.08, 13.11.08, 18.12.08, 15.01.09, 04.02.09, 12.03.09, 26.03.09, 09.04.09, 30.04.09, 14.05.09, 29.05.09, 11.06.09, 25.06.09, 13.07.09, 05.08.09, 03.09.09, 02.10.09, 15.10.09, 04.11.09, 20.11.09, 30.12.09, 14.01.10, 11.02.10, 25.02.10, 02.04.10, 29.04.10, 21.05.10	bda	bda	bda	bda		bda

[1]PEL: Probable Effect Level (Macdonald ve diğ., 1996), [2]TEL: Threshold Effect Level (US EPA, 2006), [3]ERL: Effect Range Low (Long ve diğ., 1995), bda: belirlenen değerin altında

Tablo 3.17: DD2 Sedimentleri için belirlenen PEL, TEL, ERL değerleri (ng/g kuru ağırlık) ve bu değerlerin aşıldığı tarihler

	Acenapthene	Anthracene	Fluorene	Phenanthrene	Benz(a) anthracene	Chrysene	Fluoranthene	Pyrene	Benzo(a) pyrene
PEL[1]	89	245	144	544	693	846	1494		
PEL'in aşıldığı tarihler	bda	bda	30.04.09	bda	bda	bda	bda		
TEL[2]	6,7	46,9	21,2	86,7	74,8	108	113	153	
TEL'in aşıldığı tarihler	06.10.08, 13.11.08, 12.03.09, 30.04.09, 17.09.09, 10.12.09, 14.01.10, 11.02.10, 11.03.10	04.02.09, 14.05.09, 11.06.09, 25.06.09, 13.07.09, 05.08.09, 03.09.09, 17.09.09, 02.10.09, 15.10.09, 20.11.09, 10.12.09, 30.12.09, 25.02.10, 11.03.10, 02.04.10	12.09.08, 06.10.08, 04.02.09, 12.03.09, 26.03.09, 09.04.09, 30.04.09, 14.05.09, 29.05.09, 13.07.09, 03.09.09, 17.09.09, 02.10.09, 04.11.09, 20.11.09, 10.12.09, 30.12.09, 14.01.10, 11.02.10, 25.02.10, 11.03.10, 29.04.10	03.09.09, 20.11.09, 10.12.09	06.10.08, 15.01.09, 14.05.09, 03.09.09, 02.10.09, 04.11.10, 30.12.09	02.10.09, 15.10.09, 04.11.09, 02.04.10	11.02.10, 11.03.10	04.02.09	
ERL[3]	16	85,3	19	240	261	384	600		430
ERL aşıldığı tarihler	bda	11.06.09, 13.07.09, 02.10.09, 20.11.09, 10.12.09, 02.04.10	12.09.08, 06.10.08, 04.02.09, 12.03.09, 26.03.09, 09.04.09, 30.04.09, 14.05.09, 29.05.09, 13.07.09, 03.09.09, 05.08.09, 17.09.09, 02.10.09, 15.10.09, 04.11.09, 20.11.09, 10.12.09, 30.12.09, 14.01.10, 11.02.10, 25.02.10, 11.03.10, 02.04.10, 29.04.10	bda	bda	bda	bda		bda

[1]PEL: Probable Effect Level (Macdonald ve diğ., 1996), [2]TEL: Threshold Effect Level (US EPA, 2006), [3]ERL: Effect Range Low (Long ve diğ., 1995), bda: belirlenen değerin altında

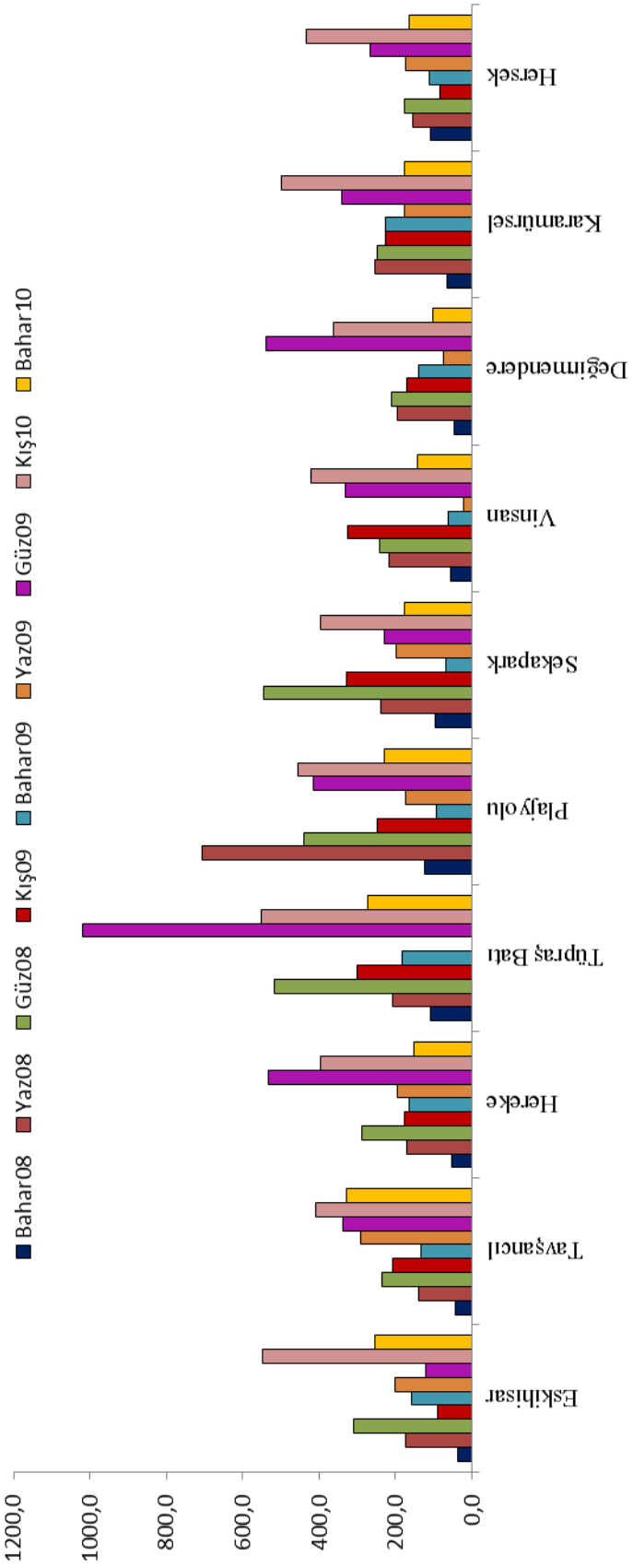
3.2.3. Midyelere ait bulgular

Dokuz mevsimsel örnekleme dönemine ait bireysel ve ∑PAH konsantrasyonları EK-E bölümünde Tablo E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8 ve E9'da verilmiştir. Yapılan analizler sonucunda belirlenen ∑PAH konsantrasyonları kuru ağırlıkta 22,6-1020,7 ng/g arasında değişmektedir. 22,6 ng/g'lık en düşük ∑PAH konsantrasyonu Yaz'09 örneklemesinde Vinsan istasyonunda, 1020,7 ng/g'lık en yüksek ∑PAH konsantrasyonu ise Güz'09 örneklemesinde Tüpraş Batı istasyonunda elde edilmiştir. Ortalama PAH konsantrasyonları mevsimsel olarak farklılık göstermekte ve Güz > Kış > Yaz > Bahar olarak sıralanmaktadır. Örneklemeler için ortalama PAH konsantrasyonları Kış'10 > Güz'09 > Güz'08 > Yaz'08 > Kış'09 > Bahar'10 > Yaz'09 > Bahar'09 > Bahar'08 olarak sıralanmaktadır.

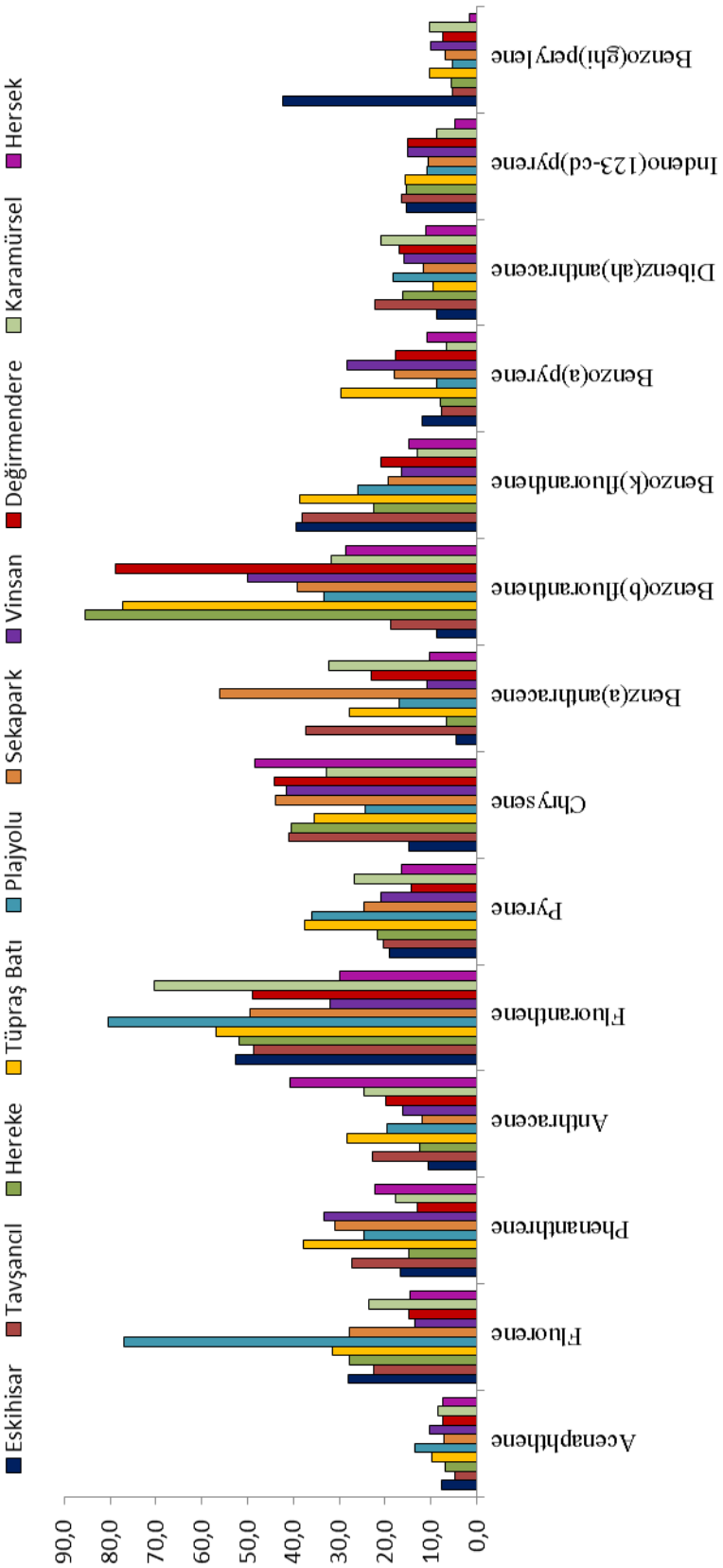
Midye örneklerine ait ∑PAH konsantrasyonlarının mevsimlere ve istasyonlara göre değişimleri Şekil 3.8'de verilmiştir. Ortalama PAH konsantrasyonları bütün örneklemeler için ele alındığında sıralama Tüpraş Batı > Plajyolu > Sekapark > Karamürsel > Hereke > Tavşancıl > Eskihisar > Değirmendere > Vinsan > Hersek şeklinde olmaktadır.

Bileşenlerin tümü için hesaplanan ortalama konsantrasyonların istasyonlara göre dağılımı Şekil 3.9'da verilmiştir. Tüm örnekleme dönemleri için PAH bileşenlerinin bireysel ortalama konsantrasyonları ele alındığında; sırasıyla Fluoranthene, Benzo(b)fluoranthene ve Chrysene en yüksek, Acenaphthene, Benzo(ghi)perylene ve Indeno(123-cd)pyrene en düşük konsantrasyonlara sahiptir.

Dünyanın farklı bölgelerindeki *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde belirlenen PAH konsantrasyonları Tablo 3.18'da verilmiştir.



Şekil 3.8: *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde mevsimlere ve istasyonlara göre ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)



Şekil 3.9: *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde PAH bileşenlerinin istasyonlara göre ortalama konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

Tablo 3.18: Dünyanın farklı bölgelerindeki *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde belirlenen PAH konsantrasyonları

Bölge	Tarih	Cihaz	İncelenen PAH'lar	Konsantrasyon	Referans
İzmit Körfezi	1999	HPLC	∑PAH (17 bileşen)	1,25-34,0 ng/g kuru ağr.	Telli-Karakoç ve diğ. (2002)
İstanbul Boğazı-Marmara Denizi	2007	HRGC/HRMS	∑PAH (17 bileşen)	43-601 ng/g yaş ağr.	Karacık ve diğ. (2009)
Akdeniz	2004-2006	GC-MS	∑PAH (16 bileşen)	22-106 ng/g kuru ağr.	Galgani ve diğ. (2010)
Galiçya	2003-2004	GC-MS	∑PAH (35 bileşen)	< 200 ng/g kuru ağr.	Laffon ve diğ. (2006)
Rijeka Körfezi-Hırvatistan	-	HPLC	∑PAH (10 bileşen)	49,2-134 ng/g yaş ağr.	Bihari ve diğ. (2007)
Mokpo Körfezi-Kore	2004	GC-MS	∑PAH (8 bileşen)	96 ng/g kuru ağr.	Namiesnik ve diğ. (2008)
İzmit Körfezi	2008-2010	GC-FID	∑PAH (14 bileşen)	22,6-1020,7 ng/g kuru ağr.	Bu çalışma

Telli-Karakoç ve diğ. (2002) İzmit Körfezi'nin kuzey kıyılarındaki 8 farklı istasyondan aldıkları *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde PAH düzeylerini ölçmüştür. Midyelerden elde edilen sonuçlar en fazla PAH kirliliğinin Seka ve Dilderesi önlerinde bulunduğunu işaret etmiştir. Bu istasyonlar için belirlenen ∑PAH konsantrasyonları kuru ağırlıkta sırasıyla 34,0±20,3, 31,3±4,4 ng/g'dır.

Karacık ve diğ. (2009) İstanbul Boğazı-Marmara Denizi'nden topladıkları *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde PAH birikimini incelemiştir. PAH kirliliğine en fazla neden olan bileşenlerin phenanthrene, benzo(b)fluoranthene, benzo(j)fluoranthene, fluoranthene, chrysene, pyrene, benz(a)anthracene ve fluorene olduğunu rapor etmiştir.

Laffon ve diğ. (2006) Galiçya kıyılarından alınan *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde "Prestij" petrol tankeri kazasının etkilerini 11 ay boyunca izlemiş, midyelerdeki ortalama PAH konsantrasyonlarını belirlemiştir. Midyelerin toplandığı bölgeler arasındaki PAH konsantrasyonlarında büyük farklılıklar olduğu belirtilmiştir.

Bihari ve diğ. (2007) Rijeka Körfezi (Adriyatik Denizi, Hırvatistan) nde ağır endüstriyel, kısmen endüstriyel ve kentsel olarak sınıfladıkları 6 farklı istasyondan topladıkları *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde PAH konsantrasyonlarını belirlemiştir.

Namiesnik ve diğ. (2008) Mokpo Körfezi (Kore) nin kirlenmiş ve temiz bölgelerinden *Mytilus galloprovincialis* türü midyeleri toplamış ve PAH düzeylerini belirlemiştir. Temiz bölgedeki PAH konsantrasyonları belirleme limitinin altında iken kirlenmiş bölgeden alınan örneklerde 16 PAH bileşeninden 8'i tespit edilmiş, belirlenen 8 bileşen arasında Fluoranthene, Phenanthrene ve Pyrene'in baskın olduğu rapor edilmiştir.

Galgani ve diğ. (2010) Akdeniz kıyılarında gerçekleştirdikleri çalışmada temiz alan olan Languedoc-Roussillon adlı su kültürü çiftliğinden getirdikleri *Mytilus galloprovincialis* türü midyeleri, İspanya, Fransa, İtalya, Kuzey Tunus, Cezayir ve Fas olmak üzere 6 farklı ülke kıyısında kafes sistemleri kurarak izlemiştir. 3 ay kafeslerde yaşamlarını sürdüren midyeler bu zaman dilimi sonunda su yüzüne çıkarılmış ve analizleri yapılmıştır. 16 PAH bileşeninin bireysel ve $\sum$PAH değerleri belirlenmiştir. En düşük ve en yüksek değerler kuru ağırlıkta; Fas için 29,8-75,8, Cezayir için 25-72,5, Tunus için 34,2-69,7, İtalya için 25,6-80,4, Fransa için 21,9-105,5, İspanya için 29,8-99,9 ng/g olarak ölçülmüştür.

Çalışmamızda elde ettiğimiz değerler yukarıda verilen literatür değerleriyle karşılaştırıldığında, bizim çalışmamızda 9 mevsime ait bir izleme söz konusu iken diğer çalışmaların genellikle kısa dönemleri yansıtmakta olduğu görülmektedir. Ayrıca örnekleme ve analizde kullanılan metotlar ile örnekleme bölgesindeki kaynakların farklılığı da dikkate alındığında tam bir karşılaştırma yapmak mümkün değildir. Ancak genel bir değerlendirme yapıldığında bizim çalışmamızda elde edilen değerlerin mevsimsel olarak farklılık gösterdiği ve mevsime göre literatürde elde edilen bazı değerlerden düşük veya yüksek olduğu söylenebilir.

Gossiaux ve diğ. (1996) zebra midyesinde PAH birikimine sıcaklığın etkisini araştırmıştır. Kirleticilerin doğadaki döngüsü sürecinde sıcaklığın rolü çok önemlidir. Çünkü düşük su sıcaklıkları filtrasyon işlemini yavaşlatır (Stanczykowska, 1977; Dorgelo ve Gorter, 1984; Reeders ve diğ., 1989). Algal filtrasyon oranının 12,5-15 ºC optimum sıcaklığın dışındaki sıcaklıklarda düştüğü belirtilmiştir (Waltz, 1978). Ek olarak filtrasyon oranı, 5 ºC'ın altındaki ve 20 ºC'ın üstündeki sıcaklıklarda keskin bir düşüş gösterir (Reeders ve Bij deVaate, 1990). Mevsimlerin kirleticilerin alımında önemli bir değişikliğe sebep olmadığını belirten Reeders ve diğ. (1989) ne karşın Gossiaux ve diğ. (1996) yaptıkları çalışmada mevsimler arasında istatistiksel olarak belirgin bir değişim gözlemiştir. Bu konuda yapılan çalışmalar çelişebilmektedir.

Çalışmamızın sonuçları mevsimlerle ilişkilendirildiğinde ortalama değerler Güz ve Kış mevsimi değerlerinin, Bahar ve Yaz mevsimine oranla daha yüksek olduğunu işaret etmektedir. Bu durum Güz ve Kış mevsimlerinde özellikle evsel yakıt emisyonlarının atmosfere salınması ve yağışlarla atmosferik çökelme göstermesi ile ilişkilendirilebilir. Yine sıcaklıkların düşük olması sebebiyle buharlaşmanın daha az gerçekleşmesi, karların eriyerek içerdikleri atmosferik PAH'ları sulara aktarmasıyla açıklanabilir.

Bizim çalışmamızda midye örneklerinde Fluoranthene bileşeni en yüksek ortalama konsantrasyona sahip bileşendir. Llobet ve diğ. (2006) nin İspanya'da birçok deniz canlısı üzerinde yaptığı PAH kirliliği araştırmasında da midyelerde 16 PAH bileşeni arasındaki en yüksek konsantrasyona sahip bileşenin Fluoranthene olduğu bildirilmiştir. Fluoranthene'in atmosferde sık bulunan bir bileşen olduğu da rapor edilmiştir.

İstasyonlara göre sonuçlar değerlendirildiğinde en yüksek ortalama PAH konsantrasyonlarının Tüpraş Batı istasyonunda elde edilmesi sürpriz olmamıştır. Tüpraş Rafinerisi'nde ham petrol işlenmekte, petrol ürünleri limanlardan gemilere yüklenmekte ve bu işlemler esnasında denize sızıntılar olabilmektedir. Genel olarak yüksek konsantrasyonlar -Karamürsel istasyonu hariç- İzmit Körfezi'nin kuzey kıyılarında elde edilmiştir. Okay ve diğ. (2001) körfezdeki su sirkülasyonu üzerine

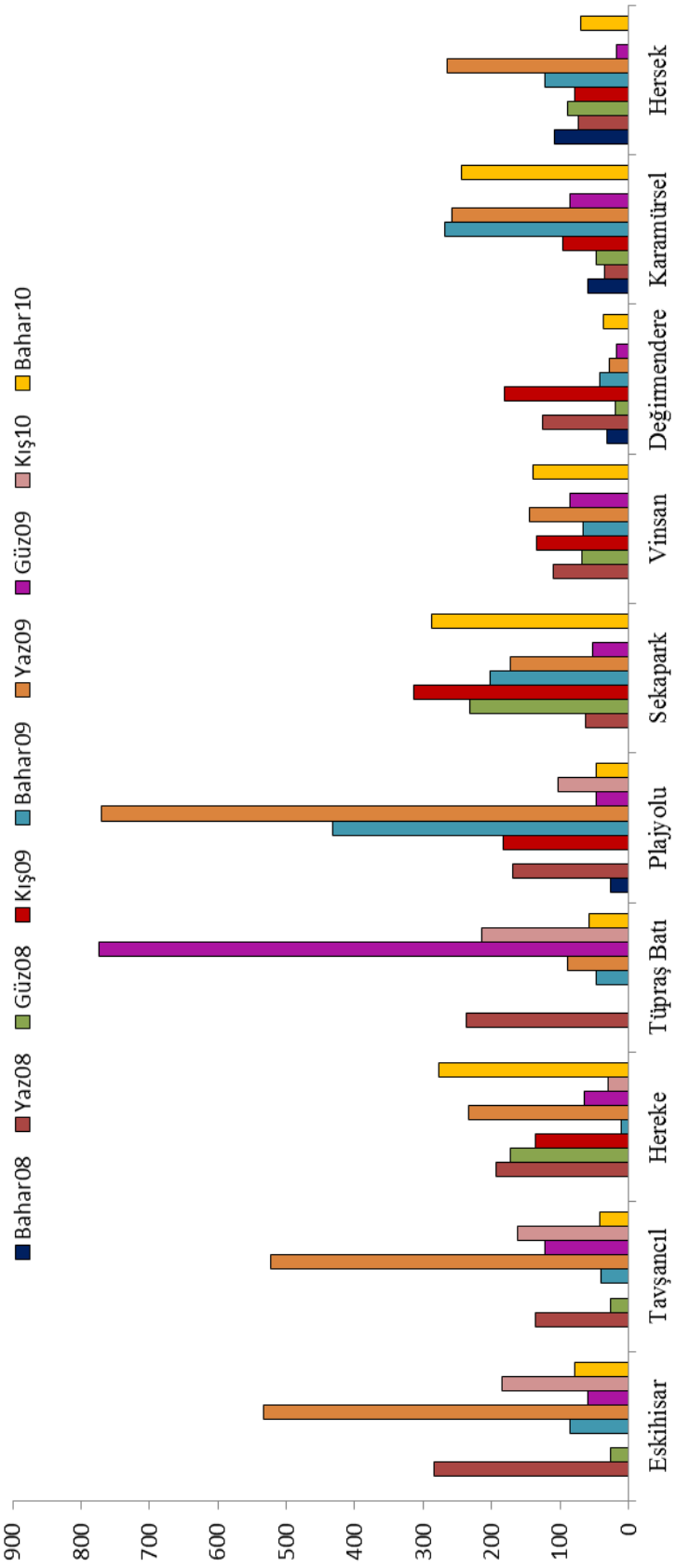
yapılan çalışmaların, ana yüzey akıntısının kuzeyden güneye doğru aktığını ve güney kıyısı boyunca akarak körfezi terkettiğini gösterdiğini belirtmiştir. Bu nedenle ana yüzey akıntısının yönü, körfezin güney kısmı için içten dışa doğru gerçekleşmektedir. Su kütlesi askıdaki partikülleri doğudan batıya doğru taşımakta ve bu nedenle kuzey kıyılardaki midyelerde PAH kirliliği yüksek düzeylerde bulunmaktadır.

3.2.4. Alglere ait bulgular

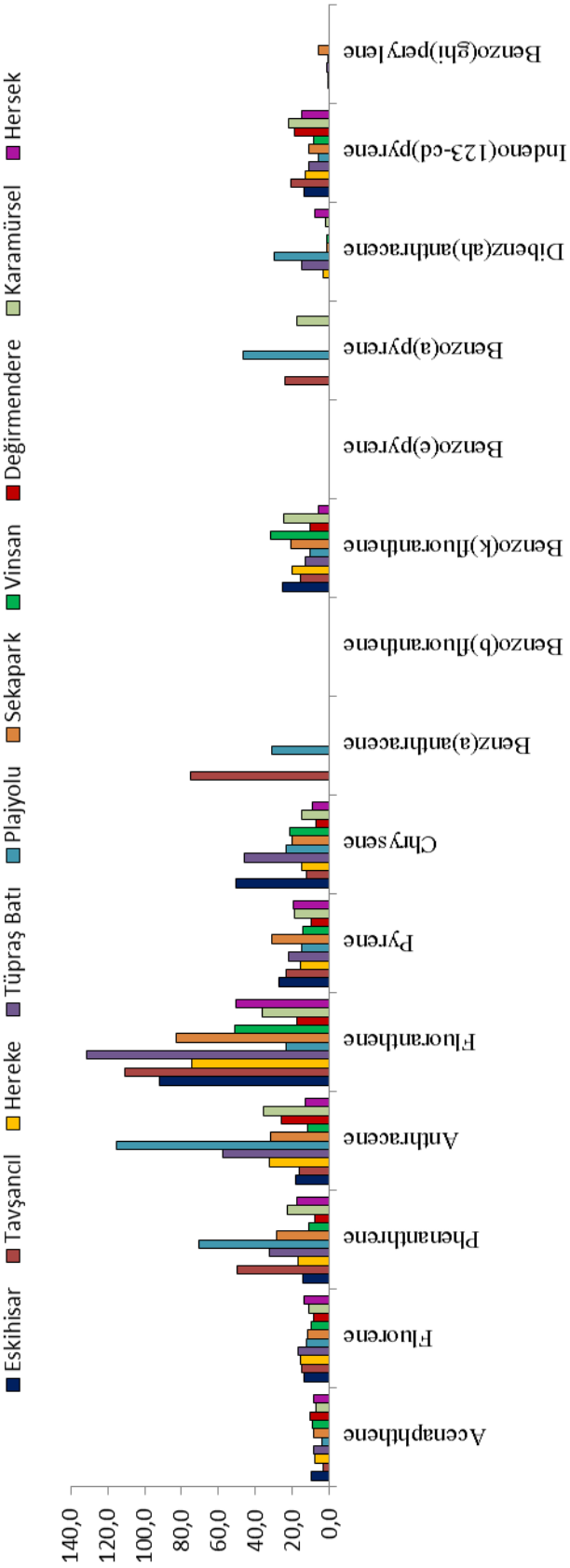
Dokuz mevsimsel örnekleme dönemine ait bireysel ve ∑PAH konsantrasyonları EK-F bölümünde Tablo F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8 ve F9'da verilmiştir. Yapılan analizler sonucunda belirlenen ∑PAH konsantrasyonları kuru ağırlıkta 9,5-774,4 ng/g arasında değişmektedir. 9,5 ng/g'lık en düşük ∑PAH konsantrasyonu Bahar'09 örneklemesinde Hereke istasyonunda, 774,4 ng/g'lık en yüksek ∑PAH konsantrasyonu ise Güz'09 örneklemesinde Tüpraş Batı istasyonunda elde edilmiştir. Ortalama PAH konsantrasyonları mevsimsel olarak farklılık göstermekte ve Yaz > Kış > Bahar > Güz olarak sıralanmaktadır. Örneklemeler ele alındığında ise ortalama PAH konsantrasyonları Yaz'09 > Kış'09 > Yaz'08 > Kış'10 > Güz'09 > Bahar'09 > Bahar'10 > Güz'08 > Bahar'08 olarak sıralanmaktadır.

Alg örneklerine ait ∑PAH konsantrasyonlarının mevsimlere ve istasyonlara göre değişimleri Şekil 3.10'da verilmiştir. Ortalama PAH konsantrasyonları bütün örneklemeler için değerlendirildiğinde, sıralama Tüpraş Batı > Plajyolu > Sekapark > Eskihisar > Tavşancıl > Hereke > Karamürsel > Vinsan > Hersek > Değirmendere şeklinde olmaktadır.

Bileşenlerin tümü için hesaplanan ortalama konsantrasyonlar Şekil 3.11'de verilmiştir. Tüm örnekleme dönemleri için PAH bileşenlerinin bireysel ortalama konsantrasyonları ele alındığında sırasıyla Fluoranthene, Benz(a)anthracene ve Anthracene en yüksek, Benzo(ghi)perylene en düşük konsantrasyonlara sahipken Benzo(b)fluoranthene ve Benzo(e)pyrene ise belirlenememiştir.



Şekil 3.10: *Ulva lactuca* örneklerinde mevsimlere ve istasyonlara göre ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)



Şekil 3.11: *Ulva lactuca* örneklerinde PAH bileşenlerinin istasyonlara göre ortalama konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

Pavoni ve diğ. (2003) Venedik Lagünü'nden topladıkları makroalg örneklerinde PAH kirliliğini belirlemiştir. Dört farklı istasyondan toplanan birden fazla cinse ait türlerin kullanıldığı çalışmada *Ulva* cinsine ait türlerdeki ∑PAH konsantrasyonları kuru ağırlıkta 1,0-56,4 ng/g, ortalama konsantrasyon ise 3,5±3,0 ng/g olarak belirlenmiştir. Belirlenen 13 PAH bileşeni arasında Phenanthrene ve Anthracene tüm örneklerde saptanmıştır. Alg örneklerinde bizim çalışmamızda elde ettiğimiz bulgular Pavoni ve diğ. (2003) bulgularına göre yüksektir.

Mevsimlere göre PAH bileşenlerinin ortalama konsantrasyonları değerlendirildiğinde Fluoranthene, Anthracene, Phenanthrene ve Pyrene'in baskın olduğu görülmektedir. Bu bileşenler özellikle Yaz'09 örneklemesinde oldukça yüksek konsantrasyonlara ulaşmıştır. Bu durum Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden alınan yağış verileriyle karşılaştırıldığında, örneklerin toplandığı Temmuz ayı başında yağış miktarlarının oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Yağmur suyunda en çok bulunan PAH'ların Phenanthrene, Anthracene, Fluoranthene ve Pyrene olduğu belirtilmiştir (Gonzalez ve diğ., 2000; Brown, 2002).

3.2.5. Midye ve alg örneklerine ait PAH bulgularının birlikte değerlendirilmesi

Midye ve alg örneklerindeki ortalama PAH konsantrasyonları istasyonlara göre değerlendirildiğinde her iki örnek grubu için de en yüksek konsantrasyonların sırasıyla Tüpraş Batı, Plajyolu ve Sekapark istasyonlarında elde edilmiş olması anlamlıdır. En düşük ortalama PAH konsantrasyonları iki örnek grubu için de körfezin güney kıyıları boyunca elde edilmiştir. Genel olarak hem alg hem midye örneklerindeki PAH kirliliğinin körfezin kuzey kıyı bölgelerinde yoğunlaştığını söylemek mümkündür.

Midye ve alg örnekleri arasındaki mevsimsel PAH değişimleri incelendiğinde, Bahar mevsimleri ve Yaz'08 haricindeki mevsimler için pozitif bir korelasyon söz konusudur. Bahar mevsimi dışındaki mevsimlerde alg ve midye örneklerinde hesaplanan korelasyon katsayıları 0,6 ile 0,8 arasında değişmektedir.

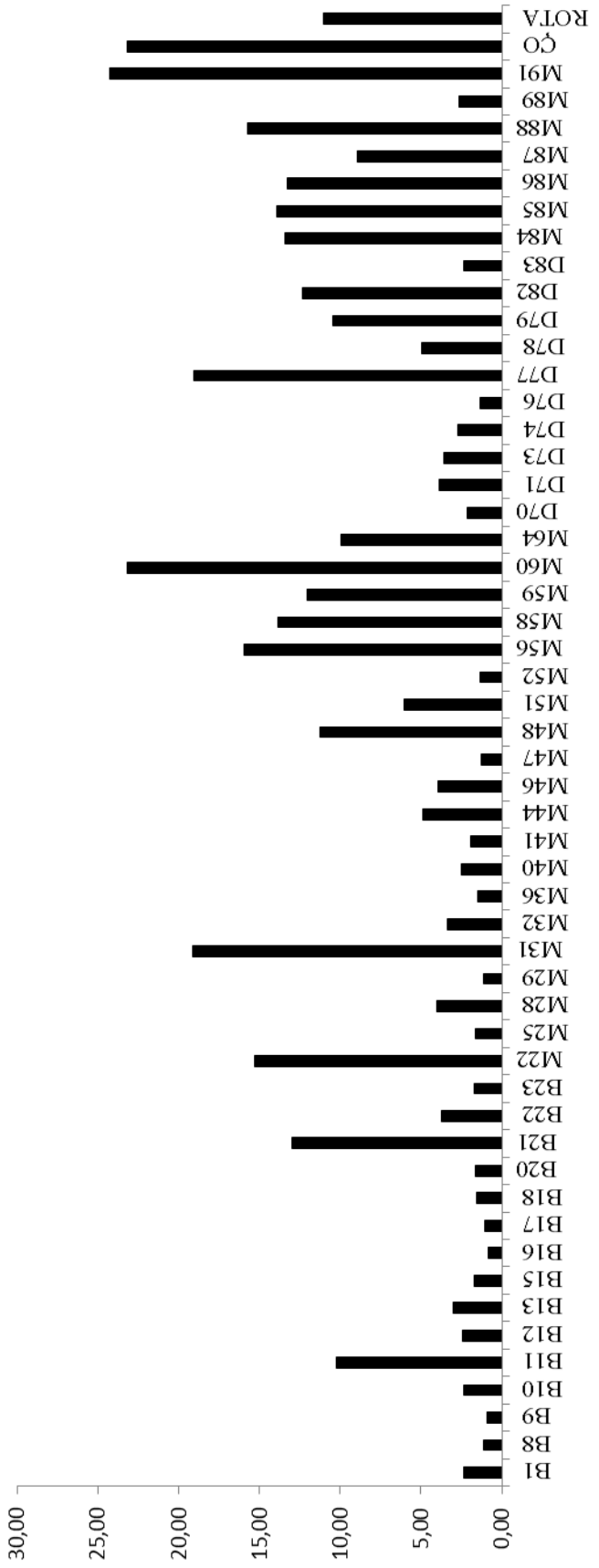
3.3. PCB Bulguları

3.3.1. Yüzey sedimentlerine ait bulgular

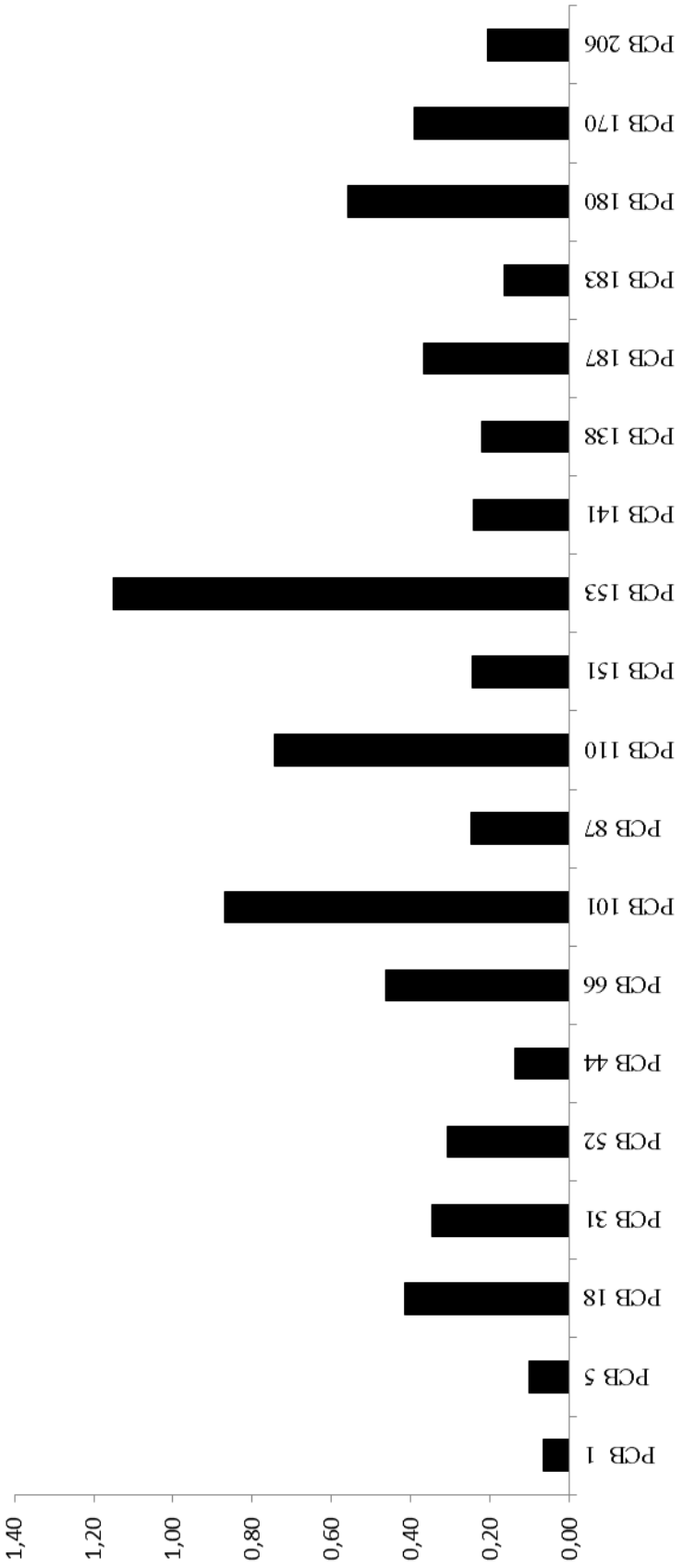
Yüzey sedimentlerine ait bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları EK -G bölümünde Tablo G1'de verilmiştir. Yapılan analizler sonucunda belirlenen ∑PCB değerleri kuru ağırlıkta 0,9-24,2 ng/g arasında değişmektedir. En düşük değer B16 ve B9, en yüksek değer ise M91 noktasında ölçülmüştür. Ortalama PCB konsantrasyonları kuru ağırlıkta 7,24 ng/g olarak belirlenmiştir.

Yüzey sedimentlerinde tespit edilen PCB bileşenleri için toplam konsantrasyon değerleri Şekil 3.12'de verilmiştir. Sedimentlerde miktarı belirlenen 19 PCB bileşeninin her biri için ortalama konsantrasyonlar ele alındığında; sırasıyla PCB 153, PCB 101 ve PCB 110 en yüksek, PCB 1, PCB 5 ve PCB 44 ise en düşük konsantrasyonlara sahip bileşenlerdir. PCB 101, 110, 151, 153, 180 ve 187 baskın bileşenler olup, bütün örneklerde tespit edilmiştir. PCB bileşenlerinin ortalama konsantrasyonları Şekil 3.13'de verilmiştir.

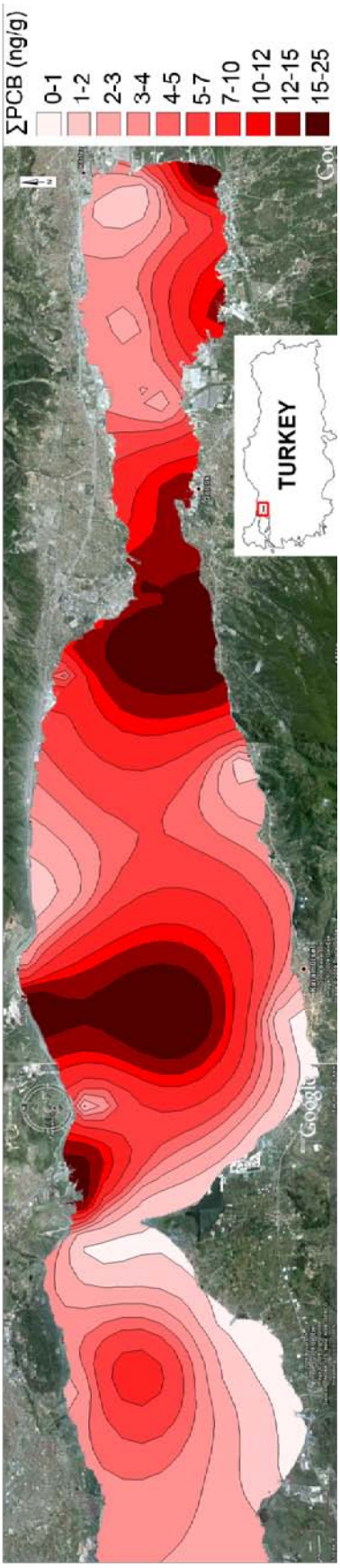
Sırasıyla M91, ÇO, M60, M31 ve D77 en yüksek ∑PCB konsantrasyonlarına sahip noktalar iken en düşük ∑PCB konsantrasyonuna sahip noktalar da B16, B9, B17, B8 ve M29'dur. Basenlere göre bir sıralama yapıldığında ise ortalama PCB konsantrasyonları Merkez > Doğu > Batı şeklindedir. Örneklerin içerdiği PCB konsantrasyonlarına göre İzmit Körfezi'ndeki dağılımları Şekil 3.14'te verilmiştir. En yüksek ∑PCB konsantrasyonlarının tespit edildiği bölgeler genel olarak petrol rafinerisi yakınları, metalurji tesisi ve liman iskelesi önleri, Dilovası Organize Sanayi Bölgesi'nin körfeze yaptığı deşarj alanları ve bu deşarjları körfeze taşıyan Dilderesi yakınları olmuştur. Akıntı hareketleri ve körfezi Marmara Denizi'ne bağlaması nedeniyle sürekli su değişimi gerçekleşen Batı baseninden alınan sedimentlerdeki değerler, üç basen arasındaki en düşük değerler olarak ölçülmüştür.



Şekil 3.12: Yüzey sediment örneklerinde ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)



Şekil 3.13: Yüzey sediment örneklerinde PCB bileşenlerinin ortalama konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)



Şekil 3.14: İzmit Körfezi yüzey sediment örneklerinde ∑PCB dağılımları

Okay ve diğ. (2009) 2007 yılının Ocak-Şubat ayları arasında İstanbul Boğazı'nda kıyı bölgelerden aldıkları yüzey sediment örneklerinde PCB kirliliğini araştırdıkları çalışmalarında 6 indikatör PCB bileşenini incelemiştir. Bu bileşenler arasında PCB 153 en sık rastlanılan bileşen olmuştur. ∑PCB konsantrasyonlarını kuru ağırlıkta 0,013-482,95 ng/g olarak belirlemiştir.

Gedik ve diğ. (2010) İzmit Körfezi ve etrafındaki tatlısu kollarından 2008 yılının Eylül-Ekim aylarında yüzeyden sediment örnekleri toplamış ve bu örneklerde PCB konsantrasyonunu belirlemiştir. 41 adet PCB bileşeni (IUPAC No: 17, 18, 28, 31, 33, 44, 49, 52, 70, 74, 82, 87, 95, 99, 101, 105, 110, 118, 128, 132, 138,149, 151, 153, 158, 169, 170, 171, 177, 180, 183, 187, 191, 194, 195, 199, 201, 205, 206, 208, 209) incelenmiş olup, bileşenler arasında en yüksek konsantrasyonlara penta ve hexachlorobiphenyl homolog gruplarında rastlandığı; PCB110, 138, 149, 153 ve 180'in baskın bileşenler olduğu rapor edilmiştir. Çalışmada tespit edilen bileşenler için ∑PCB konsantrasyonları 2,90-85,4 ng/g arasında olup, ortalama konsantrasyon 25,6 ng/g olarak belirlenmiştir. Sonuçlara göre yüksek PCB konsantrasyonlarının klor-alkali tesisi ve sıvı döküm, kimya ve petrol ürünleri endüstrisi çevresinde saptandığı rapor edilmiştir.

Oliver ve diğ. (1989) Ontario Gölü'nde 1982-1986 yılları arasında yüzey sedimentlerinde PCB analizleri yapmış ve 1982-1983'teki 1300-1900 ng/g'lık konsantrasyonun, 1985-1986 yıllarında 80-290 ng/g'a düştüğünü belirtmiştir. Araştırmacılar düşük klor yüzdesine sahip bileşenlerin derinlikle birlikte azaldığını bununla birlikte hexachlorobiphenyl'lerin neredeyse değişmediğini ve yüksek klor yüzdeli bileşenlerin de derinlikle birlikte arttığını belirlemiştir.

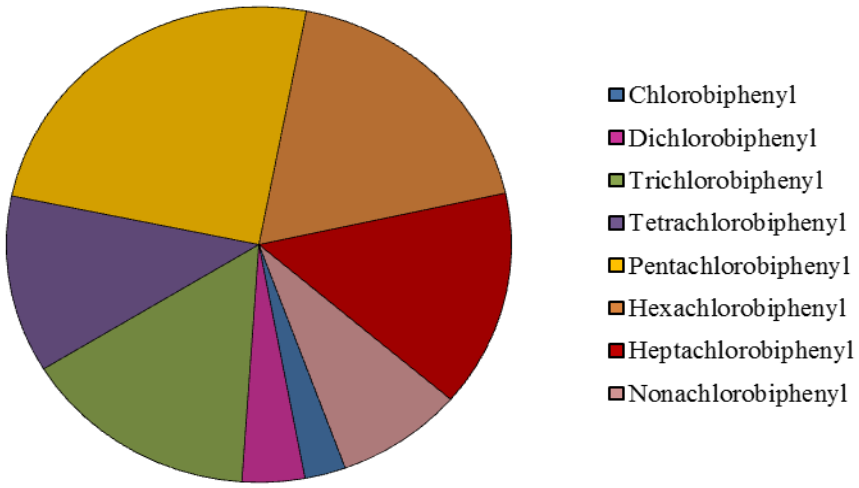
Dutch ve diğ. (2003) 1997-1999 yılları arasında bir biyomonitoring projesi kapsamında Puget Koyu boyunca topladıkları 300 sediment örneğinde 19 PCB bileşenini (8, 18, 28, 44, 52, 66, 77, 101, 105, 118, 126, 128, 138, 153, 170, 180, 187, 195, 206) incelemiş, en yüksek konsantrasyonlara kentsel ve endüstriyel faaliyetlerin yoğun olduğu körfezlerde rastlamıştır. PCB 101, 118, 138 ve 153 baskın bileşenler olarak belirtilmiştir. Ortalama PCB konsantrasyonu kuru ağırlıkta 80,23 ng/g olarak ölçülmüştür.

Sheboygan Nehri Besin Zinciri ve Sediment Kontaminasyonu Değerlendirmesi (Tuchman ve Burzynski, 2000) isimli proje kapsamında, ABD'nin Wisconsin bölgesinde bulunan Sheboygan Nehri'nde, beş farklı bölgeden alınan sediment örneklerinde toplam 62 PCB bileşeni incelenmiş ve bunların ortalama PCB konsantrasyonu 5-7210 ng/g olarak rapor edilmiştir.

Pikkarainen (2007) Baltık Denizi'nden aldığı sediment örneklerinde PCB kirliliğini belirlemiştir. Bu çalışmada PCB 52 için 0,0004–0,63, PCB 101 için 0,0018–0,83, PCB 138 için 0,0067–1,7, PCB 153 için 0,013–1,5 ve PCB 180 için 0,0004–0,62 ng/g kuru ağırlık değerlerini elde etmiştir.

Deniz sedimentlerindeki ∑PCB seviyeleri, endüstriyel ve kentsel emisyonlar, gemi trafiği gibi faktörlerin limanlar üzerindeki etkilerini yansıtmaktadır. Literatür taramasında göze çarpan noktalardan biri PCB'lerin üretimlerinin yasaklanmasıyla birlikte konsantrasyonlarının da zamanla düşüş göstermesidir. Diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında çalışmamızda elde ettiğimiz değerlerin genellikle düşük olduğu görülmektedir. İzmit Körfezi, İstanbul Boğazı ve Puget Koyu'nda yapılan çalışmalarda olduğu gibi bizim çalışmamızda da PCB 153 bileşeni baskın bileşen olarak göze çarpmaktadır. Pikkarainen (2007) in çalışması ile bir karşılaştırma yapıldığında ise çalışmamızda elde edilen değerlerin kimi örnekleme noktalarında PCB 52, 101, 153 ve 180 için hesaplanan değerlerin üzerinde olduğu, PCB 138 değerlerinin ise çalışmamızda elde edilen değerlerden yüksek olduğu görülmektedir.

Pentachlorobiphenyl'lerden heptachlorobipehnyl bileşenlerine doğru, artan biyoyararlılık ve kronik toksisite gibi özellikleri nedeniyle bu bileşenler çevredeki en toksik PCB bileşenlerindendir (McFarland ve Clarke, 1989). Bizim çalışmamızda elde edilen sonuçlarda klor sayılarına göre gruplandırılan PCB bileşenlerinin ortalama konsantrasyonları Şekil 3.15'te verilmiştir. Şekle göre, Pentachlorobiphenyl grubuna ait bileşenler örneklerde ağırlıklı olarak bulunmaktadır.



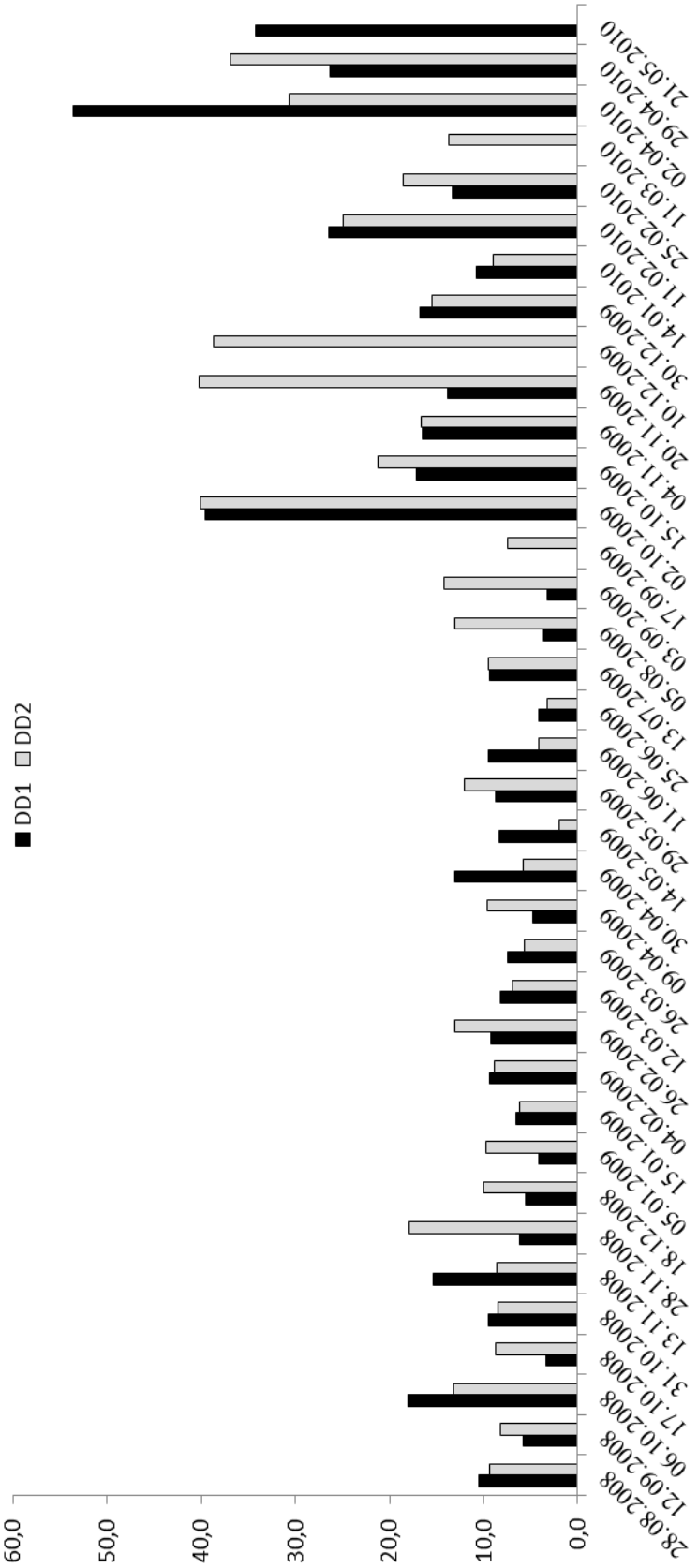
Şekil 3.15 : Klor sayılarına göre gruplandırılan PCB bileşenlerinin yüzey sedimentlerindeki dağılımı

3.3.2. Tuzak sedimentlerine ait bulgular

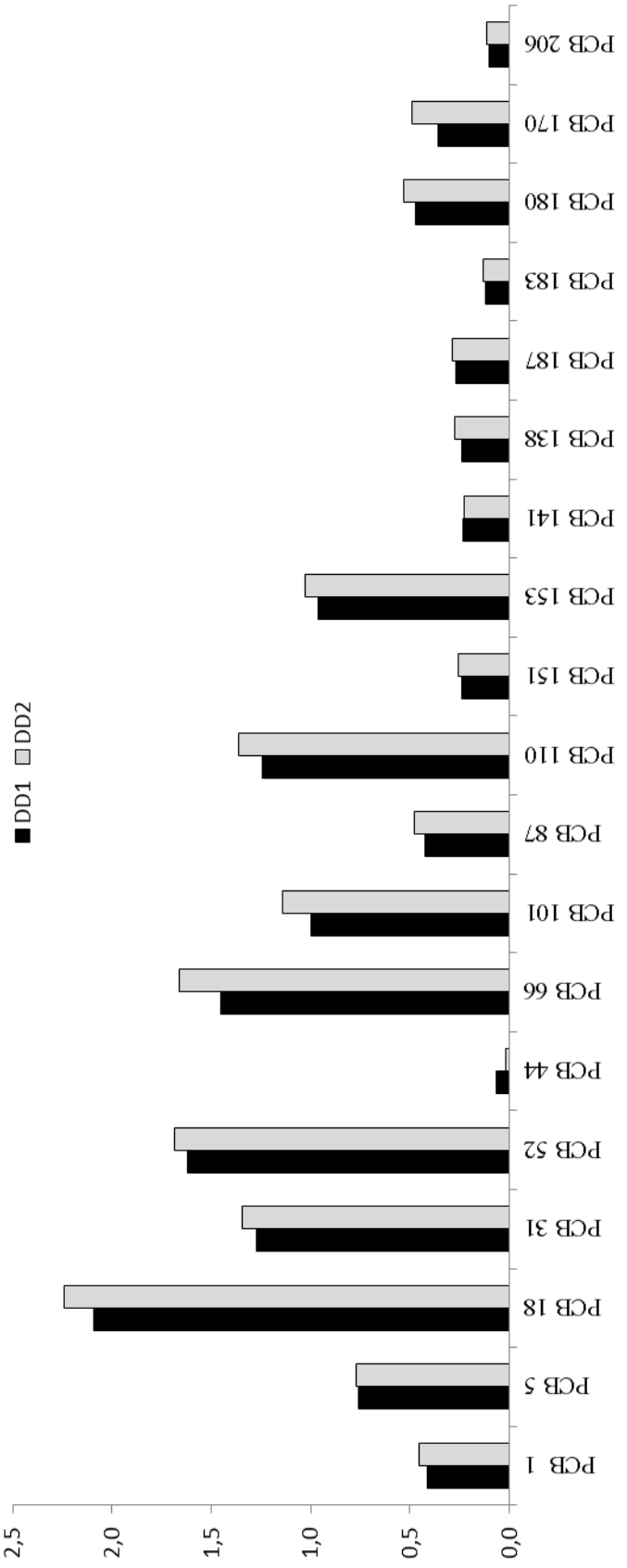
DD1 ve DD2 tuzak sedimentlerine ait bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları EK-H bölümünde Tablo H1 ve H2'de verilmiştir. Yapılan analizler sonucunda belirlenen ∑PCB değerleri DD1 istasyonu için kuru ağırlıkta 3,2-53,5 ng/g, DD2 istasyonu için ise kuru ağırlıkta 2,0-40,2 ng/g arasında değişmektedir. En düşük değer DD1 istasyonunda 03.09.2009, DD2 istasyonunda 14.05.2009 tarihinde, en yüksek değerler ise DD1 istasyonunda 02.04.2010, DD2 istasyonunda 20.11.2009 tarihinde ölçülmüştür.

DD1 ve DD2 sediment örneklerine ait ∑PCB konsantrasyonlarının zamana göre değişimleri kuru ağırlık olarak Şekil 3.16'da verilmiştir. Değerler ilk örneklemeler için genellikle 20 ng/g'ın altında değişen konsantrasyonlarda seyrederken, 02.10.2009 tarihli örnekleme itibarıyle hem DD1 hem DD2 sediment konsantrasyonlarında artış meydana gelmiştir.

DD1 ve DD2 sediment örneklerinde miktarı belirlenen 19 PCB bileşeninin her biri için ortalama konsantrasyonlar ele alındığında; sırasıyla PCB 18, PCB 52 ve PCB 66 en yüksek, PCB 44, PCB 206 ve PCB 183 ise en düşük konsantrasyonlara sahiptir. Bileşenlerin tümü için hesaplanan ortalama konsantrasyonlar Şekil 3.17'de verilmiştir.



Şekil 3.16: DD1 ve DD2 sediment örneklerinde ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)



Şekil 3.17: DD1 ve DD2 sediment örneklerinde PCB bileşenlerinin ortalama konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

DD1 ve DD2 istasyonlarına ait sedimentlerde örnekleme dönemlerine göre belirlenen su kolonundaki dikey ∑PCB çökelimleri, günlük sedimentasyon miktarları kullanılarak belirlenmiş ve Tablo 3.19'da verilmiştir. En fazla çökelim DD1 sedimentlerinde 11.02.2010, DD2 sedimentlerinde 30.12.2009 tarihlerinde gerçekleşmiştir. Günlük sedimentasyon miktarı ve ∑PCB çökelimleri arasındaki korelasyon katsayıları DD1 için 0,7, DD2 için 0,9 olarak hesaplanmıştır. Genel olarak su kolonundaki partikül çökelimi, yağış miktarları (Şekil 3.2) ile paraleldir. Dikey ∑PCB çökelim miktarları ve yağış arasındaki korelasyon katsayısı DD1 sedimentleri için 0,6, DD2 sedimentlerini için 0,5 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 3.19: Sediment tuzağı istasyonlarında (DD1 ve DD2) örnekleme dönemlerine göre belirlenen dikey ∑PCB çökelimleri

Sediment tuzağının boşaltıldığı tarih	Örnekleme süresi (gün)	Dikey ∑PCB Çökelimi ($g.m^{-2}.gün^{-1}$)	
		DD1	DD2
08.08.2008*	-	-	-
28.08.2008	20	0,0084	0,0018
12.09.2008	15	0,0119	0,0033
06.10.2008	24	0,1059	0,0059
17.10.2008	11	0,0098	0,0014
31.10.2008	14	0,1246	0,0055
13.11.2008	13	0,0124	0,0016
28.11.2008	15	0,0140	0,0058
18.12.2008	20	0,0025	0,0007
05.01.2009	18	0,0837	0,0211
15.01.2009	10	0,0256	0,0014
04.02.2009	20	0,0352	0,0039
26.02.2009	22	0,0708	0,0256
12.03.2009	14	0,0618	0,0020
26.03.2009	14	0,0391	0,0040
09.04.2009	14	0,0225	0,0018
30.04.2009	21	0,0373	0,0026
14.05.2009	14	0,0403	0,0009
29.05.2009	15	0,0024	0,0006
11.06.2009	13	0,0034	0,0003
25.06.2009	14	0,0011	0,0005
13.07.2009	18	0,0174	0,0012
05.08.2009	23	0,0136	0,0021
03.09.2009	29	0,0092	0,0037
17.09.2009	14	-	0,0064
02.10.2009	15	0,0431	0,0069
15.10.2009	13	0,0119	0,0034

Tablo 3.19 (Devam): Sediment tuzağı istasyonlarında (DD1 ve DD2) örnekleme dönemlerine göre belirlenen dikey ∑PCB çökelimleri

Sediment tuzağının boşaltıldığı tarih	Örnekleme süresi (gün)	Dikey ∑PCB Çökelimi ($g.m^{-2}.gün^{-1}$)	
		DD1	DD2
04.11.2009	20	0,2141	0,0325
20.11.2009	16	0,0339	0,0068
10.12.2009	20	-	0,0016
30.12.2009	20	0,2206	0,0303
14.01.2010	15	0,0587	0,0057
11.02.2010	28	0,2694	0,0761
25.02.2010	14	0,0338	0,0120
11.03.2010	14	-	0,0093
02.04.2010	22	0,1102	0,0060
29.04.2010	27	0,0325	0,0171
21.05.2010	22	0,0162	-

*: sediment tuzaklarının ilk yerleştirildiği tarih, -: örnek alınamadı

Mandalakis ve diğ. (2005) nin yaptığı bir araştırmada 0,4 m çaplı ve 1,9 m uzunluğundaki sediment tuzakları İyon Denizi'nin güneyinde üç farklı derinliğe (186, 1426, 2837 m) yerleştirilmiş ve bu sedimentlerde 2001 yılı Mayıs-Ekim ayları arasında 15 günlük periyotlarla PCB kirliliği izlenmiştir. Toplamda 54 PCB bileşeni incelenmiş, ortalama PCB konsantrasyonu kuru ağırlıkta 7,0±5,5 ng/g olarak belirlenmiştir. 2-4 Klor atomuna sahip bileşenler, 54 bileşen arasında baskın PCB bileşenleri olarak tespit edilmiştir. Bileşen konsantrasyonları kuru ağırlıkta 0,2-1,8 ng/g olarak belirlenmiştir. Tüm örnekler için yaz mevsiminde elde edilen konsantrasyonların bahar mevsimine göre daha yüksek olduğu ve yerleştirildikleri derinliğe bağlı olarak ∑PCB konsantrasyonlarının 186 m > 1426 m > 2837 m şeklinde sıralandığı belirtilmiştir.

New Bedford Limanı'nda yapılan tuzak sedimenti çalışması Final Raporu (2009) nda 2007-2008 yılları arasında 12 ay boyunca 21-38 günlük periyotlarla örneklemeler gerçekleştirilmiş ve 44 PCB bileşeni incelenmiştir. Aynı zamanda yüzey sedimentleri alınarak PCB konsantrasyonları karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda genel olarak tuzak sedimentlerinde yüzey sedimentlerine göre daha yüksek konsantrasyonlar ölçüldüğü belirtilmiştir.

Hornbuckle ve diğ. (2004) Michigan Gölü'ne sediment tuzakları yerleştirerek Mayıs 1998-Mayıs 1999 tarihleri arasında 24-48 gün arasında değişen periyotlarla PCB kirliliğini izlemiştir. 76 PCB bileşeni için∑PCB konsantrasyonları yüksek ve düşük miktarlarda çökelme gösteren sedimentlerde ayrı ayrı hesaplanmıştır. Yüksek çökelme miktarına sahip sedimentlerde∑PCB konsan trasyonu 60±34 ng/g, düşük çökelme miktarına sahip sedimentlerde ise 110±150 ng/g olarak belirtilmiştir.

Mandalakis ve diğ. (2005) nin yaptığı çalışmada elde edilen ortalama PCB konsantrasyonları ile karşılaştırıldığında bizim çalışmamızdaki DD1 ve DD2 sedimentlerine ait ortalama PCB konsantrasyonlarının yüksek olduğu görülmektedir.

Yüzey sedimentlerindeki kirlilik genellikle uzun süreli birikim göstermekte iken tuzak sedimentlerinde ölçülen kirlilik değerleri belirli bir zamanı (günler, haftalar gibi) temsil etmekte ve o zaman dilimine ait birikimi yansıtmaktadır. Bizim çalışmamızda elde edilen yüzey sedimentlerine ait ∑PCB sonuçları tuzak sedimentleri ile karşılaştırıldığında, tuzak sedimentlerindeki konsantrasyonların daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum New Bedford Limanı'nda tuzak ve yüzey sedimentlerinde PCB kirliliğinin izlendiği çalışmayla (Battelle, 2009) paralel yöndedir. Özellikle tuzakların, endüstri kuruluşlarından kaynaklanan emisyonlara, yoğun gemi trafiğine, kontrollü ya da kontrolsüz evsel ve endüstriyel atıkların deşarjına maruz kalan Dilderesi'nin İzmit Körfezi'yle birleştiği alana yerleştirilmiş olmaları nedeniyle∑PCB konsantrasyonlarının yüzey sedimentlerine göre yüksek düzeylerde olduğu söylenebilir. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden sağlanan örnekleme tarihleri arasındaki Kocaeli iline ait günlük toplam yağış miktarları (mm) sonuçlarla birlikte değerlendirildiğinde, özellikle son örnekleme dönemleri için bir paralellik söz konusudur ve artan yağış miktarının atmosferik çökelme veya kontamine olmuş toprakların yağışla birlikte taşınımıyla PCB konsantrasyonlarında artışa sebep olmuş olabileceği düşünülmektedir.

Ortalama PCB konsantrasyonları DD1 ve DD2 sedimentleri için birbirine çok yakın değerlerdir. ∑PCB konsantrasyonları arasındaki ilişkiye bakıldığında ise korelasyon katsayısı, DD1 ve DD2 istasyonları sedimentleri için 0,7 olarak hesaplanmıştır. DD1 istasyonu tam olarak Dilderesi'nin İzmit Körfezi'ne döküldüğü noktada, DD2 ise

DD1 istasyonunun 200 m kadar ilerisine yerleştirilmiştir. İstasyonlar birbirine yakın olmasına rağmen bazı örnekleme dönemlerinde iki istasyon arasında ∑PCB konsantrasyonları arasında büyük farklar belirlenmiştir. Bu farkların, iskeledeki gemi trafiği, su sirkülasyonları gibi sebeplerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Başka bir nedenin, DD1 istasyonunun hemen karşısında bulunan, yüzey sediment örneklerinde en yüksek konsantrasyonlardan birinin elde edildiği Çolakoğlu Metalurji'ye A.Ş.'ye ait soğutma suyunun körfeze döküldüğü kısımda bulunması olabileceği düşünülmektedir. Bu suda bulunan kirleticilerin suyun hareketi ile birlikte sediment tuzağında çökelmiş olabileceği tahmin edilmektedir. Soğutma suyu ve Dilderesi'nden gelen suyun görünümü Şekil 3.15'te verilmiştir.



Şekil 3.18: Çolakoğlu Metalurji A.Ş.'ye ait soğutma suyu ünitesi ve DD1 düzeneğinin konumu

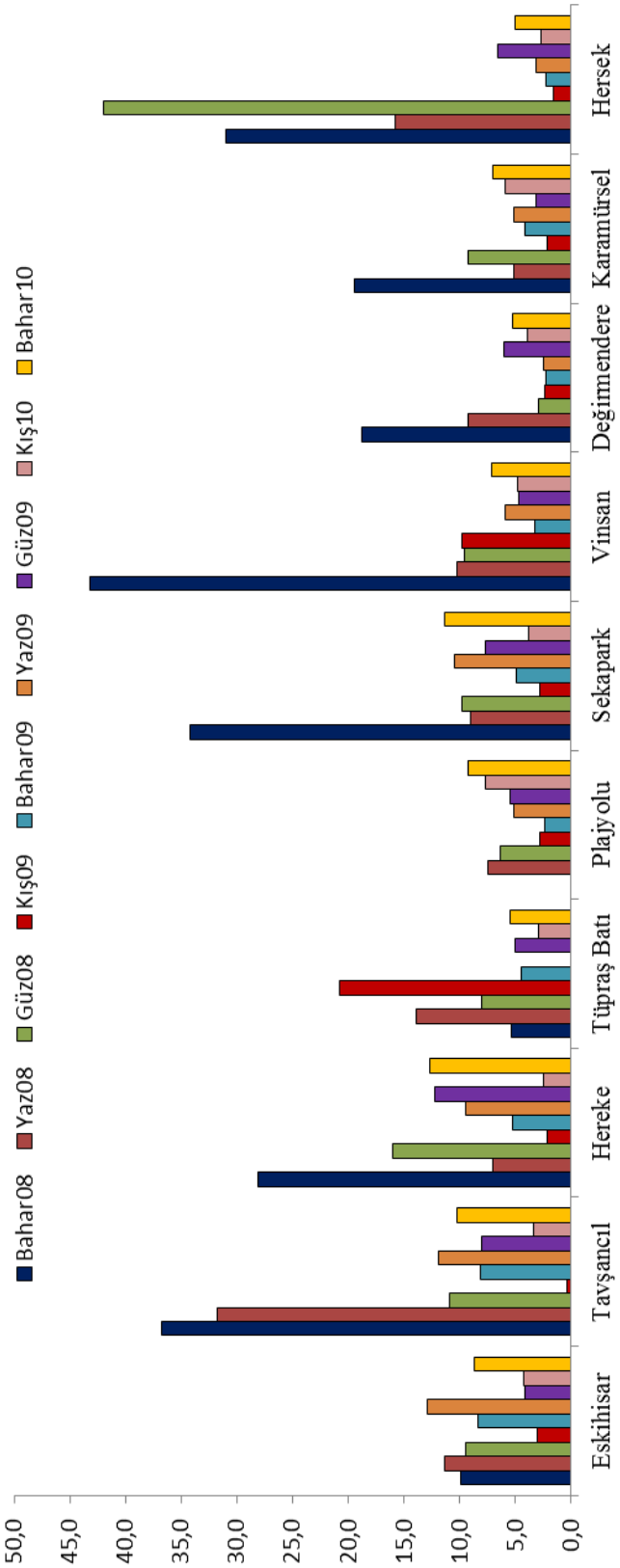
3.3.3. Midyelere Ait Bulgular

Dokuz mevsimsel örnekleme dönemine ait bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları EK-I bölümünde Tablo I1, I2, I3, I4, I5, I6, I7, I8 ve I9'da verilmiştir. Yapılan analizler sonucunda belirlenen ∑PCB değerleri kuru ağırlıkta 0,3-43,1 ng/g arasında değişmektedir. 0,3 ng/g'lık en düşük ∑PCB konsantrasyonu Kış'09 örneklemesinde Tavşancıl istasyonunda, 43,1 ng/g'lık en yüksek ∑PCB konsantrasyonu ise Bahar'08 örneklemesinde Vinsan istasyonunda elde edilmiştir. Ortalama PCB konsantrasyonları mevsimsel olarak farklılık göstermekte ve Bahar > Yaz > Güz >

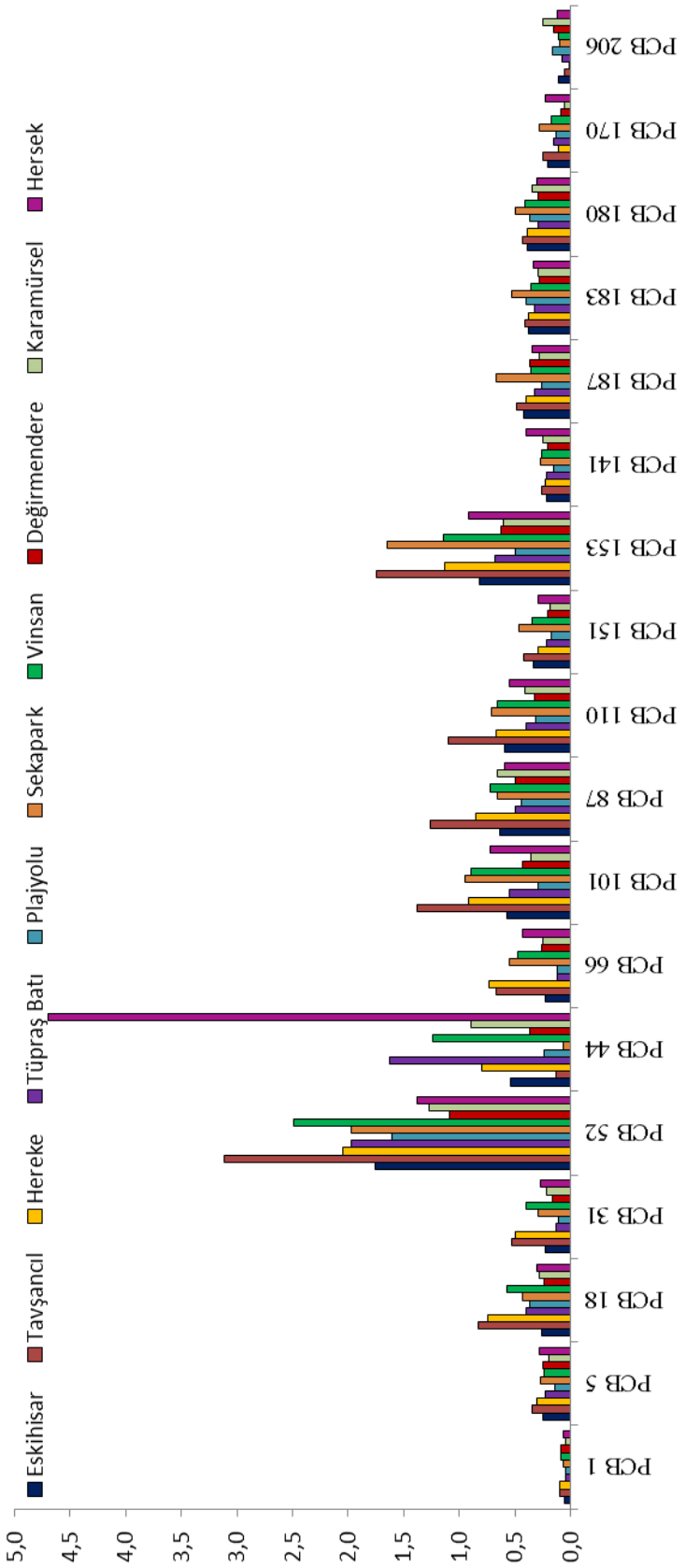
Kış olarak sıralanmaktadır. Örneklemeler ele alındığında ise ortalama PCB konsantrasyonları Bahar'08 > Güz'08 > Yaz'08 > Bahar'10 > Yaz'09 > Güz'09 > Kış'09 > Bahar'09 > Kış'10 olarak sıralanmaktadır.

Midye örneklerine ait ∑PCB konsantrasyonlarının mevsimlere ve toplandıkları bölgelere göre değişimleri Şekil 3.19'da verilmiştir. Ortalama PCB konsantrasyonları bütün örneklemeler için ele alındığında ise sıralama Tavşancıl > Hersek > Vinsan > Hereke > Sekapark > Tüpraş Batı > Eskihisar > Karamürsel > Değirmendere > Plajyolu şeklinde olmaktadır.

Bileşenlerin tümü için hesaplanan ortalama konsantrasyonların istasyonlara göre dağılımı Şekil 3.20'de verilmiştir. Tüm örnekleme dönemleri için PCB bileşenlerinin ortalama konsantrasyonları ele alındığında; sırasıyla PCB 52, PCB 44 ve PCB 153 en yüksek, PCB 1, PCB 206 ve PCB 170 ise en düşük konsantrasyonlara sahiptir.



Şekil 3.19: *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde mevsimlere ve istasyonlara göre ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)



Şekil 3.20: *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde PCB bileşenlerinin istasyonlara göre ortalama konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

Telli-Karakoç ve diğ. (2002) 1999 yılında İzmit Körfezi'nin kuzey kıyılarındaki 17 istasyondan aldıkları *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde PCB düzeylerini ölçmüştür. Midyelerden elde edilen sonuçlar en yüksek PCB konsantrasyonlarının Seka ve Dilderesi önlerinde bulunduğunu işaret etmiştir.

Okay ve diğ. (2009) İstanbul Boğazı'ndan toplanan *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde PCB kirliliğini araştırdıkları çalışmalarında 6 indikatör PCB bileşenini incelemiştir. Bu bileşenler arasında PCB 153, 138 ve 118 en çok rastlanılanlar olmuştur. ∑PCB konsantrasyonlarını yaş ağırlıkta 0,77-22,9 ng/g olarak belirlemiştir.

Koci ve diğ. (2006) Arnavutluk kıyılarında Vlora ve Durres olarak adlandırılan iki farklı istasyondan topladıkları *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde 20 PCB bileşeni (PCB 28, 52, 104, 44, 66, 101, 87, 118, 188, 153, 105, 138, 126, 187, 128, 201, 180, 170, 195, 206 ve 209) üzerinden ∑PCB düzeylerini ölçmüş; PCB 28, 104, 153, 138, 180'in baskın bileşenler olduğunu rapor etmiştir.∑PCB konsantrasyonları Vlora istasyonu için yaş ağırlıkta 148,2-194,2 ng/g, Durres istasyonunda ise yaş ağırlıkta 57,4-80,4 ng/g olarak belirlenmiştir.

Catsiki ve diğ. (2003) Thermaikos Körfezi'nde *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde 7 bileşen (PCB 101, 118, 105, 153, 138, 156, 180) üzerinden ∑PCB düzeylerini ölçerek, 5,9-19,1 ng/g olarak rapor etmiştir. PCB 138, 153, 118 ve 101'i baskın bileşenler olarak bildirilmiştir.

Milun ve Zvonarić (2008) 2002-2005 yılları arasında bir biyomonitoring projesi kapsamında Doğu Adriyatik kıyılarından topladıkları *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde ortalama PCB konsantrasyonunu kuru ağırlıkta 102 (10,7-287) ng/g olarak belirlemiştir. Yüksek değerler genellikle limanlara, kentsel ve endüstriyel merkezlere yakın bölgelerde saptanmıştır.

Telli-Karakoç ve diğ. (2002) yaptığı çalışmada Dilderesi, Seka ve Solventaş istasyonlarından alınan midye örneklerinde yüksek PCB konsantrasyonları belirlemiştir. Bizim çalışmamızdaki en yüksek ortalama değerler Tavşancıl istasyonunda ölçülmüştür. Tavşancıl istasyonunun Dilderesi ve Solventaş istasyonlarına çok yakın olduğu göz önünde bulundurulduğunda sonuçların uyumlu

olduğu söylenebilir. Vinsan'da yüksek konsantrasyonlara Doğu Kanalı olarak adlandırılan ve çok sayıda fabrikanın atıklarıyla beraber evsel atıkların arıtıldığı atıksu arıtma tesislerinin deşarj edildiği akarsuyun sebep olmuş olabileceği düşünülmektedir. Bu istasyonun körfezin en kapalı kısmını temsil etmesi, en sığ basen olması ve su sirkülasyonunun yetersiz olması (Oğuz ve Sur, 1986) da başka bir sebep olabilir. Bulgular genel olarak değerlendirildiğinde Hersek istasyonu dışında PCB kirliliğinin körfezin kuzeyinde güney kıyılara göre daha yoğun olduğu söylenebilir.

Koci ve diğ. (2006) bulgularının bizim çalışmamızda elde edilen bulgulara göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Literatürle karşılaştırma yapıldığında, genellikle belirlenen PCB bileşenleri ve sayıları farklı olduğundan toplam konsantrasyonlar açısından karşılaştırma yapmak mümkün olmamaktadır. Bileşen açısından değerlendirildiğinde PCB 153 bileşeninin birçok benzer çalışmada olduğu gibi bizim çalışmamızda da sık rastlanan bir bileşen olduğu görülmektedir.

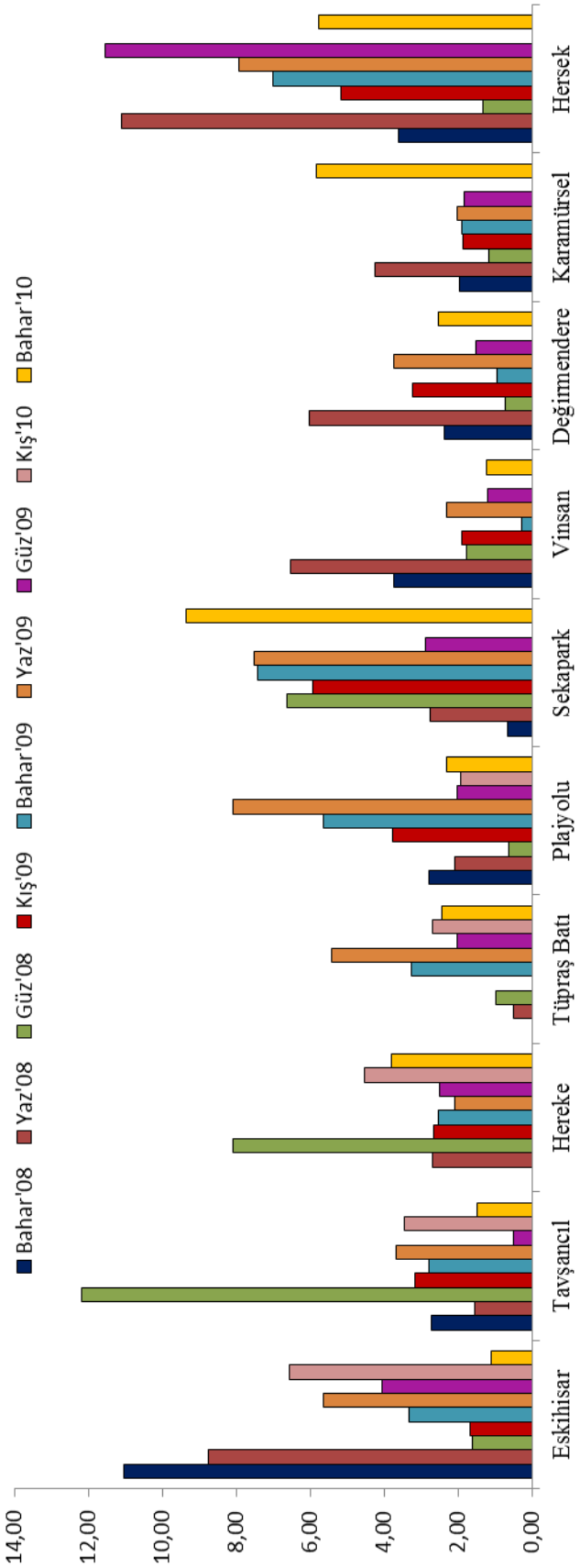
Kanada Sağlık Rehberi ile birlikte oluşturulan EPD'nin PCB'ler için Su Kalitesi Kriterleri Raporu (1992) nda yumuşakçalar için∑PCB konsantrasyonlarında yaban hayatın korunması için tavsiye edilen sınır değer yaş ağırlıkta 100 ng/g, bu canlıları tüketen insanları korumak için tavsiye edilen sınır değer ise yaş ağırlıkta 200 ng/g'dır (URL 24). Çalışmamızda elde edilen konsantrasyonlar bu sınır değerlerin altındadır.

3.3.4. Alglere Ait Bulgular

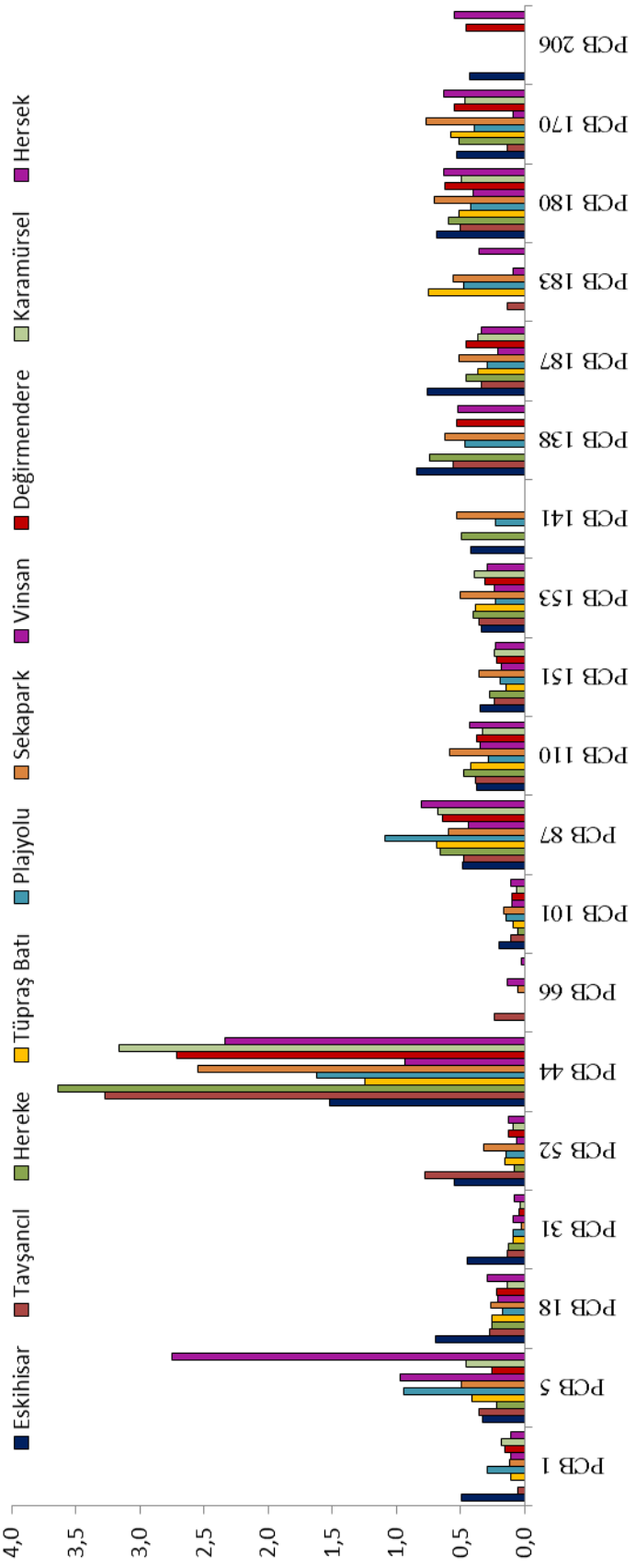
Dokuz mevsimsel örnekleme dönemine ait bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları EK-J bölümünde Tablo J1, J2, J3, J4, J5, J6, J7, J8 ve J9'da verilmiştir. Yapılan analizler sonucunda belirlenen ∑PCB değerleri kuru ağırlıkta 0,3-12,2 ng/g arasında değişmektedir. 0,3 ng/g'lık en düşük ∑PCB konsantrasyonu Bahar'09 örneklemesinde Vinsan istasyonunda, 12,2 ng/g'lık en yüksek ∑PCB konsantrasyonu ise Güz'08 örneklemesinde Tavşancıl istasyonunda elde edilmiştir. Ortalama PCB konsantrasyonları mevsimsel olarak farklılık göstermekte ve Yaz > Bahar > Kış > Güz olarak sıralanmaktadır. Örneklemeler ele alındığında ise ortalama PCB konsantrasyonları Yaz'09 > Yaz'08 > Bahar'10 > Bahar'09 > Güz'08> Güz'09 > Kış'09 > Bahar'08 > Kış'10 olarak sıralanmaktadır.

Alg örneklerine ait ∑PCB konsantrasyonlarının mevsimlere ve toplandıkları bölgelere göre değişimleri Şekil 3.21'de verilmiştir. Ortalama PCB konsantrasyonları bütün örneklemeler için ele alındığında ise sıralama Hersek > Sekapark > Eskihisar > Hereke > Tavşancıl > Plajyolu > Karamürsel > Değirmendere > Tüpraş Batı > Vinsan şeklinde olmaktadır.

Bileşenlerin tümü için hesaplanan ortalama konsantrasyonlar Şekil 3.22'de verilmiştir. Tüm örnekleme dönemleri için 19 PCB bileşeninin bireysel ortalama konsantrasyonları ele alındığında; sırasıyla PCB 44, PCB 5 ve PCB 87 en yüksek, PCB 66, PCB 101 ve PCB 206 ise en düşük konsantrasyonlara sahiptir.



Şekil 3.21: *Ulva lactuca* örneklerinde mevsimlere ve istasyonlara göre ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)



Şekil 3.22: *Ulva lactuca* örneklerinde PCB bileşenlerinin istasyonlara göre ortalama konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

PCB'lerle ilgili çalışmalarda makroalg türleri genel olarak kullanılmakla birlikte *Ulva lactuca*'da PCB birikimi ile ilgili az sayıda çalışma yapılmıştır. Larsson (1987) PCB birikimlerini indikatör tür olarak *Cladophora glomerata*'yı kullanarak belirlemiştir. Genellikle *Ulva lactuca*'nın ağır metal analizlerinde indikatör olarak kullanıldığı bilinmektedir. Ancak Cheney ve diğ. (2011) 2007 yılının yaz mevsiminde, sedimentlerinde aşırı yüksek konsantrasyonlarda PCB tespit edilmiş olan New Bedford Limanı'nda *Ulva lactuca*'nın meydana getirdiği bir alg patlamasını tespit etmiştir. Bu tespitle birlikte bölgede yetişen bu türün de PCB biriktirdiğini belirlemiştir. Ölçtükleri en yüksek $\sum$PCB konsantrasyonu 99 ng/g olarak belirtilmiştir. Bu değerin denizsuyunda ölçülen değerden yaklaşık 100000, daha önceki çalışmalarda kullanılan bütün alg örnekleri arasından en yüksek konsantrasyonu içeren türde ölçülen değerden ise 800 kat yüksek olduğunu rapor etmiştir. Aynı zamanda bu alanda yaşamını sürdüren canlılardan ot karidesleri ve ekosistemdeki besin zincirinin önemli bir basamağını oluşturan bir balık türü tarafından tüketildiğini, bu nedenle *Ulva lactuca*'daki bu birikimin ekosistem sağlığı için son derece önem arz ettiğini bildirmiştir. Bu çalışmayla ilk kez bir alg patlamasının, PCB'lerin bir körfezin besin zincirinde taşınımı için başlıca yollardan biri olduğu ortaya çıkmıştır.

Pavoni ve diğ. (2003) Venedik Lagün'ünden topladıkları makroalg örneklerinde PCB kirliliğini belirlemiştir. Dört farklı istasyondan toplanan birden fazla cinse ait türlerin kullanıldığı çalışmada Ulva cinsine ait türlerdeki $\sum$PCB konsantrasyonları kuru ağırlıkta 0,1-1,8 ng/g, ortalama konsantrasyon ise 0,7±0,6 ng/g olarak belirlenmiştir. Belirlenen 21 PCB bileşeni arasında PCB 153, 138 ve 101'e tüm örneklerde rastlanmıştır.

Fytianos ve diğ. (1997) Ege Denizi'nin kuzeyindeki Thermaikos Körfezi'nden Nisan 1994-Eylül 1995 arasında topladıkları Ulva cinsi makroalglerde PCB kirliliğini 9 PCB bileşeni üzerinden incelemiştir. Ortalama PCB konsantrasyonu kuru ağırlıkta 4,99 ng/g olarak belirtilmiştir.

Bizim çalışmamızda elde ettiğimiz değerler Cheney ve diğ. (2011) elde ettiği bulgulara göre daha düşüktür. Çalışmada örneklemeler, sedimentler için "aşırı kirli

bölge" olarak adlandırılan New Bedford Limanı'ndan yapıldığı için değerlerin bizim değerlerimizden yüksek olması beklenen bir durumdur. Pavoni ve diğ. (2003) sonuçlarıyla karşılaştırıldığında ise bizim elde ettiğimiz sonuçlar yüksektir.

Hersek istasyonunda gemi yapımı ve tersanelerin yoğunluğu dikkat çekmekle birlikte bu istasyondan elde edilen yüksek konsantrasyonlarla aralarında bir ilişki olabileceği düşünülmektedir. Hersek'te özel olarak gemi sökümü yapılmamasına rağmen zaman zaman bakım için gelen gemilerin çeşitli kısımlarının sökülmüş olabileceği düşünülmektedir. Gemi sökümlerinin PCB kaynaklı kirleticilerin ortaya çıkmasına ve ortama yayılmasına sebep olabileceği Barka (2009) tarafından bildirilmiştir.

Makroalglerin PCB'leri biriktirme düzeyleri; algin türüne, mevsimlere, algin yaşına ve deniz suyunun pH'ına bağlıdır (Boyle, 1984; Pavoni ve diğ., 1990). Bu çalışmada mevsimlere göre PCB düzeylerindeki kirlilik izlenmiş ve mevsimsel değişimlerin PCB birikimini etkilediği görülmüştür.

3.3.5. Midye ve alg örneklerine ait PCB bulgularının birlikte değerlendirilmesi

Maksimum ve minimum $\sum$PCB konsantrasyonları karşılaştırıldığında PCB'lerin midyelerde alglerden daha fazla birikim gösterdikleri görülmektedir.

Ortalama PCB konsantrasyonları istasyonlara göre değerlendirildiğinde alg örnekleri için en yüksek konsantrasyonlar Hersek, midye örnekleri için Tavşancıl istasyonlarında ölçülmüştür. Bu istasyonlarda yüksek PCB konsantrasyonlarının belirlenmiş olması Dilderesi ile taşınan endüstriyel atıklarla gelen veya Hersek civarındaki tersanelerden kaynaklanan bu kirleticilerin biyotada birikmesine neden olduğunu düşündürmektedir. Genel olarak hem alg hem midye örneklerindeki PCB kirliliğinin de -Hersek istasyonu dışında- PAH'larda olduğu gibi körfezin kuzey kıyı bölgelerinde yoğunlaştığını söylemek mümkündür.

Mevsimlere göre bir değerlendirme yapıldığında hem midye hem alg örneklerinde Yaz ve Bahar örneklemelerinde daha yüksek konsantrasyonlar belirlenmiştir. Midye ve alg örneklerinde belirlenen PCB konsantrasyonları mevsimsel olarak incelendiğinde aralarında doğrusal bir ilişki olduğunu söylemek mümkün değildir.

Buna dayanarak mevsimsel değişimlerin bu çalışmada kullanılan midye ve alg türlerindeki PCB birikiminde aynı etkileri göstermediği söylenebilir.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan araştırmalara göre 2008 yılı sonu itibarıyle Dünya nüfusunun yarısından fazlası kasabalarda ve şehirlerde yaşamaktadır (UNFPA, 2007). Kentleşme, 4 kişiden 3'ünün şehirlerde yaşadığı Amerika ve Avrupa'da dengelenmiş durumdadır. Gelişmekte olan her şehirde su ve besin tedariği, atıkların arıtılması ve kanalizasyon sistemlerinin sürdürülebilir kalkınmasına ihtiyaç vardır. Bunun yanı sıra hava, su, toprak kirliliği ve bunların sağlığa yönelik etkileri konusunda önemli sorunlar mevcuttur (Genske, 2003; Starke, 2007).

Son yıllarda artan kentleşme ve sanayileşmeyle beraber kıyı bölgeleri ve özellikle körfezler gibi kendini yenileme kapasitesi yetersiz ekosistemlerde su kalitesinin belirlenmesi ve biyolojik izleme çalışmaları önem kazanmıştır. Ekosistemlerdeki etkileşimlerin açıklanabilmesi için gerek açık ve derin deniz ortamlarında gerekse canlı aktivitesinin yoğun olduğu kıyı, körfez veya göl gibi ortamlarda bu tür çalışmalara çok gereksinim vardır. Keza kirletici unsurların etkilerinin belirlenebilmesi, canlı ve cansız ekosistem öğelerinin birlikte değerlendirildiği bütünleştirici karar araçlarının kullanılmasını zorunlu kılar (Burton ve Scott, 1992).

İzmit Körfezi, gerek insan kaynaklı atıklarla gerekse İstanbul Boğazı vasıtasıyla, Karadeniz'den taşınan organik ve inorganik maddelerle kirlilik düzeyi giderek artmakta olan Marmara Denizi ile bağlantılıdır. Gelişmekte olan bir ülke olarak Türkiye'de çevresel kirlilik problemleri, Marmara Bölgesi ve özellikle İzmit etrafında hızla gelişen endüstri ve yaygın nüfus artışına bağlı olarak 1960'lı yıllardan beri artmaktadır.

Bu çalışmada; birçok kirleticinin doğadaki taşınımlarının son durağı olan sediment, suyu süzerek beslenen, inorganik ve organik kirleticileri biriktirme kabiliyeti yüksek ancak sindirme oranı düşük midye ve son yıllarda yapılan çalışmalarla inorganik kirleticileri olduğu kadar organik kirleticileri de biriktirme özelliği ortaya çıkan yeşil alg kullanılarak körfezdeki kirlilik sürekli ve mevsimlere göre incelenmiştir. Ayrıca

Dilderesi önlerine kurulan sediment tuzaklarında, bu bölgedeki organik kirleticilerden PAH'lar ve PCB'ler ilk kez bu çalışma boyunca sürekli ve kesintisiz olarak izlenmiş ve bu bileşenlerin su kolonundaki dikey çökelimleri belirlenmiştir.

Baumard ve diğ. (1998) sedimentteki PAH kirlilik düzeyini sedimentin PAH içeriğine göre;

- 100-1000 ng/g (düşük)
- 1000-5000 ng/g (yüksek)
- > 5000 ng/g (çok yüksek) olarak belirtmiştir.

Bu kriterlere göre; M58 çok yüksek, M87, M60, M91, M31, M51, M59, ROTA, M85 ve M64 örnekleme noktaları yüksek düzeyde PAH kirliliğiyle karşı karşıyadır. Diğer noktalar ise düşük kirlilik sınıfına dahil olmaktadır. Durgun ve düşük oksijen içeriğine sahip basenlerde bozunma süreci hem oksijen hem de fotokimyasal oksidasyonun eksikliğinden dolayı çok yavaş gerçekleşmektedir. Ham petrolün hiçbir bozunmaya uğramadan uzun yıllar boyunca sedimentlerde kaldığı gözlenmiştir (URL 25). Bu nedenle özellikle Tüpraş ve çevresindeki yerleşim alanlarında PAH kirliliğinin ciddi seviyelerde olduğu söylenebilir.

Yüzey sedimentlerindeki PCB düzeylerinin ise genel olarak kabul edilebilir düzeylerde olduğu ve kirliliğin Merkez basende yoğunlaştığı görülmektedir. Bizim çalışmamızda elde edilen sonuçlarda PCB bileşenleri bireysel olarak incelendiğinde penta, hexa ve heptachlorobiphenyl için ortalama değerler diğer bileşenlere göre daha yüksektir. Bu durum Dilderesi yoluyla az klorlu bileşenlerin İzmit Körfezi'ne giriş yaptığına işaret etmektedir. Çok klorlu bileşenlerin ise farklı kaynaklardan, özellikle Doğu basenindeki Klor alkali, Koruma Tarım gibi tesislerden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Tablo 3.15'ten görüleceği gibi DD1 istasyonunda en yüksek ∑PAH çökelimi 2008 Ekim ayında gerçekleşmiş olmakla birlikte, 2009 Güz mevsiminden sonra gerçekleşen dikey ∑PAH ve ∑PCB çökelimlerinin DD1 ve DD2 istasyonlarında bir önceki yılın aynı dönemine göre yüksek olduğu belirlenmiştir. Çökelimler her iki istasyonda da sedimentasyon oranı ile paralellik göstermektedir. Genel olarak su

kolonundaki partikül çökelimi yağış miktarları ile de paraleldir. Bununla birlikte 2009 sonbahar ve 2010 kış mevsimlerinde meydana gelen artışların, Dilderesi'nde gerçekleştirilen arıtma tesisi yapım çalışmaları sırasında yapılan kazı işlemleri ile de ilişkili olabileceği değerlendirilmektedir.

İzmit Körfezi'nin özellikle Merkez ve Doğu basenlerinde organik kirleticilerin yoğun olduğu görülmektedir. Bu kirleticilerin, sıvı deşarjlar, kentsel akış, atmosferik çökelme ve petrol ürünleri sızıntısı gibi nedenlerle körfeze giriş yaptığı düşünülmektedir. İncelenen matrislerdeki PAH ve PCB'lerin birikim düzeyleri sediment > midye > alg olarak sıralanmıştır. Elde edilen veriler ışığında kirliliğin İzmit Körfezi'nin kuzey kıyılarında daha yoğun olduğu söylenebilir. İzmit Körfezi'nde yapılan daha önceki çalışmalar özellikle 1999 depremi ve rafineri yangını sonrasında yoğunlaşmıştır. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlara göre birçok PAH bileşeni için sınır değerlerin aşıldığı görülmektedir. Hem PAH hem PCB'ler için genel olarak yüksek konsantrasyonlar ile artan yağış miktarları arasında bir parallelik söz konusudur. Ayrıca PAH ve PCB bileşenlerinin aynı bölgedeki bazı istasyonlarda devamlı yüksek konsantrasyonlarda bulunmuş olması, belirli kirletici kaynaklarının İzmit Körfezi'ni sürekli kontamine ettiğini düşündürmektedir. Bu konu ile ilgili yapılabilecek bir başka tespit de uzun yarılanma ömrüne sahip kirleticilerin, bulaştıktan sonra ortadan kalkmalarının son derece güç olduğu ve canlı yaşamını uzun süreler boyu etkilemeye devam ettiğidir.

Bu çalışmada Eylül 2008-Mayıs 2010 tarihleri arasında sediment tuzaklarında biriken sedimentlerdeki PAH ve PCB kirliliği incelenmiştir. 2010 yılının Nisan ayında devreye giren Dilovası Atıksu Arıtma Tesisi'nin kirlilik miktarında nasıl bir değişiklik yaratacağını gözlemlemek için bu bölgede izleme çalışmaları devam ettirilmelidir.

Sonuçlardan anlaşılacağı gibi bu tür kirleticilerin deniz ortamında ve canlı bünyesindeki birikimleri, birçok faktöre özellikle mevsimlere bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. İzmit Körfezi gibi yoğun deniz trafiği, zaman zaman petrol sızıntıları, limanlarda madde dolum ve boşaltım işlemleri gibi süreçler esnasındaki sızıntılara maruz kalan ve kendini yenileme kapasitesi düşük su ortamlarında bu gibi

durumlar sonuçların yorumlanmasını güçleştirmektedir. Bu bakımdan kesintisiz ve sürekli izleme çalışmaları, su ortamlarındaki kirleticilerin varlığını ve akıbetini belirlemede çok önemlidir. Bu tür izleme çalışmalarında bir başka önemli nokta birden fazla indikatörden yararlanarak, bir üst trofik basamaktaki birikimleri de gözleyebilmektir.

İzmit Körfezi'ndeki canlılar, evsel ve endüstriyel kirleticilerin sürekli girişiyle her zaman için tehlike altındadır. Bu tehlike aynı zamanda bölgede yaşayan ve körfezdeki deniz ürünlerini tüketen insanlar için de mevcuttur. Bu nedenle her an oluşabilecek deprem, petrol sızıntıları, yasal olmayan atıksu deşarjları, gemi kazaları gibi ani olayların körfeze ve canlılara vereceği zararın belirlenmesi ve gerekli önlemlerin alınması için izleme çalışmaları ağırlık kazanmalı, evsel ve endüstriyel atıkların körfeze deşarjı gerekli kurumlarca disiplinli bir şekilde kontrol edilmeli, ihlal halinde ağır cezalar uygulanmalıdır. Bölge halkı deniz temizliği, deniz ürünlerinin pişirilmesi ve tüketimi gibi konularda bilgilendirilmelidir. Bu konuda özellikle üniversiteler, belediyeler, vakıflar ve sivil toplum örgütlerine büyük görevler düşmektedir.

KAYNAKLAR

Abramowicz, D., A., "Aerobic and anaerobic biodegradation of PCBs: a review", ***Biotechnology***, 10(3), 241–251, (1990).

Adams, W., J., Kimerle, R., A., Barnett, Jr., J., W., "Sediment quality and aquatic life assessment", ***Environmental Science and Technology***, 26, 1865–1875, (1992).

Akal, S., K., Yonar, T., Pınarlı, V., "Mudanya İlçesi deniz deşarj sistemlerinin incelenmesi", ***Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları II. Ulusal Konferansı***, Türkiye Kıyıları 98 Konferans Bildiriler Kitabı, ODTÜ, 629-638, (1998).

Akduman, N., "Investigation of PCB Pollution: Method Validation and Case Studies from Ankara", Yüksek Lisans Tezi, ***Middle East Technical University, The Graduate School Of Natural And Applied Sciences***, Ankara, (2009).

Akten, N., "Shipping accidents: a serious threat for marine environment Gemi kazaları: deniz çevresi için ciddi bir tehdit", ***Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment***, Vol:12, 269-304, (2006).

Albers, P., H., "Petroleum and Individual Polycyclic Aromatic Hydrocarbons", Handbook of Ecotoxicology, 2nd Ed., Hoffman, D. J., Rattner, B. A., Burton, G. A. and Cairns, J., Eds., ***Lewis Publishers, CRC Pres LLC-USA***,. 111-151; 311-371, (2003).

Albers, P., H., "Petroleum and Individual Polycyclic Aromatic Hydrocarbons", Handbook of Ecotoxicology, Hoffman, D.J., Rattner, B.A., Burton, G.A., and Cairns, J. (Eds.), ***Boca Raton, FL: Lewis Publishers, CRC Press, Inc.***, (1995)

Algan, O., Altıok, H., and Yüce, H., "Seasonal variation of suspended particular matter in two-layered İzmit Bay, Turkey", ***Estuarine, Coastal and Shelf Science***, 48, (1999).

Aloupi, M., Angelidis, M., O., Gabriel, A., Karantanelli, M., Koulousaris, M., Nikolaou, A., Petsas, A., Tsirtsis, G., Vagi, M., and Vlatsiotou, F., "Marine monitoring along the Eastern Coastal Area of the Island of Lesvos, Greece during 2004 in the framework of MEDPOL III", ***Global NEST Journal***, 9(2), 83-97, (2007).

Alpar, B., and Güneysu, A., C., "Evolution of the Hersek Delta (İzmit Bay)", ***Turkish Journal of Marine Sciences***, 5(2), 57-74, (1999).

Alpbaz, A., "Bivalve and crustacean culture (in Turkish)", ***Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları***, 26-82, (1993).

AMAP, “AMAP Assessment Report: Arctic Pollution Issues”, ***Arctic Monitoring and Assessment Program (AMAP)***, Oslo, Norway, xiiq 859, ISBN 82-7655-061-4, (1998).

Ankley, G., T., Schubauer-Berigan, M., K., and Dierkes, J., R., “Predicting the Toxicity of Bulk Sediments to Aquatic Organisms with Aqueous Test Fractions: Pore Water vs. Elutriate”, ***Environmental Toxicology and Chemistry***, 10, 1359-1366, (1991).

Arfsten, D., P., Schaeffer, D., J., and Mulveny, D., C., “The effects of near ultraviolet radiation on the toxic effects of polycyclic aromatic hydrocarbons in animals and plants: A review”, ***Ecotoxicology and Environmental Safety***, 33, 1, (1996).

Arsene, C., Bougatioti, A., and Mihalopoulos, N., “Sources and variability of non-methane hydrocarbons in the Eastern Mediterranean”, ***Global NEST Journal***, 11(3), 333-340, (2009).

Atlas, R., M., and Bartha, R., “Fate and effects of polluting petroleum in the marine environment”, ***Residue Reviews***, 49, 49, (1973).

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), “Toxicological profile for polychlorinated biphenyls”, Atlanta: ***ATSDR, TP–92/16***, update, (1993).

Aulerich, R., J., Ringer, R., K., Safronoff, J., “Assessment of primary vs. secondary toxicity of Aroclor 1254 to mink”, ***Archives of Environmental Contamination Toxicology***, 15, 393–399, (1986).

Baek, S., O., Field, R., A., Goldstone, M., E., Kirk, P., W., Lester, J., N., Perry, R., “A review of atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons, sources, fate and behavior”, ***Water, Air and Soil Pollution***, 60, 279, (1991).

Balkıs, N., “The effect of Marmara (İzmit) Earthquake on the chemical oceanography of İzmit Bay, Turkey”, ***Marine Pollution Bulletin***, 46,865–878, (2003).

Ballschmiter, K., Zell, M., “Analysis of polychlorinated biphenyls (PCBs) by glass capillary chromatography”, ***Fresenius Z Analytical Chemistry***, 302, 20-31, (1980).

Barka, A., “Demir Çelik Ve Gemi Söküm Tesislerinin Çevresel Etkileri”, ***TMMOB İzmir Kent Sempozyumu***, İzmir, (2009).

Basel Convention, “Technical Guidelines on Wastes Comprising or Containing PCBs, PCTs and PBBs (Y10)”, ***Basel Convention***, (1997).

Battelle, “Environmental Monitoring, Sampling, and Analysis New Bedford Harbor Superfund Site New Bedford Harbor, MA”, ***Sediment Trap Study Report, DACW33-03-D-0004***, 22, (2009).

Baumard, P., Budzinski, H., Garrigues, P., "Polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments and mussels of the Mediterranean Sea", ***Environmental Toxicology and Chemistry***, 17, 765–776, (1998).

Bayne, B., L., Widdows, J., Thompson, R., J., "Physiology: I. In: Bayne, B. L. (ed). marine mussels", (1976).

BCMOE (Ministry of Environment), "2007/08–2009/10 service plan", ***Ministry of Environment including Environmental Assessment Office***, 84, (2007).

BCMOE (Ministry of Environment), "British Columbia's product stewardship programs", (2006).

Berdowski, J., J., M., Baas, J., Bloos, J., P., J., Visschedijk, A., J., H., Zandveld, P., Y., J., "The European Atmospheric Emission Inventory for Heavy Metals and Persistent Organic Pollutants", Umweltforschungsplan des Bundesministers fur Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Luftreinhaltung, ***Forschungbericht 104 02 672/03, TNO***, Apeldoorn, The Netherlands, (1997).

Bertazzi, P., A., Riboldi, L., Pesatori, A., Radice, L., Zocchetti, C., "Cancer mortality of capacitor manufacturing workers", ***American Journal of Industrial Medicine***, 11, 165–176, (1987).

Berthou, F., Balouet, G., Bodennec, G., Marchand, M., "The occurrence of hydrocarbons and histopathological abnormalities in oysters for seven years following the wreck of the *Amoco Cadiz* in Brittany (France)", ***Marine Environmental Research***, 23,103-133, *(*1987*).*

Beşiktepe, S., T., Sur, H., İ., Özsoy, E., Latif, M.A., Oğuz, T., Ünlüata, Ü., "The circulation and hydrography of the Marmara Sea", ***Progress in Oceanography***, 34, 285–334, (1994).

Beyer, W., N., Day, D., Melancon, M., J., and Sileo, L., "Toxicity of Anacostia River,Washington DC, USA, sediment fed to mute swans (*Cygnus olor*)", ***Environmental Toxicology and Chemistry***, 19, 731–735, (2000).

Bihari, N., Fafand-el, M., Piskur, V., "Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Ecotoxicological Characterization of Seawater, Sediment, and Mussel *Mytilus galloprovincialis* from the Gulf of Rijeka, the Adriatic Sea, Croatia", ***Archives of Environmental Contamination and Toxicology***, 52, 379–387, DOI: 10.1007/s00244-005-0259-5, (2007).

Binark, N., Güven, K., C., Gezgin, T., Ünlü, S., "Oil Pollution of Marine Algae", ***Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology***, 64, 866-872, DOI: 10.1007/s0012800000832000, (2000).

Blanchard, M., Teil, M., J., Ollivon, D., Legenti, L., Chevreuil, M., "Polycyclic aromatic hydrocarbons and polychlorobiphenyls in wastewaters and sewage sludges from the Paris area (France)", ***Environmental Research***, 95, 184–197, (2004).

Boehm, P., D., and Quinn, J., G., "The persistence of chronically accumulated hydrocarbons in the hard shell clam *Mercenaria mercenaria*", ***Marine Biology***, 44, 227, (1977).

Boehm, P., D., Page, D., S., Gilfillan, E., S., Bence, A., E., Burns, W., A., and Mankiewicz, P., J., "Study of the fates and effects of the Exxon Valdez oil spill on benthic sediments in two bays in PrinceWilliam Sound, Alaska—I. Study design, chemistry, and source fingerprinting", ***Environmental Science and Technology***, 32, 567–576, (1998).

Bolanos, P., P., Frenich, A., G., Vidal, M., "Application of Gas Chromatography-tiple quadrope mass spectrometry in quantification-confirmation of pesticides and polychlorinated biphenyls in eggs at trace levels", ***Journal Chromatography A.***, 1167(1), 9-17, (2007).

Boldrin, A., Miserocchi, S., Rabitti, S., Turchetto, M., M., Balboni, V., Socal, G., "Particulate matter in the southern Adriatic and Ionian Sea: Characterisation and Downward Fluxes", ***Journal of Marine Systems***, 33-34, 389–410, (2002).

Bopp, R., F., Chillrud, S., N., Shuster, E., L., et al., "Trends in chlorinated hydrocarbon levels in Hudson River Basin sediments", ***Environmental Health Perspective***, 106(4), 1075-1081, (1998).

Bopp, S., K., Lettieri, T., "Gene regulation in the marine diatom *Thalassiosira Pseudonana* upon exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)", ***Gene***, 396, 293-302, (2007).

Boulobassi, I., Saliot, A., "Dissolved, particulate and sedimentary naturally derived polycyclic aromatic hydrocarbons in a coastal environment: geochemical significance", ***Marine Chemistry***, 42, 127–143, (1993).

Boyle, T., P., "The effect of environmental contaminants on aquatic algae", In "Algue of Ecological Indicators", ***Academic Press***, London UK, 237-256, (1984).

Bozlaker, A., Müezzinoğlu, A., Odabaşı, M., "Atmospheric concentrations, dry deposition, and air-soil exchange of polycylic aromatic hydrocarbons (PAHs) in an industrial region in Turkey", ***Journal of Hazardous Materials***, 153, 1093-1102, (2008a).

Bozlaker, A., Odabaşı, M., Müezzinoğlu, A., "Dry deposition and soil-air gas exchange of polychlorinated biphenyls (PCBs) in an industrial area", ***Environmental Pollution***, 156, 784-793, (2008b).

Braune, B., M., Outridge, P., M., Fisk, A., T., Muir, D., C., G., Helm, P., A., Hobbs, K., et al., "Persistent organic pollutants and mercury in marine biota of the Canadian Arctic: An overview of spatial and temporal trends" ***Science of the Total Environment***, 51(352), 4–56, (2005).

Breivik, K., Sweetman, A., Pacyna, J., M., Jones, K., C., “Towards a global historical emission inventory for selected PCB congeners — A mass balance approach”, 3. An update”***Science of the Total Environment***, 377, 296–307, (2007).

Broman, D., Naf, C., Lundbergh, I., and Zebuhr, Y., “An *in situ* study on the distribution, biotransformation and flux of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in an aquatic food chain (seston-*Mytilus edulis L. – Somateria mollisima L.*) from the Baltic: An ecotoxicological perspective”, ***Environmental Toxicology and Chemistry***, 9, 429, (1990).

Brown, D., P., “Mortality of workers exposed to polychlorinated biphenyls—an update”, ***Archives of Environmental Health***, 42(6), 333–339, (1987).

Brown, J., F., Jr., Wagner, R., E., “PCB movement, dechlorination, and detoxication in the Acushnet Estuary”, ***Environmental Toxicology and Chemistry***, 9, 1215–1233, (1990).

Brown, J., N., “Partitioning of chemical contaminants in urban stormwater”, Dunedin, New Zealand, ***University of Otago***, (2002).

Budzinski, H., Jones, I., Bellocq, J., Pie´rard, C., Garrigues, P., “Evaluation of sediment contamination by polycyclic aromatic hydrocarbons in the Gironde estuary”, ***Marine Chemistry***, 58, 85–97, (1997).

Burgeot, T., Vincent, F., Bocquene, G., His, E., Quiniou, F., Galgani, F., “Monitoring biologcal effects of pollutants”. In P. Garrigues, H. Barth, C. H.Walker, J. F. Narbonne (Eds.), *Biomarkers in marine organisms; a practical approach* (242 pp.), Amsterdam: ***Elsevier,*** (2001).

Burton, G., A., Jr., and Scott, K., J., “Sediment Toxicity Evaluations: Their Niche in Ecological Assessment”, ***Environmental Science and Technology***, 26, 2068, (1992).

Busetti, F., Heitz, A., Cuomo, M., Badoer, S., Traverso, P., “Determination of sixteen polycyclic aromatic hydrocarbons in aqueous and solid samples from an Italian wastewater treatment plant”, ***Journal of Chromatography A***, 1102, 104–115, (2006).

Cairns, J., J., “Restoration Ecology and Ecotoxicology, Handbook of Ecotoxicology”, ***New York: Levis publishers Ltd***, 1015–1029, (2005).

Cairns, J., (Jr.) and McCormick, P., V., “Developing an ecosystem-based capability for ecological risk assessments”, ***The Environmental Professional***, 14, 186-196, (1992).

Callahan, M., A., Slimak, M., W., Gabel, N., W., May, I., P., Fowler, C., F., Freed, J., R., Jennings, P., Durfee, R., L., Whitmore, F., C., Maestri, B., Mabey, W., R., Holt, B., R., Gould, C., “Water-related environmental fate of 129 priority pollutants”, vol. I, ch. 36. Washington: ***U.S. EPA, Report No. EPA–440/4–79–029a***, (1979).

Canter-Lund, H., and Lund, J., W., G., "Freshwater Algae. Their Microscopic World Explored", ***BioPressLimited***, Bristol, 360, (1995).

Catsiki, V., A., Hatzianestis, I., Rigas, F., "Distribution of Metals & Organic Contaminants in Mussels From Thermaikos Gulf", ***Global Nest: the International Journal***, Vol 5, No 3, 119-126, (2003).

Cheney, D., Farley, N., Greenwood, S., Aulisio, D., "A New Type of Harmful Algal Bloom: The PCB-Concentrating Ulva Bloom Of New Bedford Harbor", ***Northeast Algal Society 50th Anniversary Symposium Woods Hole***, 20, (2011).

Clark, R., B., "Marine Pollution", ***Oxford University Press***, 161, (1997).

Clement, L., E., Stekoll, M., S., and Shaw, D., G., "Accumulation, fractionation and release of oil by the intertidal clam *Macoma balthica*", ***Marine Biology***, 57, 41, (1980).

Cohen, I., Neori, A., "*Ulva lactuca* biofilters for marine fishpond effluents I. Ammonium uptake kinetics and nitrogen content", ***Botanica Marina***, 34, 475-482, (1991).

Cummins, J., E., "Extinction: the PCB threat to marine mammals", ***Ecologist***, 18(6), 193-195, (1988).

Çakıroğulları, G., Ç., "İzmit Körfezi'nde Su, Sediment, Mezgit (*Gadus Merlangus* L.1758) ve İstavrit (*Trachurus Mediterraneus* S.1868) Balıklarında Poliklorlu Bifeniller İle DDT'nin Saptanması", Doktora Tezi, ***Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Ensitütüsü***, Ankara, (2006).

ÇDR (Kocaeli İl Çevre Durum Raporu), ***Kocaeli Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü Yayını***, (2005).

Çetin, Ş., Ayberk, S., Karademir, A., "Kocaeli İlinde Konutlardan Kaynaklanan NO_x Emisyon Envanteri", ***Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi***, Cilt: 6 Sayı: 3, 113-123, (2004).

Çiner, F., ve İnan, H., "Gemi taşımacılığından kaynaklanan deniz kirlenmesi", ***Yerleşim ve Çevre Sorunları: Çanakkale İli***, Editör: Ayşe Filibeli, (1997).

Danis, B., "Bioaccumulation and Effects Of Polychlorinated Biphenyls (PCBs) in the Sea Star *Asterias Rubens* L.", Thesis Submitted İn Fulfilment Of The Degree Of : Doctor İn Sciences, ***Universite Libre De Bruxelles, Faculte Des Sciences Laboratoire De Biologie Marine***, (2004).

D'Arcy, B., and Frost, A., "The role of best management practices in alleviating water quality problems associated with diffuse pollution", ***Science of Total Environment***, 265, 359–367, (2001).

de Clippele, J., "Cohesive Sediment Transport in the Tagus Estuary", M.Sc. Thesis, ***Diplôme d'Etudes Approfondies Européen en Modélisation de l'Environnement Marin.***, (1998).

Demetriou, J., D., "Polluted Water Effluent in the Sea", ***Global NEST: the International Journal***, 6(1), 91-93, (2004).

Dorgelo, J., and Gorter, M., "Preliminary data on size composition and settlement of *Dreissena polymorpha* (pallas) (Mollusca: Bivalvia) in lakes differing in trophic state, ***Hydrobiological Bulletin***, 18(2), 159-163, (1984).

Dutch, M., Aasen, S., and Long, E., R., " PCB Congener Concentrations in Puget Sound Sediments", ***Georgia Basin/Puget Sound Research Conference***, (2003).

DWAF, "A National Biomonitoring Programme", Pamphlet issued by DWAF, ***Department of Water Affairs and Forestry***, (1995).

EC (Environment Canada), "Directive of the European Parliament and of the Council 2000/60/EC establishing a framework for community action in the field of water policy", ***Official Journal***, C513, 23/10/2000 (2000).

EC (Environment Canada), "Dioxin/furan levels: An indicator of toxic contaminants in coastal", ***B.C.***, (2005).

Eisler, R., "Polycyclic aromatic hydrocarbons", Handbook of Chemical Risk Assessment, Vol. 2, ***Lewis Publishers, Boca Raton, FL***, Chap. 25., (2000).

Eisler, R., "Polycyclic aromatic hydrocarbon hazards to fish, wildlife and invertibrates: A synoptic review", ***U.S. Fish and Wildlife Services, Biological Report***, 85, 1.11, (1987).

Eklund, B., T., Kautsky, L., "Review on toxicity testing with marine macroalgae and the need for method standardization-exemplified with copper and phenol", ***Marine Pollution Bulletin***, *46*, 171- 181, (2003).

Elias, M. S., Wood, A. K., Hashim, Z., Siong, W. B., Hamzah, M. S, Rahman, S. A., Salim, N. A., Talib, A., "Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAH) Contamination in the Sediments of East Coast Peninsular Malaysia", ***The Malaysian Journal of Analytical Sciences***, 11, 70-75, (2007).

Ergül, H. A., "Karadeniz'in Trabzon Yöresinde Oksik Zon'da Sedimantasyon Yapan Materyalin Bazı Ağır Metal, Radyonüklid, Organik Karbon Ve Klorofil - a Düzeylerinin Araştırılması", Doktora Tezi, ***Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü***, Trabzon, (2004).

Erickson, M., D., "Analytical chemistry of PCBs", Boston: ***Butterworth Publishers***, (1986).

Erickson, M., D., "Analytical Chemistry of PCBs", ***Lewis Publishers, CRC press***, USA, 667, (1997).

Environment Agency, "Sustainable Urban Drainage Systems", ***Environment Agency***, Bristol, (2000).

Ergin, M., and Yörük, R., "Distribution and texture of the bottom sediments in semi-closed coastal inlet, İzmit Bay from the Eastern Sea of Marmara (Turkey)", ***Estuarine, Coastal and Shelf Science***, 30, 647-654, (1990).

Ergin, M., Saydam, C., Baştürk, O., Erdem, E., Yörük, R., "Heavy-metal concentrations in surface sediments from the two coastal inlets (Golden Horn Estuary and Izmit Bay) of the northeastern Sea of Marmara", ***Chemical Geology***, 91 (3), 269-285, (1991).

Eryılmaz, M., Eryılmaz, F., Y., Kırca, Z., and Doğan, E., "İzmit Körfezi'nin çökel dağılımı ve buna etki eden faktörler", ***İzmit Körfezi Kuvaterner İstifi*** (ed: E. Meriç), 27-43, (1995).

Esen, Ö., "İzmir Körfezindeki Kara Midye *Mytilus Galloprovincialis* Lamarck, 1819 'de Bulunan Toksik Maddelerin Araştırılması", Yüksek Lisans Tezi, ***Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü***, İzmir, (2006).

Estèbe, A., Boudries, H., Mouchel, J., M., and Thevenot, D.,R., "Urban runoff impacts on particulate metal and hydrocarbon concentrations in the river Seine, suspended solid and sediment transport", ***Water Science Technology***, 36, 185–195, (1997).

Fang, M. D., Chang, W. K., Lee, C. L., Liu, J. T., "The use of polycyclic aromatic hydrocarbons as a particulate tracer in the water column of Gaoping (Kaoping) Submarine Canyon", ***Journal of Marine Systems***, 76, 457–467, (2009).

Field, R., and Pitt, R., E., "Urban storm-induced discharge impacts: US Environmental Protection Agency research program review", ***Water Science Technology***, 22, 1–7, (1990).

Fu, P., P., Von Tungeln, L., S., Chiu, L., H., Own, Z., Y., "Halogenated-polycyclic aromatic hydrocarbons: A class of genotoxic environmental pollutants", ***Environmental Carcinogenesis and Ecotoxicology Reviews***, C17, 71, (1999).

Fytianos, K., Evgenidou, E., Zachariadis, G., "Use of Macroalgae as Biological Indicators of Heavy Metal Pollution in Thermaikos Gulf, Greece***", Bulletin Of Environmental Contamination And Toxicology***, 62, 5, 630-637, (1999).

Gaga, E., O., "Investigation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAH) Deposition in Ankara", Doktora Tezi, ***The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Middle East Technical University,*** Ankara, (2004).

Galgani, F., Martínez-Gómez, C., Giovanardi, F., Romanelli, G., Caixach, J., Cento, A., Scarpato, A., BenBrahim, S., Messaoudi, S., Deudero, S., Boulahdid, M., Benedicto, J., Andral, B., "Assessment of polycyclic aromatic hydrocarbon concentrations in mussels (*Mytilus galloprovincialis*) from the Western basin of the Mediterranean Sea", ***Environmental Monitoring and Assessment***, DOI 10.1007/s10661-010-1335-5, (2010).

Garton, L., S., Bonner, J., S., Ernest, A., N., Autenrieth, R., L., "Fate and transport of PCBs at the New Bedford harbor superfund site", ***Environmental Toxicology and Chemistry***, 15 (5), 736–745, (1996).

Gaufin, A., R., "The effects of pollution on a midwestern stream", ***Ohio Journal of Science***, 58(4), 197-208, (1958).

Gedik, K., Demircioğlu F., İmamoğlu İ., "Spatial distribution and source apportionment of PCBs in sediments around İzmit industrial complexes, Turkey", ***Chemosphere***, doi:10.1016/j.chemosphere.2010.09.005, (2010).

Geffard, O., Budzinski, H., and His, E., "The effects of elutriates from PAH and heavy metal polluted sediments on *Crassostrea gigas* (Thunberg) embryogenesis, larval growth and bio-accumulation by the larvae of pollutants from sedimentary origin", ***Ecotoxicology***, 11, 403–416, (2002).

Guo, W., He, M., Yang, Z., Lin, C., Quan, X., Men, B., "Distribution, partitioning and sources of polycyclic aromatic hydrocarbons in Daliao River water system in dry season", ***China, J Hazard Mater,*** 164, 1379–1385, (2009).

Genske, D., D., "Urban Land – degradation, investigation, remediation", ***Springer***, (2003).

Goldberg, E., D., "The mussel watch – a first step in global marine monitoring", ***Marine Pollution Bulletin***, 6, 111-117, (1975).

Gonzalez, A., Moilleron, R., Chebbo, G., and Thevenot, D., R., "Determination of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Urban Runoff Samples from the "Le Maraisa" Experimental Catchment in Paris Centre, ***Polycyclic Aromatic Compounds***, 20**,** 1-19, (2000).

Gossiaux, D., C., Landrum, P., F., Fisher, S., W., "Effect of Temperature on the Accumulation Kinetics of PAHs and PCBs in the Zebra Mussel, Dreissena polymorpha", ***Journal of Great Lakes Research***, 22, 2, 379-388, (1996).

Görgün, E., Aydın, E., Babuna Germirli, F., Erzi, İ., Kerestecioğlu, M., Çakmakcı, M., Ekdal, A., Erdoğan, A., O., Kınacı, C., "Organize Sanayi Bölgelerinde Atıksu Yönetimi ve Bir Örnek Uygulama: Dilovası OSB", ***10. Endüstriyel Kirlenme Kontrolü Sempozyumu***, 07-09 Haziran, İstanbul,(2006).

Güven, K., C., ve Ünlü, S., "Oil Pollution in sea water of İzmit Bay following the earthquake (17 Aug 1999)", ***Turkish Journal of Marine Sciences***, 6, 215-226, (2000).

Hadjibiros, K., "Some important ecological aspects of the Directive 2000/60", ***Global NEST Journal***, **7**(3), 336-339, (2005).

Haggarty, D., R., McCorquodale, B., Johannessen, D., I., Levings, C., D., Ross, P., S., "Marine environmental quality in the central coast of British Columbia: A review of contaminant sources, types and risks", ***Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences, 2507, Fisheries and Oceans Canada***, (2003).

Harremoes, P., "Integrated urban drainage, status and perspectives", ***Water Science Technology***, 45, 1–10, (2002).

Haritonidis, S., Malea, P., "Bioaccumulation of metals by the gren alga *Ulva rigida* from Thermaikos Gulf, Greece", ***Environmental Pollution***, 104, 365-372, (1999).

Haynes, D., Müller, J., Carter, S., "Pesticide and herbicide residues in sediments and seagrasses from the great barrier reef world heritage area and Queensland Coast", ***Marine Pollution Bulletin***, 41, 279-287, (2000).

Hornbuckle, K., C., Smith, G., L., and Miller, S., M., "Magnitude and origin of polychlorinated biphenyl (PCB) and dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT) compounds resuspended in southern Lake Michigan", ***Journal Of Geophysical Research***, VOL. 109, C05017, doi:10.1029/2003JC001917, (2004).

Hornshaw, T., C., Aulerich, R., J., Johnson, H., E., "Feeding Great Lakes fish to mink: effects on mink and accumulation and elimination of PCBs by mink", ***Journal of Toxicology and Environmental Health***, 11, 933–946, (1983).

Hooten, R., L., Carr, R., S., "Development and application of a marine sediment pore-water toxicity test using *Ulva fasciata* zoospores", ***Environmental Toxicology and Chemistry***, 17, 932-940, (1998).

Hosmer, A., W., Stanton, C., E., and Beane, J., L., "Intent to spill: Environmental effects of oil spills caused by war, terrorism, vandalism, and theft", Proc. 1997 Int. Oil Spill Conf., Publ. 4651, ***American Petroleum Institute***, Washington, D.C., 157, (1997).

Howard, P., Boethling, R., Jarvis, W., Meylan, W., Michalenko, E., N., "Handbook of Environmental Degradation Rates", ***Lewis Publishers***, Chelsea, USA, (1991).

Huntley, S., L., Bonnevie, N., L., and Wenning, R., J., "Polycyclic aromatic hydrocarbons and petroleum hydrocarbon contamination in sediment from the Newark Bay Estuary, New Jersey", ***Archives of Environmental Contamination and Toxicology***, 28, 93, (1995).

Huston, R., Chan, Y.C., Gardner, T., Shaw, G., Chapman, H., "Characteristics of atmospheric deposition as a source of contaminants in urban rainwater tanks", ***Water Research***, 43, 1630-1640, (2009).

Hutzinger, O., Safe, S., Zitko, V., "The chemistry of PCB's", ***Boca Raton, FL, CRC Press***, (1974).

IARC (The International Agency for Research on Cancer), "Polychlorinated biphenyls and polybrominated biphenyls", ***International Agency for Research on Cancer***, Lyon, 43-103, (IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risks of Chemicals to Humans, Volume 18) (1978).

Incardona, J., P., Carls, M., G., Teraoka, H., Sloan, C., A., Collier, T., K., and Scholz, N., L., "Aryl hydrocarbon receptor-independent toxicity of weathered crude oil during fish development", ***Environmental Health Perspectives***, **113**, 1755–1762, (2005).

Itoh, N., Tamamura, S., Sato, T., Kumagai, M., "Elucidation of polycyclic aromatic hydrocarbon sources in the sinking particles in Lake Biwa, Japan", ***Limnology***, 11, 241–250, DOI 10.1007/s10201-009-0309-1, (2010).

İSU (İzmit Büyükşehir Belediyesi Su İşleri), "Çevre eğitimi ve katı atıkların kaynaktan ayrıştırılması projesi", ***Panel Sunumu***, İzmit Saraybahçe Belediyesi, (2006).

IARC, "Some Organic Solvents, Resin Monomers and Related Compounds, Pigments and Occupational Exposures in Paint Manufacture and Painting", ***IARC Monographs on the Evaluation of carcinogenic Risks to Humans***, Vol. 47, Lyon, 237–261, (1989).

Jensen, S., "Report of a new chemical hazard", ***New Scientist***, 32, 612-615, (1966).

Jeong, G., H., Kim, H., J., Joo, Y., J., Kim, Y., B., So, H., Y., "Distribution characteristics of PCBs in the sediments of the lower Nakdong River, Korea", ***Chemosphere***, 44, 1403-1411, (2001).

Jones, K., C., Stratford, J., A., Tidridge, P., Waterhouse, K.S., "Polynuclear aromatic hydrocarbons in an agricultural soil: Long-term changes in profile distribution", ***Environmental Pollution***, 56, 337-351, (1989).

Kanaki, M., "Analytical methods for the determination of PAHs in sediments", PhD proposal, personal communication, ***University of the Aegean, Department of Environmental Studies***, Mytilene, (2005).

Karacık, B., Okay, O. S., Henkelmann, B., Bernhöft, S., Schramm K-W., "Polycyclic aromatic hydrocarbons and effects on marine organisms in the Istanbul strait", ***Environment International***, 35, 599-606, (2009).

Karakaş, D., ve Pekey, B., "Source apportionment of polycyclic aromatic hydrocarbons in surface sediments of Izmit Bay (Turkey)", ***International Journal of Environmental Analytical Chemistry***, 85, 7, 433-442, (2005).

King, A., J., Redman, J., W., Zhou, J., L., "Dynamic behaviour of polyaromatic hydrocarbons in Brighton marina, UK", ***Marine Pollution Bulletin***, 48, 229–239, (2004).

Klaine, S., L., Lewis, M., E., "Algal and plant toxicity testing", Handbook of Ecotoxicology, ***Lewis Publishers, Boca Raton, FL***, 163-184, (1995).

Klecka, G., Boethling, B., Franklin, J., Graham, G., Grady, L., Howard, P., H., et al., "Evaluation of persistence and long-range transport of organic chemicals in the environment", Pensacola, ***Fl: SEATAC Special Publication Series***, (2000).

Koci, K., Marku, E., Nuro, A., Topi, D., "Distribution of Organochlorinated pesticides and polychlorinated biphenyls in Mussels tissue from Albania coast", ***Balwois Conference Ohrid***, 23-26 May (2006).

KSO (Kocaeli Sanayi Odası) Raporu, ***Kocaeli Sanayi Odası***, Yayın No:2009, Arş.12, (2009).

Kuşçu, İ., Okamura, M., Matsuoka, H., Awata, Y., "Active faults in the Gulf of İzmit on the North Anatolian Fault, NW Turkey: a high-resolution shallow seismic study", ***Marine Geology***, 190, 421-443, (2002).

Kut, D., Topcuoğlu, S., Esen, N., Küçükcezzar, R., Güven, K., C., "Trace metals in marine algae and sediment samples from the Bosphorus", ***Water, Air and Soil Pollution***, 118, 27−33, (2000).

Lacorte, S., Raldu´a, D., Martı´nez, E., Navarro, A., Diez, S., Bayona, J., M., Barcelo´, M., "Pilot survey of a broad range of priority pollutants in sediment and fish from the Ebro river basin (NE Spain)", ***Environmental Pollution***, 40(3), 471–482, (2006).

Laffon, B., Rabade, T., Pasaro, E., Mendez, J., "Monitoring of the impact of Prestige oil spill on Mytilus galloprovincialis from Galician coast", ***Environment International***, 32, 342–348, (2006).

Lake, J., L., McKinney, R., Lake, C., A., Osterman, F., A., Heltshe, J., "Comparisons of patterns of polychlorinated biphenyl congeners in water, sediment, and indigenous organisms from New Bedford Harbor, Massachusetts", ***Archives of Environmental Contamination and Toxicology***, 29, 207–220, (1995).

Lake, J., L., Pruell, R., J., Osterman, F., A., "An examination of dechlorination processes and pathways in New Bedford Harbor sediments", ***Marine Environmental Research***, 33,31-47, (1992).

Larsson, P., "Uptake of Polychlorinated Biphenyls (PCBs) by the Macroalga, *Cladophora glomerata*, ***Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*** , 38, 58-62 (1987).

Latimer, J., S., Hoffman, E., J., Hoffman G., Fasching, J., L., and Quinn, J., G., "Sources of petroleum hydrocarbons in urban runoff', ***Water, Air and Soil Pollution*** ,52, 1–21, (1990).

Law, R., J., Dawes, V., J., Woodhead, R., J., Matthiessen, P., "Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in seawater around England and Wales", ***Marine Pollution Bulletin***, 34, 306–322, (1997).

Lee, D., K., Touray, J., C., Bailif, P., and Ildeonse, J., P., "Heavy metal contamination of settling particles in a retention pond along the A71 motorway in Sologne, France", ***Science of Total Environment***, 201, 1–15, (1997).

Lee, R., F., "Fate of oil in the sea", Proc. 1977 Oil Spill Response Workshop, Four, P. L., Ed., ***U.S.Fish and Wildlife Service FWS/OBS/77-24***, 43, (1977).

Lee, W., J., Su, C., C., Sheu, H., L., Fan, Y., C., Chao, H., R., Fang, G., C., "Monitoring and modeling of PCB dry deposition in urban area", ***J Hazard Mater***, 49, 57–88, (1996).

Lee, W., Y., Wang, W., X., "Metal accumulation in the gren macroalga *Ulva fasciata*: effects of nitrate, ammonia and phosphate", ***Science of Total Environment***, 278, 11-22, (2001).

Llobet, J., M., Falco, G., Bocio, A., and Domingo, J., L., "Exposure to Polycyclic Aromatic Hydrocarbons through Consumption of Edible Marine Species in Catalonia, Spain", ***Journal of Food Protection***, Vol. 69, No. 10, 2493–2499, (2006).

Long, E., R., Macdonald, D., D., Smith, S., L., Calder, F., D., "Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments", ***Environmental Management***, 19, 81–97, (1995).

Lök, A., "İskele-Urla'da (İzmir Körfezi) kültüre alınan farklı boy gruplarındaki midyelerin (*Mytilus galloprovincialis* LAMARCK, 1819) büyüme oranları", ***Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi***, 18 (1-2), 141-147, (2001).

Lytle, J., S., and Lytle, T., F., "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, (1987).

Ma, S., Kassinos, S., C., Kassinos, D., F., and Akylas, E., "Modeling the impact of water withdrawal schemes on the transport of pesticides in the Kouris Dam (Cyprus)", ***Global NEST Journal***, 10(3), 350-358, (2008).

Macdonald, D., D., Carr, R., S., Calder, F., D., Long, E., R., Ingersoll, C., G., "Development and evaluation of sediment quality guidelines for Florida coastal waters", ***Ecotoxicology***, 5, 253–278, (1996).

Mackay, D., Shiu, W., Y., Ma, K., C., "Illustrated Handbook of Physical-Chemical Properties and Environmental Fate for Organic Chemicals", ***Boca Raton, FL: Lewis Publishers***, 1, (1992).

Mandalakis, M., M., Apostolaki, E., G., Stephanou, and Stavrakakis S., "Mass budget and dynamics of polychlorinated biphenyls in the eastern Mediterranean Sea", ***Global Biogeochemical Cycles***, 19, GB3018, doi:10.1029/2004GB002403, (2005).

Mandalakis, M., Stephanou, E., G., "Polychlorinated biphenyls associated with fine particles (PM2.5) in the urban environment of Chile: concentration levels, and sampling volatilization losses", ***Environmental Toxicology and Chemistry***, 21(11), 2270–5, (2002).

Marsalek, J., Rochfort, Q., Brownlee, B., Mayer, T., and Servos, M., "An explanatory study of urban runoff toxicity", ***Water Science Technology***, 39, 33–39, (1999).

Marvin, C., H., Howell, E., T., Kolic, T., M., Reiner, E., J., "Polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans and dioxin like polychlorinated biphenyls in sediments and mussels at three sites in the Lower Great Lakes, North America", ***Environmental Toxicology and Chemistry***, Vol. 21, 1908-1921, (2002).

Mata, L., Santos, R., "Cultivation of *Ulva rotundata* (Ulvales, Chlorophyta) in raceways, using semi-intensive fishpond effluents: yield and biofiltration", ***Proceedings of the 17th International Seaweed Symposium;*** Oxford University Press; Oxford, 237-242, (2003).

Matthews, H., B., Anderson, M., W., "Effect of chlorination on the distribution and excretion of polychlorinated biphenyls", ***Drug Metabolism and Disposition***, 3(5), 371–380, (1975).

McElroy, A., E., Farrington, J., W., and Teal, J., M., "Bioavailability of polycyclic aromatic hydrocarbons in the aquatic environment, in Metabolism of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Aquatic Environment, Varanasi, U., Ed., ***CRC Press, Boca Raton, FL***, Chap. 1., (1989).

McFarland, V., A., and Clarke, J., U., "Environmental occurrence, abundance and potential toxicity of polychlorinated biphenyl congeners: Considerations for a congener-specific analysis", ***Environmental Health Perspectives***, 81, 225-239, (1989).

Mcveety, B., D., Hites, R., A., "Atmospheric deposition of polycyclic aromatic hydrocarbons to water surfaces: A mass balance approach", ***Atmospheric Environment***, 22, 511-536, (1988).

Metcalfe, C., D., "Polychlorinated biphenyls, Kiceniuk, J., W., & Ray, S., (eds), Analysis of contaminants in edible aquatic resources", ***Vancouver Coastal Health***, 305-338, (1994).

Michel, X., Garrigues, P., Galgani, F., Narbonne, J., F., "Modified method for benzo(a)pyrene hydroxylase activity measurements: Comparison with EROD activities for marine pollution monitoring", ***Marine Environmental Research***, 38, 257–273, (1994).

Milun, V., and Zvonarić, T., "Biomonitoring of Chlorinated Pesticides And PCBs in the Eastern Adriatic Coastal Waters Using Mussels *Mytilus Galloprovincialis* As Indicator", ***Fresenius Environmental Bulletin***, (1018-4619) 17, 11b, 1891-1900, (2008).

Miniero, R., Ceretti, G., Cherin, E., Dellatte, E., De Luca, S., Ferri, F., Fulgenzi, A., Grim, F., Lacovella, N., di Domenico, A., "Correlation between PCDD and PCDF levels in sediments and clams (*Tapes sp*.) in the Venice Lagoon", ***Organohalogen Compounds***, Vol. 62, 144-147, (2003).

Monod, A., Sive, B., C., Avino, P., Chen, T., Blake, D., R., Rowland, F., S., "Monoaromatic compounds in ambient air of various cities: a focus on correlations between xylenes and ethylbenzenes", ***Atmospheric Environment*** 35, 135–149, (2001).

Moon, H., B., Choi, M., Choi, H., G., Ok, G., Kannan, K., "Historical trends of PCDDs, PCDFs, dioxin-like PCBs and nonylphenols in dated sediment cores from a semi-enclosed bay in Korea: tracking the sources", ***Chemosphere***, 75, 565–571, (2009).

Moore, G., K., W., Holdsworth, G., and Alverson, K., "Climate change in the North Pacific Region over the past three centuries", ***Nature***, 420, 401-403, (2002).

Moore, M., R., Vetter, W., Gaus, C., Shaw, G., R., Müller, J., F., "Trace organic compounds in the marine environment", ***Marine Pollution Bulletin***, 45, 62-68, (2002).

Morkoç, E., Okay, O., Geveci, A., "Towards a Clean Izmit Bay", ***TÜBİTAK, MRC***, Env. Eng. Dep., Gebze Kocaeli, Turkey, (1996).

Morkoç, E., Okay, O., S., Tolun, L., Tüfekçi, V., Tüfekçi, H., Legoviç, T., "Towards a clean İzmit Bay", ***Environment International***, 26, 157-161, (2001).

Morkoç, E., Tüfekçi, V., Tüfekçi, H., Tolun, L., Telli-Karakoç, F., Okay, O., Aktan, Y., Tarkan, A., N., "İzmit Körfezi'nin İyileştirilmesi, Sonuç Raporu", Proje No:5982210, ***TÜBİTAK-MAM Yayını***, Gebze-Kocaeli, (2001).

Mucha, A., P., Vasconcelos, M., T., S., D., Bordalo, A., A., "Macrobenthic community in the douro estuary: Relations with trace metals and natural sediment characteristics", ***Environmental Pollution***, 121, 169–180, (2003).

Mylopoulos, Y., Kolokythas, E., Vagiona, D., Kampragou, E., and Eleftheriadou, E., "Hydrodiplomacy in practice: transboundary water management in Northern Greece", ***Global NEST Journal***, 10(3), 287-294, (2008).

Naddeo, V., Zarra, T., Belgiorno, V., "European procedures to river quality assessment", ***Global NEST Journal***, **7**(3), 306-312, (2005).

Namiesnik, J., Moncheva, S., Park, Y., Ham, K., Heo, B., Tashma, Z., Katrcih, E., Gorinstein, S., "Concentration of bioactive compounds in mussels *Mytilus galloprovincialis* as an indicator of pollution", ***Chemosphere***, 73, 938-944, (2008).

Neff, J. M., "Polycyclic aromatic hydrocarbons", Fundamentals of Aquatic Toxicology, Rand, G., M., and Petrocilli, S., R., Eds., ***Hemisphere***, New York, Chap. 14., (1985).

NRC (National Research Council), "Polycyclic aromatic hydrocarbons: evaluation of sources and effect", ***National Academy Press***, Washington, DC, (1983).

Oğuz, T., and Sur, H., İ., "A numerical modelling study of circulation in the Bay of İzmit: Final Report", ***TÜBİTAK-MRI, Chemistry Department Publ.***, Gebze, Kocaeli (Turkey) No. 187, 97, (1986).

Oh, J., R., (ed.), "POPs in the Marine Environment: Analysis, Bioaccumulation and Toxicity", ***Korea Research and Development Institute***, (2000).

Okay, O., S., Egesel, L., Tüfekçi, V., Morkoç, E., ve Gaines, A., "Investigation of three wastewaters entering İzmit Bay (Turkey) by means of batch and chemostat culture algal bioassays", ***Marine Environmental Research***, Vol. 46, No. l-5, 283-288, (1998).

Okay, O., S., Karacık, B., Başak, S., Henkelmann, B., Bernhöft, S, Schramm, K., W., "PCB and PCDD/F in sediments and mussels of the Istanbul strait (Turkey)", ***Chemosphere***.,76(2):159-66, (2009).

Okay, O., S., Legovicç T., Tüfekçi, V., Egesel, L., Morkoç, E., "Environmental impact of land-based pollutants on İzmit Bay (Turkey): short-term algal bioassays and simulation of toxicity distribution in the marine environment", ***Archives of Environmental Contamination and Toxicology***, 31, 459–465, (1996).

Okay, O., S., Tolun, L., Telli-Karakoç, F., Tüfekçi, V., Tüfekçi, H., Morkoç, E., "İzmit Bay (Turkey) ecosystem after Marmara earthquake and subsequent rafinery fire: the long-term data", ***Marine Pollution Bulletin***, 42, 5, 361-369, (2001).

Okay, O., S., Tolun, L., Telli-Karakoç, F., Tüfekçi, V., Tüfekçi, H., Olgun, A., Morkoç, E., "The changes T-PAH levels and health status of mussels in İzmit bay (Turkey) after Marmara earthquake and subsequent refinery fire", ***Environment International***, 28, 671-675, (2003).

Oliver, B., G., Charlton, M., N., Durham, R.,W., "Distribution, Redistribution and Geochronology of Polychlorinated Biphenyl Congeners and Other Chlorinated Hydrocarbons in Lake Ontario Sediments", ***Environmental Science and Technology***, 23, 200-208, (1989).

Oliver, B., G., Niimi, A., J., "Trophodynamic analysis of polychlorinated biphenyl congeners and other chlorinated hydrocarbons in the Lake Ontario ecosystem", ***Environmental Science and Technology***, 22, 388–397, (1988).

Oral, A., "Kocaeli Tarih ve Rehberi"., ***Demkar Yayınevi***, İstanbul, (2007).

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), "Report on the implementation by member countries of the decision by the Council on the Protection of the Environment by control of polychlorinated biphenyls", ***Organisation of Economic Co-operation and Development (ENV/CHEM/81.2)***, Paris, (1982).

Orhon, D., Gönenç, E., Tünay, O., ve Akkaya, M., "The prevention and removal of water pollution in the İzmit Bay: determination of technological aspects, Technical Report", ***İTU Civil Engineering Publ.***, İstanbul, Turkey, (1984).

Özdoğrul., Ö., "Levels of selected pesticides in honey samples in Kahramanmaraş, Turkey", ***Food Control.***, 18, 866-871, (2007).

Parivesh, "Polychlorinated Biphenyls (PCBs)", ***Central Pollution Control Board of Ministry of Environment and Forests***, (2001).

Pavoni, B., Caliceti, M., Sperni, L., Sfriso, A., "Organic micropollutants (PAHs, PCBs, pesticides) in seaweeds of the lagoon ofVenice", ***Oceanologica Acta***, 26, 585–596, (2003).

Pavoni, B., Calvo, C.**,** Sfriso, A., Orio, A., A., "Time trend of PCB concentrations in surface sediments from a hypertrophic macroalgae populated area of the lagoon of Venice", ***Science of Total Environment***, 91, 130-139, (1990).

PCB-ÖİKR, "PCB Özel İhtisas Komisyonu Raporu", ***T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü***, (2010).

Pekey, B., "İzmit Körfezi yaş ve kuru çökelme örneklerinde polisiklik aromatik hidrokarbonlar: kaynakları, seviye tespiti ve zamana göre değişimleri", Doktora Tezi, ***Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü***, İzmit, (2004).

Pham, T., T., Proulx, S., "PCBs and PAHs in the Montreal urban community (Quebec, Canada) wastewater treatment plant and in the effluent plume in the St. Lawrence River", ***Water Research***, 31, 1887–1896, (1997).

Pikkarainen, A. L., "Polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides in Baltic Sea sediments and bivalves", ***Chemosphere***, 68, 17–24, (2007).

Prabhukumar, G., Pagilla, K., "Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Urban Runoff – Sources, Sinks and Treatment: A Review, DuPage River Salt Creek Workgroup", ***Naperville, IL.***, (2010).

Puskaric, S., Fowler, S., W., Miquel, J., C., "Temporal changes in particulate flux in the Northern Adriatic Sea", ***Estuarine Coastal and Shelf Science***, 35, 267-287, (1992).

Puskaric, S., Fowler, S., and W., Miquel, J., C., "Temporal Changes in Particulate Flux in the Northern Adriatic Sea", ***Estuarine Coastal and Shelf Science***, 35, 267-287, (1992).

Ramseier, R., O., Bauerfriend, E., Garrity, C., and Walsh, I., D., "Seasonal Variability of Sediment Trap Collections in the Northeast Water Polynya. Part 1: Sea-Ice Parameters and Particle Flux", ***Journal of Marine Systems***, 10, 359-369, (1997).

Ramus, J., "Seaween anatomy and photosynthetic performance: the ecological significance of light guides, heterogeneous absorption and multiple scatter", ***Journal of Phycology***,14, 352-360, (1978).

Rattner, B., A., Hoffman, D., J., and Marn, C., N., "Use of mixed-function oxygenases to monitor contaminant exposure", ***Environmental Toxicology and Chemistry***, 8, 1093, (1989).

Reeders, H., H., Bij deVaate, A., and Slim, F., J., "The filtration of *Dreissena polymorpha* (Bivalvia) in three Dutch lakes with reference to biological water quality management", ***Freshwater Biology***, 22, 133-141, (1989).

Ren, L., Huang, X., D., McConkey, B., J., Dixon, D., G., Greenberg, B., M., "Photoinduced toxicity of three polycyclic aromatic hydrocarbons (fluoranthene, pyrene, and naphthalene) to the duckweed *Lemna gibba* L. G-3", ***Ecotoxicology and Environmental Safety***, 28, 160, (1994).

Ritter, L., Solomon, K., R., Forget, J., Stemeroff, M., O'Leary, C., "Persistent organic pollutants", Prepared for the International Programme on Chemical Safety (IPCS) within the framework of the Inter- Organization Programme for the Sound Management of Chemicals (IOMC), ***United Nations Environment Program***, (1995).

Roberts, M., H., Hargis, W., J., Strobel, C., J., and De Lisle, P., F., "Acute toxicity of PAH contaminated sediment to the estuarine fish, *Leiostomus xanthurus*", ***Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology***, 42, 142-149, (1989).

Roose, P., Cooreman, K., Vyncke, W., "PCBs in Cod (*Gadus morhua*), Flounder (*Platichthys flesus*), Mavi midye (*Mytilus edulis*) and Brown Shrimp (*Crangon crangon*) from the Belgian Continental Shelf: Relation to Biological Parameters and Trend Analysis", ***Chemosphere***, Vol. 37, Nos 9-12, (1998).

Safe, S., H., "Dietary and environmental estrogens and antiestrogens and their possible role in human disease", ***Environmental Science and Pollution Research***, 1, 29-33, (1994).

Safe, S., "Polychlorinated biphenyls (PCBs): environmental impact, biochemical and toxic responses, and implications for risk assessment", ***Critical Reviews in Toxicology***, 24(2), 87–149, (1994).

Sand-Jensen, K., "Photosynthetic responses of Ulva lactuca at very low light", ***Marine Ecology Progress Series***, 50, 195-201, (1988).

Santodonato, S., Howard, P., and Basu, D., "Health and ecological assessment of polynuclear aromatic hydrocarbons", ***Journal of Environmental Pathology and Toxicology***, Special Issue, 5, (1981).

Schwartz, T., R., Stalling, D., L., Rice, C., L., "Are polychlorinated biphenyl residues adequately described by Aroclor mixture equivalents? Isomer-specific principal components analysis of such residues in fish and turtles", ***Environmental Science and Technology***, 21, 72–76, (1987).

Seed, R., "Marine mussels: their ecology and physiology", Ecology, In: Bayne, B., L., (ed), ***Cambridge University Press***, 13-65, (1976).

Sharma, S., and Sharma, P., "Biomonitoring Of Aquatic Ecosystem With Concept And Procedures Particular Reference To Aquatic Macro invertebrates", ***Journal of American Science***, 6 (12), 1246-1255, (ISSN: 1545-1003), (2010).

Shuttleworth, K., L., Cerniglia, C., E., "Environmental aspects of PAH biodegradation", ***Applied Biochemistry and Biotechnology***, 54, 291–302, (1995).

Simonich, S., L., and Hites, R., A., "Importance of vegetation in removing polycyclic aromatic hydrocarbons from the atmosphere", ***Nature***, 370, 49, (1994).

Sinks, T., Steele, G., Smith, A.B., Watkins, K., Shults, R., A., "Mortality among workers exposed to polychlorinated biphenyls", ***American Journal of Epidemiology***, 136(4), 389–398, (1992).

Sivaslıgil, A., "Gebze-Dilovası'nda Partikül Madde Kirliliği; Kirletici Kaynakların Dökümü ve Partikül Madde Kanserojenik PAH Analizi", Yüksek Lisans Tezi, ***Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü***, Gebze, (2007).

Sivri, N., Okumuş,İ., Uysal, Ş., "The Availability Of *Mytilus Galloprovincialis* for Monitoring Enteric Bacteria", ***Internaional Journal Of Electronics, Mechanical and Mechatronics Engineering***, Volume 1. No:1, 49-55, (2006).

Smith, J., S., ***Independent Consultants in Environmental and Forensic Chemistry***, Volume 4, Issue 2, (2001).

Soares, H., M., V., M., Boaventura, R., A., R., Machado, A., A., S., C., Esteves Da Silva, J., C., G., "Sediments as monitors of heavy metal contamination in the Ave River Basin (Portugal): multivariate analysis of data", ***Environmental Pollution***, 105, 311-323, (1999).

Solmaz, S., K., A., Yonar, T., Üstün, G., E., "Gemlik Körfezi'nde karasal kaynaklı kirlilik envanteri", ***Marmara Denizi Sempozyumu***, (2000).

Soto, A., M., Justicia, H., Wray, J., W., Sonnenschein, C., "Nonyl-phenol: an estrogenic xenobiotic released from ''modified'' polystyrene", ***Environmental Health Perspectives***, 92, 167–173, (1991).

Spagnoli, F., Specchiulli, A., Scirocco, T., Carapella, G., Villani, P., Casolino, G., Schiavone, P., and Franchi, M., "The Lago di Varano: Hydrologic Characteristics and Sediment Composition", ***Marine Ecology***, (23), 384-394, (2002).

Stanczykowska, A., "Ecology of *Dreissena polymorpha* (Pall.). (Bivalvia) in lakes", ***Pol. Arch. Hydrobiol.***, 24, 401-530, (1977).

Starke, L.(ed), "State of the world 2007 – Our urban future", ***Worldwatch Institute, W.W. Norton & Company***, (2007).

Taleb, M., Z., Benali, I., Gherras, H., Ykhlef-Allal, A., Bachir-Bouiadjra, B., Amiard, J., C., Boutiba, Z., "Biomonitoring of environmental pollution on the Algerian west coast using caged mussels *Mytilus galloprovincialis*", ***Oceanologia***, 51 (1), 63–84, (2009).

Talınlı, İ., Görgün, E., Ünal, K.,A., "Türkiye Boğazları'nda tehlikeli maddelerden oluşacak çevresel risklerin değerlendirilmesi", ***Yerleşim ve Çevre Sorunları: Çanakkale İli***, Editör: Ayşe Filibeli, (1997).

Tanabe, S., "PCB problems in the future : foresight from current knowledge", ***Environmental Pollution***, 50, 5-28, (1988).

Taşdemir, Y., Payan, F., "Bursa'daki tekstil sanayinden kaynaklanan klasik hava kirleticilerin karakterizasyonu", ***Marmara Denizi 2000 Sempozyumu***, 377-383, (2000).

Tavşan, S., "Sanayileşmiş Kıyısal Bölgedeki Ortam Havasında Uçucu Organik Bileşik Kirliliği: GYTE Muallimköy Yerleşkesi ve Dilovası Yerleşim Bölgesinde BTEX Ölçümleri", Yüksek Lisans Tezi, ***Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü***, Gebze, (2010).

TBMM Araştırma Komisyonu Raporu, 22. Dönem, 5. Yasama Yılı, ***S. Sayı:1273, Esas No:10/254-258***, (2006).

Teil, M., J., Blanchard, M., Chevreuil, M., "Atmospheric deposition of organochlorines (PCBs and pesticides) in northern France", ***Chemosphere***, 55, 501–14, (2004).

Telli-Karakoç, F., Tolun, L., Henkelmann, B., Klimm C., Okay, O., Schramm, K., W., "Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and polychlorinated biphenyls (PCBs) distributions in the Bay of Marmara sea: İzmit Bay", ***Environmental Pollution***, 119, 383–397, (2002).

Telli-Karakoç, F., Tuli, A., Hewer, A., Gaines, A., F., Phillips, D., H., Ünsal, M., "Adduct distributions in Piscine DNA: southeastern Black Sea", ***Marine Pollution Bulletin***, 36 (9), 696–704, (1998).

TFR (Tüpraş Faaliyet Raporu), ***Türkiye Petrol Rafinerileri A.Ş.***, (2009).

Thruhaut, R., "Ecotoxicology: Objectives, Principles, and Perspectives", ***Ecotoxicology and Environmental Safety***, 151−173, (1977).

Tolnai, B., Hlavay, J., Möller, D., Prümke, H., J., Becker, H., Dostler, M., "Combination of canister and solid adsorbent sampling techniquesfor determination of volatile organic hydrocarbons", ***Microchemical Journal***, 67, 163–169, (2000).

Tolun L., Martens, D., Okay, O., S., Schramm, K., W., "Polycyclic aromatic hydrocarbon contamination in coastal sediments of the İzmit Bay (Marmara Sea): Case studies before and after the İzmit Earthquake", ***Environment International***, 32, 758-765, (2006).

Topcuoğlu, S., Kırbasoğlu, Ç., Yılmaz, Y., Z., "Heavy metal levels in biota and sediments in the northern coast of the Marmara Sea", ***Environmental Monitoring and Assessment***, 96, 183–189, (2004).

Tuchman, M., Burzynski, M., "Sheboygan River Food Chain and Sediment Contaminant Assessment", ***Final Project Report USEPA Grant #GL-995681***, (2000).

Tuğrul, S., ve Morkoç, E., "Transport and water quality modeling in the Bay of İzmit, NATO TU-WATERS Project, Technical Report", ***TÜBİTAK-MRC Publ.***, Kocaeli, Turkey, (1990).

Türkmen, T., "Derince Pestisit Stoğu, Kocaeli", International POPs Elimination Project Fostering Active and Efficient Civil Society Participation in Preparation for Implementation of the Stockholm Convention, (2005).

UNEP Chemicals, "Guidelines for the Identification of PCBs and Materials Containing PCBs", ***UNEP***, (1999).

UNEP, "Chemicals, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances", ***Mediterranean Regional Report***, (2002).

UNEP/FAO/IOC/IAEA, "Guidelines for monitoring chemical contaminants in the sea using marine organisms", ***Reference Methods for Marine Pollution Studies No. 6, UNEP***, 28, (1993).

UNEP/MAP, "Strategic Action Programme to address pollution from land-based sources", ***UNEP/MAP***, Athens, Greece, (1999).

UNEP/RAMOGE, "Manual on the biomarkers recommended for the MED POL bio-monitoring programme", ***Athens, UNEP***, 1–92, (1999).

UNFPA, "The state of world population 2007 – Unleashing the potential of urban Growth", ***United Nations Population Fund***, New York, USA, E/31,000/2007, (2007).

UNIDO, "Training Manual for Developing National Implementation Plans for the Stockholm Convention", ***United Nations Industrial Development Organization***, Vienna, June (2005).

US EPA (United States Environmental Protection Agency), "Results of the Nationwide Urban Runoff Program", Volume 1—Final Report., ***NTIS PB84-185552***, 200, (1983).

US EPA (United States Environmental Protection Agency), "PCBs: Cancer Dose-Response Assessment and Application to Environmental Mixtures", National Center for Environmental Assessment, Office of Research and Development, ***EPA/600/P–96/001F***, Washington, D.C., (1996).

US EPA (United States Environmental Protection Agency), "Region III BTAG Marine Sediment Screening Benchmarks 7/2006", 6pp, (2006).

Uysal, H., "Türkiye Sahillerinde Bulunan Midyeler, *Mytilus galloprovincialis* Lamark Üzerinde Biyolojik ve Ekolojik Araştırmalar", ***Ege Üniversitesi Yayınları***, İzmir, (1970).

Ünlü, S., ve Alpar, B., "Hydrocarbon balance of surface sediments in Izmit Bay (Marmara Sea), Turkey", ***Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology***, 73, 85-92, (2004).

Ünlüata, Ü., Oğuz, T., Latif, M., A., and Özsoy, E., "On the Physical Oceanography of the Turkish Straits, in: The Physical Oceanography of Sea Straits", L. J. Pratt (editor), ***NATO/ASI Series, Kluwer, Dordrecht***, 25-60, (1990).

Vallack, H., W., Bakker, D., J., Brandt, I., Brorstrom-Lunden, E., Brouwer, A., Bull, K., R., Gough, C., Guardans, R., Holoubek, I., Jansson, B., Koch, R., Kuylenstierna, J., Lecloux, A., Mackay, D., McCutcheon, P., Mocarelli, P., Taalman, R., D., F., "Controlling persistent organic pollutants — what next?", ***Environmental Toxicology and Pharmacology***, 6, 143-175, (1998).

Valsamaki, V., I., Sakkas, V., A., Albanis, A., "Determination of organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in chicken eggs by matrix solid phase dispersion", ***Analytica Chimica Acta***, 28, 195-201, (2006).

Van den Hoek, C., Mann, D., G., and Jahns, H., M., " Algae. An Introduction to Phycology", ***Cambridge University Press***, Cambridge, Xiv, (1995).

Van **Meter**, Peter, C., Mahler, B., J., Furlong, E.,T., "Urban Sprawl Leaves Its PAH Signature", ***Environmental Science and Technology***, 34, 4064-4070, (2000).

Varanasi, U., Stein, J. E., and Nishimoto, M., "Biotransformation and disposition of PAH in fish, in Metabolism of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Aquatic Environment", Varanasi, U., Ed., ***CRC Press, Boca Raton, FL***, Chap. 4., (1989).

Varanasi, U., Stein, J., Nishimoto, M., Reichert, W., Collier, T., "Chemical carcinogenesis in feral fish: uptake, activation and detoxification of organic xenobiotics", ***Environmental Health Perspectives***, 71, 155-170, (1987).

Vethaak, A., Jol, J., Meijboom, A., Eggens, M., Rheinallt, T., Wester, P.,van de Zande, T., et al., "Skin and liver diseases induced in flounder (*Platichthys flesus*) after long-term exposure to contaminated sediments in large-scale mesocosms", ***Environmental Health Perspectives***, 104, 1218-1229, (1996).

Villeneuve, J., P., Carvalho, F., P., Fowler, S., W., Cattini, C., "Levels and trends of PCBs, chlorinated pesticides and petroleum hydrocarbons in mussels from the NW Mediterranean coast: comparison of concentrations in 1973/1974 and 1988/1989", ***The Science of the Total Environment***, 237–238, 57–65, (1999).

Vinas, L., Franco, M., A., Gonzalez, J., J., "Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Composition of Sediments in the Rı´a de Vigo (NW Spain)", ***Archives of Environmental Contamination and Toxicology***, 57, 42–49, DOI 10.1007/s00244-008-9230-6, (2009).

Voldner, E., C., Li, Y., F., "Global usage of selected persistent organochlorines", ***Science of Total Environment***, 160/161, 201-210, (1995).

Von Schooten, F., J., Maas, L., M., Moonen, E., J., C., Kleinjans, J., C., S., Van Der Oost, R., "DNA dosimetry in biological indicator species living on PAH-contaminated soils and sediments", ***Ecotoxicology and Environmental Safety***, 30, 171–179, (1995).

Voogt, P., and Brinkmann, U., "Production, properties and usage of polychlorinated biphenyls", Halogenated biphenyls, terphenyls, naphthalenes, bibenzodioxins and related products", Ed. by R.D. Kimbrough and A.A. Jensen, ***Elsevier Science***, NL., 3–45, (1989).

Voorspoels, S., Covaci, A., Johan, M., Schepens, P., "PBDEs in marine and freshwater sediments from Belgium: levels, profiles and relations with biota", ***Journal of Environmental Monitoring***, 6, 914–918, (2004).

Walesh-Stuart, G., "Urban Surface Water Management", ***John Wiley and Sons***, New York (1989).

Waltz, N., "The energy balance of the freshwater mussel Dreissena polymorpha Pallas in laboratory experiments and in Lake Constance. I. Pattern of activity, feeding and assimilation efficiency", ***Arch. Hydrobiol. Suppl.***, 58 (1), 83-105, (1978).

Wania, F., Daly, G., L., "Estimating the contribution of degradation in air and deposition to the deep sea to the global loss of PCBs", ***Atmospheric Environment***, 36, 5581–5593, (2002).

Wania, F., Mackay, D., "Tracking the distribution of persistent organic pollutants", ***Environmental Science and Technology***, 30(9), 390-396, (1996).

WHO (World Health Organization), "Polychlorinated biphenyls and terphenyls", ***Geneva: WHO***, Environmental Health Criteria 140, second ed., (1993).

WHO (World Health Organization), "Environmental Health Criteria 2: Polychlorinated biphenyls and terphenyls", ***WHO***, Geneva, 85, (1976).

Wild, S., R., Berrow, M., L., McGrath, S., P., Jones, K., C., "Polynuclear aromatic hydrocarbons in crops from long-term field experiments amended with sewage sludge", ***Environmental Pollution***, 76, 25, (1992).

Williams, C., "Combating marine pollution from land-based activities: Australian initiatives", ***Oceans and Coastal Management***, Vol. 33, 1-3, 87–112, (1996).

Wood, L., W., O'Keefe, P., Bush, B., "Similarity of PAH and PCB bioaccumulation patterns in sediment-exposed Chironomus tentans larvae", ***Environmental Toxicology and Chemistry***, 16 (2), 283–292, (1997).

Woodhead, R., J., Law, R., J., Matthiessen, P., "Polycyclic aromatic hydrocarbons in surface sediments around England and Wales, and their possible biological significance", ***Marine Pollution Bulletin***, 38, 9, 773–790, (1999).

Yayıntaş, A., Yayıntaş, Ö., "Tohumsuz Bitkiler Sistematiği", ***Niğde Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Yayınları***, 5, (2001).

URL 1. Marine Sediment Environmental Monitoring, *Former Irish Steel Plant Report, 2008,* http://www.environ.ie/en/Publications/Environment/Waste/FileDownLoad,19050,en.pdf (**Ziyaret tarihi: 23 Mayıs 2011)**

URL 2. Genel olarak Kocaeli, *T.C. Kocaeli Valiliği,* http://www.kocaeli.gov.tr/default_B0.aspx?content=1015 (**Ziyaret tarihi: 16 Mayıs 2011)**

URL 3. Kocaeli Sanayii, *Kocaeli Sanayi Odası,* http://www.kosano.org.tr//tr/KocaeliveSanayi/KocaelindeSanayi/KocaeliSanayii.aspx (**Ziyaret tarihi: 18 Mayıs 2011)**

URL 4. Türk Boğazları Bilgi Notu,
www.teknolojikkazalar.org/get_file?id=471710981b2e9 (**Ziyaret tarihi: 18 Mayıs 2011)**

URL 5. Marmara Denizi'nde Meydana Gelen Önemli Gemi Kazaları, *T. C. İstanbul Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü,*
http://istanbul.cevreorman.gov.tr/istanbul/AnaSayfa/subemudurlukleri/Cevreyonetimisubemudurlugu/denizkirliligi/gemikazalari.aspx?sflang=tr (**Ziyaret tarihi: 21 Mayıs 2011)**

URL 6. Naphthalene,
http://www.mls.id.au/naphthalene3.gif (**Ziyaret tarihi: 21 Mayıs 2011)**

URL 7. PCB molekülü, *Science Photo Library*,
http://www.sciencephoto.com/image/9150/530wm/A6540035-Polychlorinated_biphenyl_molecule-SPL.jpg (**Ziyaret tarihi: 28 Mayıs 2011)**

URL 8. PCBs, *Environment Agency*,
http://www.environment-agency.gov.uk/business/topics/pollution/217.aspx (**Ziyaret tarihi: 30 Mayıs 2011)**

URL 9. Eskihisar, *Vikipedi*,
http://tr.wikipedia.org/wiki/Eskihisar,_Gebze (**Ziyaret tarihi: 1 Haziran 2011)**

URL 10. Tavşancıl, *Tavşancıl Beldesi Tarihçesi,*
http://www.dilovasi.org/belde/tavsancil/tarihce/tavsancilitarihce.htm (**Ziyaret tarihi: 1 Haziran 2011)**

URL 11. Hereke, *Vikipedi*,
http://tr.wikipedia.org/wiki/Hereke,_K%C3%B6rfez (**Ziyaret tarihi: 1 Haziran 2011)**

URL 12. Hereke Fabrika-i Hümayunu'nun Mimari Analizi ve Koruma Önerileri, *Mimarlık Dergisi,*
http://www.mimarlarodasi.org.tr/mimarlikdergisi/index.cfm?sayfa=mimarlik&DergiSayi=364&RecID=2229 (**Ziyaret tarihi: 1 Haziran 2011)**

URL 13. İzmit Tüpraş Rafinerisi (İPRAŞ), *Türkiye Mühendislik Haberleri*,
http://www.e-kutuphane.imo.org.tr/pdf/39.pdf (**Ziyaret tarihi: 1 Haziran 2011)**

URL 14. Körfez Tarihçe, *T.C. Körfez Kaymakamlığı,*
http://www.korfez.gov.tr/default_B0.aspx?content=48 (**Ziyaret tarihi: 1 Haziran 2011)**

URL 15. Koruma Tarım,
http://www.koruma.com/tarim/tr/ (**Ziyaret tarihi: 2 Haziran 2011)**

URL 16. Değirmendere, *Vikipedi*, http://tr.wikipedia.org/wiki/De%C4%9Firmendere,_G%C3%B6lc%C3%BCk#Co.C4.9Frafi_Konumu (**Ziyaret tarihi: 1 Haziran 2011)**

URL 17. Karamürsel, *Outdoor Oracle*, http://www.outdoororacle.com/Ilceler.aspx?id=3398&ilid=450&bid=442&Karamursel (**Ziyaret tarihi: 1 Haziran 2011)**

URL 18. Altınova, *Türkiye Turizm Rehberi*, http://www.yutem.com/a/index.php/77/1251-altnova-.html (**Ziyaret tarihi: 1 Haziran 2011)**

URL 19. *Mytilus galloprovincialis*, *World Register of Marine Species*, http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=140481 **(Ziyaret tarihi: 31.10.2011)**

URL 20. *Ulva lactuca*, *World Register of Marine Species*, http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=145984 **(Ziyaret tarihi: 31.10.2011)**

URL 21. Algae, *Cronodon*, http://cronodon.com/BioTech/Algal_Bodies.html (**Ziyaret tarihi: 22 Mayıs 2011)**

URL 22. *Ulva lactuca*, *Flickr-Yahoo*, http://www.flickr.com/photos/top_down/3154245075/ (**Ziyaret tarihi: 20 Mayıs 2011)**

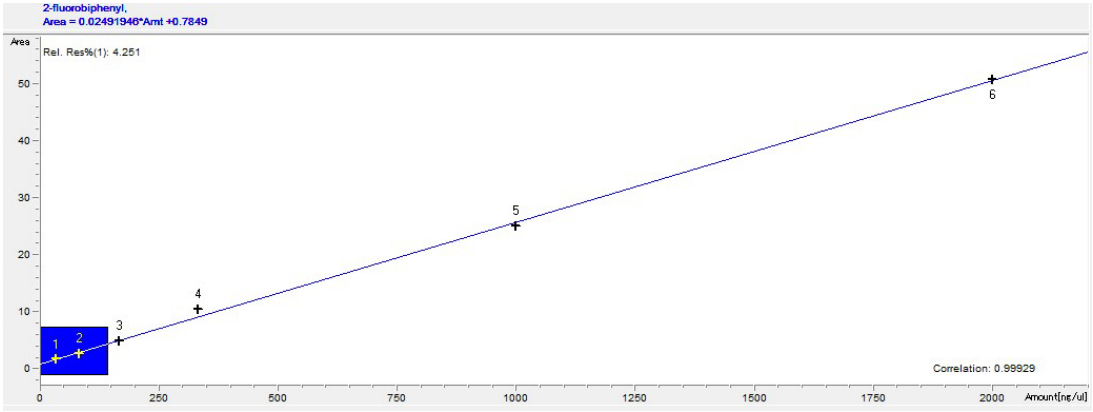
URL 23. Petroleum hydrocarbons, 3rd Periodic Assessment of the State of the Marine Environment of the Baltic Sea-Chapter V, http://www.baltic.vtt.fi/balticinfo/index.html (**Ziyaret tarihi: 21 Haziran 2011**)

URL 24. Water Quality, *Environmental Protection Division*, http://www.env.gov.bc.ca/wat/wq/BCguidelines/pcbs/pcbs_over.html#rec (**Ziyaret tarihi: 19 Haziran 2011)**

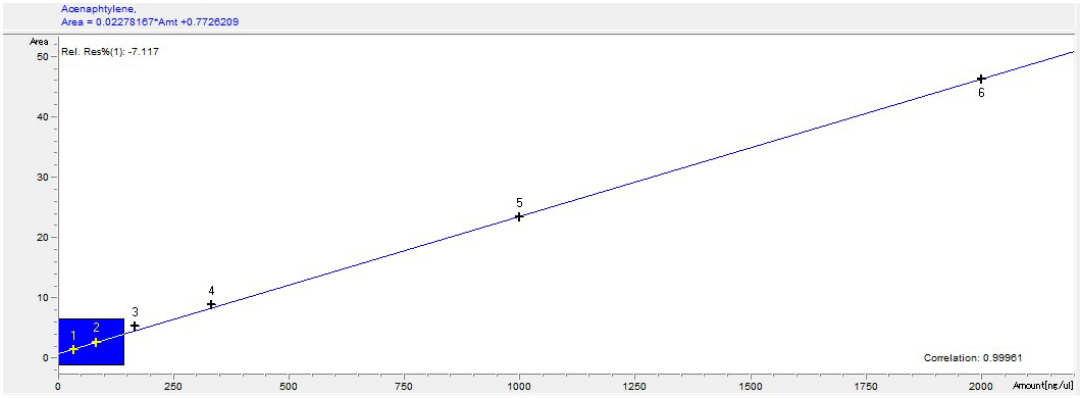
URL 25. Pollutants or Environmental Stressors Impairing Water Quality, *Scorecard*, http://scorecard.goodguide.com/env-releases/def/cwa_cause_class_def.html (**Ziyaret tarihi: 20 Haziran 2011**)

EKLER

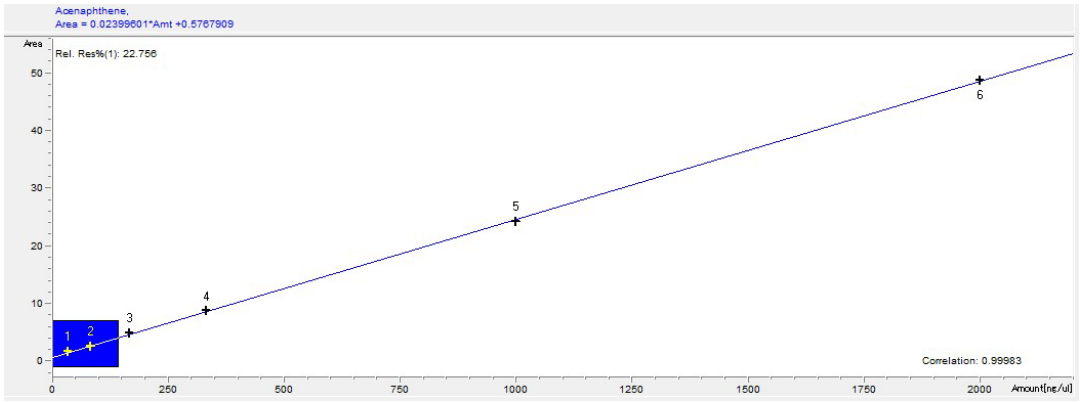
EK-A



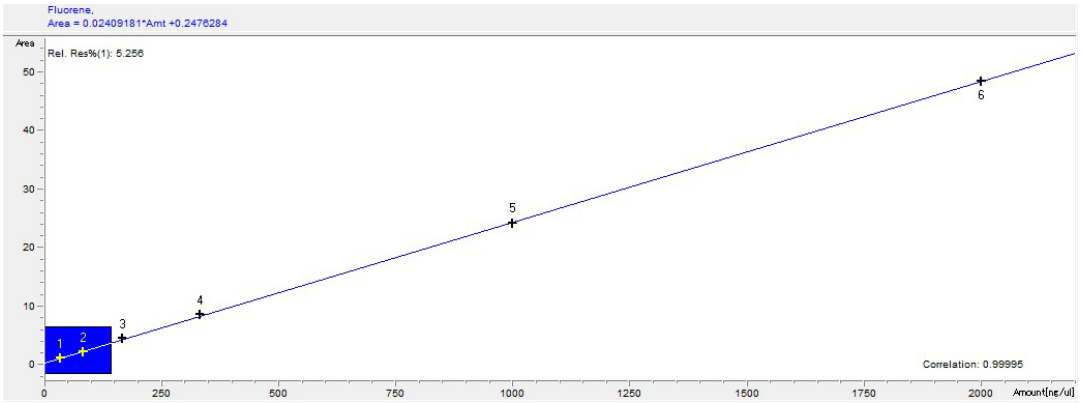
Şekil A1: 2-fluorobiphenyl bileşenine ait kalibrasyon grafiği



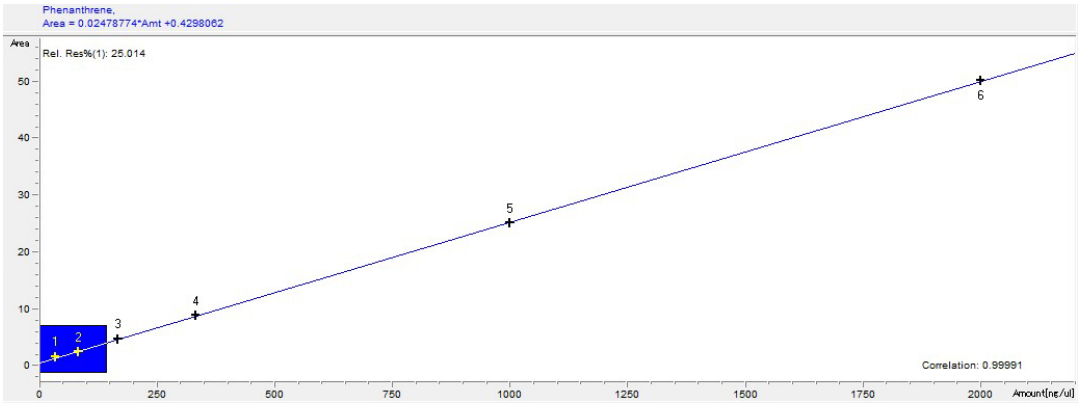
Şekil A2: Acenaphtylene bileşenine ait kalibrasyon grafiği



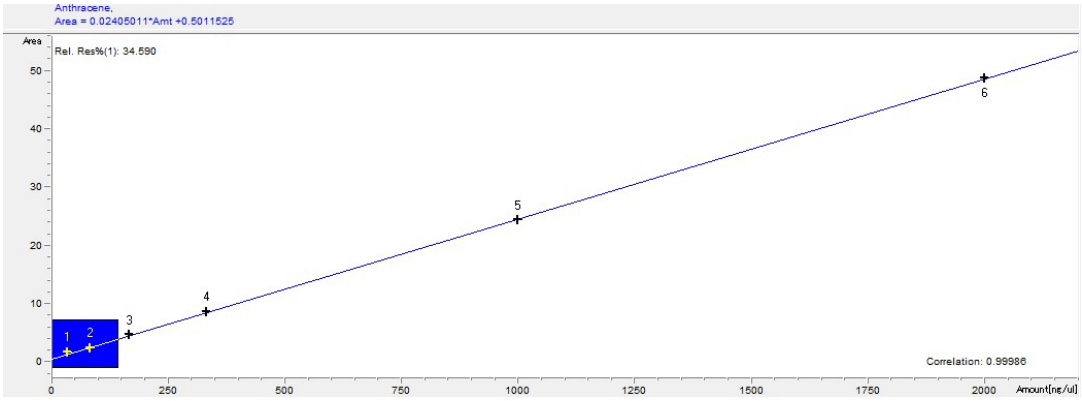
Şekil A3: Acenaphthene bileşenine ait kalibrasyon grafiği



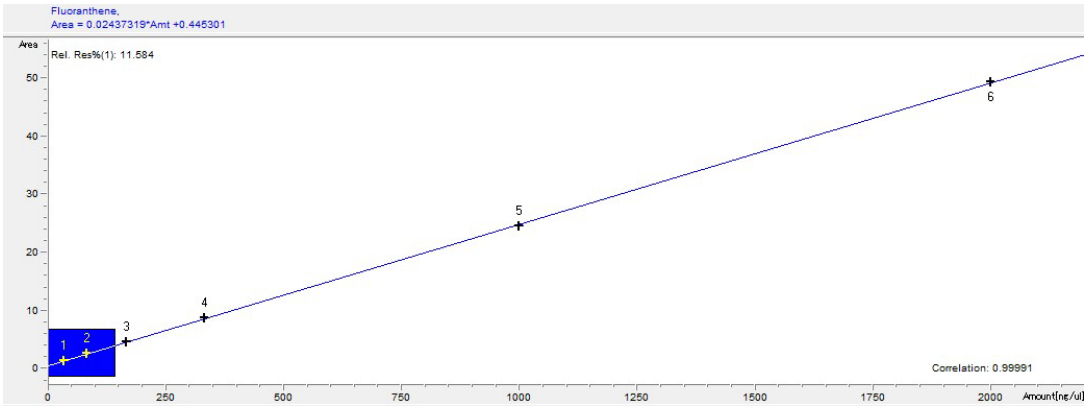
Şekil A4: Fluorene bileşenine ait kalibrasyon grafiği



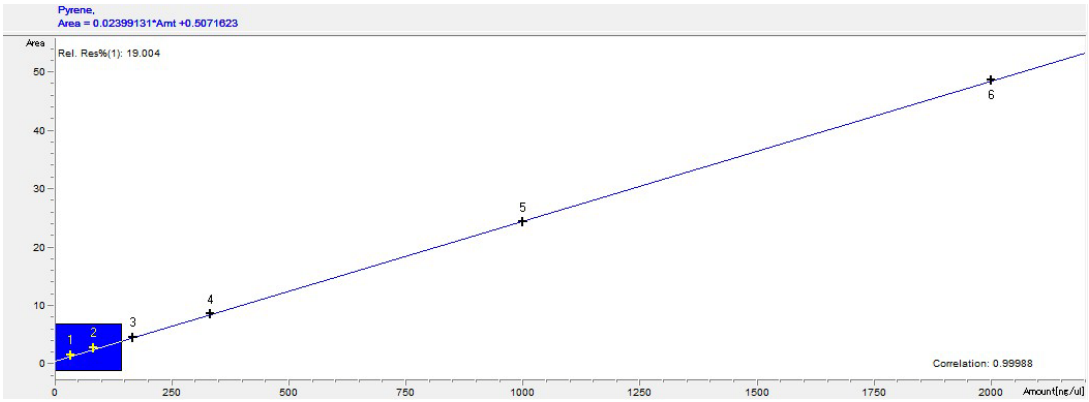
Şekil A5: Phenanthrene bileşenine ait kalibrasyon grafiği



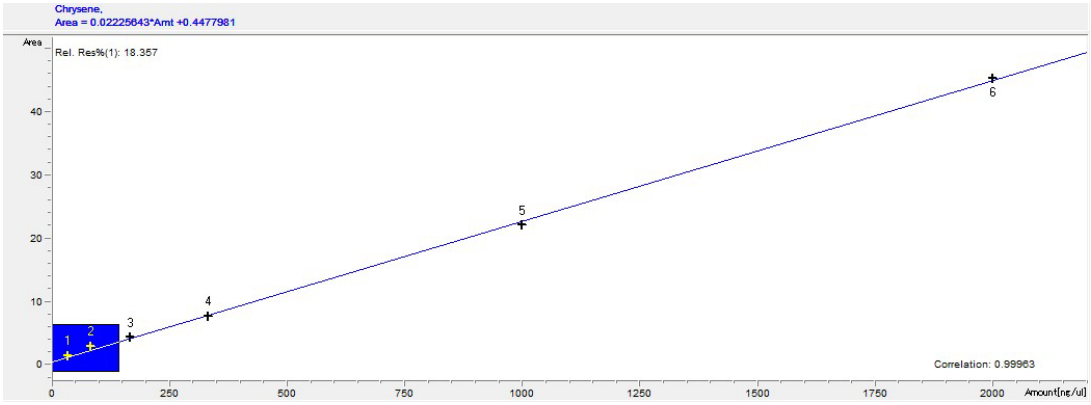
Şekil A6: Anthracene bileşenine ait kalibrasyon grafiği



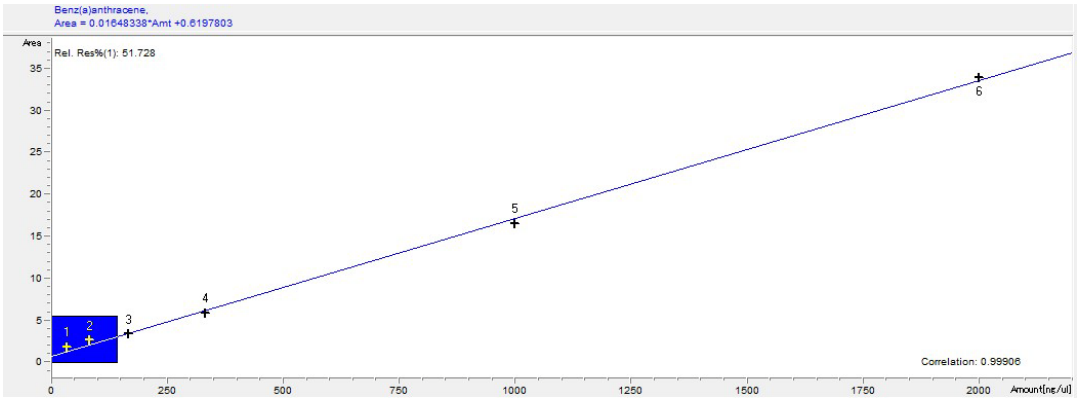
Şekil A7: Fluoranthene bileşenine ait kalibrasyon grafiği



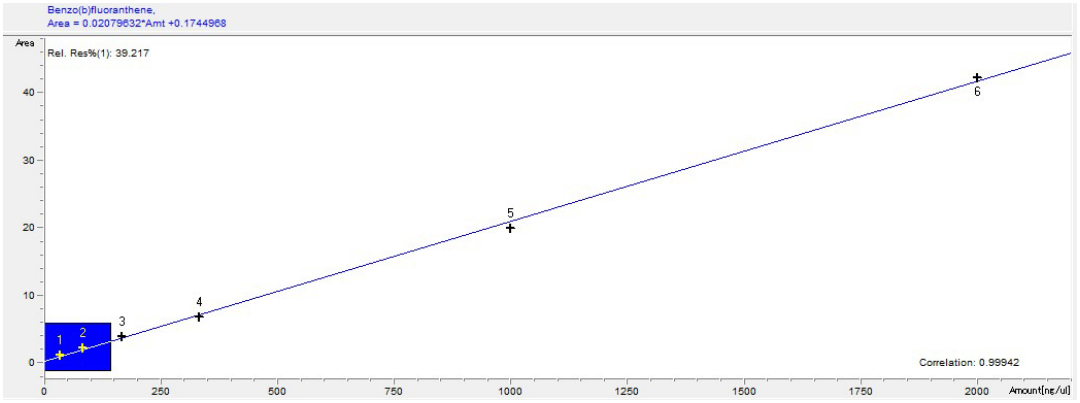
Şekil A8: Pyrene bileşenine ait kalibrasyon grafiği



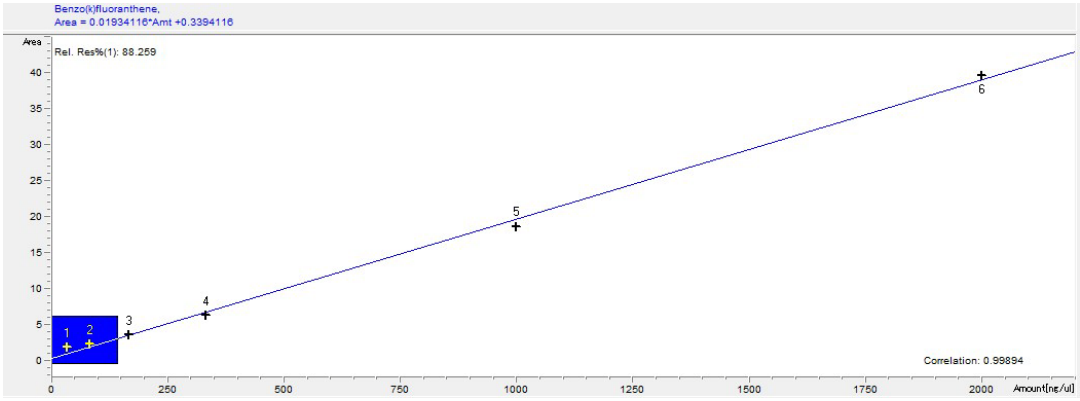
Şekil A9: Chrysene bileşenine ait kalibrasyon grafiği



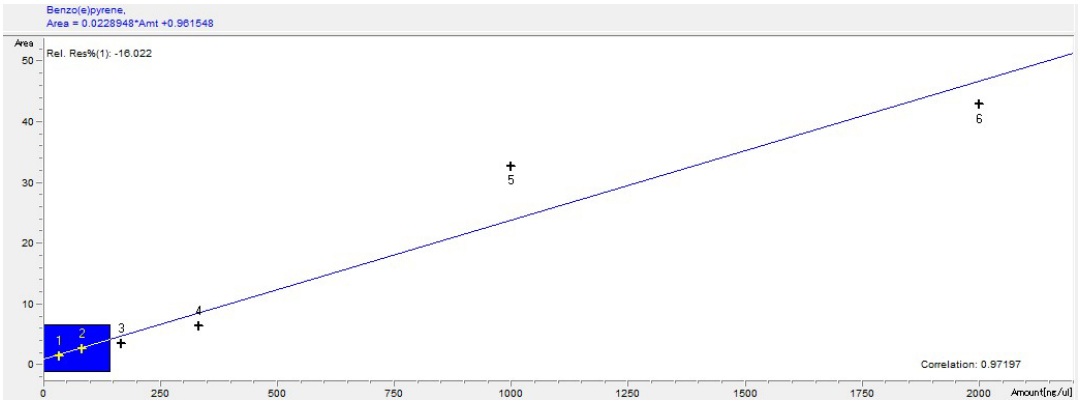
Şekil A10: Benz(a)anthracene bileşenine ait kalibrasyon grafiği



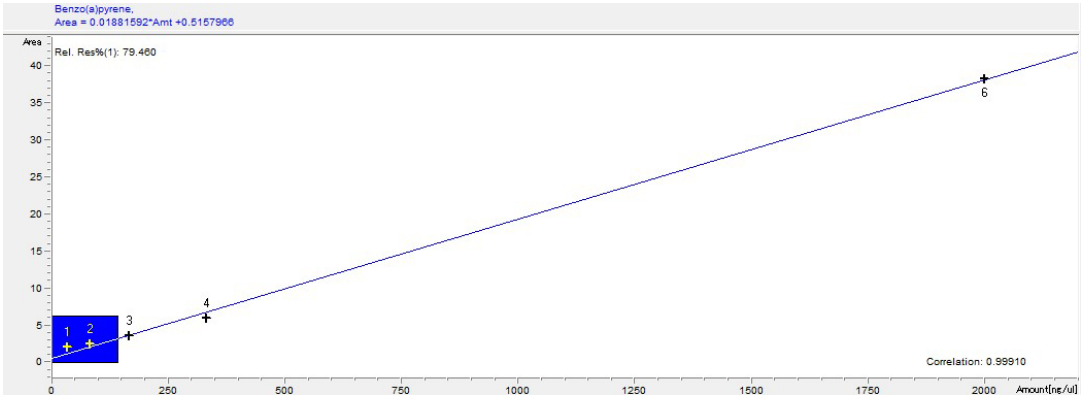
Şekil A11: Benzo(b)fluoranthene bileşenine ait kalibrasyon grafiği



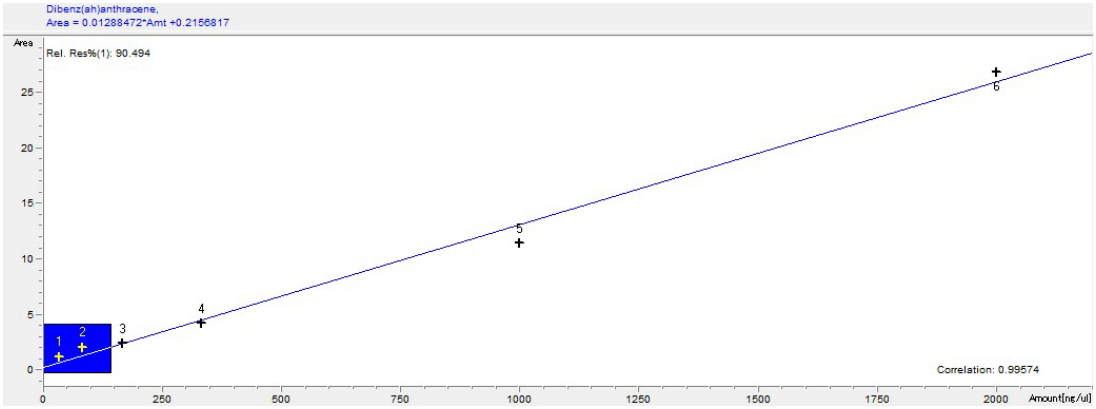
Şekil A12: Benzo(k)fluoranthene bileşenine ait kalibrasyon grafiği



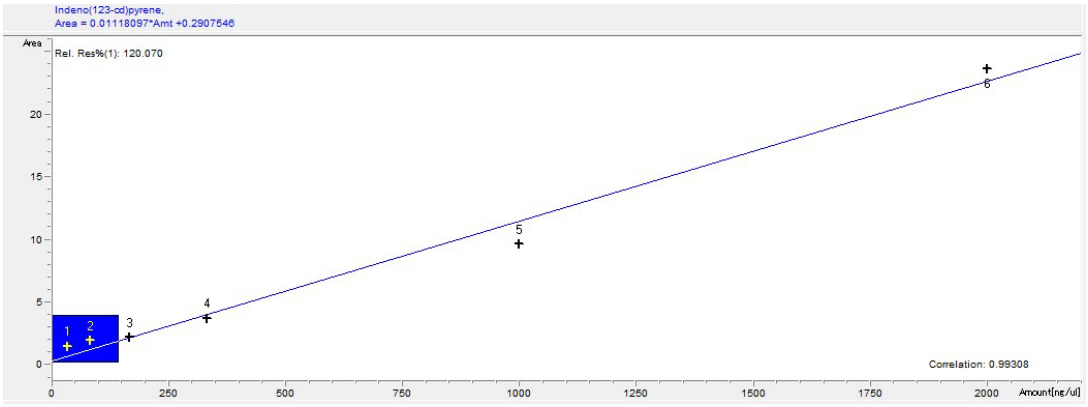
Şekil A13: Benzo(e)pyrene bileşenine ait kalibrasyon grafiği



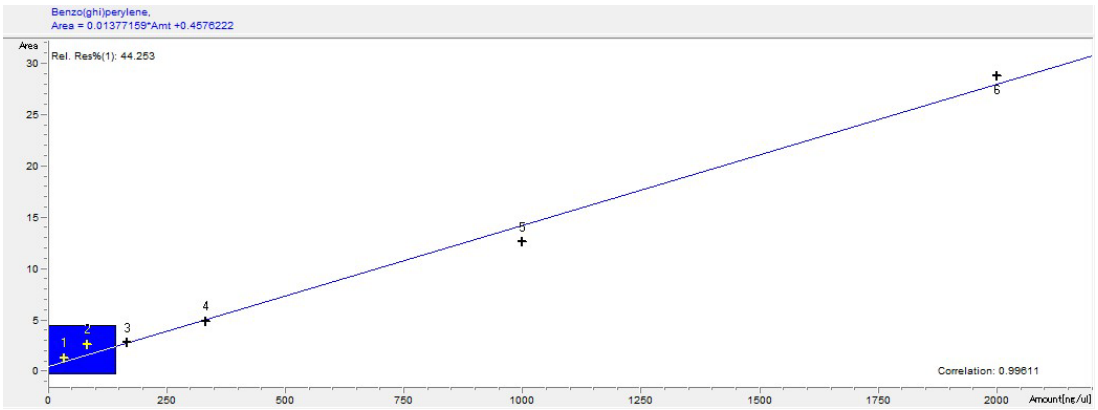
Şekil A14: Benzo(a)pyrene bileşenine ait kalibrasyon grafiği



Şekil A15: Dibenz(ah)anthracene bileşenine ait kalibrasyon grafiği

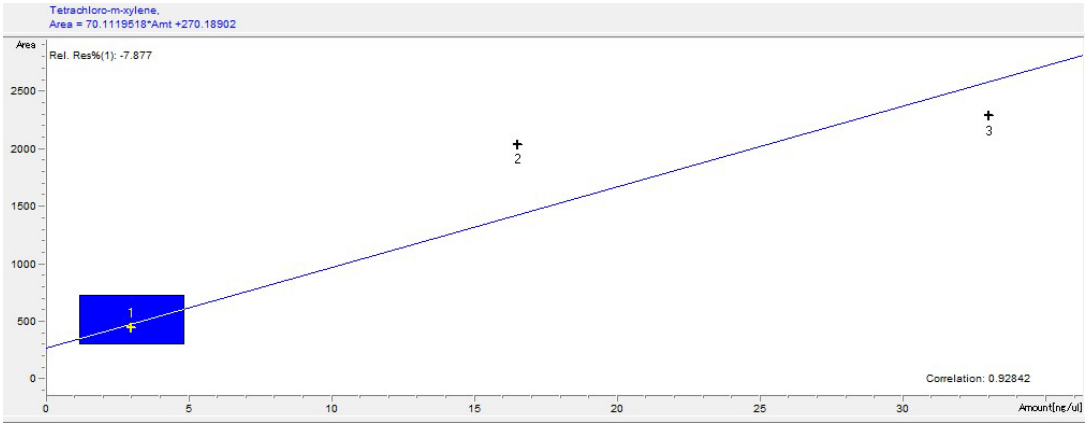


Şekil A16: Indeno(123-cd)pyrene bileşenine ait kalibrasyon grafiği

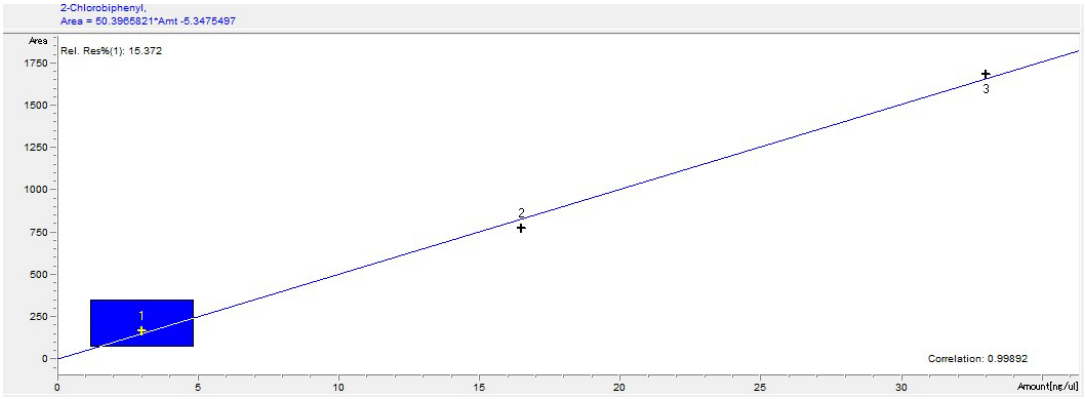


Şekil A17: Benzo(ghi)perylene bileşenine ait kalibrasyon grafiği

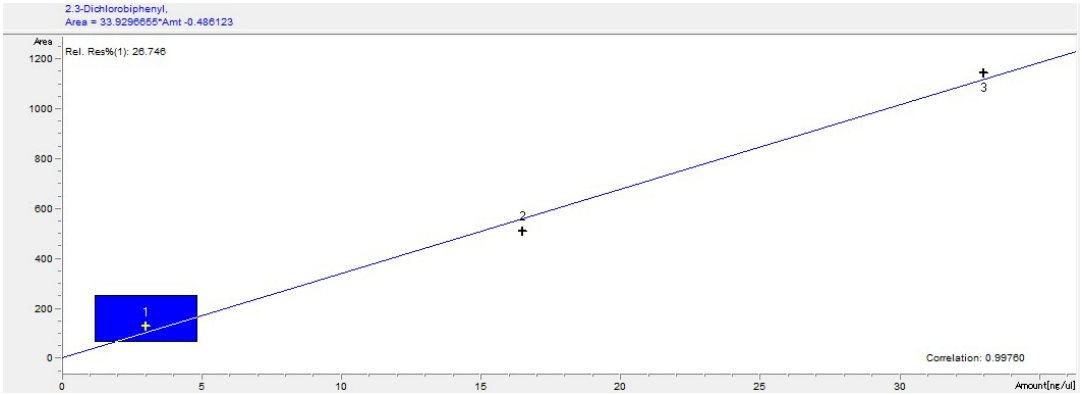
EK-B



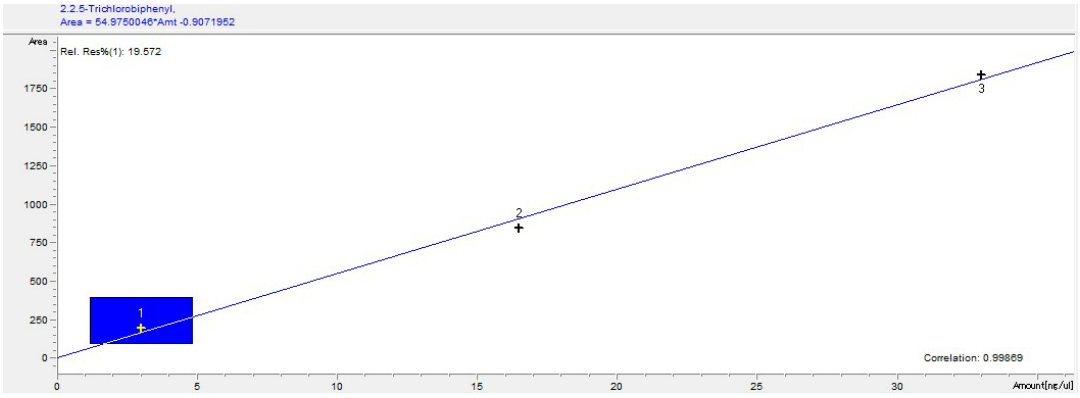
Şekil B1: Tetrachloro-m-xylene bileşenine ait kalibrasyon grafiği



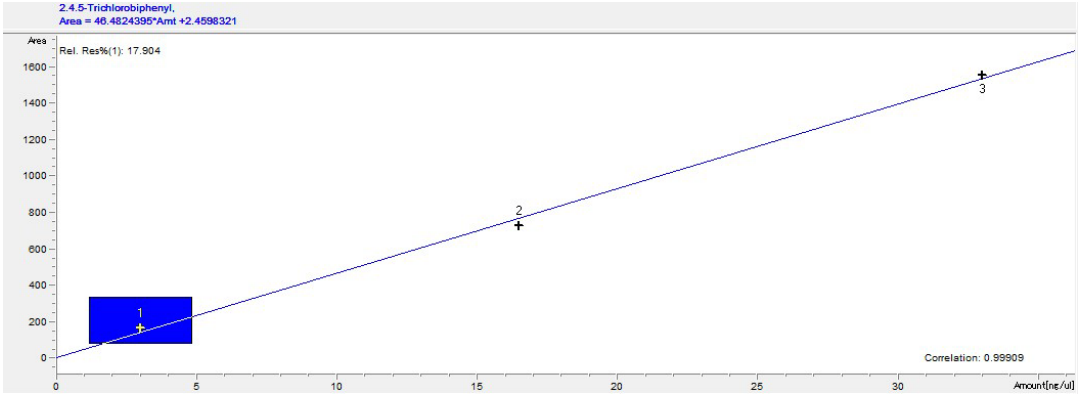
Şekil B2: 2-Chlorobiphenyl bileşenine ait kalibrasyon grafiği



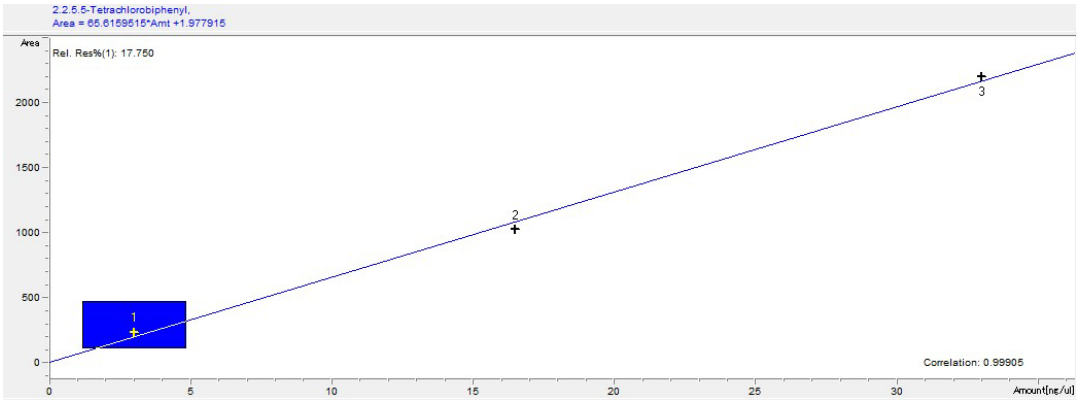
Şekil B3: 2,3-Dichlorobiphenyl bileşenine ait kalibrasyon grafiği



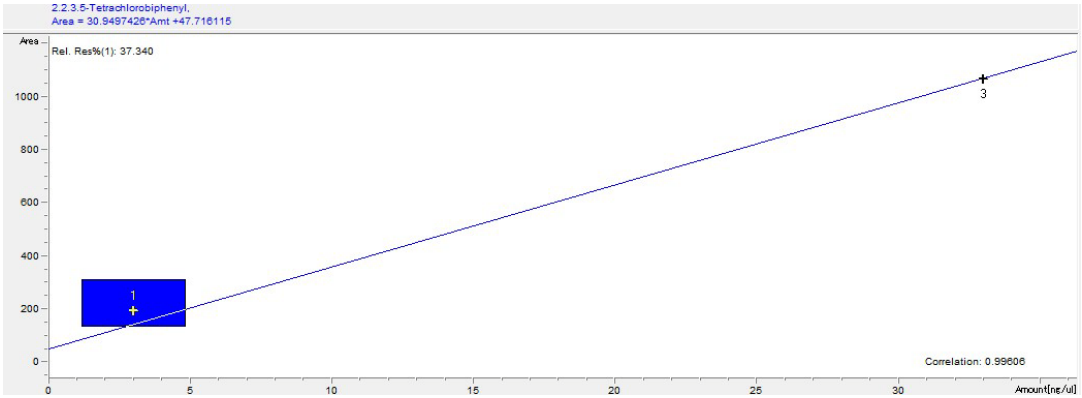
B4: 2,2',5-Trichlorobiphenyl bileşenine ait kalibrasyon grafiği



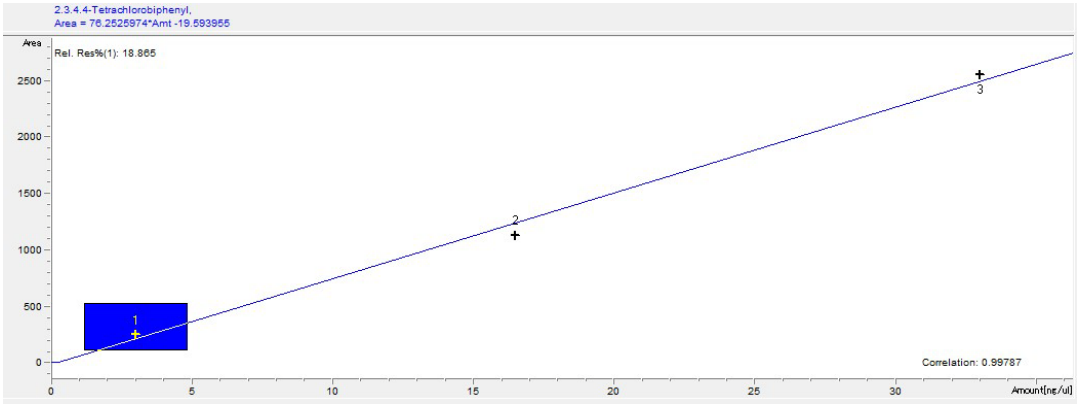
B5: 2,4',5-Trichlorobiphenyl bileşenine ait kalibrasyon grafiği



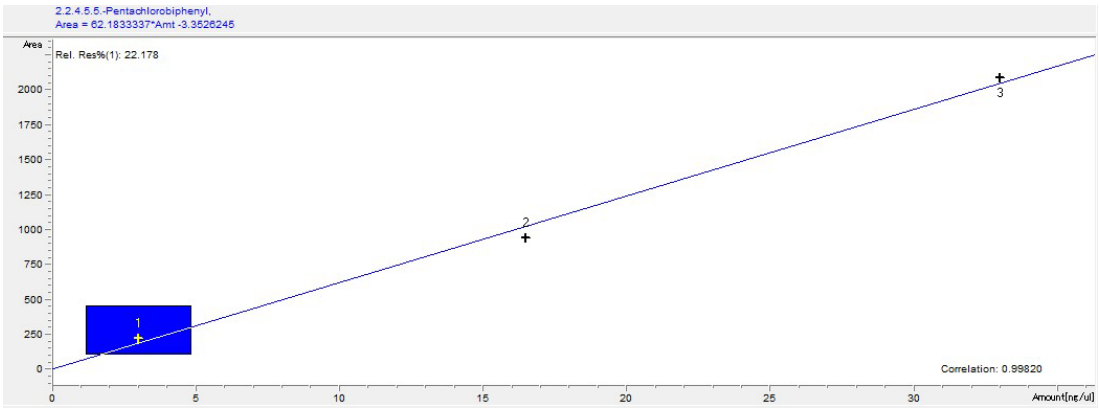
B6: 2,2',5,5'-Tetrachlorobiphenyl bileşenine ait kalibrasyon grafiği



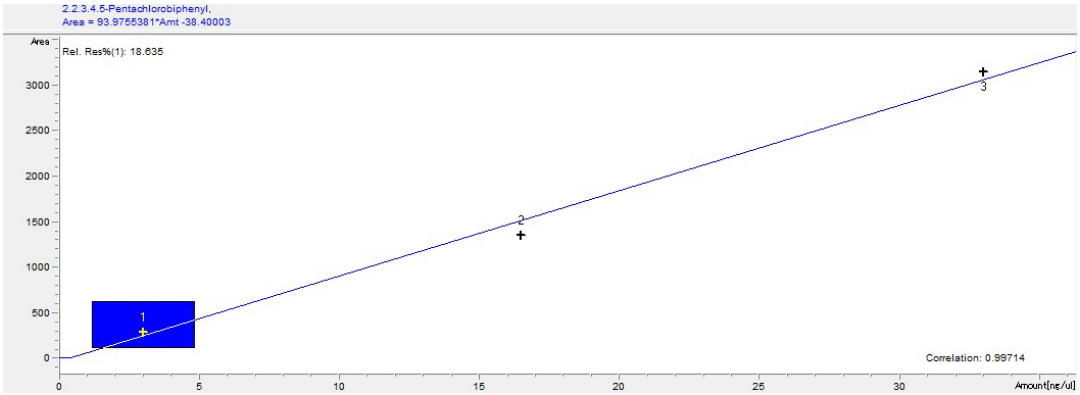
B7: 2,2',3,5'-Tetrachlorobiphenyl bileşenine ait kalibrasyon grafiği



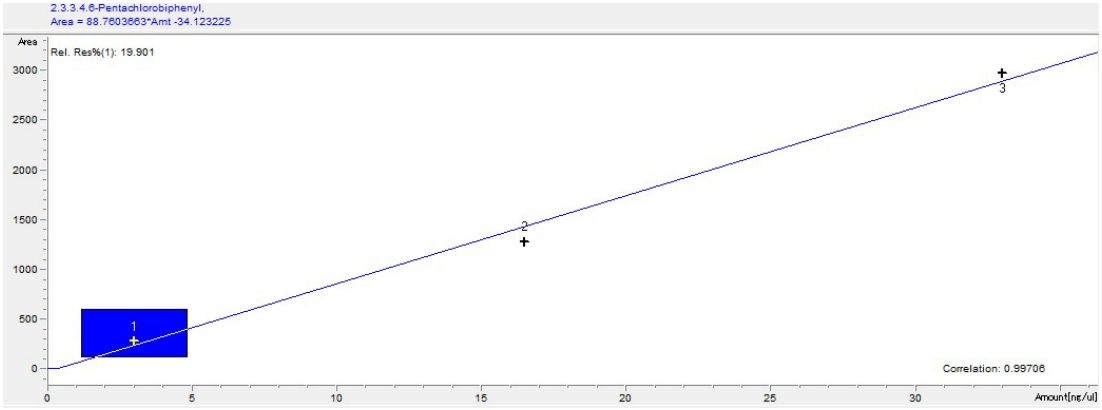
B8: 2,3',4,4'-Tetrachlorobiphenyl bileşenine ait kalibrasyon grafiği



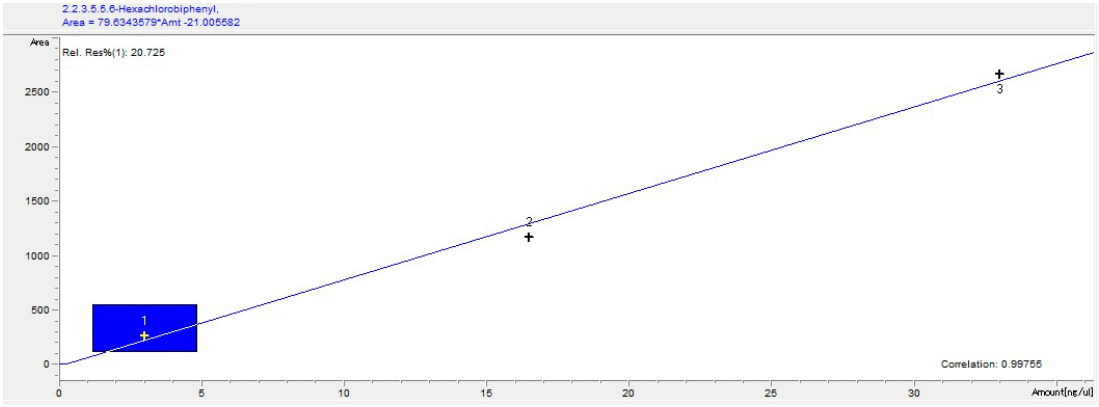
B9: 2,2',4,5,5'-Pentachlorobiphenyl bileşenine ait kalibrasyon grafiği



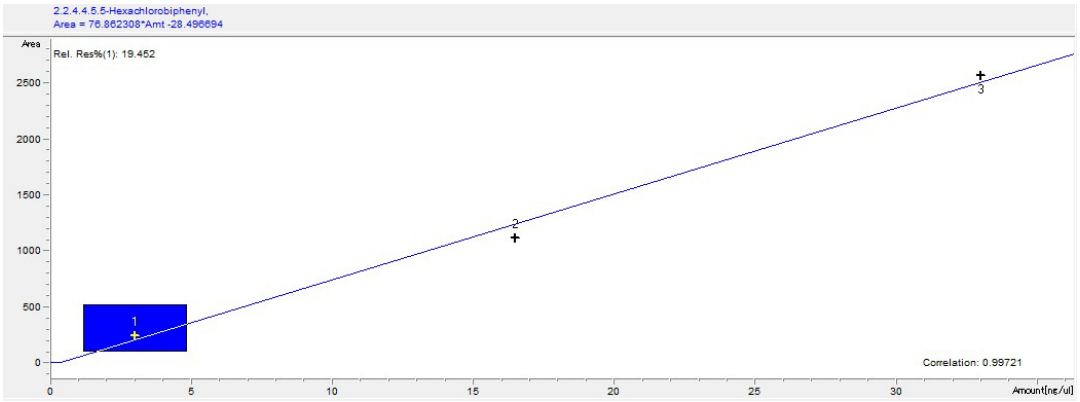
B10: 2,2',3,4,5'-Pentachlorobiphenyl bileşenine ait kalibrasyon grafiği



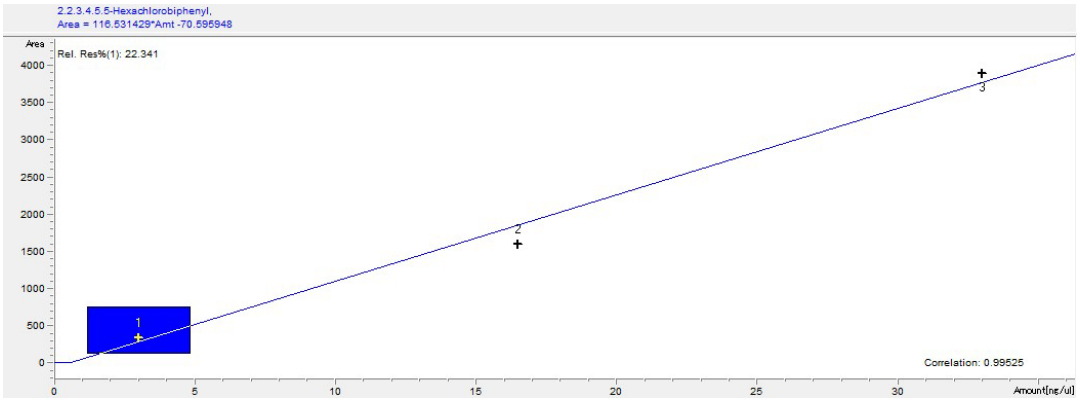
B11: 2,3,3',4',6-Pentachlorobiphenyl bileşenine ait kalibrasyon grafiği



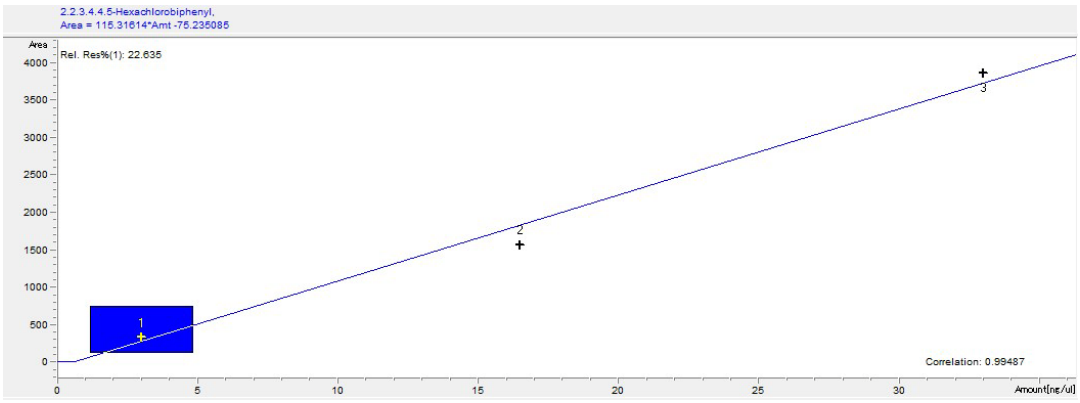
B12: 2,2',3,5,5',6-Hexachlorobiphenyl bileşenine ait kalibrasyon grafiği



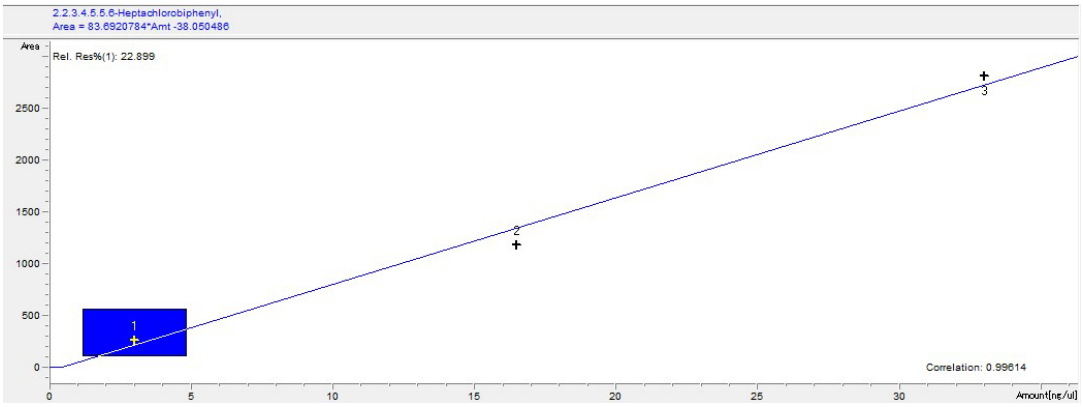
B13: 2,2',4,4',5,5'-Hexachlorobiphenyl bileşenine ait kalibrasyon grafiği



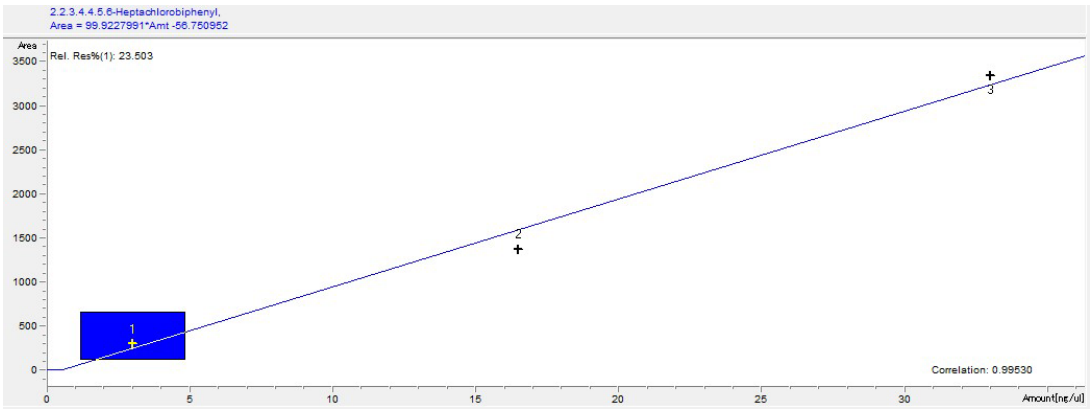
B14: 2,2',3,4,5,5'-Hexachlorobiphenyl bileşenine ait kalibrasyon grafiği



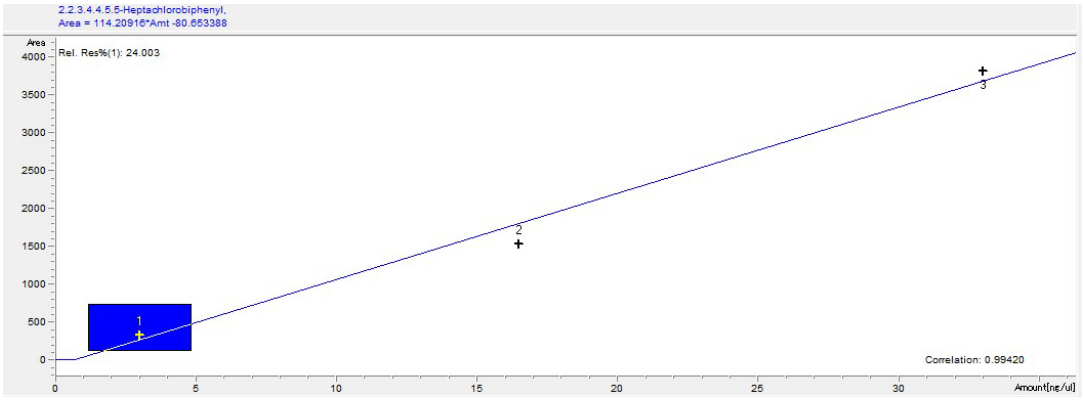
B15: 2,2',3,4,4',5'-Hexachlorobiphenyl bileşenine ait kalibrasyon grafiği



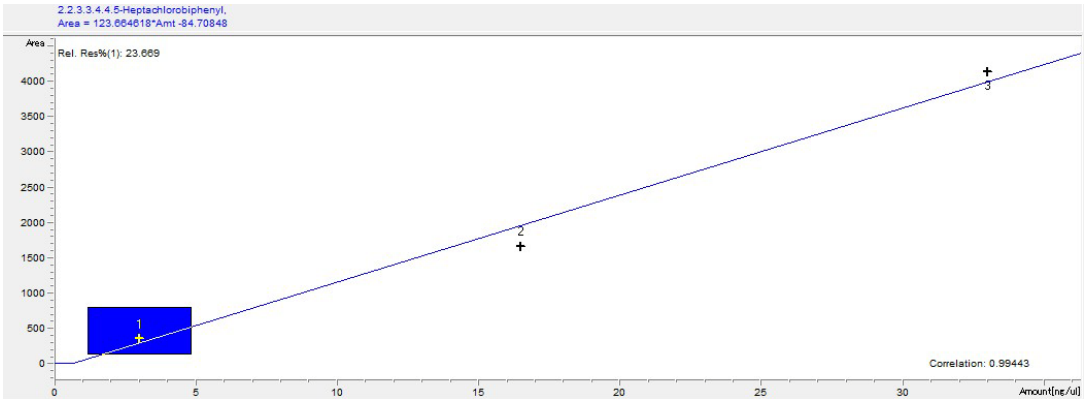
B16: 2,2',3,4',5,5',6-Heptachlorobiphenyl bileşenine ait kalibrasyon grafiği



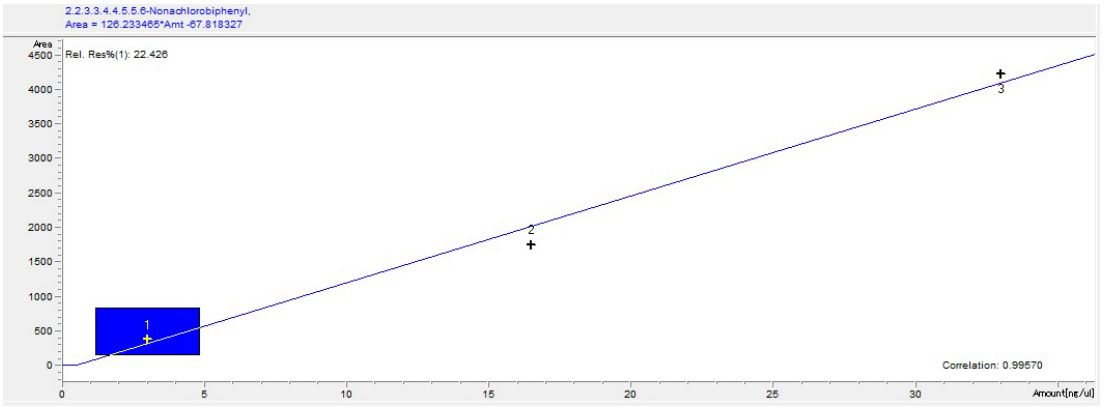
B17: 2,2',3,4,4',5',6-Heptachlorobiphenyl bileşenine ait kalibrasyon grafiği



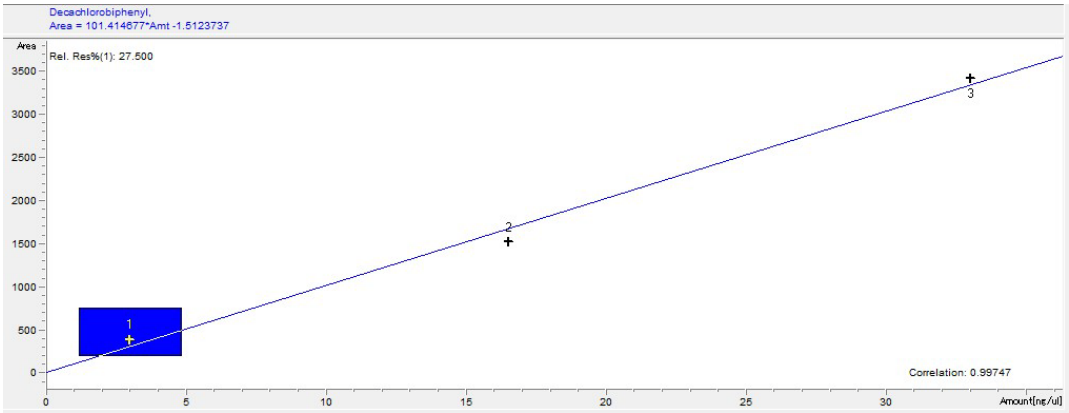
B18: 2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorobiphenyl bileşenine ait kalibrasyon grafiği



B19: 2,2',3,3',4,4',5-Heptachlorobiphenyl bileşenine ait kalibrasyon grafiği



B20: 2,2',3,3',4,4',5,5',6-Nonachlorobiphenyl bileşenine ait kalibrasyon grafiği



B21: Decachlorobiphenyl bileşenine ait kalibrasyon grafiği

EK-C

Tablo C1: Yüzey sedimentlerinde bireysel ve ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	İstasyon							
Bileşen	B1	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B15
Acenaphthene	0,3	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
Fluorene	9,3	3,4	4,4	5,6	2,2	4,5	5,4	11,1
Phenanthrene	10,6	bla	9,5	1,6	1,3	8,3	10,0	17,7
Anthracene	19,6	4,0	51,8	3,4	4,9	6,3	18,2	2,3
Fluoranthene	37,9	37,8	30,5	26,9	20,4	36,4	32,7	33,1
Pyrene	25,1	26,0	7,3	9,9	9,9	14,2	17,4	31,0
Chrysene	21,8	51,6	5,4	22,7	5,9	27,8	20,0	19,8
Benz(a)anthracene	9,0	114,4	28,9	33,6	13,6	20,6	18,9	91,9
Benzo(b)fluoranthene	6,9	19,6	120,8	0,4	14,9	12,2	27,0	15,1
Benzo(k)fluoranthene	15,3	13,4	49,4	bla	4,3	bla	19,0	1,9
Benzo(e)pyrene	10,9	5,2	13,7	4,2	bla	7,6	2,5	6,5
Benzo(a)pyrene	14,8	bla	27,7	32,1	bla	7,0	18,2	39,9
Dibenz(ah)anthracene	24,9	bla	10,3	bla	bla	2,5	0,9	bla
Indeno(123-cd)pyrene	31,6	21,9	bla	9,0	8,6	12,5	7,2	4,8
Benzo(ghi)perylene	9,2	2,6	6,3	2,0	6,5	7,7	2,1	1,1
∑ PAH	247,2	299,9	365,9	151,3	92,5	167,4	199,5	276,4

bla: belirlenen limitin altında

Tablo C1 (Devam): Yüzey sedimentlerinde bireysel ve ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	İstasyon							
Bileşen	B16	B17	B18	B20	B21	B22	B23	M22
Acenaphthene	9,1	bla	bla	11,0	5,2	bla	bla	10,5
Fluorene	6,0	20,1	6,4	42,8	49,2	9,3	5,6	15,1
Phenanthrene	9,6	25,3	12,2	53,5	81,4	1,1	2,4	68,6
Anthracene	92,9	bla	9,0	34,9	45,9	5,6	bla	8,0
Fluoranthene	34,7	25,5	44,7	43,5	90,7	45,9	18,7	150,7
Pyrene	7,5	10,3	34,9	58,4	37,4	20,4	14,7	86,3
Chrysene	45,0	53,5	19,4	58,3	47,6	50,2	17,8	67,9
Benz(a)anthracene	9,9	14,5	21,5	50,3	78,2	58,3	24,9	139,8
Benzo(b)fluoranthene	11,0	28,7	12,3	28,4	21,6	43,5	24,2	6,7
Benzo(k)fluoranthene	15,9	15,5	15,3	15,0	6,7	32,1	7,8	0,8
Benzo(e)pyrene	4,7	bla	7,9	27,3	28,8	10,0	8,2	22,1
Benzo(a)pyrene	70,5	166,7	13,4	86,7	117,2	149,4	bla	69,2
Dibenz(ah)anthracene	6,4	bla	10,9	12,4	5,8	2,2	bla	5,6
Indeno(123-cd)pyrene	26,5	9,4	31,4	21,6	45,9	24,7	9,2	21,1
Benzo(ghi)perylene	9,1	13,4	10,7	25,2	24,1	bla	3,2	11,6
∑ PAH	358,9	382,9	250,0	569,4	685,7	452,6	136,8	684,1

bla: belirlenen limitin altında

Tablo C1 (Devam): Yüzey sedimentlerinde bireysel ve ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	İstasyon							
Bileşen	M25	M28	M29	M31	M32	M36	M40	M41
Acenaphthene	1,7	bla	1,6	1,7	5,2	0,1	bla	bla
Fluorene	7,8	2,5	9,7	39,6	40,4	10,5	14,6	2,3
Phenanthrene	8,8	bla	8,8	253,1	63,7	13,4	13,1	1,2
Anthracene	5,9	bla	18,1	46,5	9,4	25,6	13,3	1,9
Fluoranthene	67,4	27,8	27,0	563,8	147,6	28,2	36,3	5,4
Pyrene	16,0	8,7	3,7	400,2	95,3	6,0	80,2	37,9
Chrysene	37,4	bla	12,1	183,6	83,7	23,0	20,2	7,4
Benz(a)anthracene	46,8	18,6	13,3	233,1	94,5	12,1	107,0	25,8
Benzo(b)fluoranthene	18,0	bla	8,7	59,5	33,0	31,8	10,1	8,5
Benzo(k)fluoranthene	5,5	bla	7,0	27,7	13,4	42,4	8,1	7,3
Benzo(e)pyrene	9,6	0,5	bla	7,3	19,2	12,5	4,5	bla
Benzo(a)pyrene	55,0	bla	bla	153,0	53,7	53,5	bla	14,1
Dibenz(ah)anthracene	5,8	bla	bla	25,3	3,1	bla	bla	bla
Indeno(123-cd)pyrene	28,3	7,1	5,9	31,3	16,3	5,9	5,9	8,4
Benzo(ghi)perylene	16,6	0,6	2,5	7,5	20,3	bla	bla	bla
∑ PAH	330,4	65,7	118,3	2033,2	698,9	264,9	313,5	119,9

bla: belirlenen limitin altında

Tablo C1 (Devam): Yüzey sedimentlerinde bireysel ve ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	İstasyon							
Bileşen	M44	M46	M47	M48	M51	M52	M56	M58
Acenaphthene	1,6	5,2	bla	0,2	1,8	3,7	bla	4,6
Fluorene	3,0	5,7	5,3	27,2	35,0	5,4	2,5	17,4
Phenanthrene	30,7	24,3	13,0	48,9	134,6	36,5	5,2	924,7
Anthracene	28,9	19,8	19,7	45,5	51,9	8,1	0,2	960,8
Fluoranthene	37,7	63,4	36,3	252,5	1041,3	33,4	34,4	1670,5
Pyrene	63,7	54,9	15,1	44,8	125,4	25,2	26,5	797,0
Chrysene	22,1	46,0	81,0	30,4	64,4	2,7	20,8	673,0
Benz(a)anthracene	51,8	75,9	64,2	52,5	103,8	15,7	32,8	564,5
Benzo(b)fluoranthene	58,7	7,1	9,9	130,4	42,5	bla	12,3	125,6
Benzo(k)fluoranthene	26,6	bla	2,7	66,8	21,9	3,4	8,4	72,0
Benzo(e)pyrene	19,1	27,7	16,2	19,3	10,7	bla	5,8	124,1
Benzo(a)pyrene	52,3	42,8	32,9	152,5	34,5	bla	10,8	258,2
Dibenz(ah)anthracene	bla	bla	bla	17,5	21,6	bla	bla	39,9
Indeno(123-cd)pyrene	16,0	2,6	14,7	41,7	27,2	3,6	11,8	81,9
Benzo(ghi)perylene	bla	1,2	bla	3,8	14,5	2,6	6,4	26,1
∑ PAH	412,2	376,7	311,1	934,0	1731,2	140,2	178,1	6340,4

bla: belirlenen limitin altında

Tablo C1 (Devam): Yüzey sedimentlerinde bireysel ve ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	İstasyon							
Bileşen	M59	M60	M64	M84	M85	M86	M87	M88
Acenaphthene	22,7	21,5	10,7	6,1	7,3	3,8	6,2	4,6
Fluorene	85,1	75,2	14,5	38,0	13,1	33,1	150,0	11,6
Phenanthrene	258,5	535,3	44,8	32,3	308,6	31,5	523,0	121,2
Anthracene	139,8	235,0	21,4	101,5	162,0	28,3	440,9	53,8
Fluoranthene	212,6	814,9	278,3	149,8	252,4	124,5	638,3	109,4
Pyrene	130,7	131,2	111,6	107,0	87,9	90,0	253,5	62,0
Chrysene	91,0	235,8	68,4	100,8	79,6	46,9	282,8	97,0
Benz(a)anthracene	116,6	378,0	272,8	140,3	171,8	171,9	265,4	132,4
Benzo(b)fluoranthene	46,1	264,7	77,9	50,9	84,4	19,6	252,3	78,7
Benzo(k)fluoranthene	61,7	200,1	37,1	21,3	30,3	16,9	131,5	41,2
Benzo(e)pyrene	50,8	33,0	16,2	9,2	2,0	47,1	38,1	31,1
Benzo(a)pyrene	190,7	48,9	16,6	156,2	84,1	57,8	114,3	131,0
Dibenz(ah)anthracene	28,2	15,4	40,3	0,6	11,9	bla	17,3	20,3
Indeno(123-cd)pyrene	115,5	52,9	55,7	70,6	40,0	bla	49,4	20,8
Benzo(ghi)perylene	10,2	23,9	38,6	bla	26,2	bla	52,7	8,3
∑ PAH	1560,3	3065,7	1104,9	984,7	1361,5	671,2	3215,4	923,4

bla: belirlenen limitin altında

Tablo C1 (Devam): Yüzey sedimentlerinde bireysel ve ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	İstasyon							
Bileşen	M89	M91	D70	D71	D73	D74	D76	D77
Acenaphthene	bla	bla	bla	2,9	1,5	0,9	bla	2,5
Fluorene	8,3	18,5	6,8	16,3	16,0	9,2	5,6	5,2
Phenanthrene	3,9	17,4	10,1	1,3	41,1	19,7	9,5	5,4
Anthracene	22,5	29,7	10,3	5,0	48,2	7,4	17,7	1,4
Fluoranthene	15,3	134,3	9,3	35,7	20,3	11,5	11,0	55,6
Pyrene	9,4	35,0	4,7	23,8	17,1	10,1	1,6	28,8
Chrysene	36,0	266,9	30,8	31,8	6,3	22,2	3,8	54,7
Benz(a)anthracene	12,8	28,5	32,6	10,5	29,6	35,0	bla	30,6
Benzo(b)fluoranthene	12,8	146,8	5,0	32,5	12,9	8,7	bla	12,1
Benzo(k)fluoranthene	2,3	39,1	4,0	31,2	9,6	3,2	0,7	15,7
Benzo(e)pyrene	6,3	12,3	7,9	21,0	4,2	4,4	bla	7,8
Benzo(a)pyrene	22,3	1577,7	25,1	68,9	bla	64,6	bla	80,4
Dibenz(ah)anthracene	bla	31,7	bla	17,0	8,1	0,0	bla	9,7
Indeno(123-cd)pyrene	4,8	12,8	11,2	43,1	34,0	2,1	3,4	8,4
Benzo(ghi)perylene	3,9	bla	bla	21,9	bla	bla	bla	3,6
∑ PAH	160,5	2350,8	157,9	363,1	249,0	198,9	53,2	321,9

bla: belirlenen limitin altında

Tablo C1 (Devam): Yüzey sedimentlerinde bireysel ve ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	İstasyon					
Bileşen	D78	D79	D82	D83	ÇO	ROTA
Acenaphthene	4,7	5,2	bla	9,4	1,5	1,0
Fluorene	8,4	15,7	16,0	6,2	8,4	7,4
Phenanthrene	36,3	12,5	22,8	10,0	37,4	40,4
Anthracene	29,9	7,0	40,8	96,1	157,0	700,5
Fluoranthene	45,6	95,4	21,1	35,9	38,5	93,9
Pyrene	21,5	96,3	10,2	7,7	15,9	90,5
Chrysene	58,8	29,6	22,9	46,6	66,6	142,9
Benz(a)anthracene	27,7	48,6	11,5	10,3	41,0	72,9
Benzo(b)fluoranthene	7,5	81,3	33,6	11,4	18,8	32,4
Benzo(k)fluoranthene	28,6	60,5	15,9	16,5	bla	58,8
Benzo(e)pyrene	20,8	49,7	4,7	4,9	6,2	22,4
Benzo(a)pyrene	101,2	83,1	31,9	72,9	bla	181,2
Dibenz(ah)anthracene	24,1	44,1	1,7	6,6	bla	20,4
Indeno(123-cd)pyrene	57,4	54,7	4,1	27,4	2,8	20,6
Benzo(ghi)perylene	83,5	32,4	bla	9,4	bla	8,7
∑ PAH	555,9	716,1	237,1	371,3	394,1	1494,0

bla: belirlenen limitin altında

EK-D

Tablo D1: DD1 sedimentlerinde bireysel ve ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme Tarihi						
Bileşen	28.08.08	12.09.08	06.10.08	17.10.08	31.10.08	13.11.08	28.11.08
Acenaphthene	0,5	4,5	26,6	1,6	bla	bla	3,9
Fluorene	14,7	92,1	91,7	8,4	16,6	21,1	5,4
Phenanthrene	19,8	43,4	178,9	9,0	5,8	30,4	22,8
Anthracene	11,5	27,8	68,5	13,1	3,3	25,0	67,7
Fluoranthene	23,6	83,3	116,5	11,0	22,3	24,7	7,2
Pyrene	26,7	56,2	89,8	9,2	15,6	3,5	10,0
Chrysene	56,2	56,8	181,5	5,8	25,8	11,0	22,0
Benz(a)anthracene	33,0	33,0	81,1	12,6	11,5	14,5	0,3
Benzo(b)fluoranthene	74,5	84,5	29,6	37,7	5,0	29,2	30,4
Benzo(k)fluoranthene	29,2	14,0	12,9	5,6	bla	0,6	bla
Benzo(e)pyrene	3,1	64,5	334,0	bla	1,3	9,6	bla
Benzo(a)pyrene	24,2	111,6	348,2	bla	bla	6,7	10,7
Dibenz(ah)anthracene	7,6	2,0	5,0	bla	bla	bla	bla
Indeno(123-cd)pyrene	17,1	4,8	bla	0,2	bla	bla	bla
Benzo(ghi)perylene	5,7	3,0	23,3	bla	1,7	bla	3,5
∑ PAH	347,4	681,6	1587,5	114,2	109,0	176,3	183,9

bla: belirlenen limitin altında

Tablo D1 (Devam): DD1 sedimentlerinde bireysel ve ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme Tarihi						
Bileşen	18.12.08	05.01.09	15.01.09	04.02.09	26.02.09	12.03.09	26.03.09
Acenaphthene	0,7	bla	bla	8,1	1,2	0,8	2,3
Fluorene	35,8	10,5	25,2	35,1	9,3	59,6	43,6
Phenanthrene	2,1	9,3	19,1	51,7	53,0	39,2	15,4
Anthracene	bla	bla	24,6	58,7	42,6	36,9	5,8
Fluoranthene	9,9	21,4	18,9	47,9	47,6	32,5	186,5
Pyrene	10,0	5,1	9,1	39,6	46,0	50,6	92,3
Chrysene	15,7	10,8	20,4	13,5	62,7	39,3	171,6
Benz(a)anthracene	2,8	10,6	bla	27,4	60,0	29,8	57,9
Benzo(b)fluoranthene	19,3	1,2	46,2	64,2	17,1	27,7	29,8
Benzo(k)fluoranthene	bla	bla	6,3	1,2	3,4	6,3	16,5
Benzo(e)pyrene	33,6	19,4	2,1	9,6	1,3	0,6	11,8
Benzo(a)pyrene	5,2	bla	bla	22,2	bla	bla	bla
Dibenz(ah)anthracene	bla	bla	5,5	bla	bla	bla	bla
Indeno(123-cd)pyrene	bla	bla	2,6	bla	bla	bla	bla
Benzo(ghi)perylene	bla	bla	6,6	bla	3,6	bla	bla
∑ PAH	135,1	88,5	186,5	379,4	347,9	323,3	633,5

bla: belirlenen limitin altında

Tablo D1 (Devam): DD1 sedimentlerinde bireysel ve ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme Tarihi						
Bileşen	09.04.09	30.04.09	14.05.09	29.05.09	11.06.09	25.06.09	13.07.09
Acenaphthene	bla	bla	16,4	18,6	bla	8,4	4,4
Fluorene	51,3	341,7	125,7	65,9	36,3	44,9	62,4
Phenanthrene	26,7	36,5	65,4	30,9	30,2	46,1	89,2
Anthracene	12,7	47,6	71,4	36,2	50,3	44,0	75,9
Fluoranthene	66,0	57,4	92,6	67,5	13,0	88,1	168,2
Pyrene	46,0	132,3	78,3	42,0	19,4	93,8	85,6
Chrysene	42,5	104,6	25,1	43,7	39,9	37,0	119,0
Benz(a)anthracene	35,3	106,4	59,7	66,6	11,4	15,0	59,8
Benzo(b)fluoranthene	21,0	67,8	38,8	78,0	17,9	63,0	72,5
Benzo(k)fluoranthene	0,4	4,5	14,1	3,6	bla	4,9	23,5
Benzo(e)pyrene	22,3	bla	404,9	57,5	bla	10,2	201,3
Benzo(a)pyrene	8,7	5,6	142,4	20,9	bla	28,9	152,4
Dibenz(ah)anthracene	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
Indeno(123-cd)pyrene	bla	bla	2,6	3,3	bla	20,8	1,8
Benzo(ghi)perylene	bla	bla	13,0	bla	bla	bla	10,6
∑ PAH	333,1	904,5	1150,6	534,5	218,5	505,1	1126,7

bla: belirlenen limitin altında

Tablo D1 (Devam): DD1 sedimentlerinde bireysel ve ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme Tarihi						
Bileşen	05.08.09	03.09.09	17.09.09	02.10.09	15.10.09	04.11.09	20.11.09
Acenaphthene	11,6	2,5	-	5,4	6,0	7,2	12,8
Fluorene	40,9	20,7	-	58,2	37,4	74,7	52,4
Phenanthrene	21,4	6,3	-	63,4	48,2	47,1	69,7
Anthracene	22,0	15,5	-	55,8	70,4	48,3	43,5
Fluoranthene	52,8	45,5	-	113,5	85,8	115,2	89,3
Pyrene	22,0	37,6	-	69,8	60,2	48,5	70,4
Chrysene	53,2	37,6	-	50,5	155,1	177,6	113,3
Benz(a)anthracene	77,1	60,6	-	43,8	144,8	104,5	132,8
Benzo(b)fluoranthene	65,9	63,6	-	39,8	51,2	47,8	37,0
Benzo(k)fluoranthene	47,1	bla	-	1,4	7,9	2,8	1,9
Benzo(e)pyrene	0,5	231,0	-	265,0	184,2	51,9	107,2
Benzo(a)pyrene	bla	43,2	-	56,6	53,2	16,8	45,9
Dibenz(ah)anthracene	0,3	3,5	-	5,5	8,1	bla	bla
Indeno(123-cd)pyrene	bla	bla	-	bla	bla	bla	bla
Benzo(ghi)perylene	bla	8,6	-	bla	bla	bla	bla
∑ PAH	414,9	576,0	-	828,9	912,5	742,5	776,2

bla: belirlenen limitin altında; -: örnek alınamadı

Tablo D1 (Devam): DD1 sedimentlerinde bireysel ve ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme Tarihi						
Bileşen	10.12.09	30.12.09	14.01.10	11.02.10	25.02.10	11.03.10	02.04.10
Acenaphthene	-	2,5	7,6	2,9	0,1	-	8,2
Fluorene	-	37,3	20,8	40,2	27,3	-	73,2
Phenanthrene	-	48,0	38,9	32,1	38,3	-	84,1
Anthracene	-	20,1	28,8	21,8	14,1	-	48,8
Fluoranthene	-	78,9	57,3	106,0	43,0	-	58,9
Pyrene	-	76,6	38,2	41,5	55,3	-	61,0
Chrysene	-	70,2	40,6	10,5	39,1	-	77,2
Benz(a)anthracene	-	119,3	31,4	9,4	48,9	-	54,5
Benzo(b)fluoranthene	-	14,4	34,7	60,6	72,4	-	56,2
Benzo(k)fluoranthene	-	2,9	1,0	bla	26,9	-	3,0
Benzo(e)pyrene	-	25,1	61,5	bla	8,1	-	10,2
Benzo(a)pyrene	-	bla	46,3	bla	bla	-	bla
Dibenz(ah)anthracene	-	0,5	bla	bla	1,9	-	bla
Indeno(123-cd)pyrene	-	bla	1,9	bla	bla	-	4,3
Benzo(ghi)perylene	-	bla	6,2	2,9	6,1	-	2,0
∑ PAH	-	495,8	415,2	327,9	381,5	-	541,7

bla: belirlenen limitin altında; -: örnek alınamadı

Tablo D1 (Devam): DD1 sedimentlerinde bireysel ve ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme Tarihi	
Bileşen	29.04.10	21.05.10
Acenaphthene	2,4	5,5
Fluorene	55,6	49,9
Phenanthrene	30,1	61,0
Anthracene	37,0	66,1
Fluoranthene	52,0	100,9
Pyrene	42,5	69,6
Chrysene	37,5	131,1
Benz(a)anthracene	25,5	79,6
Benzo(b)fluoranthene	42,1	28,2
Benzo(k)fluoranthene	4,1	bla
Benzo(e)pyrene	29,2	2,3
Benzo(a)pyrene	44,3	3,9
Dibenz(ah)anthracene	bla	bla
Indeno(123-cd)pyrene	3,0	bla
Benzo(ghi)perylene	3,4	bla
∑ PAH	408,7	597,9

bla: belirlenen limitin altında

Tablo D2: DD2 sedimentlerinde bireysel ve ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme Tarihi						
Bileşen	28.08.08	12.09.08	06.10.08	17.10.08	31.10.08	13.11.08	28.11.08
Acenaphthene	bla	bla	9,3	1,4	bla	7,7	bla
Fluorene	3,9	39,0	126,8	14,0	7,3	5,7	9,1
Phenanthrene	8,1	16,6	47,0	11,9	22,6	13,6	5,3
Anthracene	3,5	12,5	40,7	28,0	9,8	40,4	bla
Fluoranthene	27,6	59,3	26,2	12,0	29,4	27,3	30,4
Pyrene	12,1	44,0	31,8	33,1	16,9	13,4	11,6
Chrysene	22,9	44,9	88,3	32,8	46,5	36,6	51,5
Benz(a)anthracene	0,5	11,5	81,6	bla	25,0	25,7	19,6
Benzo(b)fluoranthene	55,2	12,0	42,7	25,6	28,7	6,2	50,7
Benzo(k)fluoranthene	18,2	11,8	22,0	bla	bla	bla	3,1
Benzo(e)pyrene	28,3	2,5	17,2	5,0	bla	3,5	bla
Benzo(a)pyrene	bla	11,2	21,9	bla	bla	bla	bla
Dibenz(ah)anthracene	bla	0,9	bla	bla	bla	bla	bla
Indeno(123-cd)pyrene	7,1	7,8	4,3	1,4	bla	bla	1,2
Benzo(ghi)perylene	1,1	bla	bla	bla	3,4	1,2	bla
∑ PAH	188,5	273,9	559,9	165,2	189,7	181,4	182,5

bla: belirlenen limitin altında

Tablo D2 (Devam): DD2 sedimentlerinde bireysel ve ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme Tarihi						
Bileşen	18.12.08	05.01.09	15.01.09	04.02.09	26.02.09	12.03.09	26.03.09
Acenaphthene	0,4	1,3	2,2	4,1	bla	8,3	5,2
Fluorene	14,9	15,1	11,3	42,2	11,9	44,2	24,8
Phenanthrene	4,0	29,7	32,0	86,2	40,1	bla	2,9
Anthracene	6,0	32,0	42,6	75,1	22,3	27,7	0,8
Fluoranthene	20,9	41,6	23,8	112,4	14,6	18,2	17,8
Pyrene	12,6	50,7	52,2	185,2	2,4	15,4	22,6
Chrysene	84,3	38,6	65,7	24,7	24,7	20,8	67,7
Benz(a)anthracene	bla	14,8	87,2	47,2	22,9	6,1	34,5
Benzo(b)fluoranthene	30,8	42,6	12,3	71,2	bla	13,7	21,6
Benzo(k)fluoranthene	bla	1,6	bla	bla	bla	2,7	8,9
Benzo(e)pyrene	11,0	5,5	bla	2,0	bla	17,0	7,5
Benzo(a)pyrene	bla	7,8	72,4	17,5	bla	61,8	bla
Dibenz(ah)anthracene	bla	1,3	bla	bla	bla	bla	bla
Indeno(123-cd)pyrene	bla	2,7	bla	bla	bla	bla	bla
Benzo(ghi)perylene	bla	3,0	bla	3,3	bla	2,6	1,2
∑ PAH	184,9	288,3	401,8	670,9	138,9	238,5	215,6

bla: belirlenen limitin altında

Tablo D2 (Devam): DD2 sedimentlerinde bireysel ve ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme Tarihi						
Bileşen	09.04.09	30.04.09	14.05.09	29.05.09	11.06.09	25.06.09	13.07.09
Acenaphthene	1,4	11,1	bla	3,3	bla	bla	1,3
Fluorene	48,9	145,1	67,7	34,3	7,2	15,1	23,7
Phenanthrene	18,3	5,0	51,6	58,3	25,1	1,9	66,0
Anthracene	1,3	27,9	64,1	38,6	115,8	51,9	171,6
Fluoranthene	8,5	49,1	56,4	75,2	37,6	37,2	49,8
Pyrene	44,2	48,9	70,6	67,2	34,2	33,9	25,1
Chrysene	80,1	4,7	69,1	36,3	42,7	bla	32,6
Benz(a)anthracene	40,0	17,3	75,4	37,7	48,3	bla	55,4
Benzo(b)fluoranthene	27,5	40,1	118,0	27,2	3,4	23,3	72,8
Benzo(k)fluoranthene	2,5	bla	20,9	1,3	bla	6,2	59,3
Benzo(e)pyrene	0,1	bla	354,6	69,2	3,8	bla	0,8
Benzo(a)pyrene	bla	1,4	91,2	29,7	bla	bla	bla
Dibenz(ah)anthracene	bla	bla	bla	bla	bla	bla	20,6
Indeno(123-cd)pyrene	bla	bla	7,1	8,2	bla	19,7	18,8
Benzo(ghi)perylene	bla	bla	bla	0,7	bla	6,7	bla
∑ PAH	272,8	350,5	1046,7	487,2	318,2	195,9	597,6

bla: belirlenen limitin altında

Tablo D2 (Devam): DD2 sedimentlerinde bireysel ve ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme Tarihi						
Bileşen	05.08.09	03.09.09	17.09.09	02.10.09	15.10.09	04.11.09	20.11.09
Acenaphthene	bla	2,5	7,2	6,6	1,1	2,7	6,7
Fluorene	20,1	53,6	21,7	37,8	21,0	47,2	50,2
Phenanthrene	23,4	90,3	24,6	69,4	39,5	44,3	93,0
Anthracene	48,1	78,1	47,7	161,0	58,8	42,1	131,5
Fluoranthene	32,9	98,2	41,9	69,6	49,4	59,6	43,7
Pyrene	18,5	87,8	23,6	55,7	56,2	57,6	61,6
Chrysene	50,1	87,4	71,7	180,3	148,8	121,7	78,8
Benz(a)anthracene	47,8	105,0	37,1	136,1	33,3	120,1	46,2
Benzo(b)fluoranthene	61,7	88,5	17,4	66,2	34,0	15,6	33,3
Benzo(k)fluoranthene	6,1	3,1	bla	3,4	bla	2,8	bla
Benzo(e)pyrene	377,1	247,9	245,4	181,0	154,5	201,8	211,3
Benzo(a)pyrene	72,2	57,9	44,1	23,9	2,2	44,4	27,3
Dibenz(ah)anthracene	1,9	4,6	bla	bla	bla	bla	bla
Indeno(123-cd)pyrene	9,0	bla	bla	bla	bla	3,7	3,4
Benzo(ghi)perylene	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
∑ PAH	769,0	1004,8	582,3	990,8	598,6	763,4	787,0

bla: belirlenen limitin altında

Tablo D2 (Devam): DD2 sedimentlerinde bireysel ve ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme Tarihi						
Bileşen	10.12.09	30.12.09	14.01.10	11.02.10	25.02.10	11.03.10	02.04.10
Acenaphthene	12,8	6,6	9,9	14,3	6,3	8,4	2,5
Fluorene	31,0	38,9	37,8	45,2	35,5	34,5	21,2
Phenanthrene	152,5	67,5	46,3	40,3	51,3	70,7	53,8
Anthracene	201,3	81,0	42,9	41,6	54,5	67,5	163,2
Fluoranthene	78,8	79,5	83,8	275,7	66,1	118,3	50,5
Pyrene	31,9	51,1	38,6	38,3	57,3	52,2	53,0
Chrysene	89,7	101,8	43,7	90,2	27,1	55,9	161,7
Benz(a)anthracene	72,3	76,6	42,8	38,0	24,3	63,4	69,3
Benzo(b)fluoranthene	12,0	62,8	12,0	19,3	68,0	22,2	24,5
Benzo(k)fluoranthene	bla	bla	bla	3,7	13,7	1,5	2,9
Benzo(e)pyrene	26,2	140,8	133,9	1,9	44,9	25,7	23,9
Benzo(a)pyrene	bla	37,1	30,0	36,1	bla	bla	bla
Dibenz(ah)anthracene	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
Indeno(123-cd)pyrene	3,9	bla	bla	bla	bla	2,8	7,2
Benzo(ghi)perylene	1,6	bla	7,7	bla	0,8	bla	bla
∑ PAH	714,0	743,8	529,5	644,6	449,7	523,3	633,7

bla: belirlenen limitin altında

Tablo D2 (Devam): DD2 sedimentlerinde bireysel ve ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme Tarihi	
Bileşen	29.04.10	21.05.10
Acenaphthene	3,18	-
Fluorene	46,80	-
Phenanthrene	22,24	-
Anthracene	17,59	-
Fluoranthene	49,39	-
Pyrene	39,31	-
Chrysene	59,09	-
Benz(a)anthracene	45,56	-
Benzo(b)fluoranthene	83,92	-
Benzo(k)fluoranthene	4,27	-
Benzo(e)pyrene	18,32	-
Benzo(a)pyrene	bla	-
Dibenz(ah)anthracene	bla	-
Indeno(123-cd)pyrene	bla	-
Benzo(ghi)perylene	bla	-
∑ PAH	389,66	-

bla: belirlenen limitin altında, -:örnek alınamadı

EK-E

Tablo E1: Bahar'08 dönemi *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde bireysel ve ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme İstasyonları									
Bileşen	Eskihisar	Tavşancıl	Hereke	Tüpraş Batı	Plajyolu	Sekapark	Vinsan	Değirmendere	Karamürsel	Hersek
Acenaphthene	4,4	2,5	2,3	3,0	8,9	3,7	0,0	bla	3,7	1,7
Fluorene	3,2	9,9	12,9	22,2	8,3	15,6	3,0	4,3	3,9	4,8
Phenanthrene	3,4	5,4	5,1	8,0	34,5	12,6	6,9	10,7	8,3	15,5
Anthracene	0,7	1,1	1,4	3,3	9,8	6,8	0,6	1,3	8,1	7,5
Fluoranthene	4,0	7,7	10,2	21,1	23,4	18,5	20,7	11,0	22,8	31,0
Pyrene	2,9	5,3	4,8	11,3	12,4	3,8	7,7	6,4	8,3	6,5
Chrysene	4,6	4,3	7,7	9,9	11,4	16,1	10,0	1,5	2,9	15,8
Benz(a) anthracene	3,1	1,7	2,3	8,9	bla	4,1	bla	bla	bla	9,2
Benzo(b) fluoranthene	4,4	bla	bla	6,3	bla	bla	bla	bla	bla	4,2
Benzo(k) fluoranthene	1,8	0,8	2,5	3,0	bla	6,0	6,4	4,4	2,9	1,7
Benzo(a) pyrene	1,3	1,3	bla	3,0	bla	2,5	bla	7,9	bla	7,9
Dibenz(ah) anthracene	2,0	2,2	3,3	6,3	9,7	3,4	bla	bla	bla	2,3
Indeno (123-cd)pyrene	2,3	bla	1,5	1,7	6,9	2,2	bla	bla	2,2	0,2
Benzo(ghi) perylene	bla	bla	0,3	0,9	bla	bla	bla	bla	3,1	1,7
∑ PAH	38,2	42,2	54,3	109,0	125,1	95,3	55,3	47,5	66,1	109,9

bla: belirlenen limitin altında

Tablo E2: Yaz'08 dönemi dönemi *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde bireysel ve ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme İstasyonları									
Bileşen	Eskihisar	Tavşancıl	Hereke	Tüpraş Batı	Plajyolu	Sekapark	Vinsan	Değirmendere	Karamürsel	Hersek
Acenaphthene	1,0	1,3	4,5	13,4	1,0	13,3	bla	2,6	22,9	11,7
Fluorene	29,4	19,6	42,5	17,9	358,6	55,0	17,3	24,1	54,7	17,8
Phenanthrene	69,8	8,7	25,8	65,3	44,4	24,2	25,0	16,8	6,8	39,2
Anthracene	15,2	3,3	bla	1,3	16,1	bla	8,2	9,9	bla	2,6
Fluoranthene	43,0	31,2	39,8	49,4	167,1	68,2	69,9	85,3	97,7	22,1
Pyrene	8,5	8,2	bla	0,3	29,9	28,9	30,5	19,4	34,5	15,4
Chrysene	3,5	50,0	17,6	12,1	46,5	3,0	15,9	12,4	6,9	21,1
Benz(a) anthracene	bla	12,5	22,6	21,2	9,8	bla	2,0	15,5	bla	bla
Benzo(b) fluoranthene	bla	bla	bla	bla	26,4	36,3	34,2	bla	bla	7,0
Benzo(k) fluoranthene	bla	bla	bla	1,0	2,3	1,4	7,4	bla	bla	bla
Benzo(a) pyrene	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	4,6	16,9
Dibenz(ah) anthracene	1,6	bla	5,3	8,9	bla	bla	bla	bla	bla	bla
Indeno (123-cd)pyrene	bla	5,1	13,4	7,0	2,9	7,1	6,9	8,3	bla	bla
Benzo(ghi) perylene	bla	bla	bla	10,0	2,4	bla	bla	bla	25,9	bla
∑ PAH	172,2	139,9	171,6	207,8	707,4	237,5	217,4	194,4	253,9	153,9

bla: belirlenen limitin altında

Tablo E3: Güz'08 dönemi dönemi *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde bireysel ve ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme İstasyonları									
Bileşen	Eskihisar	Tavşancıl	Hereke	Tüpraş Batı	Plajyolu	Sekapark	Vinsan	Değirmendere	Karamürsel	Hersek
Acenaphthene	23,3	0,9	1,8	12,2	12,9	18,5	9,4	0,2	0,4	6,5
Fluorene	105,4	60,1	84,6	88,3	124,0	56,7	2,7	15,2	8,4	13,9
Phenanthrene	6,7	8,3	21,9	142,5	28,9	57,5	67,1	7,3	4,5	bla
Anthracene	5,3	3,2	bla	7,1	bla	13,0	bla	bla	8,0	bla
Fluoranthene	28,3	27,4	51,7	31,5	85,8	38,5	31,0	41,3	93,8	31,8
Pyrene	9,0	10,9	20,0	25,7	24,5	25,7	6,9	28,9	25,5	14,8
Chrysene	35,1	20,3	33,3	26,0	38,0	180,8	38,6	48,0	58,7	86,0
Benz(a) anthracene	bla	36,6	bla	26,4	15,6	32,6	19,5	bla	bla	bla
Benzo(b) fluoranthene	bla	7,2	bla	48,2	35,1	34,8	27,0	bla	bla	bla
Benzo(k) fluoranthene	19,2	3,4	17,1	21,9	20,4	34,2	11,8	19,1	bla	9,2
Benzo(a) pyrene	bla	9,7	bla	23,2	5,7	21,8	bla	bla	11,4	bla
Dibenz(ah) anthracene	12,4	13,2	18,3	10,7	17,5	19,0	8,6	11,3	36,2	13,1
Indeno (123-cd)pyrene	14,1	24,5	27,3	33,7	15,8	5,6	14,1	27,7	bla	bla
Benzo(ghi) perylene	51,6	8,8	13,2	20,0	14,7	6,4	6,4	11,5	bla	bla
∑ PAH	310,3	234,5	289,1	517,6	439,1	545,1	243,0	210,5	246,8	175,3

bla: belirlenen limitin altında

Tablo E4: Kış'09 dönemi dönemi *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde bireysel ve ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme İstasyonları									
Bileşen	Eskihisar	Tavşancıl	Hereke	Tüpraş Batı	Plajyolu	Sekapark	Vinsan	Değirmendere	Karamürsel	Hersek
Acenaphthene	7,8	3,1	2,2	10,2	14,1	4,3	15,2	6,9	5,9	bla
Fluorene	15,2	4,2	24,9	20,8	34,3	33,2	38,4	13,8	10,2	bla
Phenanthrene	1,5	bla	6,5	23,4	9,9	bla	47,3	bla	bla	bla
Anthracene	bla	bla	bla	15,2	bla	bla	9,5	bla	bla	bla
Fluoranthene	14,9	67,9	12,3	28,0	38,8	23,8	51,4	15,7	44,4	33,3
Pyrene	29,9	19,1	20,7	36,4	38,8	15,2	27,9	6,5	35,5	16,8
Chrysene	1,6	7,3	64,9	31,6	32,3	19,9	77,7	37,6	68,1	3,1
Benz(a) anthracene	bla	98,3	0,9	28,9	21,8	170,8	28,9	48,1	38,7	bla
Benzo(b) fluoranthene	bla	8,6	bla	9,1	6,9	bla	bla	bla	bla	bla
Benzo(k) fluoranthene	16,5	bla	5,6	70,9	26,1	28,3	6,4	12,9	bla	10,9
Benzo(a) pyrene	bla	bla	bla	6,0	7,8	8,0	bla	10,3	bla	bla
Dibenz(ah) anthracene	1,2	bla	13,3	7,8	14,7	8,0	bla	18,1	22,4	18,3
Indeno (123-cd)pyrene	bla	bla	24,1	12,0	bla	12,8	22,9	bla	bla	bla
Benzo(ghi) perylene	bla	bla	bla	bla	2,0	3,0	bla	bla	bla	bla
∑ PAH	88,6	208,5	175,3	300,2	247,6	327,2	325,6	170,0	225,1	82,5

bla: belirlenen limitin altında

Tablo E5: Bahar'09 dönemi dönemi *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde bireysel ve ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme İstasyonları									
Bileşen	Eskihisar	Tavşancıl	Hereke	Tüpraş Batı	Plajyolu	Sekapark	Vinsan	Değirmendere	Karamürsel	Hersek
Acenaphthene	12,6	11,0	13,5	1,7	12,4	1,4	3,0	9,3	11,3	4,4
Fluorene	1,7	1,7	41,2	23,2	12,3	12,8	14,0	20,0	29,6	24,1
Phenanthrene	0,3	18,2	bla	12,4	bla	bla	bla	bla	bla	bla
Anthracene	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
Fluoranthene	56,5	59,0	69,4	37,2	15,2	37,0	24,6	46,7	78,9	57,4
Pyrene	47,2	36,1	22,9	19,2	7,9	7,2	5,8	16,0	22,6	bla
Chrysene	9,4	6,5	9,3	22,9	bla	bla	14,4	33,5	14,3	14,5
Benz(a) anthracene	bla	bla	bla	9,9	bla	bla	bla	bla	bla	5,8
Benzo(b) fluoranthene	bla	bla	bla	14,2	bla	bla	bla	bla	10,4	bla
Benzo(k) fluoranthene	23,6	bla	7,1	33,6	13,0	bla	bla	15,1	12,8	4,2
Benzo(a) pyrene	bla	bla	bla	8,7	bla	bla	bla	bla	bla	bla
Dibenz(ah) anthracene	7,1	bla	bla	bla	10,3	bla	bla	bla	15,0	bla
Indeno (123-cd)pyrene	bla	bla	bla	bla	13,6	bla	bla	bla	14,7	bla
Benzo(ghi) perylene	bla	bla	bla	bla	7,7	11,0	bla	bla	16,7	bla
∑ PAH	158,4	132,5	163,3	183,0	92,4	69,5	61,7	140,7	226,2	110,4

bla: belirlenen limitin altında

Tablo E6: Yaz'09 dönemi dönemi *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde bireysel ve ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme İstasyonları									
Bileşen	Eskihisar	Tavşancıl	Hereke	Tüpraş Batı	Plajyolu	Sekapark	Vinsan	Değirmendere	Karamürsel	Hersek
Acenaphthene	1,4	3,5	1,1	-	4,5	1,9	bla	bla	bla	2,1
Fluorene	8,8	17,6	0,6	-	17,8	14,2	2,5	3,6	20,6	7,8
Phenanthrene	bla	bla	bla	-	bla	bla	bla	bla	1,0	bla
Anthracene	6,8	36,2	12,2	-	bla	bla	bla	bla	5,2	bla
Fluoranthene	55,4	55,1	25,9	-	69,5	82,5	6,5	69,9	61,8	20,6
Pyrene	9,9	15,6	20,5	-	1,3	11,1	bla	2,2	9,8	15,7
Chrysene	37,5	47,6	66,6	-	10,3	30,2	bla	bla	63,5	109,2
Benz(a) anthracene	bla	bla	bla	-	bla	bla	bla	bla	bla	bla
Benzo(b) fluoranthene	bla	bla	bla	-	bla	bla	bla	bla	bla	bla
Benzo(k) fluoranthene	29,0	87,9	60,6	-	63,9	41,0	bla	bla	16,1	19,8
Benzo(a) pyrene	bla	bla	bla	-	bla	bla	bla	bla	bla	bla
Dibenz(ah) anthracene	bla	11,4	bla	-	bla	bla	bla	bla	bla	bla
Indeno (123-cd)pyrene	37,0	16,9	8,8	-	7,3	16,5	bla	bla	bla	bla
Benzo(ghi) perylene	14,5	bla	bla	-	bla	bla	13,6	bla	bla	bla
∑ PAH	200,4	291,7	196,3	-	174,7	197,3	22,6	75,7	177,9	175,1

bla: belirlenen limitin altında, -: örnek alınamadı

Tablo E7: Güz'09 dönemi dönemi *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde bireysel ve ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme İstasyonları									
Bileşen	Eskihisar	Tavşancıl	Hereke	Tüpraş Batı	Plajyolu	Sekapark	Vinsan	Değirmendere	Karamürsel	Hersek
Acenaphthene	bla	bla	bla	0,4	bla	bla	1,0	1,4	bla	bla
Fluorene	17,0	17,4	0,2	20,8	22,8	21,0	4,6	4,9	7,0	bla
Phenanthrene	bla	bla	bla	bla	40,2	60,2	bla	8,3	27,9	bla
Anthracene	bla	bla	bla	101,7	7,8	bla	4,9	16,0	48,0	6,2
Fluoranthene	28,0	96,0	125,2	160,3	160,8	56,9	9,1	85,8	86,2	24,3
Pyrene	14,1	38,8	20,5	170,3	130,1	72,8	8,0	16,5	20,7	17,1
Chrysene	24,9	155,9	97,5	85,9	20,8	9,9	96,1	132,5	41,5	121,9
Benz(a) anthracene	bla	bla	bla	91,7	bla	bla	bla	bla	bla	0,5
Benzo(b) fluoranthene	bla	8,5	190,5	314,3	bla	bla	143,3	140,3	66,5	72,9
Benzo(k) fluoranthene	6,7	15,2	51,3	66,5	3,1	2,3	40,1	80,1	12,8	17,0
Benzo(a) pyrene	18,5	bla	bla	bla	4,4	bla	bla	32,9	bla	bla
Dibenz(ah) anthracene	10,3	4,8	32,9	8,8	25,3	4,7	13,0	17,4	24,2	6,1
Indeno (123-cd)pyrene	bla	bla	15,3	bla	bla	bla	12,1	1,8	bla	bla
Benzo(ghi) perylene	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	5,0	bla
∑ PAH	119,4	336,7	533,4	1020,7	415,4	228,0	332,2	537,9	339,8	266,0

bla: belirlenen limitin altında

Tablo E8: Kış'10 dönemi dönemi *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde bireysel ve ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme İstasyonları									
Bileşen	Eskihisar	Tavşancıl	Hereke	Tüpraş Batı	Plajyolu	Sekapark	Vinsan	Değirmendere	Karamürsel	Hersek
Acenaphthene	8,6	10,8	23,2	36,6	40,3	12,5	34,0	30,1	7,1	20,2
Fluorene	52,9	29,3	42,4	45,8	38,2	40,5	33,6	43,5	60,6	33,6
Phenanthrene	17,7	bla	bla	6,8	12,3	bla	20,9	21,1	58,6	11,6
Anthracene	21,1	93,0	23,4	51,7	57,5	15,6	57,1	51,6	68,1	184,0
Fluoranthene	83,8	84,1	89,3	87,7	111,1	92,3	55,2	46,2	116,7	29,4
Pyrene	38,4	29,5	41,2	25,7	78,3	49,0	56,7	17,6	70,5	33,6
Chrysene	16,7	36,2	63,6	85,9	23,8	85,4	73,5	87,2	38,9	41,5
Benz(a) anthracene	bla	bla	0,9	bla	bla	bla	0,2	5,6	26,1	bla
Benzo(b) fluoranthene	bla	bla	20,3	bla	bla	45,3	11,1	bla	21,5	10,0
Benzo(k) fluoranthene	212,2	76,9	19,5	60,1	34,1	8,4	27,4	4,6	4,1	29,4
Benzo(a) pyrene	bla	bla	12,2	95,3	bla	bla	bla	bla	10,4	13,8
Dibenz(ah) anthracene	28,6	29,9	31,1	20,8	40,7	29,4	33,3	28,9	6,7	16,3
Indeno (123-cd)pyrene	7,8	19,6	25,5	24,3	19,1	18,4	19,2	22,7	9,2	9,5
Benzo(ghi) perylene	60,6	bla	2,9	10,0	bla	bla	bla	3,2	0,3	bla
∑ PAH	548,4	409,2	395,5	550,6	455,5	396,8	422,3	362,3	498,9	432,8

bla: belirlenen limitin altında

Tablo E9: Bahar'10 dönemi dönemi *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde bireysel ve ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme İstasyonları									
Bileşen	Eskihisar	Tavşancıl	Hereke	Tüpraş Batı	Plajyolu	Sekapark	Vinsan	Değirmendere	Karamürsel	Hersek
Acenaphthene	2,1	bla	bla	0,1	bla	1,6	bla	1,0	7,9	5,0
Fluorene	18,8	41,7	1,3	12,4	bla	1,0	5,9	3,7	17,8	0,1
Phenanthrene	bla	95,2	bla	5,8	1,4	0,1	bla	bla	16,3	bla
Anthracene	14,0	0,2	bla	16,8	7,2	bla	bla	bla	10,9	2,6
Fluoranthene	158,8	10,0	41,8	40,1	51,5	26,8	20,0	37,7	30,0	18,1
Pyrene	12,5	bla	23,8	11,7	0,3	7,6	22,9	bla	13,7	11,4
Chrysene	0,5	bla	4,7	10,0	11,2	5,8	5,2	1,3	1,4	23,3
Benz(a) anthracene	6,1	bla	bla	7,4	20,9	16,4	3,1	bla	bla	25,3
Benzo(b) fluoranthene	13,0	51,1	45,2	72,0	64,9	39,8	34,5	17,6	28,5	48,6
Benzo(k) fluoranthene	6,9	44,4	15,2	51,3	43,4	32,0	14,6	10,3	29,6	25,5
Benzo(a) pyrene	16,1	12,2	3,8	41,3	16,8	39,8	28,4	19,8	0,2	4,2
Dibenz(ah) anthracene	6,1	72,1	8,9	2,7	10,3	4,9	8,2	9,4	21,2	bla
Indeno (123-cd)pyrene	bla	bla	6,9	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
Benzo(ghi) perylene	bla	1,7	bla	bla	0,0	bla	bla	bla	bla	bla
∑ PAH	255,0	328,6	151,6	271,5	227,9	175,8	142,9	101,0	177,4	164,0

bla: belirlenen limitin altında

EK-F

Tablo F1: Bahar'08 dönemi *Ulva lactuca* örneklerinde bireysel ve ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme İstasyonları									
Bileşen	Eskihisar	Tavşancıl	Hereke	Tüpraş Batı	Plajyolu	Sekapark	Vinsan	Değirmendere	Karamürsel	Hersek
Acenaphthene	*	*	*	*	0,4	*	*	1,6	7,6	3,8
Fluorene	*	*	*	*	1,1	*	*	0,0	4,0	6,0
Phenanthrene	*	*	*	*	9,6	*	*	3,4	9,7	15,9
Anthracene	*	*	*	*	3,2	*	*	6,7	1,4	6,2
Fluoranthene	*	*	*	*	3,2	*	*	12,7	17,6	18,9
Pyrene	*	*	*	*	5,4	*	*	2,7	10,0	41,2
Chrysene	*	*	*	*	bla	*	*	1,8	9,2	5,8
Benz(a) anthracene	*	*	*	*	bla	*	*	bla	bla	bla
Benzo(b) fluoranthene	*	*	*	*	bla	*	*	bla	bla	bla
Benzo(k) fluoranthene	*	*	*	*	0,5	*	*	2,6	bla	7,0
Benzo(e) pyrene	*	*	*	*	bla	*	*	bla	bla	bla
Benzo(a) pyrene	*	*	*	*	bla	*	*	bla	bla	bla
Dibenz(ah) anthracene	*	*	*	*	bla	*	*	bla	bla	bla
Indeno (123-cd)pyrene	*	*	*	*	3,0	*	*	bla	bla	4,2
Benzo(ghi) perylene	*	*	*	*	0,5	*	*	bla	bla	bla
∑ PAH	*	*	*	*	26,8	*	*	31,5	59,5	108,8

bla: belirlenen limitin altında, *: analiz edilemedi

Tablo F2: Yaz'08 dönemi *Ulva lactuca* örneklerinde bireysel ve ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme İstasyonları									
Bileşen	Eskihisar	Tavşancıl	Hereke	Tüpraş Batı	Plajyolu	Sekapark	Vinsan	Değirmendere	Karamürsel	Hersek
Acenaphthene	12,89	6,01	bla	0,18	bla	9,6	bla	bla	bla	bla
Fluorene	13,91	9,81	bla	14,38	24,8	8,0	12,6	13,6	5,4	14,5
Phenanthrene	6,41	bla	37,97	5,84	bla	bla	bla	32,4	1,1	bla
Anthracene	14,74	bla	80,13	81,23	32,1	20,1	bla	26,0	16,2	14,5
Fluoranthene	42,05	18,43	43,11	67,89	67,9	13,9	30,3	37,4	6,8	20,2
Pyrene	49,81	55,97	15,16	40,38	15,4	9,6	18,8	16,3	0,1	6,0
Chrysene	139,21	bla	16,97	20,2	2,2	0,8	27,6	bla	4,7	1,7
Benz(a) anthracene	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
Benzo(b) fluoranthene	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
Benzo(k) fluoranthene	4,26	33,24	bla	bla	17,4	bla	19,8	bla	bla	bla
Benzo(e) pyrene	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
Benzo(a) pyrene	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
Dibenz(ah) anthracene	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
Indeno (123-cd)pyrene	bla	11,58	bla	5,31	8,6	bla	bla	bla	bla	15,8
Benzo(ghi) perylene	bla	bla	bla	1,15	bla	bla	bla	bla	bla	bla
∑ PAH	283,3	135,04	193,35	236,56	168,3	62,1	109,1	125,7	34,4	72,6

bla: belirlenen limitin altında

Tablo F3: Güz'08 dönemi *Ulva lactuca* örneklerinde bireysel ve ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme İstasyonları									
Bileşen	Eskihisar	Tavşancıl	Hereke	Tüpraş Batı	Plajyolu	Sekapark	Vinsan	Değirmendere	Karamürsel	Hersek
Acenaphthene	6,3	bla	10,7	*	*	7,3	bla	bla	9,3	19,6
Fluorene	1,9	5,0	12,5	*	*	13,4	9,4	1,7	5,4	6,3
Phenanthrene	0,3	bla	7,7	*	*	14,2	1,3	2,4	bla	15,5
Anthracene	1,0	bla	17,6	*	*	32,5	17,2	8,6	bla	11,5
Fluoranthene	8,9	bla	76,7	*	*	62,7	22,2	2,6	1,9	bla
Pyrene	bla	10,0	3,6	*	*	66,9	0,9	4,7	bla	bla
Chrysene	bla	bla	7,9	*	*	bla	bla	bla	6,7	bla
Benz(a) anthracene	bla	bla	bla	*	*	bla	bla	bla	bla	bla
Benzo(b) fluoranthene	bla	bla	bla	*	*	bla	bla	bla	bla	bla
Benzo(k) fluoranthene	7,5	11,6	27,1	*	*	25,4	bla	bla	bla	bla
Benzo(e) pyrene	bla	bla	bla	*	*	bla	bla	bla	bla	bla
Benzo(a) pyrene	bla	bla	bla	*	*	bla	bla	bla	bla	bla
Dibenz(ah) anthracene	bla	bla	3,4	*	*	bla	1,2	bla	bla	14,1
Indeno (123-cd)pyrene	bla	bla	5,5	*	*	8,6	15,7	bla	23,9	21,4
Benzo(ghi) perylene	bla	bla	bla	*	*	bla	bla	bla	bla	bla
∑ PAH	25,8	26,6	172,8	*	*	231,0	67,6	19,9	47,3	88,5

bla: belirlenen limitin altında, *: analiz edilemedi

Tablo F4: Kış'09 dönemi *Ulva lactuca* örneklerinde bireysel ve ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme İstasyonları									
Bileşen	Eskihisar	Tavşancıl	Hereke	Tüpraş Batı	Plajyolu	Sekapark	Vinsan	Değirmendere	Karamürsel	Hersek
Acenaphthene	*	*	9,5	-	7,3	bla	8,9	5,0	2,0	bla
Fluorene	*	*	22,2	-	8,5	13,5	4,7	6,7	10,1	4,4
Phenanthrene	*	*	1,7	-	32,3	36,2	3,9	5,7	bla	14,3
Anthracene	*	*	bla	-	10,8	53,2	5,7	61,1	59,0	15,9
Fluoranthene	*	*	45,0	-	7,5	117,7	40,9	35,4	8,1	24,6
Pyrene	*	*	12,7	-	12,2	27,5	10,4	20,3	12,6	bla
Chrysene	*	*	26,3	-	92,7	39,0	52,4	16,1	3,1	bla
Benz(a) anthracene	*	*	bla	-	bla	bla	bla	bla	bla	bla
Benzo(b) fluoranthene	*	*	bla	-	bla	bla	bla	bla	bla	bla
Benzo(k) fluoranthene	*	*	19,2	-	bla	15,7	bla	14,0	bla	1,2
Benzo(e) pyrene	*	*	bla	-	bla	bla	bla	bla	bla	bla
Benzo(a) pyrene	*	*	bla	-	bla	bla	bla	bla	bla	bla
Dibenz(ah) anthracene	*	*	bla	-	3,0	bla	bla	bla	1,6	5,0
Indeno (123-cd)pyrene	*	*	bla	-	8,3	5,1	7,8	16,9	bla	13,0
Benzo(ghi) perylene	*	*	bla	-	0,3	5,4	bla	bla	bla	bla
∑ PAH	*	*	136,6	-	183,0	313,3	134,7	181,0	96,4	78,4

bla: belirlenen limitin altında, *: analiz edilemedi, -: örnek alınamadı

Tablo F5: Bahar'09 dönemi *Ulva lactuca* örneklerinde bireysel ve ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme İstasyonları									
Bileşen	Eskihisar	Tavşancıl	Hereke	Tüpraş Batı	Plajyolu	Sekapark	Vinsan	Değirmendere	Karamürsel	Hersek
Acenaphthene	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	25,2	6,2	bla
Fluorene	9,5	25,0	9,5	13,8	20,6	bla	12,5	14,4	15,7	29,7
Phenanthrene	bla	bla	bla	bla	24,1	15,5	bla	2,1	48,9	16,6
Anthracene	3,6	bla	bla	bla	242,3	12,8	bla	bla	88,0	16,6
Fluoranthene	17,0	14,5	bla	bla	47,7	75,5	bla	bla	3,7	58,7
Pyrene	bla	bla	bla	bla	40,4	98,4	bla	bla	bla	bla
Chrysene	22,7	bla	bla	33,7	bla	bla	bla	bla	52,3	bla
Benz(a) anthracene	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
Benzo(b) fluoranthene	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
Benzo(k) fluoranthene	32,4	bla	bla	bla	bla	bla	54,0	bla	41,6	bla
Benzo(e) pyrene	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
Benzo(a) pyrene	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	11,5	bla
Dibenz(ah) anthracene	bla	bla	bla	bla	56,9	bla	bla	bla	bla	bla
Indeno (123-cd)pyrene	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
Benzo(ghi) perylene	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
∑ PAH	85,2	39,5	9,5	47,6	432,0	202,1	66,4	41,7	267,8	121,6

bla: belirlenen limitin altında

Tablo F6: Yaz'09 dönemi *Ulva lactuca* örneklerinde bireysel ve ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme İstasyonları									
Bileşen	Eskihisar	Tavşancıl	Hereke	Tüpraş Batı	Plajyolu	Sekapark	Vinsan	Değirmendere	Karamürsel	Hersek
Acenaphthene	bla	bla	bla	6,6	bla	bla	bla	bla	9,1	1,9
Fluorene	22,9	21,9	11,6	21,4	12,8	3,4	3,4	7,0	12,0	21,2
Phenanthrene	43,0	49,7	3,6	7,0	279,4	bla	16,2	2,2	42,8	25,2
Anthracene	51,4	29,6	7,8	bla	352,1	27,6	13,5	bla	45,9	bla
Fluoranthene	317,4	379,3	167,5	34,9	26,4	107,7	78,5	bla	100,0	165,9
Pyrene	19,6	bla	bla	6,5	4,4	9,4	13,7	4,7	14,1	18,3
Chrysene	bla	11,5	bla	bla	28,7	bla	bla	bla	bla	bla
Benz(a) anthracene	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
Benzo(b) fluoranthene	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
Benzo(k) fluoranthene	57,8	1,3	23,3	bla	19,6	bla	19,1	14,4	10,4	9,9
Benzo(e) pyrene	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
Benzo(a) pyrene	bla	bla	bla	bla	46,9	bla	bla	bla	23,0	bla
Dibenz(ah) anthracene	bla	bla	bla	bla	bla	1,1	bla	bla	bla	bla
Indeno (123-cd)pyrene	22,1	30,0	19,1	13,2	bla	22,4	bla	bla	bla	22,3
Benzo(ghi) perylene	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
∑ PAH	534,1	523,2	232,8	89,5	770,2	171,6	144,4	28,2	257,4	264,6

bla: belirlenen limitin altında

Tablo F7: Güz'09 dönemi *Ulva lactuca* örneklerinde bireysel ve ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme İstasyonları									
Bileşen	Eskihisar	Tavşancıl	Hereke	Tüpraş Batı	Plajyolu	Sekapark	Vinsan	Değirmendere	Karamürsel	Hersek
Acenaphthene	bla	0,5	2,5	18,9	bla	bla	bla	bla	bla	bla
Fluorene	22,4	19,6	22,8	31,5	16,0	18,5	10,6	10,0	16,8	16,5
Phenanthrene	7,7	bla	bla	104,6	bla	bla	20,1	bla	10,0	bla
Anthracene	19,1	2,2	bla	144,1	bla	bla	17,8	bla	2,1	bla
Fluoranthene	bla	bla	14,5	283,4	11,6	25,1	bla	0,1	20,5	bla
Pyrene	bla	bla	10,3	44,0	5,1	0,2	bla	bla	0,3	bla
Chrysene	bla	bla	bla	114,1	8,6	bla	2,9	6,4	13,4	bla
Benz(a) anthracene	bla	75,2	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
Benzo(b) fluoranthene	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
Benzo(k) fluoranthene	bla	bla	bla	bla	3,0	bla	33,1	bla	21,8	bla
Benzo(e) pyrene	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
Benzo(a) pyrene	bla	23,6	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
Dibenz(ah) anthracene	bla	bla	bla	14,9	bla	bla	bla	bla	bla	bla
Indeno (123-cd)pyrene	9,8	bla	13,8	18,8	2,3	8,5	bla	bla	bla	bla
Benzo(ghi) perylene	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
∑ PAH	58,9	121,1	63,9	774,4	46,5	52,3	84,6	16,5	85,0	16,5

bla: belirlenen limitin altında

Tablo F8: Kış'10 dönemi *Ulva lactuca* örneklerinde bireysel ve ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme İstasyonları									
Bileşen	Eskihisar	Tavşancıl	Hereke	Tüpraş Batı	Plajyolu	Sekapark	Vinsan	Değirmendere	Karamürsel	Hersek
Acenaphthene	bla	bla	bla	bla	bla	-	-	-	-	-
Fluorene	18,1	9,8	9,8	7,3	8,5	-	-	-	-	-
Phenanthrene	bla	bla	10,8	33,9	7,6	-	-	-	-	-
Anthracene	bla	bla	bla	3,4	51,7	-	-	-	-	-
Fluoranthene	119,4	116,5	bla	140,5	16,5	-	-	-	-	-
Pyrene	11,9	22,1	1,4	16,2	19,1	-	-	-	-	-
Chrysene	32,9	12,7	6,7	bla	0,2	-	-	-	-	-
Benz(a) anthracene	bla	bla	bla	bla	bla	-	-	-	-	-
Benzo(b) fluoranthene	bla	bla	bla	bla	bla	-	-	-	-	-
Benzo(k) fluoranthene	bla	bla	bla	13,1	bla	-	-	-	-	-
Benzo(e) pyrene	bla	bla	bla	bla	bla	-	-	-	-	-
Benzo(a) pyrene	bla	bla	bla	bla	bla	-	-	-	-	-
Dibenz(ah) anthracene	bla	bla	bla	bla	bla	-	-	-	-	-
Indeno (123-cd)pyrene	1,6	bla	bla	bla	bla	-	-	-	-	-
Benzo(ghi) perylene	bla	0,3	bla	bla	bla	-	-	-	-	-
∑ PAH	183,8	161,3	28,7	214,3	103,6	-	-	-	-	-

bla: belirlenen limitin altında, -: örnek alınamadı

Tablo F9: Bahar'10 dönemi *Ulva lactuca* örneklerinde bireysel ve ∑PAH konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme İstasyonları									
Bileşen	Eskihisar	Tavşancıl	Hereke	Tüpraş Batı	Plajyolu	Sekapark	Vinsan	Değirmendere	Karamürsel	Hersek
Acenaphthene	bla	bla	bla	7,4	bla	bla	bla	bla	bla	bla
Fluorene	4,0	12,4	22,0	12,4	5,6	14,6	12,2	11,6	19,3	8,5
Phenanthrene	bla	bla	39,4	11,4	bla	48,1	12,1	bla	bla	bla
Anthracene	bla	bla	24,6	0,7	bla	43,0	2,9	bla	bla	bla
Fluoranthene	47,1	24,4	99,7	bla	3,8	178,0	82,1	bla	129,0	14,5
Pyrene	bla	5,7	51,4	3,1	bla	4,5	26,9	bla	74,8	11,0
Chrysene	7,6	bla	15,4	15,3	6,1	bla	1,9	4,6	bla	18,6
Benz(a) anthracene	bla	bla	bla	bla	31,2	bla	bla	bla	bla	bla
Benzo(b) fluoranthene	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
Benzo(k) fluoranthene	bla	bla	11,0	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
Benzo(e) pyrene	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
Benzo(a) pyrene	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
Dibenz(ah) anthracene	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	4,8
Indeno (123-cd)pyrene	20,0	bla	13,4	6,4	bla	bla	1,7	20,3	20,2	11,6
Benzo(ghi) perylene	bla	bla	0,5	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
∑ PAH	78,8	42,5	277,3	56,7	46,7	288,1	139,8	36,5	243,3	68,9

bla: belirlenen limitin altında

EK-G

Tablo G1: Yüzey sedimentlerinde bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	İstasyon							
Bileşen	B1	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B15
PCB 1	bla	bla	bla	bla	0,1	0,1	bla	bla
PCB 5	bla	bla	bla	bla	0,1	bla	bla	bla
PCB 18	0,1	bla	0,1	0,1	0,4	0,2	0,2	0,2
PCB 31	bla	bla	bla	bla	0,7	bla	0,1	bla
PCB 52	bla	bla	bla	bla	0,6	0,1	0,1	bla
PCB 44	1,1	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 66	0,1	0,1	0,1	0,2	0,7	0,2	0,3	0,1
PCB 101	0,1	0,1	0,1	0,1	1,6	0,1	0,3	0,1
PCB 87	0,1	bla	bla	0,1	0,6	0,1	0,1	bla
PCB 110	0,2	0,2	0,1	0,2	2,1	0,2	0,2	0,2
PCB 151	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1
PCB 153	0,2	0,2	0,2	0,3	1,1	0,3	0,5	0,2
PCB 141	0,1	0,1	bla	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
PCB 138	bla	bla	bla	bla	0,3	0,3	0,2	bla
PCB 187	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
PCB 183	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
PCB 180	bla	bla	bla	0,2	0,4	0,2	0,2	0,2
PCB 170	0,1	0,1	0,1	0,1	0,7	0,2	0,2	0,1
PCB 206	bla	0,1	bla	0,5	0,1	0,2	0,1	0,1
∑ PCB	2,3	1,1	0,9	2,4	10,2	2,5	3,0	1,7

bla: belirlenen limitin altında, B: Batı

Tablo G1 (Devam): Yüzey sedimentlerinde bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	İstasyon							
Bileşen	B16	B17	B18	B20	B21	B22	B23	M22
PCB 1	bla	bla	bla	bla	0,3	0,1	bla	0,1
PCB 5	bla	bla	bla	bla	0,4	0,1	bla	0,1
PCB 18	0,1	0,1	0,1	0,1	1,8	0,4	0,2	1,2
PCB 31	bla	bla	0,1	0,1	1,4	0,1	bla	1,1
PCB 52	bla	bla	0,1	0,1	1,2	0,1	bla	0,6
PCB 44	bla	bla	bla	bla	bla	0,1	bla	bla
PCB 66	0,1	0,1	0,1	0,1	1,7	0,3	0,1	1,7
PCB 101	bla	0,1	0,1	0,1	1,2	0,3	0,1	2,0
PCB 87	bla	bla	0,1	0,1	0,4	0,1	0,1	0,5
PCB 110	0,2	0,2	0,2	0,2	1,1	0,3	0,1	1,4
PCB 151	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,4
PCB 153	0,1	0,2	0,2	0,2	1,2	0,4	0,2	2,3
PCB 141	bla	bla	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,4
PCB 138	bla	bla	bla	bla	0,2	0,2	bla	0,3
PCB 187	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	0,7
PCB 183	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3
PCB 180	bla	bla	bla	0,2	0,7	0,3	0,3	1,3
PCB 170	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	bla	0,6
PCB 206	bla	bla	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
∑ PCB	0,9	1,0	1,6	1,6	13,0	3,7	1,7	15,3

bla: belirlenen limitin altında, B: Batı, M: Merkez

Tablo G1 (Devam): Yüzey sedimentlerinde bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	İstasyon							
Bileşen	M25	M28	M29	M31	M32	M36	M40	M41
PCB 1	bla	0,1	bla	0,1	bla	bla	bla	bla
PCB 5	bla	bla	bla	0,1	bla	bla	bla	bla
PCB 18	0,1	0,2	0,1	1,8	0,4	0,1	bla	0,1
PCB 31	bla	0,2	bla	1,3	0,2	bla	bla	0,1
PCB 52	bla	0,1	bla	0,7	0,2	bla	bla	0,1
PCB 44	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 66	0,1	0,4	0,1	2,4	0,4	0,1	0,3	0,2
PCB 101	0,1	0,4	0,1	2,8	0,3	0,1	0,3	0,1
PCB 87	0,1	0,2	bla	0,6	0,1	bla	0,1	0,1
PCB 110	0,2	0,5	0,2	1,8	0,4	0,2	0,2	0,2
PCB 151	0,1	0,2	0,1	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1
PCB 153	0,3	0,5	0,2	3,0	0,4	0,2	0,3	0,2
PCB 141	0,1	0,2	bla	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1
PCB 138	bla	0,3	bla	0,4	0,2	bla	0,2	0,2
PCB 187	0,1	0,2	0,1	0,8	0,1	0,1	0,1	0,1
PCB 183	0,1	bla	0,1	0,3	0,1	0,1	bla	bla
PCB 180	0,1	0,3	bla	1,4	0,1	bla	0,2	0,2
PCB 170	0,1	0,4	0,1	0,6	0,1	0,1	0,3	0,2
PCB 206	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
∑ PCB	1,6	4,0	1,1	19,1	3,4	1,5	2,5	1,9

bla: belirlenen limitin altında, M: Merkez

Tablo G1 (Devam): Yüzey sedimentlerinde bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	İstasyon							
Bileşen	M44	M46	M47	M48	M51	M52	M56	M58
PCB 1	0,1	bla	bla	0,1	bla	bla	bla	0,1
PCB 5	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 18	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	bla	0,2	0,2
PCB 31	0,1	0,2	bla	0,6	0,4	bla	0,5	0,6
PCB 52	0,2	0,1	bla	0,4	0,4	bla	0,3	0,2
PCB 44	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	0,7
PCB 66	0,3	0,4	0,1	1,3	bla	bla	1,0	0,3
PCB 101	0,6	0,5	0,1	1,5	0,8	0,1	2,2	1,8
PCB 87	0,2	0,1	0,1	0,3	0,3	0,1	0,5	0,5
PCB 110	0,6	0,4	0,1	1,5	1,0	0,1	2,0	1,4
PCB 151	0,2	0,2	0,1	0,3	0,3	0,1	0,7	0,5
PCB 153	0,6	0,7	0,1	1,2	0,9	0,3	3,3	2,6
PCB 141	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,7	0,5
PCB 138	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	bla	0,3	0,4
PCB 187	0,2	0,2	0,1	0,3	0,3	0,1	0,8	0,7
PCB 183	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,3	0,3
PCB 180	0,4	0,2	bla	0,7	0,3	0,1	1,8	1,3
PCB 170	0,7	0,2	0,1	2,0	0,2	0,1	1,1	0,6
PCB 206	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	1,4
∑ PCB	4,9	3,9	1,3	11,3	6,0	1,3	16,0	13,9

bla: belirlenen limitin altında, M: Merkez

Tablo G1 (Devam): Yüzey sedimentlerinde bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	İstasyon							
Bileşen	M59	M60	M64	M84	M85	M86	M87	M88
PCB 1	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 5	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 18	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	bla	0,1
PCB 31	0,3	0,7	0,6	0,3	0,5	0,7	0,2	0,4
PCB 52	0,1	0,3	0,5	0,1	0,2	0,3	bla	0,1
PCB 44	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 66	bla	1,2	bla	0,5	bla	0,6	0,3	0,8
PCB 101	1,8	3,2	1,7	2,2	2,3	2,4	1,3	2,5
PCB 87	0,4	0,9	0,5	0,4	0,5	0,6	0,3	0,5
PCB 110	1,1	2,6	1,6	0,9	1,8	1,3	0,6	1,6
PCB 151	0,5	0,9	0,4	0,6	0,6	0,5	0,3	0,7
PCB 153	2,8	5,2	1,8	3,3	3,2	2,5	1,9	3,9
PCB 141	0,5	0,9	0,3	0,6	0,5	0,5	0,4	0,6
PCB 138	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4
PCB 187	0,8	1,4	0,5	0,9	0,9	0,8	0,6	1,0
PCB 183	0,3	0,5	0,2	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4
PCB 180	1,1	2,5	0,7	1,6	1,5	1,1	1,0	1,7
PCB 170	0,7	1,2	0,4	0,8	0,8	0,5	0,5	0,8
PCB 206	0,8	0,7	0,2	0,4	0,3	0,4	0,8	0,3
∑ PCB	12,0	23,2	10,0	13,4	13,9	13,3	8,9	15,7

bla: belirlenen limitin altında, M: Merkez

Tablo G1 (Devam): Yüzey sedimentlerinde bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	İstasyon							
Bileşen	M89	M91	D70	D71	D73	D74	D76	D77
PCB 1	0,1	0,7	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 5	bla	1,6	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 18	0,1	3,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
PCB 31	0,1	1,9	bla	0,1	0,1	0,1	bla	0,7
PCB 52	0,1	3,5	0,1	0,2	bla	bla	bla	0,4
PCB 44	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	0,6
PCB 66	0,2	2,5	bla	0,2	0,1	0,1	0,1	1,1
PCB 101	0,1	1,6	0,1	0,5	0,5	0,4	0,1	2,7
PCB 87	0,1	0,7	0,1	0,2	0,2	0,2	bla	0,7
PCB 110	0,2	2,2	0,2	0,5	0,3	0,3	0,2	2,1
PCB 151	0,1	0,5	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,7
PCB 153	0,2	1,7	0,3	0,7	0,7	0,5	0,2	3,7
PCB 141	0,1	0,4	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,6
PCB 138	0,2	0,6	0,3	0,2	0,3	bla	bla	0,4
PCB 187	0,1	0,6	0,2	0,3	0,3	0,2	0,1	1,3
PCB 183	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4
PCB 180	0,2	1,1	0,3	0,3	0,2	0,2	bla	2,2
PCB 170	0,5	0,6	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,9
PCB 206	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	bla	0,3
∑ PCB	2,7	24,2	2,2	3,9	3,6	2,7	1,3	19,0

bla: belirlenen limitin altında, M: Merkez, D: Doğu

Tablo G1 (Devam): Yüzey sedimentlerinde bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	İstasyon					
Bileşen	D78	D79	D82	D83	ÇO	ROTA
PCB 1	bla	0,1	bla	bla	1,2	0,1
PCB 5	bla	bla	bla	bla	2,3	0,5
PCB 18	0,2	0,2	0,2	0,1	7,0	0,4
PCB 31	0,1	0,5	0,3	bla	2,8	0,2
PCB 52	0,1	0,4	0,4	bla	3,5	0,3
PCB 44	bla	bla	bla	bla	bla	4,8
PCB 66	0,4	bla	0,4	0,1	2,8	0,5
PCB 101	0,7	1,8	1,7	0,2	0,7	0,5
PCB 87	0,2	0,5	0,5	bla	0,4	0,2
PCB 110	0,5	1,4	1,2	0,3	1,1	0,6
PCB 151	0,2	0,4	0,5	0,1	0,1	0,2
PCB 153	1,0	2,0	2,7	0,3	0,3	0,7
PCB 141	0,2	0,4	0,5	0,2	0,1	0,2
PCB 138	0,2	0,4	0,5	0,4	0,2	0,3
PCB 187	0,3	0,6	0,8	0,2	0,1	0,2
PCB 183	0,1	0,2	0,3	0,1	bla	0,3
PCB 180	0,4	1,0	1,5	0,1	0,2	0,4
PCB 170	0,2	0,4	0,8	0,2	0,2	0,6
PCB 206	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2
∑ PCB	4,9	10,5	12,4	2,3	23,2	11,0

bla: belirlenen limitin altında, D: Doğu

EK-H

Tablo H1: DD1 sedimentlerinde bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme Tarihi						
Bileşen	28.08.08	12.09.08	06.10.08	17.10.08	31.10.08	13.11.08	28.11.08
PCB 1	0,4	0,1	0,2	0,1	0,2	0,3	0,1
PCB 5	0,6	0,1	0,3	bla	0,3	0,4	0,2
PCB 18	1,0	0,9	2,5	0,5	1,3	2,2	0,9
PCB 31	1,1	0,5	2,2	0,2	1,0	1,6	0,7
PCB 52	1,3	0,3	1,0	0,3	0,9	1,3	0,5
PCB 44	bla	0,3	bla	bla	0,5	bla	bla
PCB 66	1,1	0,6	2,6	0,2	1,1	1,9	0,5
PCB 101	1,0	0,6	2,1	0,3	0,9	1,6	0,6
PCB 87	0,4	0,2	0,7	0,1	0,4	0,6	0,3
PCB 110	1,1	0,5	1,7	0,3	1,0	1,6	0,6
PCB 151	0,2	0,1	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1
PCB 153	0,8	0,5	1,6	0,3	0,6	1,4	0,5
PCB 141	0,2	0,2	0,4	0,1	0,2	0,3	0,2
PCB 138	0,3	0,2	0,4	0,3	0,2	0,3	0,2
PCB 187	0,2	0,2	0,4	0,1	0,2	0,3	0,1
PCB 183	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
PCB 180	0,4	0,3	0,8	0,2	0,3	0,6	0,3
PCB 170	0,2	0,2	0,4	0,1	0,2	0,3	0,2
PCB 206	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
∑ PCB	10,5	5,8	18,0	3,4	9,5	15,3	6,2

bla: belirlenen limitin altında

Tablo H1 (Devam): DD1 sedimentlerinde bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme Tarihi						
Bileşen	18.12.2008	05.01.2009	15.01.2009	04.02.2009	26.02.2009	12.03.2009	26.03.2009
PCB 1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,2	0,3	0,2
PCB 5	0,1	0,2	0,2	0,7	0,4	0,5	0,4
PCB 18	0,7	0,4	1,3	1,9	2,1	1,5	1,3
PCB 31	0,4	0,4	0,6	0,9	0,9	0,8	0,7
PCB 52	0,4	0,3	0,6	1,3	0,9	1,0	0,8
PCB 44	bla	bla	bla	0,1	bla	bla	bla
PCB 66	0,5	0,4	0,7	0,9	1,1	0,9	0,8
PCB 101	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5
PCB 87	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2
PCB 110	0,6	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7
PCB 151	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
PCB 153	0,5	0,3	0,5	0,4	0,6	0,5	0,5
PCB 141	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1
PCB 138	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
PCB 187	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
PCB 183	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
PCB 180	0,3	0,2	0,3	0,2	0,4	0,3	0,3
PCB 170	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2
PCB 206	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
∑ PCB	5,6	4,2	6,5	9,4	9,3	8,2	7,4

bla: belirlenen limitin altında

Tablo H1 (Devam): DD1 sedimentlerinde bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme Tarihi						
Bileşen	09.04.2009	30.04.2009	14.05.2009	29.05.2009	11.06.2009	25.06.2009	13.07.2009
PCB 1	0,1	0,4	0,1	0,1	0,4	0,1	0,1
PCB 5	0,2	0,5	0,1	bla	0,9	bla	0,1
PCB 18	0,7	2,8	2,0	1,3	1,5	0,7	1,9
PCB 31	0,4	1,2	0,9	0,7	0,7	0,4	1,0
PCB 52	0,6	1,3	0,3	0,3	1,4	0,1	0,4
PCB 44	bla	bla	0,2	bla	0,1	bla	0,4
PCB 66	0,5	1,6	1,2	1,1	0,9	0,4	1,2
PCB 101	0,3	1,1	0,8	1,0	0,5	0,4	0,8
PCB 87	0,2	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3
PCB 110	0,5	1,1	0,6	0,6	0,8	0,3	0,7
PCB 151	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1
PCB 153	0,3	0,9	0,6	1,1	0,5	0,5	0,7
PCB 141	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2
PCB 138	0,2	0,2	bla	0,3	0,3	0,2	0,2
PCB 187	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,1	0,2
PCB 183	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
PCB 180	0,2	0,5	0,4	0,6	0,3	0,3	0,4
PCB 170	0,1	0,2	0,2	0,4	0,2	0,2	0,4
PCB 206	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
∑ PCB	4,8	13,1	8,4	8,7	9,5	4,2	9,3

bla: belirlenen limitin altında

Tablo H1 (Devam): DD1 sedimentlerinde bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme Tarihi						
Bileşen	05.08.2009	03.09.2009	17.09.2009	02.10.2009	15.10.2009	04.11.2009	20.11.2009
PCB 1	0,1	0,1	-	1,4	0,6	0,7	0,5
PCB 5	0,1	0,1	-	2,2	1,2	1,3	1,0
PCB 18	0,6	0,5	-	6,5	3,1	2,2	1,9
PCB 31	0,3	0,3	-	3,5	1,6	1,5	1,1
PCB 52	0,2	0,2	-	5,0	2,4	2,6	2,4
PCB 44	bla	bla	-	bla	bla	bla	bla
PCB 66	0,3	0,2	-	4,3	1,8	1,8	1,5
PCB 101	0,3	0,2	-	3,4	1,1	1,0	0,9
PCB 87	0,1	0,1	-	1,5	0,5	0,5	0,4
PCB 110	0,3	0,4	-	4,7	1,5	1,6	1,4
PCB 151	0,1	0,1	-	0,8	0,3	0,3	0,2
PCB 153	0,3	0,3	-	2,6	1,0	0,9	0,8
PCB 141	0,1	0,1	-	0,5	0,2	0,2	0,2
PCB 138	0,2	0,2	-	0,5	0,3	0,2	0,2
PCB 187	0,1	0,1	-	0,5	0,2	0,2	0,2
PCB 183	0,1	0,1	-	0,2	0,1	0,1	0,1
PCB 180	0,2	0,2	-	1,1	0,5	0,5	0,4
PCB 170	bla	bla	-	0,8	0,8	0,8	0,6
PCB 206	0,1	0,1	-	0,1	0,1	0,1	0,1
∑ PCB	3,6	3,2	-	39,6	17,1	16,5	13,8

bla: belirlenen limitin altında. -: örnek alınamadı

Tablo H1 (Devam): DD1 sedimentlerinde bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme Tarihi						
Bileşen	20.11.2009	10.12.2009	30.12.2009	14.01.2010	11.02.2010	25.02.2010	11.03.2010
PCB 1	0,5	-	0,6	0,3	1,3	0,5	-
PCB 5	1,0	-	1,3	0,6	2,6	0,9	-
PCB 18	1,9	-	3,0	1,8	4,2	1,8	-
PCB 31	1,1	-	1,4	0,9	2,4	1,3	-
PCB 52	2,4	-	2,3	1,3	3,9	2,0	-
PCB 44	bla	-	0,5	bla	bla	bla	-
PCB 66	1,5	-	1,6	1,1	2,6	1,4	-
PCB 101	0,9	-	0,9	0,8	1,6	0,9	-
PCB 87	0,4	-	0,4	0,4	0,7	0,4	-
PCB 110	1,4	-	1,4	1,2	2,3	1,3	-
PCB 151	0,2	-	0,2	0,2	0,4	0,2	-
PCB 153	0,8	-	0,8	0,7	1,4	0,8	-
PCB 141	0,2	-	0,2	0,2	0,3	0,2	-
PCB 138	0,2	-	0,2	0,2	0,3	0,2	-
PCB 187	0,2	-	0,3	0,2	0,4	0,3	-
PCB 183	0,1	-	0,1	0,1	0,2	0,1	-
PCB 180	0,4	-	0,5	0,4	0,8	0,5	-
PCB 170	0,6	-	1,0	0,2	1,2	0,4	-
PCB 206	0,1	-	0,1	0,1	0,1	0,1	-
∑ PCB	13,8	-	16,8	10,8	26,5	13,3	-

bla: belirlenen limitin altında, -: örnek alınamadı

Tablo H1 (Devam): DD1 sedimentlerinde bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme Tarihi		
Bileşen	02.04.2010	29.04.2010	21.05.2010
PCB 1	1,5	0,9	1,2
PCB 5	4,1	1,9	2,4
PCB 18	6,3	3,9	6,2
PCB 31	4,8	3,1	3,6
PCB 52	7,3	4,6	5,6
PCB 44	bla	bla	bla
PCB 66	5,2	3,3	4,1
PCB 101	3,2	1,7	2,2
PCB 87	1,3	0,8	1,0
PCB 110	4,4	2,5	3,1
PCB 151	1,4	0,4	0,5
PCB 153	6,8	1,1	1,5
PCB 141	1,3	0,3	0,3
PCB 138	0,3	0,2	0,3
PCB 187	1,9	0,3	0,4
PCB 183	0,7	0,1	0,2
PCB 180	2,2	0,6	0,7
PCB 170	0,7	0,5	0,6
PCB 206	0,1	0,1	0,2
∑ PCB	53,5	26,4	34,2

bla: belirlenen limitin altında

Tablo H2: DD2 sedimentlerinde bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme Tarihi						
Bileşen	28.08.2008	12.09.2008	06.10.2008	17.10.2008	31.10.2008	13.11.2008	28.11.2008
PCB 1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,6
PCB 5	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2	0,1	0,9
PCB 18	1,0	1,3	1,7	1,2	1,2	1,2	2,1
PCB 31	1,1	0,7	1,4	0,8	0,8	0,8	1,8
PCB 52	0,6	0,4	0,9	0,9	0,8	0,5	2,2
PCB 44	bla	bla	bla	bla	0,2	bla	bla
PCB 66	0,9	0,8	2,0	1,0	1,0	0,8	1,8
PCB 101	1,3	1,0	1,5	0,8	0,9	1,0	1,9
PCB 87	0,4	0,3	0,5	0,3	0,3	0,4	0,7
PCB 110	0,9	0,8	1,3	0,9	0,9	0,9	2,1
PCB 151	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,4
PCB 153	1,0	0,9	1,3	0,7	0,7	0,8	1,4
PCB 141	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3
PCB 138	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3
PCB 187	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3
PCB 183	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
PCB 180	0,5	0,4	0,6	0,4	0,3	0,4	0,6
PCB 170	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3
PCB 206	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
∑ PCB	9,3	8,2	13,2	8,7	8,4	8,5	18,0

bla: belirlenen limitin altında

Tablo H2 (Devam): DD2 sedimentlerinde bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme Tarihi						
Bileşen	18.12.2008	05.01.2009	15.01.2009	04.02.2009	26.02.2009	12.03.2009	26.03.2009
PCB 1	0,2	0,2	0,1	0,4	0,4	0,2	0,1
PCB 5	0,2	0,3	0,2	0,5	0,6	0,3	0,1
PCB 18	1,2	2,3	0,8	1,9	2,4	1,3	1,1
PCB 31	0,7	0,9	0,5	0,9	1,3	0,7	0,5
PCB 52	0,8	0,8	0,6	0,9	1,4	0,7	0,2
PCB 44	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 66	0,8	1,1	0,6	1,0	1,5	0,6	0,6
PCB 101	1,3	0,8	0,5	0,6	1,1	0,5	0,6
PCB 87	0,4	0,3	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
PCB 110	1,1	0,9	0,6	0,8	1,2	0,6	0,4
PCB 151	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
PCB 153	0,9	0,7	0,5	0,5	0,9	0,5	0,6
PCB 141	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2
PCB 138	0,4	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2
PCB 187	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
PCB 183	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
PCB 180	0,6	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3
PCB 170	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
PCB 206	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
∑ PCB	10,1	9,8	6,2	8,9	13,0	6,9	5,7

bla: belirlenen limitin altında

Tablo H2 (Devam): DD2 sedimentlerinde bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme Tarihi						
Bileşen	09.04.2009	30.04.2009	14.05.2009	29.05.2009	11.06.2009	25.06.2009	13.07.2009
PCB 1	0,3	0,1	bla	0,2	bla	0,1	0,4
PCB 5	0,4	0,2	bla	0,3	bla	bla	0,6
PCB 18	1,3	1,0	0,3	3,4	0,8	0,5	1,8
PCB 31	0,7	0,6	0,1	1,2	0,2	0,2	0,7
PCB 52	0,9	0,5	bla	0,3	bla	bla	1,1
PCB 44	bla	bla	bla	bla	bla	0,1	0,3
PCB 66	0,8	0,6	0,1	1,7	0,3	0,1	0,9
PCB 101	0,7	0,4	0,2	0,9	0,3	0,2	0,5
PCB 87	0,3	0,2	0,1	0,3	0,2	0,2	0,3
PCB 110	0,8	0,5	0,2	0,6	0,3	0,4	0,9
PCB 151	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2
PCB 153	1,0	0,4	0,3	1,0	0,4	0,4	0,6
PCB 141	0,2	0,1	bla	0,2	0,2	0,2	0,2
PCB 138	0,2	0,2	bla	0,3	0,3	bla	0,3
PCB 187	0,4	0,1	0,1	0,3	0,2	0,2	0,2
PCB 183	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
PCB 180	0,7	0,3	0,2	0,5	0,3	0,4	0,3
PCB 170	0,3	0,1	0,1	0,5	0,2	bla	bla
PCB 206	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	bla	0,1
∑ PCB	9,6	5,8	2,0	12,1	4,1	3,3	9,5

bla: belirlenen limitin altında

Tablo H2 (Devam): DD2 sedimentlerinde bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme Tarihi						
Bileşen	05.08.2009	03.09.2009	17.09.2009	02.10.2009	15.10.2009	04.11.2009	20.11.2009
PCB 1	0,1	0,1	0,2	1,2	0,6	0,7	1,5
PCB 5	0,1	bla	0,3	1,8	0,8	1,2	2,6
PCB 18	2,1	3,1	1,2	5,1	2,7	2,8	5,1
PCB 31	1,1	1,3	0,6	3,5	2,0	1,4	3,4
PCB 52	0,5	0,4	0,8	4,5	2,2	2,5	6,1
PCB 44	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 66	1,4	1,9	0,9	5,1	3,1	1,7	6,0
PCB 101	1,3	1,4	0,5	3,7	1,8	1,0	2,8
PCB 87	0,4	0,4	0,2	1,5	0,7	0,5	1,3
PCB 110	1,0	0,9	0,7	4,7	2,2	1,6	4,1
PCB 151	0,2	0,2	0,1	0,9	0,3	0,2	0,7
PCB 153	1,4	1,3	0,5	3,5	1,7	0,9	2,4
PCB 141	0,2	0,3	0,1	0,6	0,3	0,2	0,4
PCB 138	0,3	0,3	0,2	0,5	0,3	0,2	0,4
PCB 187	0,3	0,3	0,1	0,8	0,4	0,3	0,6
PCB 183	0,2	0,2	0,1	0,3	0,2	0,1	0,2
PCB 180	0,7	0,7	0,3	1,5	0,7	0,5	1,1
PCB 170	1,6	1,4	0,3	0,8	1,1	0,9	1,4
PCB 206	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
∑ PCB	13,0	14,2	7,4	40,1	21,2	16,6	40,2

bla: belirlenen limitin altında

Tablo H2 (Devam): DD2 sedimentlerinde bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme Tarihi					
Bileşen	10.12.2009	30.12.2009	14.01.2010	11.02.2010	25.02.2010	11.03.2010
PCB 1	1,9	0,6	0,2	0,9	0,6	0,6
PCB 5	3,7	1,0	0,4	1,7	1,1	0,9
PCB 18	4,9	1,9	1,1	3,6	3,4	2,5
PCB 31	3,3	1,5	0,7	2,1	1,7	1,3
PCB 52	6,2	2,1	1,0	3,1	2,3	1,7
PCB 44	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 66	4,1	1,8	0,8	2,5	1,9	1,4
PCB 101	2,5	1,1	0,6	1,7	1,3	0,8
PCB 87	1,1	0,5	0,3	0,7	0,6	0,4
PCB 110	3,9	1,6	0,9	2,3	1,8	1,2
PCB 151	0,7	0,3	0,2	0,5	0,3	0,2
PCB 153	2,4	1,0	0,6	1,9	1,1	0,7
PCB 141	0,4	0,2	0,2	0,4	0,3	0,2
PCB 138	0,4	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2
PCB 187	0,6	0,3	0,2	0,6	0,4	0,2
PCB 183	0,3	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1
PCB 180	1,1	0,5	0,4	1,2	0,6	0,4
PCB 170	0,9	0,8	0,9	1,1	0,8	0,6
PCB 206	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
∑ PCB	38,6	15,5	8,9	24,9	18,6	13,6

bla: belirlenen limitin altında

Tablo H2 (Devam): DD2 sedimentlerinde bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme Tarihi	
Bileşen	02.04.2010	29.04.2010
PCB 1	1,5	1,6
PCB 5	3,2	3,2
PCB 18	4,1	7,1
PCB 31	3,2	4,5
PCB 52	6,0	6,7
PCB 44	bla	bla
PCB 66	3,4	4,7
PCB 101	1,6	2,0
PCB 87	0,8	1,0
PCB 110	2,6	2,8
PCB 151	0,5	0,4
PCB 153	1,2	0,9
PCB 141	0,2	0,2
PCB 138	0,7	0,3
PCB 187	0,4	0,2
PCB 183	0,1	0,1
PCB 180	0,6	0,5
PCB 170	0,4	0,5
PCB 206	0,1	0,1
∑ PCB	30,6	36,8

bla: belirlenen limitin altında

EK-I

Tablo I1: Bahar'08 dönemi *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme İstasyonları									
Bileşen	Eskihisar	Tavşancıl	Hereke	Tüpraş Batı	Plajyolu	Sekapark	Vinsan	Değirmendere	Karamürsel	Hersek
PCB 1	0,1	0,2	0,2	bla	*	0,3	0,2	0,1	0,1	0,3
PCB 5	0,2	0,3	0,4	bla	*	0,9	1,2	0,9	0,5	0,9
PCB 18	0,5	3,0	2,4	0,4	*	1,3	1,9	1,0	0,5	1,5
PCB 31	0,5	1,3	2,2	0,3	*	1,3	2,1	1,0	0,8	1,7
PCB 52	3,1	6,8	4,7	0,7	*	9,9	16,3	5,9	4,8	8,4
PCB 44	2,1	0,6	1,1	0,2	*	0,6	0,5	0,3	3,8	1,0
PCB 66	bla	2,2	3,4	0,3	*	3,1	3,0	1,4	1,4	2,7
PCB 101	bla	5,2	3,4	0,7	*	3,4	4,4	1,8	1,5	3,1
PCB 87	0,7	3,7	2,0	0,4	*	1,5	2,7	1,1	0,8	2,0
PCB 110	0,7	3,2	1,6	0,3	*	2,2	3,0	0,9	1,2	2,5
PCB 151	0,4	1,0	0,6	0,2	*	1,2	1,0	0,5	0,4	0,8
PCB 153	bla	5,7	3,6	0,8	*	5,0	4,6	2,1	2,0	3,8
PCB 141	0,2	0,3	0,2	0,2	*	bla	0,2	0,2	0,2	0,3
PCB 187	0,5	1,2	0,8	0,3	*	1,4	0,9	0,6	0,5	0,8
PCB 183	0,3	0,8	0,5	0,3	*	0,9	0,6	0,4	0,4	0,5
PCB 180	0,3	0,8	0,5	0,3	*	0,7	0,7	0,4	0,3	0,5
PCB 170	0,2	0,3	0,2	0,2	*	0,3	bla	0,2	0,2	0,2
PCB 206	bla	bla	0,1	bla	*	0,2	bla	bla	bla	bla
∑ PCB	9,8	36,7	28,1	5,4	*	34,2	43,1	18,8	19,4	31,0

bla: belirlenen limitin altında, *: analiz edilemedi

Tablo I2: Yaz'08 dönemi *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme İstasyonları									
Bileşen	Eskihisar	Tavşancıl	Hereke	Tüpraş Batı	Plajyolu	Sekapark	Vinsan	Değirmendere	Karamürsel	Hersek
PCB 1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,4	0,6	0,1	0,2
PCB 5	0,2	1,0	0,2	1,1	bla	0,3	0,5	0,9	0,1	0,9
PCB 18	0,3	1,5	0,5	1,4	0,9	0,3	1,5	0,2	0,1	0,3
PCB 31	0,3	1,6	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2	bla	0,3
PCB 52	2,7	9,3	1,0	4,3	1,0	0,9	0,2	0,9	0,4	0,7
PCB 44	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	1,9
PCB 66	0,5	1,2	0,3	bla	0,2	0,1	0,3	0,7	bla	0,8
PCB 101	1,2	3,5	1,0	1,6	0,4	1,0	1,1	0,7	0,1	1,8
PCB 87	0,8	2,9	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,5	1,8	0,6
PCB 110	0,9	3,1	0,4	0,7	0,4	0,9	0,4	0,4	0,2	0,7
PCB 151	0,4	1,1	0,3	0,4	0,2	0,4	0,7	0,3	0,1	0,4
PCB 153	1,5	3,9	0,6	0,8	0,6	1,3	1,3	0,7	0,3	1,4
PCB 141	0,4	0,3	0,4	0,6	0,5	0,5	0,6	0,3	0,4	1,6
PCB 187	0,5	0,8	0,3	0,4	0,3	0,6	0,4	1,0	0,2	0,6
PCB 183	0,4	0,6	0,3	0,4	0,9	0,5	0,4	0,3	0,3	0,5
PCB 180	0,5	0,5	0,4	0,6	0,4	0,6	0,6	0,3	0,4	0,7
PCB 170	0,4	0,3	0,3	0,5	0,5	0,4	0,4	0,6	0,3	1,5
PCB 206	bla	bla	bla	0,3	0,3	0,3	0,7	0,7	0,3	0,8
∑ PCB	11,3	31,8	7,0	13,9	7,4	8,9	10,2	9,2	5,1	15,8

bla: belirlenen limitin altında

Tablo I3: Güz'08 dönemi *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme İstasyonları									
Bileşen	Eskihisar	Tavşancıl	Hereke	Tüpraş Batı	Plajyolu	Sekapark	Vinsan	Değirmendere	Karamürsel	Hersek
PCB 1	0,1	0,1	0,1	bla	bla	bla	0,1	bla	bla	0,1
PCB 5	bla	0,1	0,4	bla	0,1	0,1	0,1	bla	bla	bla
PCB 18	bla	bla	0,9	bla	0,3	0,5	0,2	0,1	0,1	0,1
PCB 31	0,2	0,3	0,6	0,2	bla	0,2	0,2	bla	0,1	0,1
PCB 52	1,9	1,7	3,8	1,3	1,1	1,1	1,2	0,3	0,6	1,0
PCB 44	bla	bla	bla	bla	1,9	bla	3,3	bla	4,2	36,6
PCB 66	0,3	0,5	1,2	0,3	0,1	0,5	0,3	bla	bla	0,2
PCB 101	0,9	1,1	1,6	1,0	0,4	1,1	0,6	0,2	0,2	0,3
PCB 87	0,8	1,1	1,4	0,7	0,5	0,7	0,6	0,4	0,4	0,6
PCB 110	0,7	0,9	1,3	0,6	0,3	0,7	0,5	0,2	0,3	0,4
PCB 151	0,6	0,5	0,6	0,4	0,2	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2
PCB 153	1,3	2,0	2,3	1,6	0,5	1,8	0,8	0,4	0,6	0,8
PCB 141	bla	0,4	0,4	bla	bla	0,4	0,3	bla	0,3	0,3
PCB 187	0,6	0,6	0,6	0,5	0,3	0,7	0,3	0,3	0,3	0,4
PCB 183	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,3	0,3	0,4	0,4
PCB 180	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,3	0,3	0,4	0,4
PCB 170	0,4	0,4	bla	0,3	bla	0,3	bla	bla	bla	bla
PCB 206	0,6	0,4	bla	0,3	bla	bla	0,3	0,3	1,0	bla
∑ PCB	9,4	10,8	16,0	8,0	6,4	9,7	9,5	2,9	9,2	42,0

bla: belirlenen limitin altında

Tablo I4: Kış'09 dönemi *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme İstasyonları									
Bileşen	Eskihisar	Tavşancıl	Hereke	Tüpraş Batı	Plajyolu	Sekapark	Vinsan	Değirmendere	Karamürsel	Hersek
PCB 1	bla	bla	0,1	bla	0,1	bla	0,1	bla	bla	bla
PCB 5	bla	bla	bla	bla	0,1	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 18	bla	bla	bla	0,4	0,1	0,1	0,1	bla	0,1	bla
PCB 31	bla	bla	bla	bla	bla	0,1	0,1	bla	bla	bla
PCB 52	0,6	bla	0,3	5,9	0,6	bla	bla	0,6	0,4	0,4
PCB 44	bla	bla	bla	12,8	bla	bla	7,4	bla	bla	bla
PCB 66	bla	bla	bla	bla	bla	bla	0,1	bla	bla	bla
PCB 101	0,3	bla	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,1	0,2
PCB 87	0,4	bla	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	bla
PCB 110	0,3	bla	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	bla	0,2	bla
PCB 151	0,2	bla	bla	bla	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2
PCB 153	0,4	bla	0,4	0,3	0,3	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4
PCB 141	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	0,3	bla	0,4
PCB 187	0,3	bla	0,3	0,3	0,2	0,4	0,3	0,3	0,3	bla
PCB 183	0,3	bla	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	bla	bla	bla
PCB 180	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 170	0,3	0,3	bla	bla	0,3	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 206	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	0,3	bla
∑ PCB	3,0	0,3	2,1	20,8	2,8	2,8	9,8	2,3	2,2	1,6

bla: belirlenen limitin altında

Tablo I5: Bahar'09 dönemi *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme İstasyonları									
Bileşen	Eskihisar	Tavşancıl	Hereke	Tüpraş Batı	Plajyolu	Sekapark	Vinsan	Değirmendere	Karamürsel	Hersek
PCB 1	bla	0,1	0,1	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 5	0,8	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2	bla	bla	0,3	0,2
PCB 18	0,2	0,5	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	bla
PCB 31	0,1	0,3	0,2	0,1	bla	0,1	0,1	bla	0,2	bla
PCB 52	1,5	2,9	1,1	1,2	0,5	1,5	0,6	0,2	1,3	bla
PCB 44	2,7	0,6	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	0,5
PCB 66	0,1	0,3	0,1	0,1	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 101	0,3	0,4	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2
PCB 87	0,4	0,5	0,5	0,4	bla	0,4	0,4	0,3	0,5	0,4
PCB 110	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2
PCB 151	0,2	0,2	0,2	0,2	bla	0,2	0,1	0,1	bla	0,2
PCB 153	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,5	0,3	0,3	0,4	0,3
PCB 141	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 187	0,3	0,3	0,4	0,3	bla	0,3	bla	bla	bla	bla
PCB 183	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3
PCB 180	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	bla
PCB 170	0,3	0,3	0,4	0,3	bla	0,3	0,3	bla	bla	bla
PCB 206	bla	bla	bla	bla	0,3	bla	bla	bla	bla	bla
∑ PCB	8,4	8,2	5,3	4,4	2,4	4,9	3,2	2,2	4,1	2,2

bla: belirlenen limitin altında

Tablo I6: Yaz'09 dönemi *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme İstasyonları									
Bileşen	Eskihisar	Tavşancıl	Hereke	Tüpraş Batı	Plajyolu	Sekapark	Vinsan	Değirmendere	Karamürsel	Hersek
PCB 1	0,1	bla	0,1	-	bla	0,1	bla	bla	bla	bla
PCB 5	0,6	0,8	0,7	-	0,2	0,5	0,1	0,1	0,4	bla
PCB 18	0,3	0,5	0,5	-	0,3	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
PCB 31	0,4	0,4	0,4	-	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	bla
PCB 52	2,2	2,0	1,9	-	1,0	1,0	1,3	0,3	0,9	0,4
PCB 44	bla	bla	bla	-	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 66	0,7	0,8	0,6	-	0,2	0,3	0,2	bla	0,1	bla
PCB 101	1,5	1,2	0,8	-	0,3	0,9	0,5	0,1	0,3	0,2
PCB 87	0,9	1,1	0,9	-	0,5	0,6	0,5	0,4	0,5	0,4
PCB 110	1,1	1,0	0,8	-	0,3	0,6	0,4	0,2	0,3	0,2
PCB 151	0,5	0,4	0,3	-	0,2	0,6	0,2	0,2	0,2	0,2
PCB 153	2,0	1,7	1,2	-	0,5	1,9	0,6	0,4	0,5	0,4
PCB 141	0,3	0,4	0,3	-	bla	0,4	0,3	bla	0,3	0,3
PCB 187	0,6	0,5	0,4	-	0,3	0,9	0,3	0,3	0,3	0,3
PCB 183	0,5	0,4	0,4	-	0,3	0,6	0,3	0,3	0,3	0,3
PCB 180	0,5	0,4	0,4	-	0,4	0,9	0,5	bla	0,4	0,3
PCB 170	0,3	0,3	bla	-	bla	0,5	0,3	bla	bla	bla
PCB 206	0,3	bla	bla	-	0,3	0,4	bla	bla	0,3	bla
∑ PCB	12,8	11,9	9,4	-	5,1	10,5	5,9	2,5	5,1	3,1

bla: belirlenen limitin altında, -: örnek alınamadı

Tablo I7: Güz'09 dönemi *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme İstasyonları									
Bileşen	Eskihisar	Tavşancıl	Hereke	Tüpraş Batı	Plajyolu	Sekapark	Vinsan	Değirmendere	Karamürsel	Hersek
PCB 1	bla	0,1	bla	0,1	0,1	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 5	0,1	0,3	0,7	0,4	0,4	0,1	0,1	bla	0,1	0,3
PCB 18	0,1	0,6	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1
PCB 31	bla	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	bla	bla	bla
PCB 52	0,5	1,3	1,0	0,9	1,1	0,2	0,4	0,1	0,3	0,3
PCB 44	bla	bla	6,0	bla	bla	bla	bla	3,0	bla	2,4
PCB 66	bla	0,3	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	bla	bla	bla
PCB 101	0,2	0,5	0,3	0,3	0,3	0,7	0,4	0,2	0,1	0,2
PCB 87	0,5	0,8	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5
PCB 110	0,3	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,2	0,3
PCB 151	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,5	0,2	0,2	0,1	0,2
PCB 153	0,6	1,0	0,7	0,6	0,5	1,9	0,7	0,4	0,3	0,5
PCB 141	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,5	0,3	0,3	0,3	bla
PCB 187	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,9	0,3	0,3	0,3	0,4
PCB 183	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,6	0,3	0,3	0,3	0,4
PCB 180	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5
PCB 170	bla	0,4	bla	bla	0,3	0,4	0,3	bla	bla	0,4
PCB 206	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
∑ PCB	4,1	8,0	12,2	5,0	5,5	7,6	4,7	6,0	3,1	6,6

bla: belirlenen limitin altında

Tablo I8: Kış'10 dönemi *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme İstasyonları									
Bileşen	Eskihisar	Tavşancıl	Hereke	Tüpraş Batı	Plajyolu	Sekapark	Vinsan	Değirmendere	Karamürsel	Hersek
PCB 1	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	0,1	bla
PCB 5	0,1	bla	bla	bla	bla	bla	bla	0,1	0,3	0,1
PCB 18	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,1	0,5	0,1
PCB 31	0,1	0,1	bla	0,1	0,1	bla	0,2	bla	0,2	bla
PCB 52	0,6	0,5	0,2	0,1	4,2	0,4	0,7	0,4	1,1	0,2
PCB 44	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 66	bla	bla	bla	bla	bla	bla	0,1	bla	0,1	bla
PCB 101	0,3	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1
PCB 87	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4
PCB 110	0,3	0,3	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,2
PCB 151	0,2	0,1	bla	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
PCB 153	0,5	0,4	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,3
PCB 141	0,4	0,3	bla	0,3	bla	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3
PCB 187	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
PCB 183	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3
PCB 180	0,4	0,4	0,5	bla	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	bla
PCB 170	bla	bla	bla	bla	bla	bla	0,3	bla	bla	bla
PCB 206	bla	bla	bla	bla	0,3	bla	bla	bla	0,3	bla
∑ PCB	4,2	3,3	2,5	2,9	7,6	3,8	4,8	3,9	5,9	2,7

bla: belirlenen limitin altında

Tablo I9: Bahar'10 dönemi *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme İstasyonları									
Bileşen	Eskihisar	Tavşancıl	Hereke	Tüpraş Batı	Plajyolu	Sekapark	Vinsan	Değirmendere	Karamürsel	Hersek
PCB 1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
PCB 5	0,2	0,2	0,3	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1
PCB 18	0,8	1,2	1,8	0,4	0,7	0,9	0,4	0,4	0,8	0,4
PCB 31	0,4	0,5	0,8	0,2	0,3	0,5	0,2	0,2	0,4	0,2
PCB 52	2,8	3,6	4,3	1,3	3,3	2,7	1,6	1,1	1,7	1,1
PCB 44	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 66	0,5	0,7	0,9	0,2	0,4	0,7	0,3	0,2	0,4	0,2
PCB 101	0,5	0,5	0,6	0,3	0,6	0,9	0,5	0,3	0,4	0,3
PCB 87	0,6	0,7	0,9	0,5	0,6	0,8	0,6	0,4	0,6	0,4
PCB 110	0,5	0,5	0,6	0,3	0,5	0,7	0,5	0,3	0,4	0,3
PCB 151	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2
PCB 153	0,6	0,5	0,6	0,5	0,8	1,3	0,9	0,5	0,6	0,4
PCB 141	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3
PCB 187	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3
PCB 183	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3
PCB 180	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4
PCB 170	bla	bla	bla	bla	bla	0,3	bla	bla	bla	bla
PCB 206	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	0,4	bla	0,3
∑ PCB	8,7	10,3	12,6	5,4	9,2	11,3	7,1	5,2	7,0	5,0

bla: belirlenen limitin altında

EK-J

Tablo J1: Bahar'08 dönemi *Ulva lactuca* örneklerinde bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme İstasyonları									
Bileşen	Eskihisar	Tavşancıl	Hereke	Tüpraş Batı	Plajyolu	Sekapark	Vinsan	Değirmendere	Karamürsel	Hersek
PCB 1	0,8	0,1	*	*	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 5	bla	0,2	*	*	0,2	0,1	0,1	0,3	0,3	1,0
PCB 18	0,9	0,5	*	*	0,1	bla	bla	bla	0,1	bla
PCB 31	1,7	0,3	*	*	0,1	bla	0,2	bla	bla	0,1
PCB 52	0,9	0,3	*	*	bla	0,1	0,2	0,0	bla	0,2
PCB 44	1,7	bla	*	*	1,8	bla	1,9	1,6	bla	0,6
PCB 66	bla	0,2	*	*	bla	0,0	0,1	bla	bla	0,0
PCB 101	0,4	0,1	*	*	bla	0,0	0,1	bla	bla	0,1
PCB 87	0,6	0,1	*	*	0,4	bla	0,1	0,4	1,0	bla
PCB 110	0,4	0,2	*	*	bla	0,1	0,3	0,1	bla	0,2
PCB 151	0,4	0,1	*	*	bla	0,0	0,1	bla	0,2	0,2
PCB 153	bla	0,1	*	*	bla	0,1	0,2	bla	bla	0,2
PCB 141	0,5	bla	*	*	0,1	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 138	0,6	bla	*	*	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 187	1,4	0,1	*	*	0,1	0,1	0,1	bla	bla	0,2
PCB 183	bla	0,1	*	*	bla	0,1	0,1	bla	bla	0,2
PCB 180	0,3	0,2	*	*	bla	0,1	0,1	bla	0,3	0,3
PCB 170	0,3	0,1	*	*	bla	bla	0,1	bla	bla	0,3
PCB 206	bla	bla	*	*	bla	bla	bla	bla	bla	bla
∑ PCB	11,0	2,7	*	*	2,8	0,7	3,7	2,4	2,0	3,6

bla: belirlenen limitin altında, *: analiz edilemedi

Tablo J2: Yaz'08 dönemi *Ulva lactuca* örneklerinde bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme İstasyonları									
Bileşen	Eskihisar	Tavşancıl	Hereke	Tüpraş Batı	Plajyolu	Sekapark	Vinsan	Değirmendere	Karamürsel	Hersek
PCB 1	0,6	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 5	0,4	0,2	0,3	bla	bla	0,0	5,9	0,6	2,1	1,1
PCB 18	1,8	bla	0,6	bla	0,2	bla	bla	bla	bla	0,4
PCB 31	0,2	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 52	0,8	bla	bla	bla	0,2	1,5	bla	0,1	bla	bla
PCB 44	0,2	bla	bla	bla	bla	bla	bla	3,8	1,9	4,2
PCB 66	bla	bla	bla	bla	bla	0,1	bla	bla	bla	bla
PCB 101	bla	bla	bla	bla	0,2	bla	bla	bla	bla	0,2
PCB 87	0,5	0,3	bla	bla	bla	bla	0,6	0,8	bla	1,8
PCB 110	0,5	0,3	0,5	0,5	bla	0,6	bla	0,3	0,3	bla
PCB 151	0,3	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	0,3
PCB 153	0,5	0,3	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	0,4
PCB 141	0,8	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 138	1,1	bla	0,7	bla	0,6	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 187	bla	bla	0,6	bla	0,4	0,5	bla	0,4	bla	0,5
PCB 183	bla	bla	bla	bla	0,5	bla	bla	bla	bla	0,5
PCB 180	0,9	0,5	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	0,6
PCB 170	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	0,6
PCB 206	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	0,5
∑ PCB	8,8	1,5	2,7	0,5	2,1	2,8	6,5	6,04	4,3	11,1

bla: belirlenen limitin altında

Tablo J3: Güz'08 dönemi *Ulva lactuca* örneklerinde bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme İstasyonları									
Bileşen	Eskihisar	Tavşancıl	Hereke	Tüpraş Batı	Plajyolu	Sekapark	Vinsan	Değirmendere	Karamürsel	Hersek
PCB 1	bla	bla	bla	bla	bla	bla	0,1	0,2	0,2	bla
PCB 5	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	0,1	0,0	bla
PCB 18	0,1	0,2	0,2	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 31	bla	bla	bla	bla	bla	0,0	bla	bla	bla	bla
PCB 52	bla	3,9	bla	0,0	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 44	bla	7,3	6,0	bla	bla	bla	0,1	bla	bla	bla
PCB 66	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 101	bla	bla	0,1	0,0	0,0	0,1	bla	bla	bla	bla
PCB 87	bla	bla	bla	bla	bla	0,6	0,3	bla	bla	bla
PCB 110	0,3	bla	0,4	0,4	0,2	1,2	0,3	bla	bla	0,3
PCB 151	bla	bla	0,2	bla	bla	0,4	bla	bla	0,3	bla
PCB 153	0,2	bla	0,3	bla	bla	0,6	bla	bla	bla	0,3
PCB 141	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 138	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 187	bla	bla	0,3	bla	bla	0,7	0,3	bla	bla	bla
PCB 183	bla	bla	bla	bla	bla	0,8	bla	bla	bla	bla
PCB 180	0,4	0,8	bla	0,5	0,4	1,1	0,6	0,4	0,7	0,6
PCB 170	0,4	bla	0,5	bla	bla	1,0	bla	bla	bla	bla
PCB 206	0,3	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
∑ PCB	1,6	12,2	8,1	1,0	0,6	6,6	1,8	0,7	1,2	1,3

bla: belirlenen limitin altında

Tablo J4: Kış'09 dönemi *Ulva lactuca* örneklerinde bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme İstasyonları									
Bileşen	Eskihisar	Tavşancıl	Hereke	Tüpraş Batı	Plajyolu	Sekapark	Vinsan	Değirmendere	Karamürsel	Hersek
PCB 1	0,1	bla	bla	-	0,3	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
PCB 5	0,0	0,2	0,1	-	0,4	0,7	0,2	0,3	0,0	0,7
PCB 18	bla	0,1	0,1	-	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
PCB 31	bla	0,1	bla	-	0,2	0,0	bla	0,1	0,0	bla
PCB 52	bla	0,1	bla	-	0,3	0,1	bla	bla	0,0	0,0
PCB 44	bla	bla	bla	-	0,2	1,1	bla	bla	bla	1,9
PCB 66	bla	bla	bla	-	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 101	bla	bla	bla	-	0,2	0,1	bla	bla	0,1	0,1
PCB 87	0,3	0,6	0,5	-	0,9	0,3	0,5	0,9	0,3	0,4
PCB 110	0,2	bla	0,4	-	0,3	0,6	0,3	0,6	0,3	0,4
PCB 151	bla	bla	bla	-	0,2	0,2	bla	0,2	bla	bla
PCB 153	0,2	0,3	0,4	-	bla	0,4	bla	0,3	bla	0,3
PCB 141	bla	bla	bla	-	0,3	0,4	bla	bla	bla	bla
PCB 138	bla	0,6	bla	-	bla	bla	bla	bla	bla	0,4
PCB 187	0,3	0,5	0,5	-	0,4	0,4	bla	bla	0,3	0,3
PCB 183	bla	bla	bla	-	bla	0,4	bla	bla	bla	bla
PCB 180	bla	0,6	bla	-	bla	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
PCB 170	0,4	bla	0,6	-	bla	0,5	bla	bla	bla	bla
PCB 206	bla	bla	bla	-	bla	bla	bla	bla	bla	bla
∑ PCB	1,7	3,2	2,7	-	3,8	5,9	1,9	3,2	1,9	5,2

bla: belirlenen limitin altında, - :örnek alınamadı

Tablo J5: Bahar'09 dönemi *Ulva lactuca* örneklerinde bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme İstasyonları									
Bileşen	Eskihisar	Tavşancıl	Hereke	Tüpraş Batı	Plajyolu	Sekapark	Vinsan	Değirmendere	Karamürsel	Hersek
PCB 1	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 5	0,1	0,3	0,2	0,2	1,7	0,7	0,2	0,2	0,2	2,7
PCB 18	0,3	0,2	0,2	0,3	bla	bla	bla	bla	0,2	bla
PCB 31	0,0	0,1	bla	bla	bla	0,0	bla	bla	0,1	0,1
PCB 52	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,0	0,2	0,3	0,4
PCB 44	bla	0,1	bla	bla	1,7	2,8	bla	bla	bla	3,3
PCB 66	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 101	0,1	0,1	bla	bla	bla	0,3	bla	bla	bla	bla
PCB 87	0,5	0,6	0,8	0,7	1,7	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 110	0,5	0,6	0,6	0,6	0,4	0,6	bla	bla	0,4	0,6
PCB 151	bla	bla	bla	bla	bla	0,5	bla	bla	0,3	bla
PCB 153	0,4	0,5	0,5	0,5	bla	0,6	bla	bla	0,4	bla
PCB 141	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 138	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 187	0,5	bla	bla	bla	bla	0,5	bla	0,6	bla	bla
PCB 183	bla	bla	bla	0,7	bla	0,6	bla	bla	bla	bla
PCB 180	bla	bla	bla	bla	bla	0,8	bla	bla	bla	bla
PCB 170	0,8	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 206	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
∑ PCB	3,3	2,8	2,5	3,2	5,6	7,4	0,3	1,0	1,9	7,0

bla: belirlenen limitin altında

Tablo J6: Yaz'09 dönemi *Ulva lactuca* örneklerinde bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme İstasyonları									
Bileşen	Eskihisar	Tavşancıl	Hereke	Tüpraş Batı	Plajyolu	Sekapark	Vinsan	Değirmendere	Karamürsel	Hersek
PCB 1	0,4	bla	bla	bla	bla	bla	bla	0,2	0,2	bla
PCB 5	0,6	1,2	0,2	1,3	3,2	0,2	0,3	0,3	0,5	2,9
PCB 18	0,3	0,2	0,1	bla	0,1	bla	0,3	bla	bla	bla
PCB 31	0,6	bla	0,2	bla	bla	0,0	0,1	bla	bla	bla
PCB 52	0,9	bla	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	bla
PCB 44	bla	bla	bla	2,2	2,9	bla	0,8	bla	bla	3,4
PCB 66	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 101	bla	bla	bla	bla	bla	0,3	0,0	0,1	bla	bla
PCB 87	0,5	0,7	0,7	0,5	1,5	0,6	0,3	0,4	0,6	0,6
PCB 110	0,4	0,6	0,5	0,3	0,4	0,5	bla	0,3	0,4	0,4
PCB 151	0,3	0,4	0,3	bla	bla	0,7	0,2	0,2	bla	bla
PCB 153	0,4	0,5	bla	bla	bla	1,0	0,3	0,3	bla	bla
PCB 141	bla	bla	bla	bla	bla	0,6	bla	bla	bla	bla
PCB 138	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	0,5	bla	bla
PCB 187	bla	bla	bla	0,4	bla	0,9	bla	bla	0,4	bla
PCB 183	bla	bla	bla	bla	bla	0,8	bla	bla	bla	bla
PCB 180	0,7	bla	bla	bla	bla	1,0	bla	bla	bla	bla
PCB 170	bla	bla	bla	0,6	bla	0,8	bla	0,5	bla	bla
PCB 206	0,5	bla	bla	bla	bla	bla	bla	0,5	bla	0,6
∑ PCB	5,6	3,7	2,1	5,4	8,1	7,5	2,3	3,7	2,0	7,9

bla: belirlenen limitin altında

Tablo J7: Güz'09 dönemi *Ulva lactuca* örneklerinde bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme İstasyonları									
Bileşen	Eskihisar	Tavşancıl	Hereke	Tüpraş Batı	Plajyolu	Sekapark	Vinsan	Değirmendere	Karamürsel	Hersek
PCB 1	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 5	bla	0,1	0,1	bla	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	9,2
PCB 18	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 31	bla	0,0	0,1	0,0	bla	bla	bla	0,0	0,0	0,0
PCB 52	bla	bla	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PCB 44	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 66	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 101	0,3	0,1	bla	0,1	bla	bla	0,1	bla	0,1	bla
PCB 87	0,5	0,3	0,5	0,5	0,9	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4
PCB 110	bla	bla	0,3	0,5	0,2	bla	0,4	0,3	0,3	bla
PCB 151	0,3	bla	bla	bla	bla	0,3	bla	bla	bla	bla
PCB 153	bla	bla	0,4	bla	bla	0,4	bla	bla	bla	bla
PCB 141	0,0	bla	0,5	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 138	0,9	bla	bla	bla	0,4	0,6	bla	bla	bla	0,6
PCB 187	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 183	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 180	1,3	bla	0,6	0,6	bla	0,7	bla	0,6	0,5	0,7
PCB 170	0,8	bla	bla	bla	0,4	bla	bla	bla	0,5	0,6
PCB 206	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
∑ PCB	4,0	0,5	2,5	2,0	2,0	2,9	1,2	1,5	1,8	11,6

bla: belirlenen limitin altında

Tablo J8: Kış'10 dönemi *Ulva lactuca* örneklerinde bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme İstasyonları									
Bileşen	Eskihisar	Tavşancıl	Hereke	Tüpraş Batı	Plajyolu	Sekapark	Vinsan	Değirmendere	Karamürsel	Hersek
PCB 1	bla	bla	bla	0,1	bla	-	-	-	-	-
PCB 5	0,7	0,3	0,5	0,1	bla	-	-	-	-	-
PCB 18	bla	bla	bla	bla	bla	-	-	-	-	-
PCB 31	0,0	bla	bla	0,0	bla	-	-	-	-	-
PCB 52	0,1	0,0	bla	0,1	bla	-	-	-	-	-
PCB 44	4,1	2,4	3,2	0,3	bla	-	-	-	-	-
PCB 66	bla	bla	bla	bla	bla	-	-	-	-	-
PCB 101	bla	bla	bla	0,1	bla	-	-	-	-	-
PCB 87	0,4	0,4	0,5	0,8	1,2	-	-	-	-	-
PCB 110	0,3	0,3	bla	0,2	0,3	-	-	-	-	-
PCB 151	bla	bla	bla	0,1	bla	-	-	-	-	-
PCB 153	0,3	bla	bla	0,2	bla	-	-	-	-	-
PCB 141	bla	bla	bla	bla	bla	-	-	-	-	-
PCB 138	bla	bla	bla	bla	bla	-	-	-	-	-
PCB 187	bla	bla	bla	0,2	bla	-	-	-	-	-
PCB 183	bla	bla	bla	bla	bla	-	-	-	-	-
PCB 180	0,6	bla	bla	0,4	0,5	-	-	-	-	-
PCB 170	bla	bla	0,4	bla	bla	-	-	-	-	-
PCB 206	bla	bla	bla	bla	bla	-	-	-	-	-
∑ PCB	6,6	3,4	4,5	2,7	1,9	-	-	-	-	-

bla: belirlenen limitin altında, -: örnek alınamadı

Tablo J9: Bahar'10 dönemi *Ulva lactuca* örneklerinde bireysel ve ∑PCB konsantrasyonları (ng/g kuru ağırlık)

	Örnekleme İstasyonları									
Bileşen	Eskihisar	Tavşancıl	Hereke	Tüpraş Batı	Plajyolu	Sekapark	Vinsan	Değirmendere	Karamürsel	Hersek
PCB 1	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 5	0,1	bla	0,3	0,0	0,1	1,5	0,0	bla	0,4	1,6
PCB 18	bla	bla	0,3	bla	bla	0,5	bla	bla	bla	bla
PCB 31	0,1	0,2	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	bla	bla	bla
PCB 52	bla	0,2	0,1	0,4	bla	0,3	0,0	0,1	bla	0,1
PCB 44	0,1	bla	1,7	bla	bla	3,8	bla	bla	4,4	0,6
PCB 66	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 101	0,1	bla	bla	0,1	bla	0,1	bla	0,1	bla	bla
PCB 87	0,5	0,7	0,9	0,8	1,0	0,8	0,5	0,9	1,0	0,8
PCB 110	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3	0,4	0,3	0,6	bla	0,6
PCB 151	bla	bla	bla	bla	bla	bla	0,2	bla	bla	bla
PCB 153	bla	bla	bla	bla	0,2	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 141	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 138	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
PCB 187	bla	bla	bla	0,4	0,3	0,6	bla	bla	bla	bla
PCB 183	bla	bla	bla	bla	bla	0,6	bla	bla	bla	bla
PCB 180	bla	bla	bla	bla	0,4	0,7	bla	0,9	bla	1,1
PCB 170	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	1,1
PCB 206	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla	bla
∑ PCB	1,1	1,5	3,8	2,4	2,3	9,3	1,2	2,5	5,8	5,8

bla: belirlenen limitin altında

ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Bulgaristan-Silistra'da doğdu. 2003 yılında İzmit Mehmet Akif Ersoy Anadolu Lisesi'nden mezun olduktan sonra 2004 yılında Akdeniz Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'nü kazandı ve 2008 yılında mezun oldu. Aynı yıl Kocaeli Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'nde yüksek lisans eğitimine başladı. 2011 yılında 6 ay süreyle İtalya'nın Firenze Üniversitesi Biyoloji Bölümü'nde Erasmus öğrencisi olarak eğitim gördü. İyi düzeyde İngilizce, orta düzeyde İtalyanca ve Bulgarca bilmektedir.