



T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ VE TEKNOLOJİSİ
ENSTİTÜSÜ



**LADY TUNA'DAN KAYNAKLANAN
PETROL SIZINTISININ ETKİLERİNİN
ILDIRI KÖRFEZİ (ÇEŞME)'NDE İNCELENMESİ**

YARARLANICI:

T.C. İZMİR VALİLİĞİ
ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK İL
MÜDÜRLÜĞÜ

WANG TAT CORPORATION
PTE, LTD.



Temmuz, 2017 / İzmir

ARAŞTIRMA VE DEĞERLENDİRME EKİBİ

Proje Yönetimi

İmza

Prof.Dr. Erdeniz ÖZEL	Proje Başkanı
Prof.Dr. Aynur KONTAŐ	Proje Koordinatörü
Prof.Dr. Gökdeniz NEŐER	Proje DanıŐmanı
AraŐ.Gör.Dr. Enis DARILMAZ	Sefer Koordinatörü

Kimyasal OŞinografi

Prof.Dr. Aynur KONTAŐ
Prof.Dr. Esin SUZER
Dr. Oya ALTAY
AraŐ.Gör.Dr. Enis DARILMAZ
AraŐ.Gör. Hakan ALYÜRÜK
Mustafa BİLGİN (Doktora Öğrencisi)
Selin SEVGİ (Yüksek Lisans Öğrencisi)

Biyolojik OŞinografi

Prof.Dr. Ferah YILMAZ
Doç.Dr. Őermin AÇIK ÇINAR
AraŐ.Gör.Dr. Elif CAN YILMAZ
Uzm.Dr. Sinem ÖNEN
Uzm.Dr. Banu BİTLİS BAKIR
Özge ÖZGEN (Doktora Öğrencisi)
İlkin BAKAL (Yüksek Lisans Öğrencisi)

Fiziksel OŞinografi

Doç.Dr. Murat GÜNDÜZ

Jeoloji

Öğr.Gör.Dr. Mustafa EFTELİOĞLU
Gamze KORDACI UZKUÇ (Tekniker)

Su Altı Görüntüleme

Öğr.Gör.Dr. BarıŐ AKÇALI
Vahit ALAN (Su Ürünleri Mühendisi – Profesyonel Dalgıç)

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ.....	9
2. MATERYAL VE METOT	12
2.1. Kimyasal Örneklemesi.....	12
2.2. Çözünmüş Oksijen Tayini	13
2.3. Suda BTEX Tayini	13
2.4. Suda PAH Bileşikleri Tayini	13
2.5. Jeolojik Çalışmalar	13
2.6. Sedimentte TOK Analizi.....	14
2.7. Sedimentte PAH Bileşikleri Tayini.....	14
2.8. Organizmada PAH Bileşikleri Tayini	15
2.9. Organizmada Biyoişaretçi Enzimlerin Analizleri	15
2.9.1 CAT Aktivitesi Ölçümü.....	16
2.9.2 AChE Aktivitesi Ölçümü.....	16
2.10. Organizmada Lipid Peroksidasyon Düzeylerinin Tayini.....	16
2.11. Bentik Örneklemesi ve Laboratuvar İşlemleri.....	19
2.12. Bentik Türlerin Veri Analizi.....	20
2.13. Sualtı Gözlemleri	22
3. BULGULAR	25
3.1. Deniz Suyunda Fiziksel Ölçümler	25
3.2. Petrol Dağılım Modeli	31
3.3. Deniz Suyunda Çözünmüş Oksijen.....	35
3.4. Deniz Suyunda BTEX.....	35
3.5. Deniz Suyunda Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar.....	45
3.6. Jeolojik Çalışmalar	71
3.7. Sedimentte Toplam Organik Karbon.....	78
3.8. Sedimentte Hegzanla Ekstrakte Olabilen Organik Madde.....	78
3.9. Sedimentte Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar.....	78
3.10. Organizmada Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar	106
3.11. Organizmada Biyoişaretçi Enzimlerin Analizleri	111
3.12. Organizmada Lipid Peroksidasyon Düzeylerinin Tayini.....	114
3.13. Bentik Türlerin Analizleri	116
3.14. Sualtı Gözlemleri	128
4. SONUÇLAR.....	137
5. REFERANSLAR	141

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1. Örnekleme istasyonlarının koordinatları	10
Tablo 2.2. Balık çiftliklerinden örneklenen levrek, çipura ve midyelere ait boy ve ağırlık verileri	13
Tablo 2.3. Bentik örnekleme istasyonlarına ait koordinat, derinlik ve biyotop bilgileri	17
Tablo 3.1. Deniz suyunda ölçülen fiziksel ve kimyasal parametreler	23
Tablo 3.2. Deniz suyunda ölçülen BTEX bileşikleri ve Toplam BTEX değerleri (ng/L) (Y: Yüzey, D: Dip)	34
Tablo 3.3. Deniz suyunda BTEX bileşiklerinin aralıkları ve limit değerleri	35
Tablo 3.4. Deniz suyunda ölçülen PAH bileşikleri ve Toplam PAH değerleri (ng/L) (Y: Yüzey, D: Dip)	45
Tablo 3.5. Deniz suyunda PAH bileşiklerinin aralıkları ve limit değerleri	46
Tablo 3.6. PAH kaynaklarını belirlemede kullanılan oranlar (LMW: Düşük molekül ağırlıklı PAH bileşikleri, HMW: Yüksek molekül ağırlıklı PAH bileşikleri)	47
Tablo 3.7 Çalışma istasyonlarındaki sedimentlerin dane boyu dağılımları	71
Tablo 3.8. Sedimentte Polisiklik aromatik hidrokarbonların istasyonlara göre dağılımı (ng/g)	80
Tablo 3.9. Çalışma bölgesi sedimentlerinde ölçülen PAH bileşikleri ile Toplam PAH konsantrasyon aralıkları (ng/g) ve TEL- PEL (ng/g) değerleri (SQAGs, 1994)	81
Tablo 3.10. Levrek, çipura ve midyede Polisiklik Aromatik Hidrokarbonların dağılımı (ng/g) (nd: saptanmadı)	108
Tablo 3.11. Örnekleme istasyonlarında bulunan türler (Mart 2017)	114

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1. Örnekleme istasyonları (Google Earth-WGS84-Ölçeksiz)	9
Şekil 2.1. Van Veen Grab Sediment Örnekleme Cihazı	12
Şekil 2.2. Toplam Organik Karbon Analizörü (DEÜ, ÇEVRE MÜH. LAB.)	15
Şekil 2.3. GC-MS (DEÜ ÇEVRE MÜH. LAB.)	15
Şekil 2.4. GC-MS (DEÜ DBTE)	16
Şekil 2.5. Mikroplaka Okuyucu (DEÜ DBTE)	16
Şekil 2.6. 1 ve 2 nolu istasyonlara ait bentik materyal	18
Şekil 2.7. 4 ve 5 nolu istasyonlara ait bentik materyal	18
Şekil 2.8. 6 ve 7 nolu istasyonlara ait bentik materyal	19
Şekil 2.9. 9 ve 10 nolu istasyonlara ait bentik materyal	19
Şekil 2.10. 11 ve 12 nolu istasyonlara ait bentik materyal	19
Şekil 2.11. 13 ve 14 nolu istasyonlara ait bentik materyal	20
Şekil 2.12. 15 nolu istasyona ait bentik materyal	20
Şekil 2.13. Sualtı görüntüleme ekipmanları	21
Şekil 2.14. 23-26 Mart 2017 tarihindeki çalışmada tarama yapılan hatlar	22
Şekil 3.1. Çalışma alanının detaylı haritası. Şifne ve Paşalimanı'nın detaylı haritası dikdörtgen kutu ile sağ üst köşede gösterilmiştir	24
Şekil 3.2. Derin istasyonlara ait sıcaklık profilleri	25
Şekil 3.3. Derin istasyonlara ait tuzluluk profilleri	26
Şekil 3.4. 25 Mart 2017 tarihine ait, uzaktan algılama yöntemiyle elde edilmiş deniz yüzeyi su sıcaklık dağılımı	27
Şekil 3.5. 26 Mart 2017 tarihine ait, uzaktan algılama yöntemiyle elde edilmiş deniz yüzeyi su sıcaklık dağılımı	28
Şekil 3.6. Petrol yayılım modeli sonuçlarına göre kaza anından 3 ve 24 saat sonra yüzeydeki petrol miktarı (kg/m^2).	30
Şekil 3.7. Petrol yayılım modeli sonuçlarına göre kaza anından 48 ve 56 saat sonra yüzeydeki petrol miktarı (kg/m^2)	31
Şekil 3.8. Petrol yayılım modeli sonuçlarına göre kaza anından 62 ve 68 saat sonra yüzeydeki petrol miktarı (kg/m^2)	32
Şekil 3.9. Çözünmüş Oksijen ve Oksijen Doygunluğu'nun istasyonlara göre dağılımları	33
Şekil 3.10. Deniz suyunda Benzene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	36
Şekil 3.11. Deniz suyunda Toluene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	37
Şekil 3.12. Deniz suyunda Ethylbenzene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	38
Şekil 3.13. Deniz suyunda m-Xylene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	39

Şekil 3.14. Deniz suyunda p-Xylene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	40
Şekil 3.15. Deniz suyunda o-Xylene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	41
Şekil 3.16. Deniz suyunda Toplam BTEX konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	42
Şekil 3.17. Deniz suyunda Acenaphthylene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	48
Şekil 3.18. Deniz suyunda Acenaphthene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	49
Şekil 3.19. Deniz suyunda Fluorene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	50
Şekil 3.20. Deniz suyunda Phenanthrene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	51
Şekil 3.21. Deniz suyunda Anthracene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları ..	52
Şekil 3.22. Deniz suyunda Fluoranthene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	53
Şekil 3.23. Deniz suyunda Pyrene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	54
Şekil 3.24. Deniz suyunda Benzo(a)anthracene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	55
Şekil 3.25. Deniz suyunda Chrysene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	56
Şekil 3.26. Deniz suyunda Benzo(b)fluoranthene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	57
Şekil 3.27. Deniz suyunda Benzo(k)fluoranthene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	58
Şekil 3.28. Deniz suyunda Benzo(a)pyrene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	59
Şekil 3.29. Deniz suyunda Indeno(1,2,3-cd)pyrene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	60
Şekil 3.30. Deniz suyunda Dibenzo(a,h)anthracene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	61
Şekil 3.31. Deniz suyunda Benzo(g,h,i)perylene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	62
Şekil 3.32. Deniz suyunda Toplam PAH konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	63
Şekil 3.33. Deniz suyunda Ant/(Ant+Phe) oranlarına karşı Flt/(Flt+Pyr) oranlarının istasyonlara göre dağılımı	64
Şekil 3.34. Deniz suyunda Phe/Ant oranlarına karşı Flt/Pyr oranlarının istasyonlara göre dağılımı	65
Şekil 3.35. Deniz suyunda BaA/(BaA+Chr) oranlarına karşı Flt/(Flt+Pyr) oranlarının istasyonlara göre dağılımı	66

Şekil 3.36. Deniz suyunda BbF/BaP oranlarına karşı BkF/BaP oranlarının istasyonlara göre dağılımı	67
Şekil 3.37. Deniz suyunda LMW/HMW oranlarına karşı InP/(InP+BghiP) oranlarının istasyonlara göre dağılımı	68
Şekil 3.38. 1,2,3,4,5 ve 6 nolu istasyonlarda deniz tabanını oluşturan sediment ve bitki kalıntıları.....	72
Şekil 3.39. 7,8,9,10,11 ve 12 nolu istasyonlarda deniz tabanını oluşturan sediment ve bitki kalıntıları.....	73
Şekil 3.40. 13,14 ve 15 nolu istasyonlarda deniz tabanını oluşturan sediment ve bitki kalıntıları.....	74
Şekil 3.41. Sedimentte bulunan toplam organik karbon (TOK) düzeylerinin istasyonlara göre dağılımları	75
Şekil 3.42. Sedimentte hegzanla ekstrakte olabilen madde (HEOM) miktarları.....	76
Şekil 3.43. Sedimentte Acenaphthylene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	82
Şekil 3.44. Sedimentte Acenaphthene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları ...	83
Şekil 3.45. Sedimentte Fluorene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.....	84
Şekil 3.46. Sedimentte Phenanthrene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları ...	85
Şekil 3.47. Sedimentte Anthracene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.....	86
Şekil 3.48. Sedimentte Fluoranthene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.....	87
Şekil 3.49. Sedimentte Pyrene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	88
Şekil 3.50. Sedimentte Benzo(a)anthracene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	89
Şekil 3.51. Sedimentte Chrysene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	90
Şekil 3.52. Sedimentte Benzo(b)fluoranthene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	91
Şekil 3.53. Sedimentte Benzo(k)fluoranthene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	92
Şekil 3.54. Sedimentte Benzo(a)pyrene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	93
Şekil 3.55. Sedimentte Indeno(1,2,3-cd)pyrene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	94
Şekil 3.56. Sedimentte Dibenzo(a,h)anthracene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	95
Şekil 3.57. Sedimentte Benzo(g,h,i)perylene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	96
Şekil 3.58. Sedimentte Toplam PAH konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.....	97
Şekil 3.59. Sedimentte Ant/(Ant+Phe) oranlarına karşı Flt/(Flt+Pyr) oranlarının istasyonlara göre dağılımı	98

Şekil 3.60. Sedimentte Phe/Ant oranlarına karşı Flt/Pyr oranlarının istasyonlara göre dağılımı	99
Şekil 3.61. Sedimentte BaA/(BaA+Chr) oranlarına karşı Flt/(Flt+Pyr) oranlarının istasyonlara göre dağılımı	100
Şekil 3.62. Sedimentte BbF/BaP oranlarına karşı BkF/BaP oranlarının istasyonlara göre dağılımı	101
Şekil 3.63. Sedimentte LMW/HMW oranlarına karşı InP/(InP+BghiP) oranlarının istasyonlara göre dağılımı	102
Şekil 3.64. İstasyonlardaki Suda Toplam BTEX, Suda ve Sedimentte Toplam PAH düzeylerinin 3 boyutlu gösterimi	103
Şekil 3.65. Balık çiftliklerinden örneklenen Levrek, Çipura ve Midye'deki Naphtalene konsantrasyonları	105
Şekil 3.66. Balık çiftliklerinden örneklenen Levrek ve Çipura'daki Fluorene konsantrasyonları	105
Şekil 3.67. Balık çiftliklerinden örneklenen Levrek, Çipura ve Midye'deki Phenanthrene konsantrasyonları	106
Şekil 3.68. Balık çiftliklerinden örneklenen Levrek, Çipura ve Midye'deki Anthracene konsantrasyonları	106
Şekil 3.69. Balık çiftliklerinden örneklenen midyelerdeki Fluoranthene ve Pyrene konsantrasyonları	107
Şekil 3.70. Balık çiftliklerinden örneklenen Levrek, Çipura ve Midye'deki Toplam PAH konsantrasyonları	107
Şekil 3.71. Midye, çipura ve levrek örneklerindeki AChE enzim aktivitesinin (mU/ mg protein) balık çiftliklerine göre değişimi	111
Şekil 3.72. Midye, çipura ve levrek örneklerindeki CAT enzim aktivitesinin (U/ mg protein) balık çiftliklerine göre değişimi	111
Şekil 3.73. Midye, çipura ve levrek örneklerindeki MDA konsantrasyonlarının (nmol MDA/ mg protein) balık çiftliklerine göre değişimi	113
Şekil 3.74. Sistemik gruplara ait tür sayıları	121
Şekil 3.75. Sistemik gruplara ait birey sayıları.....	122
Şekil 3.76. İstasyonlarda bulunan tür sayıları	122
Şekil 3.77. İstasyonlarda bulunan birey sayıları	123
Şekil 3.78. İstasyonlarda bulunan baskın türler	124
Şekil 3.79. 3 Frekans indeks grubuna göre türlerin dağılımları	124
Şekil 3.80. İstasyonlar arasındaki benzerliği gösteren dendogram	125
Şekil 3.81. Ilıca bölgesindeki aletli dalış ile yapılan tarama hatları	126

Şekil 3.82. Üst resimler soldan sağa; <i>P.ocenica</i> çayırları, Kumluk alan, <i>H. stipulacea</i> topluluğu, Alttaki resimler; bölgede rastlanan katı atıklar	127
Şekil 3.83. Paşalimanı bölgesindeki aletli dalış ile yapılan tarama hattı	128
Şekil 3.84. Soldaki resim serbest dalış; Sağdaki resim aletli dalış ve <i>P.oceanica</i> çayırları..	128
Şekil 3.85. Paşalimanı serbest dalış sırasında rastlanan yakıt bulaşmış materyaller	129
Şekil 3.86. Paşalimanı koyunda aletli dalış sırasında görülen yakıt parçaları.....	130
Şekil 3.87. Şifne bölgesindeki aletli dalış ile yapılan tarama hatları	131
Şekil 3.88. Şifne koyu girişindeki kayalıklarda yakıt kalıntıları.....	131
Şekil 3.89. Şifne koyu girişinde aletli dalışlarda çekilen görüntüler	132
Şekil 3.90. Pırasa adasında yapılan aletli dalış hattı.....	133
Şekil 3.91. Pırasa Adasında yapılan aletli dalışlardan görüntüler.....	133
Şekil 3.92. Geminin karaya oturduğu sığılıkta yapılan dalış hattı	134
Şekil 3.93. Kaza bölgesinin sualtı fotoğrafları	134

1. GİRİŞ

Çeşme Liman Başkanlığı'nın idari sorumluluk sahasında olan Ildırı Körfezi'nde, Orkinos çiftliklerinden balık hasadı yapmaya gelen Panama Bayraklı, 9453438 IMO Numaralı, 4538 GRT olan geminin, yükünü yüklemesini müteakip, seyir esnasında Ildır Körfezi'nde Ufak Adası batısında bulunan sığıklara 18.12.2016 tarih ve 13:40 sularında oturması ve bu kaza sonrası yakıt tanklarında meydana gelen yırtıklar nedeniyle yakıt sızıntısı oluşmaya başlamış ve çevre kirliliğine sebep olmuştur. İzmir Deniz Gözetim ve Teknik Hiz. Ltd. Şti. tarafından gerçekleştirilen 3 Ocak 2017 tarihli yakıt sörvey raporuna göre geminin yakıt tankından sızan fuel oil miktarının 75.484 ton olduğu bildirilmiştir.

Kazanın hemen ardından İzmir Valiliği, İzmir Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü'nce Zarar Tespit Komisyonu oluşturulmuştur. 18.01.2017 tarihinde yapılan Zarar Tespit Komisyonu toplantısında alınan karar gereğince; Deniz Çevresi Petrol ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesinde Acil Durumlarda Müdahale ve Zararların Tanzimi Esaslarına Dair Kanun Uygulama Yönetmeliği'nin 39 Maddesi uyarınca "canlı kaynaklar ve deniz yaşamına verilen zararları ve ileride meydana getirebileceği tüm ekolojik zararların belirlenmesi" için Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü'ne araştırma yaptırılmasına karar verilmiştir.

Bu kapsamda, petrol sızıntısından etkilenen bölgeden su, sediment ve organizma (balık ve midye) örneklerinin alınarak, aşağıdaki analizlerin gerçekleştirilmesi kararlaştırılmıştır:

- Deniz suyu ve dip çamuru (sediment) örnekleri toplanması,
- Suda çözülmüş oksijen, toplam polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH) ve BTEX (toplam benzene, tolüen, etilbenzen ve ksilen vb. bileşikleri) analizlerinin yapılması,
- Sedimentte tane boyu analizi, toplam organik karbon, PAH ve hekzan ile ekstrakte olabilen organik madde analizlerinin yapılması,
- Sızıntıdan etkilenen ve etkilenmemiş bölgelerde midyelerin örneklenmesi (yeterli sayıda bulunabilirse),

- Sızıntıdan etkilenen ve etkilenmemiş bölgelerdeki balık çiftliklerinden balıkların örneklenmesi,
- Canlılara olan mevcut ve olası etkileri görebilmek için organizmaların kas dokusunda PAH ve enzim aktivitesi ölçümlerinin yapılması,
- Alandaki makrozoobentik organizmaların (familya bazında) ve toplam birey sayılarının izlenmesi,
- Etkilenen bölgenin video kayıtları ile izlenmesi (*Posidonia oceanica* çayırlarının alt limitine kadar),
- Sıcaklık ve tuzluluk ölçümlerinden bölgenin oşinografik koşulları ve bunun petrol saçılmasına olası etkilerinin de irdelenmesi,
- Mevcut oşinografik (sıcaklık ve tuzluluk), akıntı ve atmosfer verileri kullanılarak petrolün olasılıkla kirlettiği bölgelerin belirlenebilmesine olanak sağlayan petrol saçılım modelinin oluşturulması.

Tüm analizler Dokuz Eylül Üniversitesi'nin Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü Kimya, Biyoloji, Jeoloji ve Fiziksel Oşinografi Laboratuvarları ile Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Laboratuvarlarında eş zamanlı olarak yapılmaktadır.

Kazadan etkilenen bölgeler arasında Ildırı Körfezi'nde Paşalimanı ve Şifne koyları ile Ilica Körfezi bulunmaktadır. Ayrıca, Ildırı Körfezi'nde yer alan Pınar A.Ş. ve Agromey A.Ş. de kazadan etkilendiklerini bildirmişlerdir. Bu sebeplerle, örnekleme istasyonları, petrol sızıntısından etkilenen bölgelerde gerçekleştirilen ön saha çalışmasından ve bölgede yapılan dalışlardan sonra belirlenmiştir. Örnekleme istasyonlarına ait harita Şekil 1.1'de verilmiştir.

Proje kapsamında ilk örnekleme seferi 23-27 Mart 2017 tarihleri arasında Dokuz Eylül Üniversitesi'ne bağlı Koca Piri Reis araştırma gemisi ile gerçekleştirilmiştir. Biri referans olmak üzere, toplam 15 istasyon noktasında, su (5 istasyonda yüzey ve dip olmak üzere toplamda 22 örnek) ve sediment (15 örnek) örnekleme yapılmıştır. Ayrıca, balık çiftliklerinden çipura, levrek ve midye örnekleme ile su örnekleme (referans olan Abalıoğlu A.Ş. hariç) yapılmıştır. Kazadan etkilenen bölgelerde su altı dalışları ve video çekimi yapılmıştır.



Şekil 1.1. Örnekleme istasyonları (Google Earth-WGS84-Ölçeksiz).

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Kimyasal Örnekleme

23-27 Mart 2017 tarihinde gerçekleştirilen ilk proje seferi Dokuz Eylül Üniversitesi'ne ait K.Piri Reis araştırma gemisi ile Şekil 1.1'de haritada gösterilen ve Tablo 2.1'de koordinatları verilen istasyonlarda yapılmıştır. Deniz suyu ve sediment örneklemeleri İldırı Körfezi'ni karakterize edecek biçimde ön saha çalışması sonrasında belirlenen istasyonlarda gerçekleştirilmiştir. Su örneklemeleri 5 istasyonda yüzey ve dip, diğer 10 istasyon ve iki balık çiftliğinde yüzey olmak üzere toplam 22 örnek ile gerçekleştirilmiştir. Sediment örneklemeleri 15 çalışma istasyonunda yapılmıştır.

Tablo 2.1. Örnekleme istasyonlarının koordinatları

İstasyonlar	Derinlik (m)	Enlem	Boylam
1	1.5	38° 19.159'K	26° 20.812'D
2	1	38° 18.495'K	26° 21.941'D
3	1	38° 20.538'K	26° 23.298'D
4	1.5	38° 20.289'K	26° 23.221'D
5	1	38° 19.305'K	26° 23.719'D
6	1	38° 20.315'K	26° 23.874'D
7	14.5	38° 19.621'K	26° 22.219'D
8	2.5	38° 18.698'K	26° 21.688'D
9	1	38° 20.421'K	26° 23.493'D
10	16.8	38° 20.587'K	26° 24.934'D
11	2	38° 19.588'K	26° 24.168'D
12	18	38° 22.862'K	26° 25.720'D
13	24	38° 38.020'K	26° 21.095'D
14	0.5	38° 20.691'K	26° 23.308'D
15	10	38° 20.627'K	26° 23.422'D

Su örnekleri, 7, 10, 12, 13 ve 15 nolu istasyonlarda üzerinde iletkenlik, sıcaklık ve derinlik (CTD) sensörleri ve 12 adet 10 L kapasiteli Niskin şişesi bulunan bilgisayar kontrollü Rosetta sistemi ile gerçekleştirilmiştir. Geri kalan kıyı istasyonlarında su örnekleri direk saklama kaplarına alınırken, fiziksel ölçümler için mikro-CTD cihazı kullanılmıştır. Sediment örneklemeleri, 7, 10, 12, 13 ve 15 nolu istasyonlarda gemi vinci ile kontrol edilen box-corer ve geri kalan kıyı istasyonlarında Van Veen Grab ile gerçekleştirilmiştir.

2.2. Çözünmüş Oksijen Tayini

Deniz suyunda çözünmüş oksijen Winkler titrasyon metodu ile tayin edilmiştir (Strickland ve Parsons, 1972).

2.3. Suda BTEX Tayini

Suda BTEX tayini, Headspace tipi Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi (GC-MS) cihazı ile gerçekleştirilmiştir (EPA 5021A R1, Haziran 2003).

2.4. Suda PAH Bileşikleri Tayini

Bu analiz GC-MS cihazı ile gerçekleştirilmiştir (EPA 3510C, 1996).

2.5. Jeolojik Çalışmalar

Çalışma alanına ait deniz tabanında yeralan zeminin litolojik özelliklerin belirlenmesi amacıyla, Paşa Limanı ve Şifne Koyları ile Ilıca Körfezi ve Ildırı Körfezi'nden toplam 15 adet sediment örneği (Tablo 2.1) Van Veen Grab (25 lt'lik kepçe örnekleyicisi) örnekleyici ile (Şekil 2.1) toplanarak, enstitümüz bünyesinde yeralan "Deniz Jeolojisi Laboratuvarı"nda zemin deneyleri gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen zemin örnekleri üzerinde, elek analizi ve hidrometre deneyleri gerçekleştirilerek dane boyu dağılım eğrileri belirlenmiş ve daha sonra her bir örneğin içerdikleri çakıl, kum, silt ve kil yüzdeleri elde edilmiştir. Sediment örneklerinin zemin

sınıflaması ASTM D 2487-83, Wagner (1957) ve Mühendislik Amaçlı İngiliz Zemin Sınıflama Sistemi (BSCS-British Soil Classification System For Engineering Purposes) kriterleri (Dumbleton, 1981)'ne göre yapılmıştır.



Şekil 2.1. Van Veen Grab Sediment Örnekleiyici.

Dane boyu sonuçları, sediment örneklerindeki ince daneli fraksiyonun toplam kuru sediment ağırlığına yüzde oranı cinsinden belirtilmiştir. İnce kum boyutundaki ve daha iri taneli (200 nolu eleğin üzerinde kalan) sedimentlerin dane çapı ile sedimentlerdeki kil ve siltin toplam miktarı elek analizi ile nicel olarak saptanmıştır. 200 no.lu elek çapından daha küçük boyuttaki danelerin dağılımı ve yüzdesi hidrometre analizi ile tespit edilmiştir.

2.6. Sedimentte TOK Analizi

Sedimentte yapılan bu analiz Toplam Organik Karbon Analizörü ile gerçekleştirilmiştir (SM 5310 B, Şekil 2.2).

2.7. Sedimentte PAH Bileşikleri Tayini

Kurutulmuş sediment örnekleri uygun çözügen karışımında ekstrakte edildikten sonra GC-MS sistemi ile analizi gerçekleştirilmiştir (EPA 3510C, EPA 8270D, Şekil 2.3).

2.8. Organizmada PAH Bileşikleri Tayini

Balık çiftliklerinden örneklenen levrek, çipura ve midyelere ait boy ve ağırlık verileri Tablo 2.2'de verilmiştir. Kurutulmuş balık ve midye doku örnekleri uygun çözgen karışımında ekstrakte edildikten sonra GC-MS sistemi ile analizi gerçekleştirilmiştir (UNEP 1990; 1991; 1993; Şekil 2.4).

Tablo 2.2. Balık çiftliklerinden örneklenen levrek, çipura ve midyelere ait boy ve ağırlık verileri.

Balık Çiftlikleri	Organizma	Örnek sayısı	Ortalama boy (mm)	Boy (mm)	Ortalama ağırlık (g)	Ağırlık (g)
Pınar	Levrek	5	171	145-180	62	39-75
	Çipura	5	292	290-300	520	462-584
	Midye	24	68	63-77	-	-
Agromey	Levrek	5	288	265-310	258	198-304
	Çipura	5	245	220-265	275	200-332
	Midye	44	45	38-55	-	-
Abalıoğlu	Levrek	3	322	315-330	258	368-460
	Çipura	5	276	230-320	379	198-614
	Midye	20	67	60-75	-	-

2.9. Organizmada Biyoişaretçi Enzimlerin Analizleri

Yaklaşık 0.1 g doku örneği 0.5 mL tampon ve ultrasonik homojenizatör yardımıyla homojenize edildikten sonra +4 °C'de santrifüjlenmiştir. Elde edilen süpernatantlarda, katalaz (CAT) ve asetilkolinesteraz (AChE) enzim aktiviteleri mikropilaka okuyucu (Biotek Synergy HT)'da ölçülmüştür (Şekil 2.5). Toplam protein miktarı tayini ile spesifik enzim aktiviteleri hesaplanmıştır (Bradford, 1976).

2.9.1. CAT Aktivitesi Ölçümü

Katalaz enzimi, H_2O_2 'nin H_2O ve O_2 'e yıkılmasını katalizler. CAT aktivitesinin ölçümü için; parçalanmamış H_2O_2 'in, dimetil sülfoksit (DMSO) ile reaksiyona girmesi sonucu oluşan renk şiddeti, 25 °C sıcaklıkta ve 570 nm dalga boyunda kolorimetrik olarak ölçülmüştür. Enzim aktivitesi, H_2O_2 standardının transformasyonu üzerinden hesaplanmıştır.

Ünite Tanımı: 1 mU CAT aktivitesi; 4.5 pH'da ve 25 °C ortam koşullarında, dakikada elde edilen 1.0 μ mol H_2O_2 miktarına eşittir.

2.9.2. AChE Aktivitesi Ölçümü

Asetilkolinesteraz enzimi, asetilkolin substratını koline çevirir. Daha sonra kolin, kolin oksidaz tarafından yükseltgenerek ara ürünü oluşturur. Bu ara ürün, dimetil sülfoksit (DMSO) ile reaksiyona girer ve renk oluşturur. Oluşan renk şiddeti, 37 °C sıcaklıkta ve 570 nm dalga boyunda kolorimetrik olarak ölçülmüştür. Enzim aktivitesi, kolin standardının transformasyonu üzerinden hesaplanmıştır.

Ünite Tanımı: 1 mU AChE aktivitesi; 7.4 pH'da ve 37 °C ortam koşullarında, dakikada elde edilen 1.0 nmol Kolin miktarına eşittir.

2.10. Organizmada Lipid Peroksidasyon Düzeylerinin Tayini

Lipid peroksidasyon tayini, organizmalardaki oksidatif stres düzeylerinin belirlenmesi açısından önem taşımaktadır. Lipid peroksidasyonu sonucunda malondialdehit (MDA) ve 4-hydroxynonenal (4-HNE) oluşur. Örnekte bulunan MDA, tiyobarbitürik asit (TBA) ile reaksiyona sokularak MDA-TBA kompleksi oluşturulur. Bu kompleksin oluşturduğu renk şiddeti, kolorimetrik olarak 532 nm dalgaboyunda ölçülmüştür.



Şekil 2.2. Toplam Organik Karbon Analizörü (DEÜ ÇEVRE MÜH. LAB.)



Şekil 2.3. GC-MS (DEÜ ÇEVRE MÜH. LAB.)



Şekil 2.4. GC-MS (DEÜ DBTE)



Şekil 2.5. Mikroplaka Okuyucu (DEÜ DBTE)

2.11. Bentik Örnekleme ve Laboratuvar İşlemleri

Bentik örnekler Ildırı ve Ilıca Körfezleri'nde seçilen 13 istasyondan Van Veen grab yardımıyla toplanmıştır (Şekil 1.1). İstasyonlara ait derinlik, koordinat ve biyotop bilgileri Tablo 2.3'de verilmiştir. Çalışma bölgesinde farklı biyotoplara sahip 8 kıyasal istasyon (1, 2, 4, 5, 6, 9, 11, 14) ve 5 derin istasyon (7, 10, 12, 13, 15) seçilmiştir. Toplanan örnekler güvertede 0.5 mm göz açıklığına sahip elekten geçirilmiştir. Elek üzerinde kalan materyaller, dijital bir kamera ile fotoğraflandıktan sonra (Şekil 2.6-12) deniz suyunda hazırlanmış %10'luk formalin çözeltisi içinde şişelere konmuştur. Laboratuvarda, bentik materyal stereomikroskop altında taksonomik gruplarına göre ayrılmış ve saptanan gruplar %70'lik alkol içeren şişelerde saklanmıştır. Daha sonra bireyler tayin edilmiş ve sayılmıştır.

Tablo 2.3. Bentik örnekleme istasyonlarına ait koordinat, derinlik ve biyotop bilgileri.

İstasyonlar	Derinlik (m)	Biyotop	Enlem	Boylam
1	1.5	Kum	38° 19.159'N	26° 20.812'E
2	1	İnce Kum	38° 18.495'N	26° 21.941'E
4	1.5	Kum	38° 20.289'N	26° 23.221'E
5	1	Kum	38° 19.305'N	26° 23.719'E
6	1	İnce Kum	38° 20.315'N	26° 23.874'E
7	14.5	<i>P. oceanica</i>	38° 19.621'N	26° 22.219'E
9	1-1.5	Çakıllı kum	38° 20.421'N	26° 23.493'E
10	16.8	<i>P. oceanica</i>	38° 20.587'N	26° 24.934'E
11	2	Kum- <i>P.oceanica</i>	38° 19.588'N	26° 24.168'E
12	18	<i>P. oceanica</i>	38° 22.862'N	26° 25.720'E
13	24	<i>P. oceanica</i>	38° 38.020'N	26° 21.095'E
14	0-5	Çakıllı kum	38° 20.691'N	26° 23.308'E
15	10	Kavkılı Çamur	38° 20.627'N	26° 23.422'E

2.12. Bentik Türlerin Veri Analizi

Tür sayısı, birey sayısı, bolluk gibi kommunité parametreleri her istasyon için hesaplanmıştır. Türlerin örneklerde bulunmalarına göre türlerin sınıflandırılmaları için Soyer'in (1970) frekans indeksi kullanılmıştır. Bu indekse göre türler, F değeri $\geq 50\%$ ise 'Devamlı', F değeri 25% ve 49% arasında ise 'Yaygın', ve F değeri $<25\%$ ise 'Seyrek' gruba girmektedir. Faunistik veriler, PRIMER paket programındaki Bray-Curtis benzerliğine dayalı kümelenme analizleri kullanılarak değerlendirilmiştir (Clarke ve Warwick, 2001).



Şekil 2.6. 1 ve 2 nolu istasyonlara ait bentik materyal.



Şekil 2.7. 4 ve 5 nolu istasyonlara ait bentik materyal.



Şekil 2.8. 6 ve 7 nolu istasyonlara ait bentik materyal.



Şekil 2.9. 9 ve 10 nolu istasyonlara ait bentik materyal.



Şekil 2.10. 11 ve 12 nolu istasyonlara ait bentik materyal.



Şekil 2.11. 13 ve 14 nolu istasyonlara ait bentik materyal.



Şekil 2.12. 15 nolu istasyona ait bentik materyal.

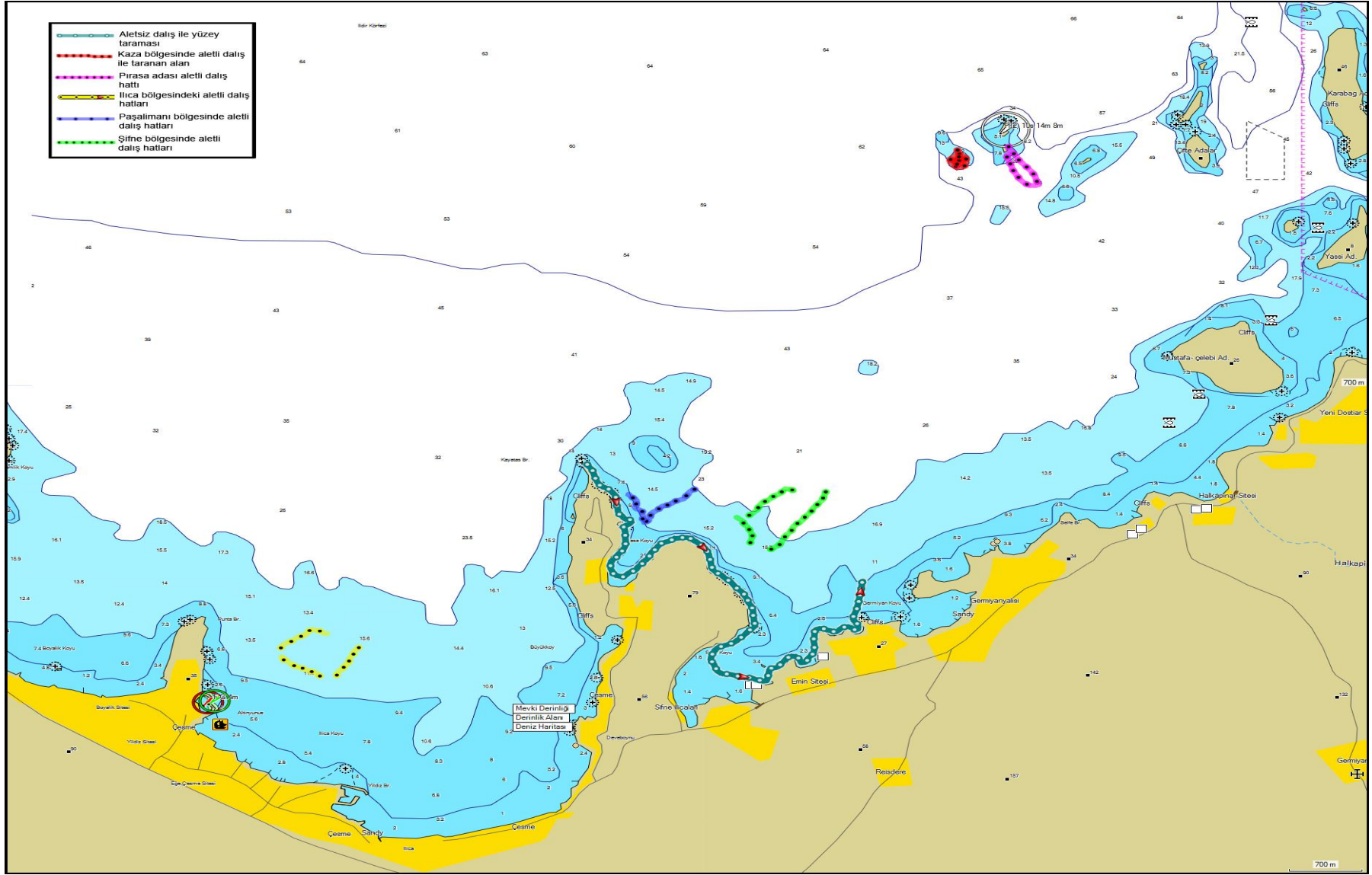
2.13. Sualtı Gözlemleri

Kaza bölgesi ve kazadan etkilenen alanlarda yapılan gözlemlerde aletli dalış ve serbest dalış teknikleri kullanılarak tarama gerçekleştirilmiştir. Taranan alanlar dalgıçları yüzeyde takip eden şamandıraya bağlı bir Küresel Yer Belirleme Cihazı (Garmin 60cx GPS) yardımıyla kaydedilmiştir. Gerekli görülen durumlarda sualtı motosikletleri (SEADOO) kullanılarak tarama yapılmıştır. Bu çalışmalarda Sony HDR-

XR520VE HD video kamera, Sea&Sea DX-2G sualtı fotoğraf makinası kullanılmaktadır (Şekil 2.13). Tarama yapılan hatlar Şekil 2.14’de gösterilmiştir.



Şekil 2.13. Sualtı görüntüleme ekipmanları.



Şekil 2.14. 23-26 Mart 2017 tarihindeki çalışmada tarama yapılan hatlar.

3. BULGULAR

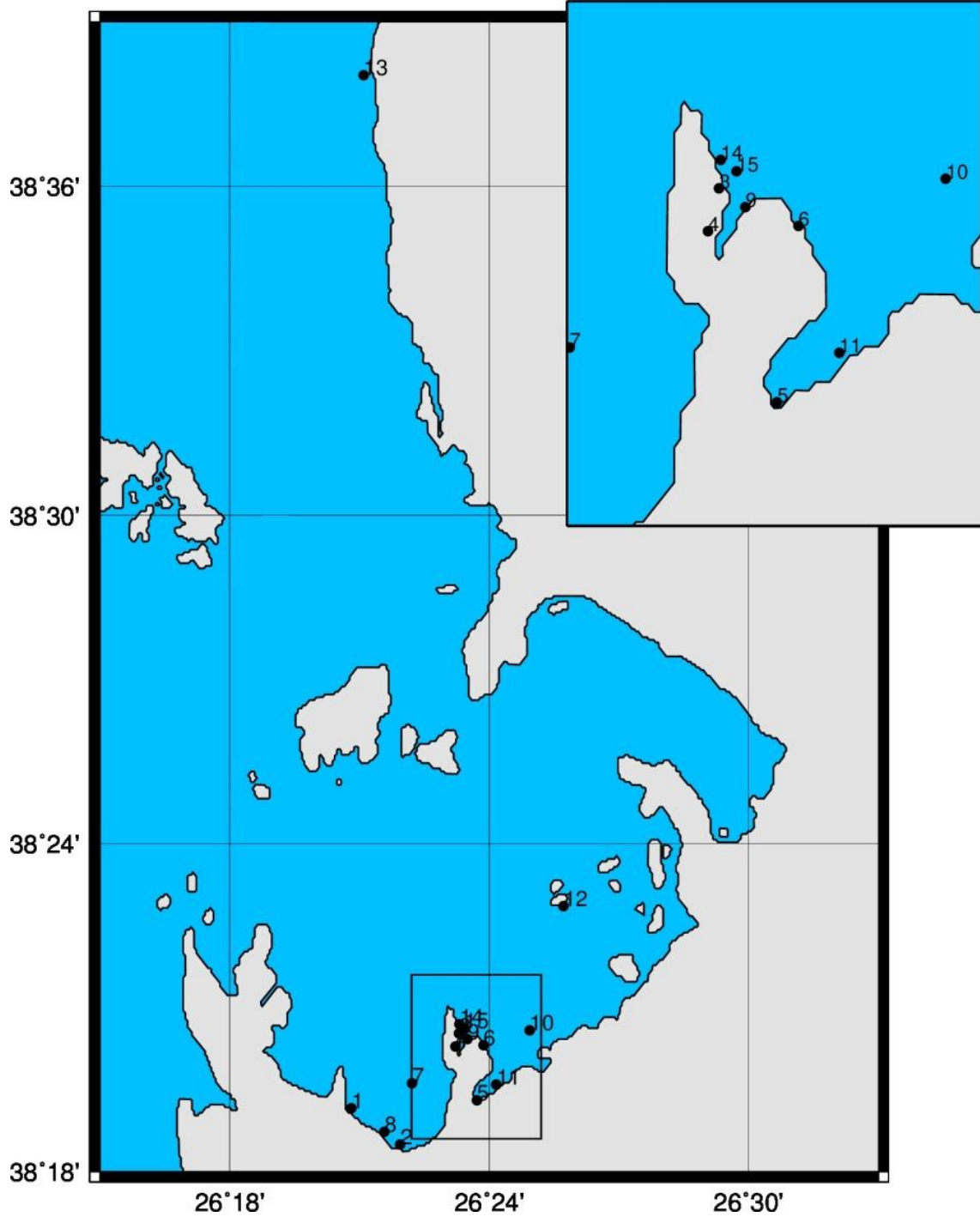
3.1. Deniz Suyunda Fiziksel Ölçümler

Deniz suyunda ölçülen fiziksel ve kimyasal parametreler Tablo 3.1'de verilmiştir. Deniz suyu örneklerinde ölçülen sıcaklık 14.6-17.3 °C ve tuzluluk ‰ 38.6-40.0 aralığındadır.

Tablo 3.1. Deniz suyunda ölçülen fiziksel ve kimyasal parametreler.

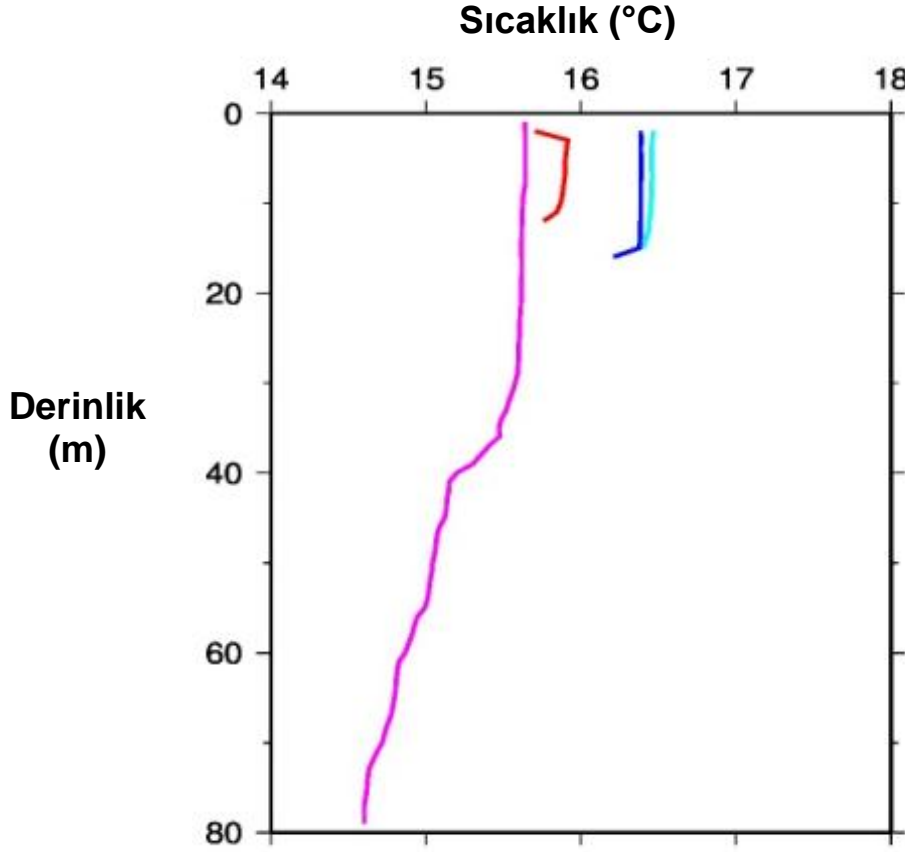
İstasyon No	Sıcaklık (°C)	Tuzluluk (‰)	DO (mg/L)	Oksijen Doygunluğu (%)
1	16.6	39.1	7.17	93.4
2	16.5	39.2	7.63	99.2
3	16.8	39.6	9.25	121.3
4	17.3	38.9	8.30	109.4
5	17.3	40.0	4.45	59.1
6	16.4	39.5	8.11	105.5
7-Yüzey	16.4	39.2	8.20	106.4
7-Dip	16.4	39.2	8.11	105.2
8	16.6	39.1	7.98	103.9
9	16.4	38.6	8.98	116.2
10-Yüzey	16.3	31.9	8.10	100.4
10-Dip	16.2	31.5	8.63	106.5
11	16.8	38.9	7.34	95.9
12-Yüzey	16.2	39.8	7.98	103.5
12-Dip	15.4	39.2	7.89	100.3
13-Yüzey	15.6	38.9	7.89	100.7
13-Dip	14.6	39.1	8.06	100.9
14	16.5	40.0	9.28	121.3
15-Yüzey	15.7	38.9	7.95	101.6
15-Dip	15.8	39.2	8.06	103.3

Çalışma alanındaki sıcaklık ve tuzluluk değerleri su kolunu boyunca, yüzeyden deniz tabanına kadar birer metre aralıklarla ölçülmüştür. Şekil 3.1’de sıcaklık ve tuzluluk ölçümlerinin yapıldığı istasyonlar verilmiştir. İstasyonlar gözlemler ve model sonuçları doğrultusunda petrol kirliliğinin en çok gözlemlendiği yerlerden seçilmiştir. Şekilde gösterilen 13 numaralı istasyon referans istasyonu olarak seçilmiştir.



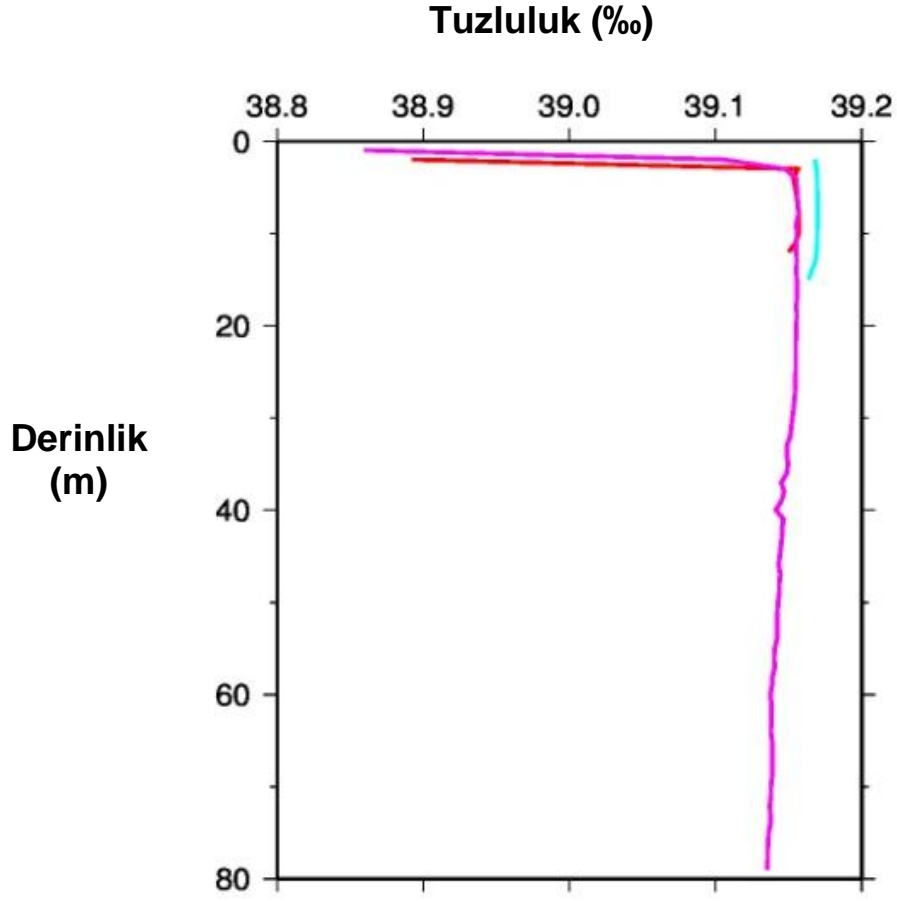
Şekil 3.1. Çalışma alanının detaylı haritası. Şifne ve Paşalimanı'nın detaylı haritası dikdörtgen kutu ile sağ üst köşede gösterilmiştir.

Derin istasyonlara ait sıcaklık profilleri ise Şekil 3.2'de gösterilmiştir. Sıcaklık profillerinin göze çarpan en önemli özelliği su kolonu boyunca gözlemlenen güçlü karışımdır. Sıcaklıklar deniz yüzeyinden deniz tabanına kadar çok az değişim göstermektedir. Bu durum, çalışma bölgesinin hala sert rüzgarların etkisi altında olduğunu ve karıştığını göstermektedir. Tüm istasyondaki sıcaklık değerleri 14-17 °C arasındadır.



Şekil 3.2. Derin istasyonlara ait sıcaklık profilleri.

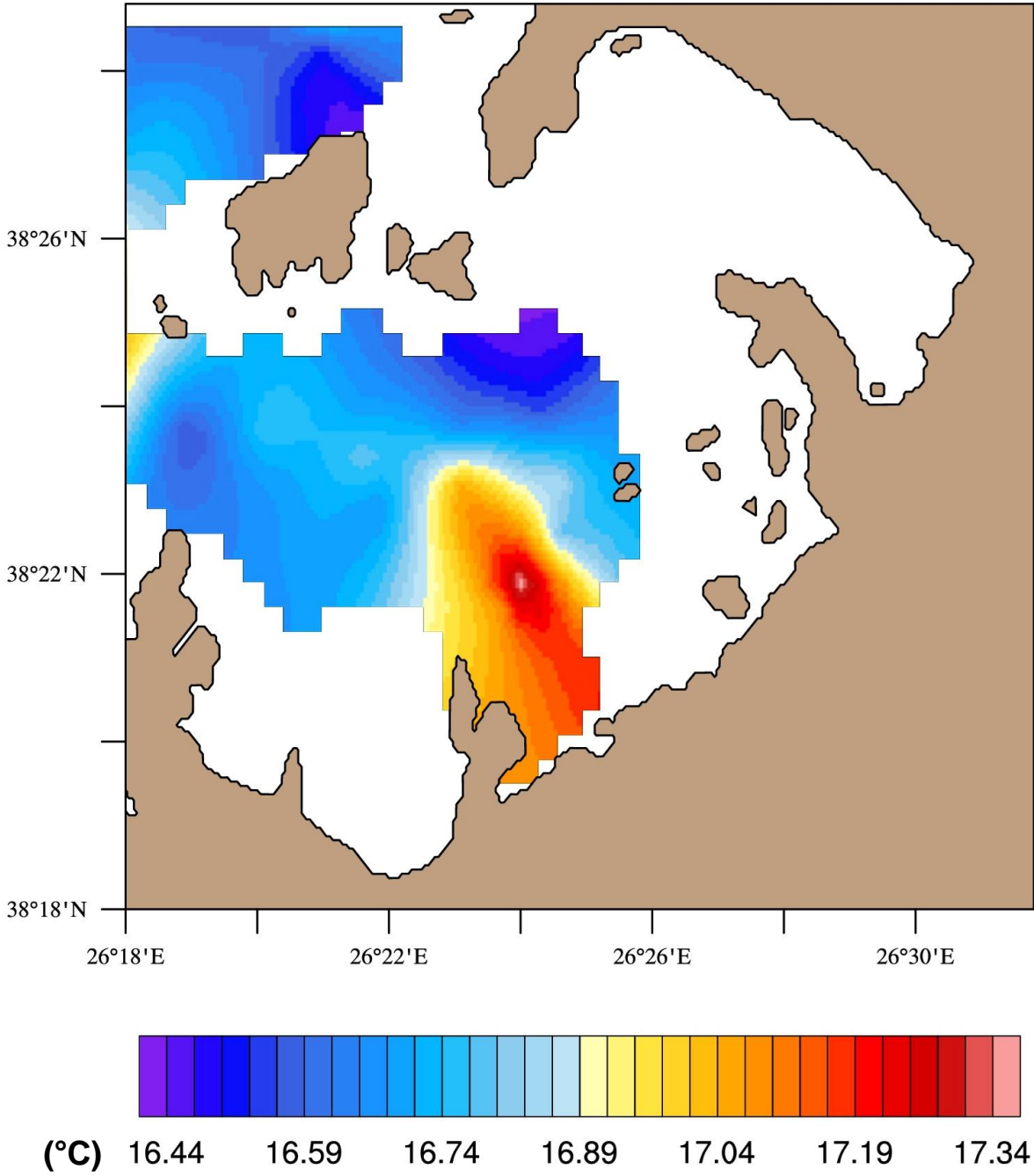
Benzer durum Şekil 3.3'te gösterilen tuzluluk değeri için de geçerlidir. Tuzluluk değerleri çok dar bir değer aralığında 38.85-39.2 ‰ arasında değişmektedir. Yüzeyde tuzluluk değerleri daha azdır. Bölgede tuzluluk anomalisi yaratacak bir durumla karşılaşılmamıştır.



Şekil 3.3. Derin istasyonlara ait tuzluluk profilleri.

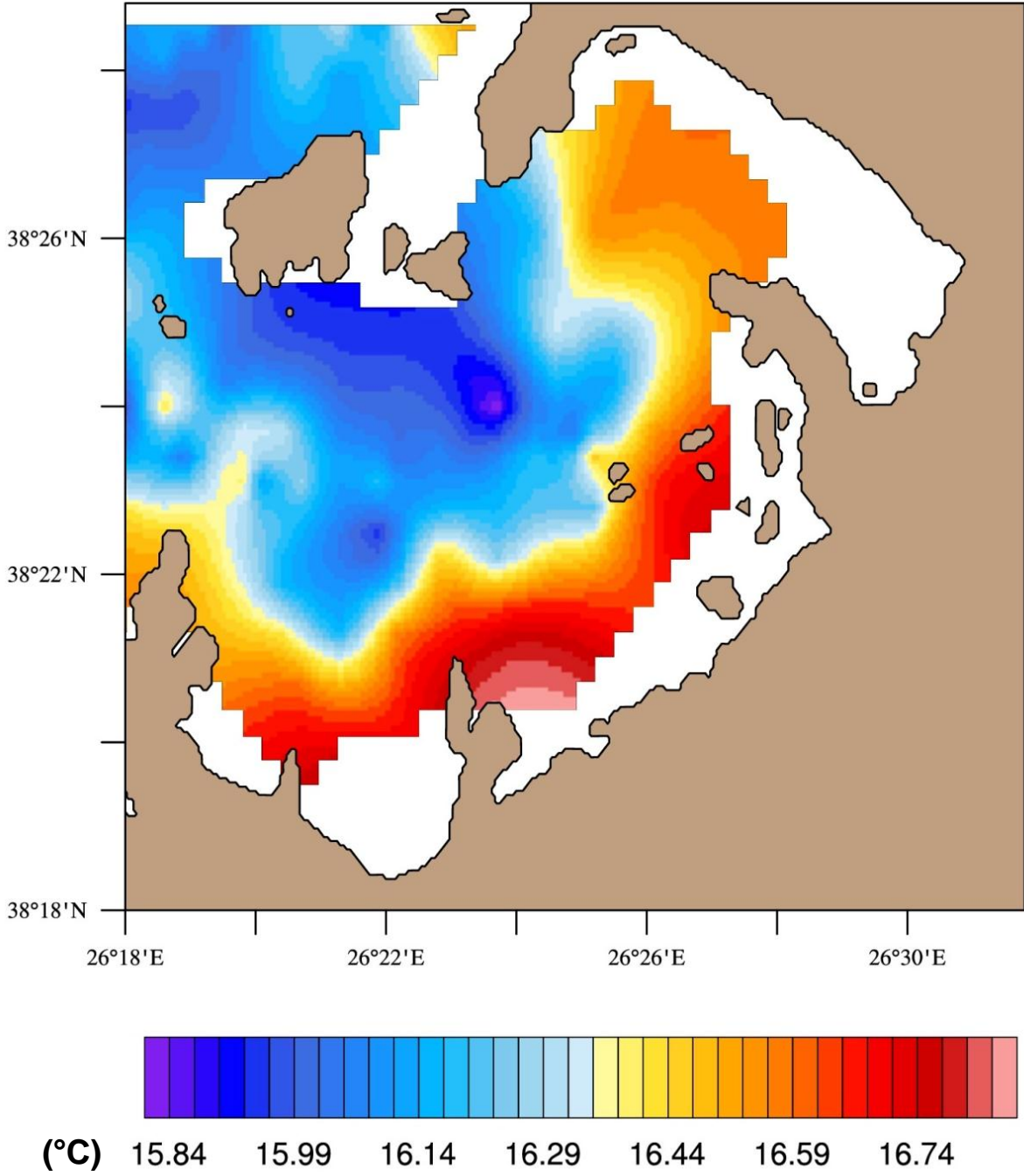
Uzaktan algılama yöntemiyle elde edilmiş deniz yüzeyi sıcaklık dağılımı 25 Mart 2017 tarihi için Şekil 3.4'de gösterilmiştir. Deniz yüzeyi sıcaklığı kıyılardan açıklara doğru bir gradyen göstermektedir. Sıcaklık kıyılarda 15-16 °C arasında çok dar bir aralıkta değişmektedir. 26 Mart 2017 tarihine ait uydu görüntüsü ise Şekil 3.5'de gösterilmiştir. Kazanın olduğu bölgede deniz yüzeyi sıcaklığı görece daha soğuktur.

25 Mart 2017, Saat: 10:55



Şekil 3.4. 25 Mart 2017 tarihine ait, uzaktan algılama yöntemiyle elde edilmiş deniz yüzeyi su sıcaklık dağılımı.

26 Mart 2017, Saat: 11:35



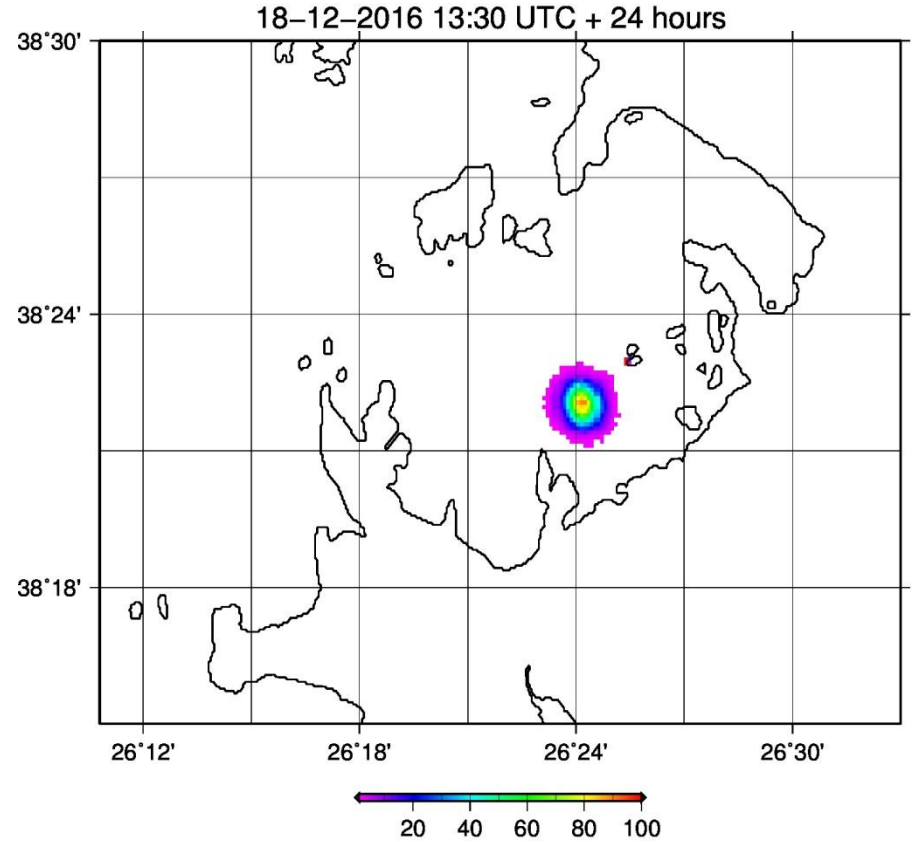
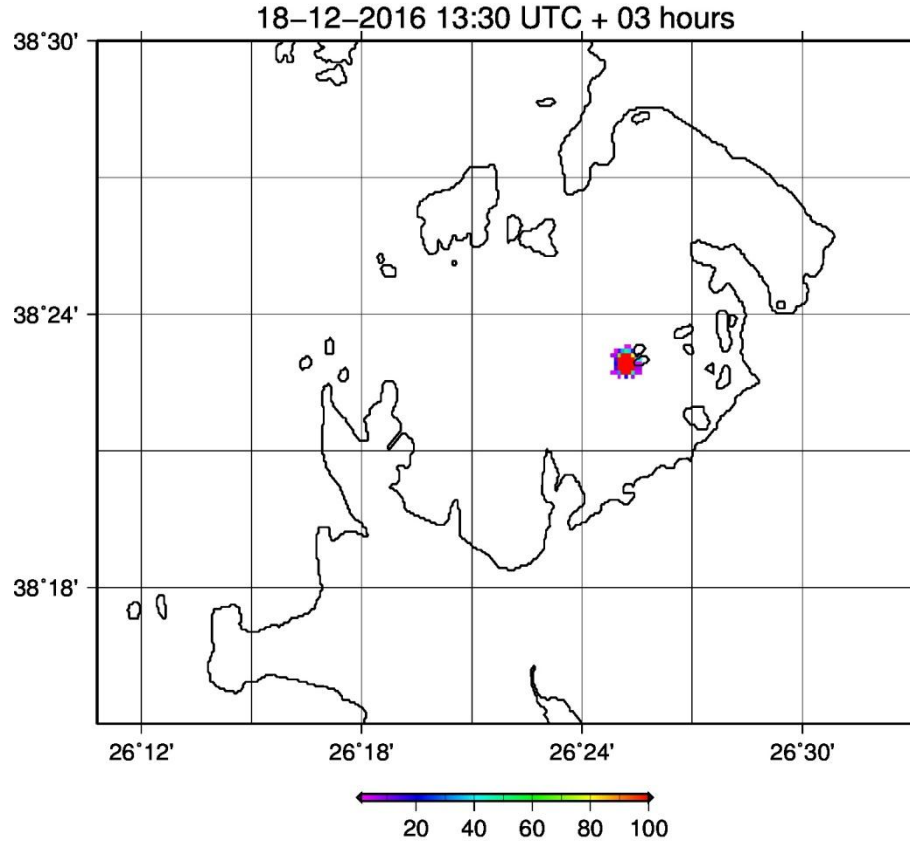
Şekil 3.5. 26 Mart 2017 tarihine ait, uzaktan algılama yöntemiyle elde edilmiş deniz yüzeyi su sıcaklık dağılımı

3.2. Petrol Dağılım Modeli

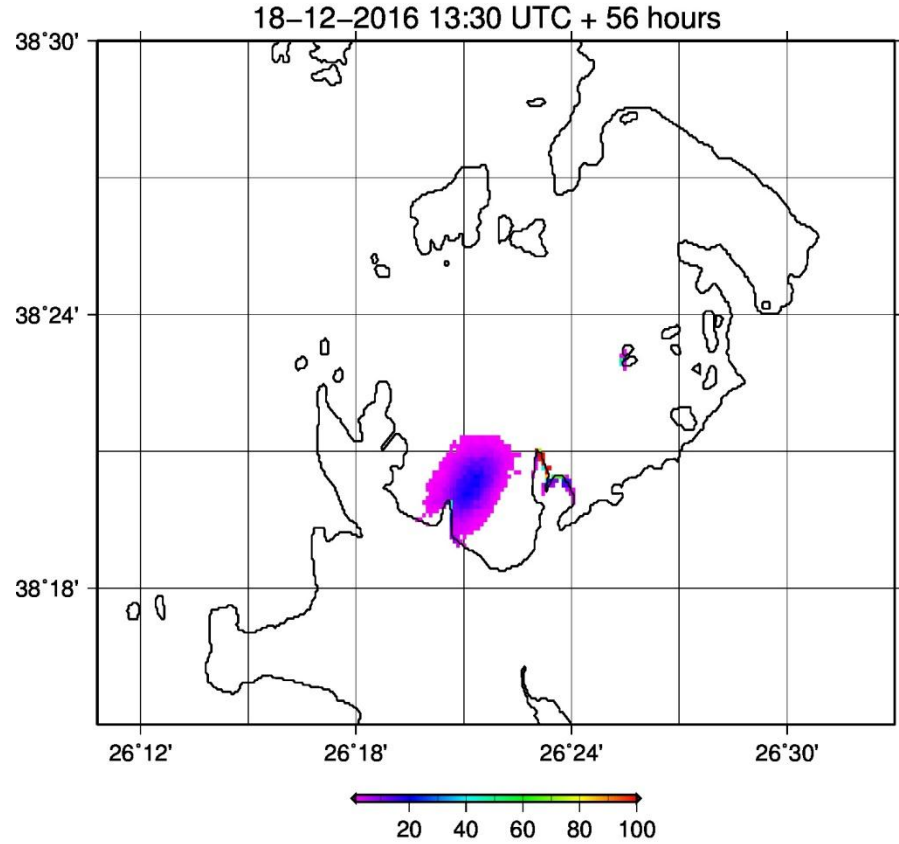
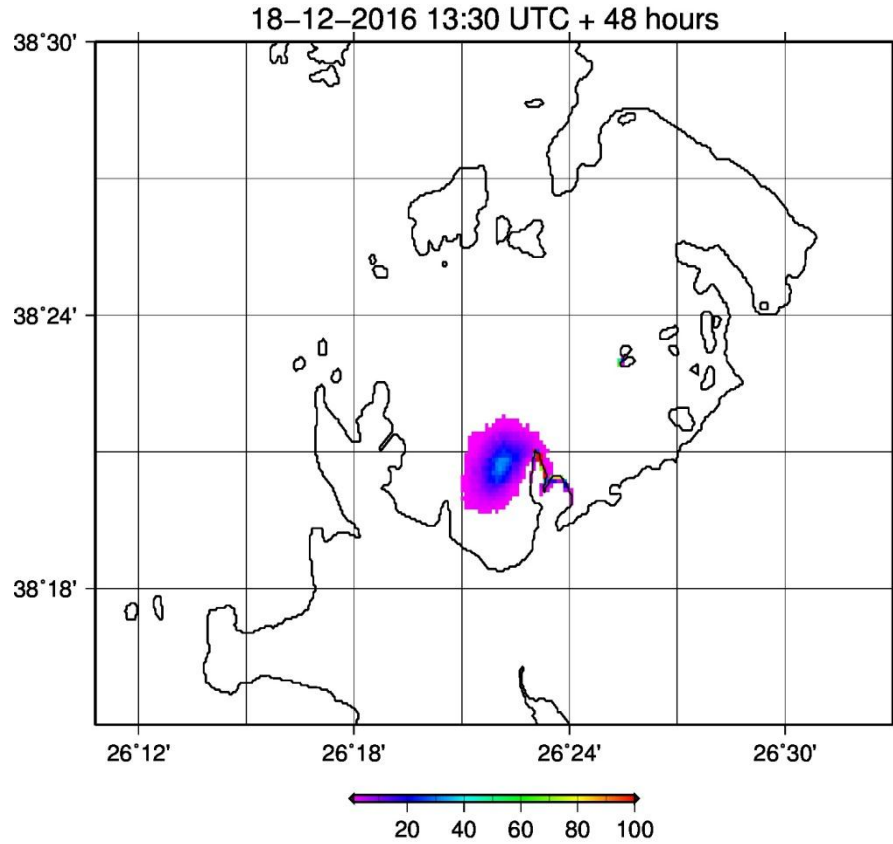
Gemi kazası gerçekleştiikten sonra yakıt kirliliğinin hangi bölgeleri etkilediğini tespit edebilmek amacıyla sayısal petrol dağılım modeli çalıştırılmıştır. Dağılım modeli, deniz yüzeyi akıntılarını tahmin eden sayısal sirkülasyon modelini, deniz yüzeyi sıcaklığını, atmosferik rüzgar ve denize dökülen yakıtın özelliklerini kullanmaktadır. Bu çalışmada kullanılan petrol dağılım modeli, MEDSLIK-2 (<http://medslikii.bo.ingv.it/>) modeli olarak bilinen sayısal modeldir. Bu model çeşitli uygulamalarda başarıyla kullanılmıştır. Sayısal akıntı modeli ise Nucleus for European Modeling of the Ocean (NEMO) (<https://www.nemo-ocean.eu/>) olarak bilinen modeldir. NEMO, yerel ve küresel ölçekte bir çok çalışmada başarıyla kullanılmıştır. Atmosferik rüzgar verisi ise küresel ölçekte çalışan bir atmosferik modelden elde edilmiştir.

Kazada bölgeye saçılan yakıtın özellikleri (yoğunluk, saçılan miktar, vb.), petrol dağılım modeline girdi olarak kullanılmıştır. Kaza sırasında denize saçılan yaklaşık 75 ton fuel oil, model simülasyonu esnasında gerçeğe uygun bir şekilde, belirli bir akış hızında denize salınmıştır.

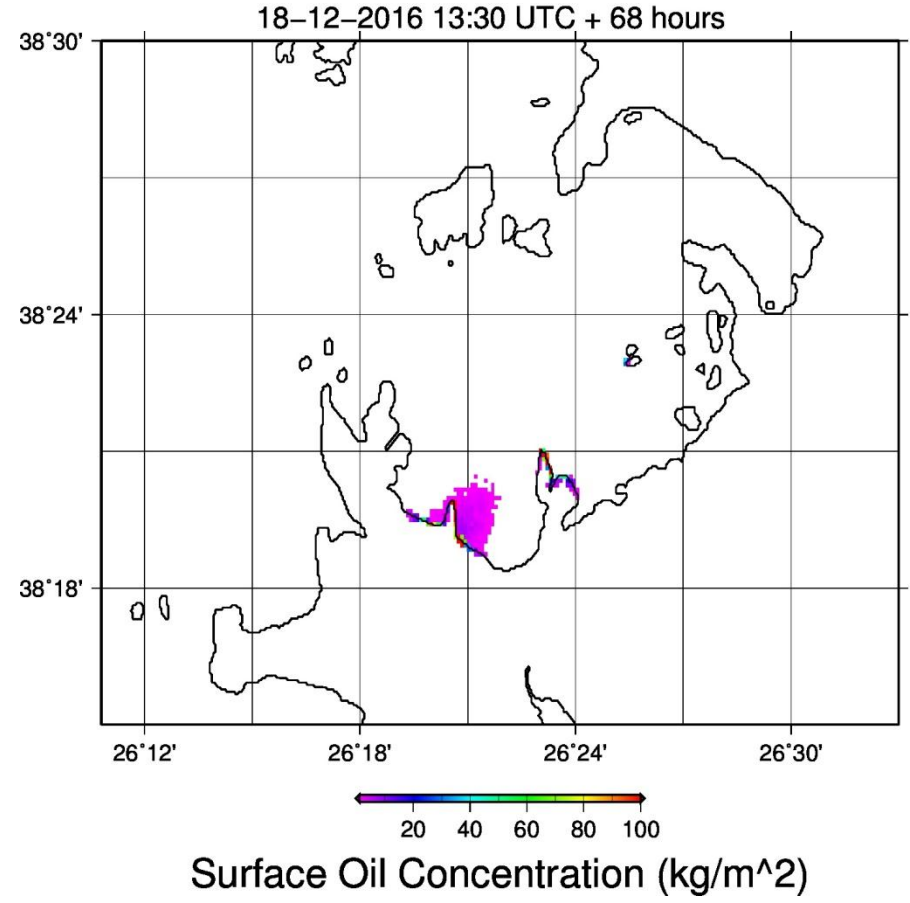
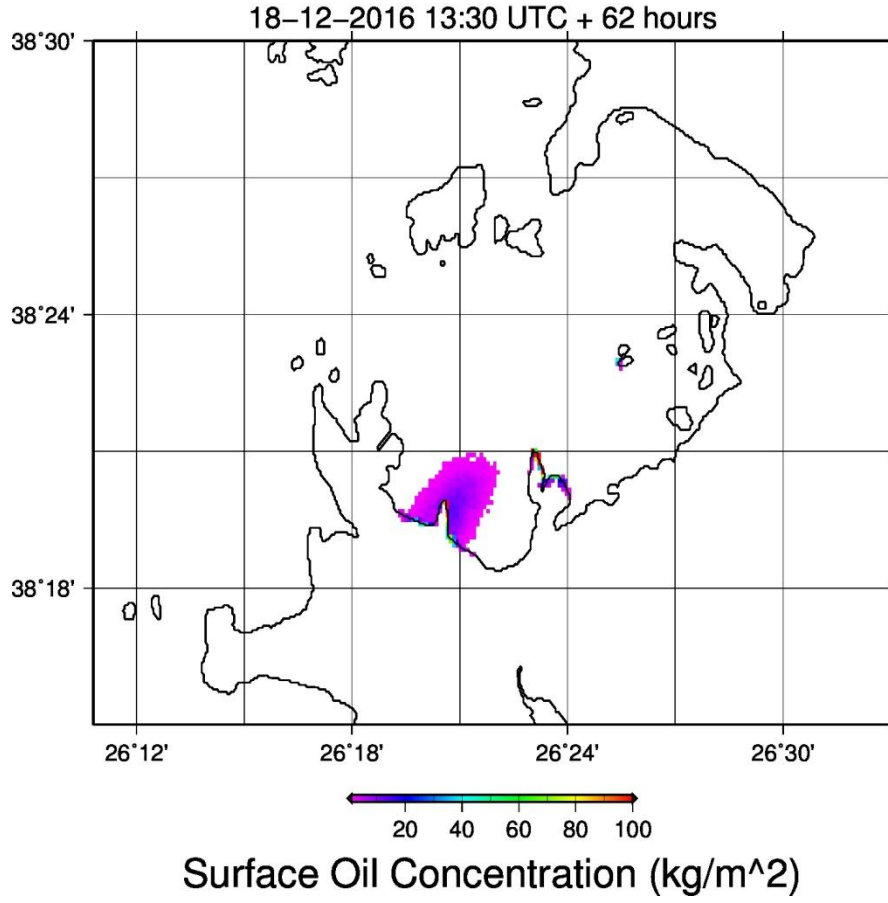
Petrol dağılım modeli sonuçları Şekil 3.6-8'da gösterilmiştir. Aşağıdaki şekillerde, deniz yüzeyindeki yakıtın zaman içinde bölgeye dağılımı (kg/m^2), kaza olduktan 3, 24, 48, 56, 62 ve 68. saatteki durumları ile gösterilmiştir. Yakıt, etkin güçlü rüzgarlar sayesinde kaza yerinden güneye doğru ilerlemiştir. Yakıt, 48 saat içinde Paşa Limanına ulaşmış ve kıyıya yüksek miktarda dağılmıştır. Paşa Limanı'nı geçen yakıt kümesi yoluna devam ederek, Ilıca Körfezi'ne ulaşmış ve buradaki kıyıları etkilemiştir. İlerleyen zamanlarda, yakıt yatay dağılım göstererek kıyı boyunca daha fazla alanı etkilemiştir. Model gözlemlerle uyum içindedir. Gözlemler sonucu kirlilik olduğu tespit edilen yerler model sonuçlarında da görünmektedir. Model sonuçları yakıt kirliliğinin dar bir alanda kaldığını göstermektedir. Uygun rüzgar ve akıntı koşulları nedeniyle kaza anında denize saçılan yakıt, şekillerde gösterilen yolu takip ederek dar bir alanda kıyıya ulaşmıştır.



Şekil 3.6. Petrol yayılım modeli sonuçlarına göre kaza anından 3 ve 24 saat sonra yüzeydeki petrol miktarı (kg/m²).



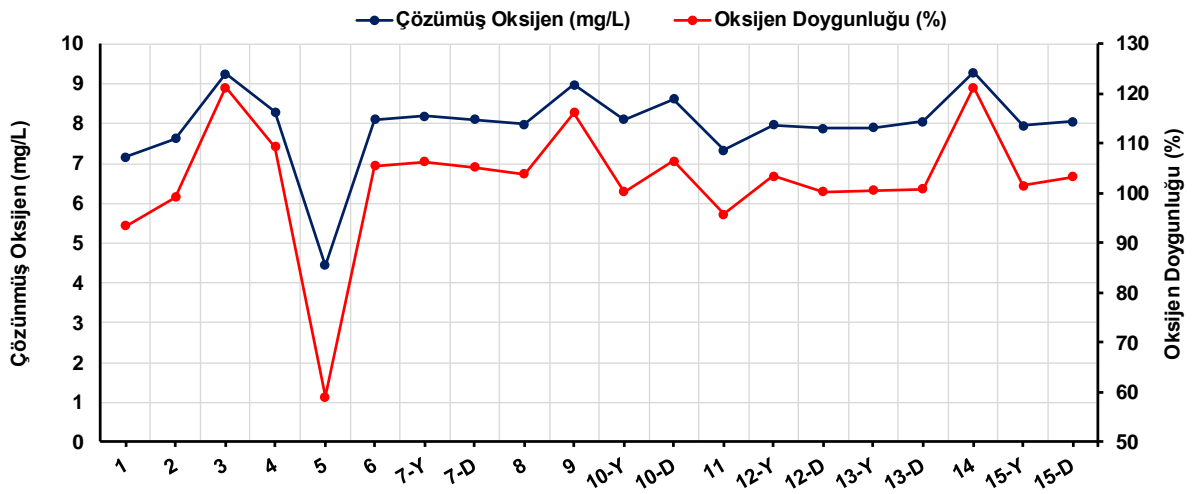
Şekil 3.7. Petrol yayılım modeli sonuçlarına göre kaza anından 48 ve 56 saat sonra yüzeydeki petrol miktarı (kg/m²).



Şekil 3.8. Petrol yayılım modeli sonuçlarına göre kaza anından 62 ve 68 saat sonra yüzeydeki petrol miktarı (kg/m²).

3.3. Deniz Suyunda Çözünmüş Oksijen

Çözünmüş Oksijen (DO) değerleri 4.45-9.28 mg/L aralığında ölçülmüştür (Şekil 3.9). Oksijen doygunluğu ise % 59.1-121.3 aralığında hesaplanmıştır. En düşük çözünmüş oksijen ve oksijen doygunluğu 5 nolu istasyonda gözlenmiştir. 1 ve 11 nolu istasyonlarda diğer istasyonlara göre nispeten düşük değerler saptanmıştır. Diğer istasyonlarda ise çözünmüş oksijen ve oksijen doygunluğunun çok fazla değişmediği ve oksijen doygunluğunun genellikle %100'un üzerinde oldukları görülmüştür.



Şekil 3.9. Çözünmüş Oksijen ve Oksijen Doymunluğu'nun istasyonlara göre dağılımları.

3.4. Deniz Suyunda BTEX

Deniz suyunda analiz edilen Toplam BTEX ve spesifik BTEX bileşenleri (benzene, toluene, ethylbenzene, m-Xylene, o-Xylene ve p-Xylene) Tablo 3.2'de verilmiştir. Benzene: n.d.-2.30; Toluene: n.d.-1.06; Ethylbenzene: n.d.-0.44; m-Xylene: n.d.-2.15; p-Xylene: n.d.-0.74 ve o-Xylene: n.d.-0.57 ng/L aralığında ölçülmüştür. Toplam BTEX ise n.d.-3.79 ng/L aralığında ölçülmüştür.

Tüm BTEX bileşenleri 2 ve 14 numaralı istasyonlarda tayin sınırının altında gözlenmiştir. Toluene ve o-Xylene 8 nolu istasyonda, m-Xylene ve Toplam BTEX Pınar Balık Çiftliği istasyonunda, Benzene 6 nolu istasyon, Ethylbenzene 9 nolu

istasyon ve p-Xylene ise 12 nolu istasyonda en yüksek konsantrasyonlarda saptanmıştır (Şekil 3.10-16).

Tablo 3.2. Deniz suyunda ölçülen BTEX bileşikleri ve Toplam BTEX değerleri (ng/L)
(Y: Yüzey, D: Dip).

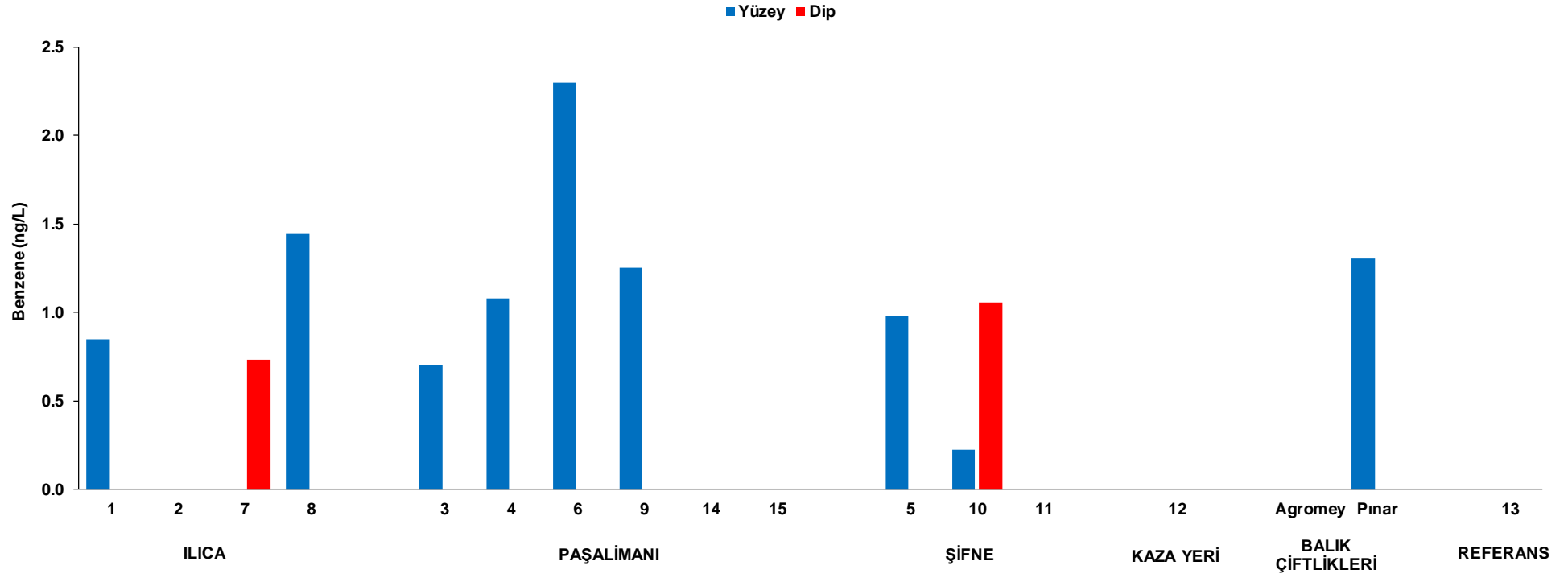
İstasyon	Benzene	Toluene	Ethylbenzene	m-Xylene	p-Xylene	o-Xylene	Toplam BTEX
1	0.85	0.26	0.23	n.d.	0.09	0.25	1.67
2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
3	0.71	0.23	0.15	n.d.	n.d.	0.19	1.28
4	1.08	0.24	0.30	n.d.	n.d.	0.23	1.84
5	0.98	0.27	0.24	n.d.	0.14	0.28	1.91
6	2.30	0.33	0.23	n.d.	n.d.	0.24	3.10
7-Y	n.d.	n.d.	0.08	n.d.	n.d.	0.06	0.14
7-D	0.73	0.18	0.25	n.d.	0.15	0.21	1.51
8	1.44	1.06	0.42	n.d.	0.23	0.57	3.73
9	1.25	0.42	0.44	n.d.	0.05	0.33	2.49
10-Y	0.22	n.d.	0.11	n.d.	n.d.	0.18	0.51
10-D	1.06	n.d.	0.13	0.60	n.d.	0.23	2.02
11	n.d.	0.36	0.32	0.49	0.15	0.33	1.64
12-Y	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
12-D	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.74	0.05	0.78
13-Y	n.d.	n.d.	n.d.	0.21	0.05	0.10	0.37
13-D	n.d.	0.32	0.12	n.d.	0.12	0.11	0.67
14	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
15-Y	n.d.	0.51	0.28	n.d.	0.47	0.17	1.43
15-D	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Agromey	n.d.	n.d.	0.25	n.d.	n.d.	0.12	0.37
Pınar	1.30	n.d.	0.21	2.16	n.d.	0.12	3.79

Tablo 3.3. Deniz suyunda BTEX bileşiklerinin aralıkları ve limit değerleri.

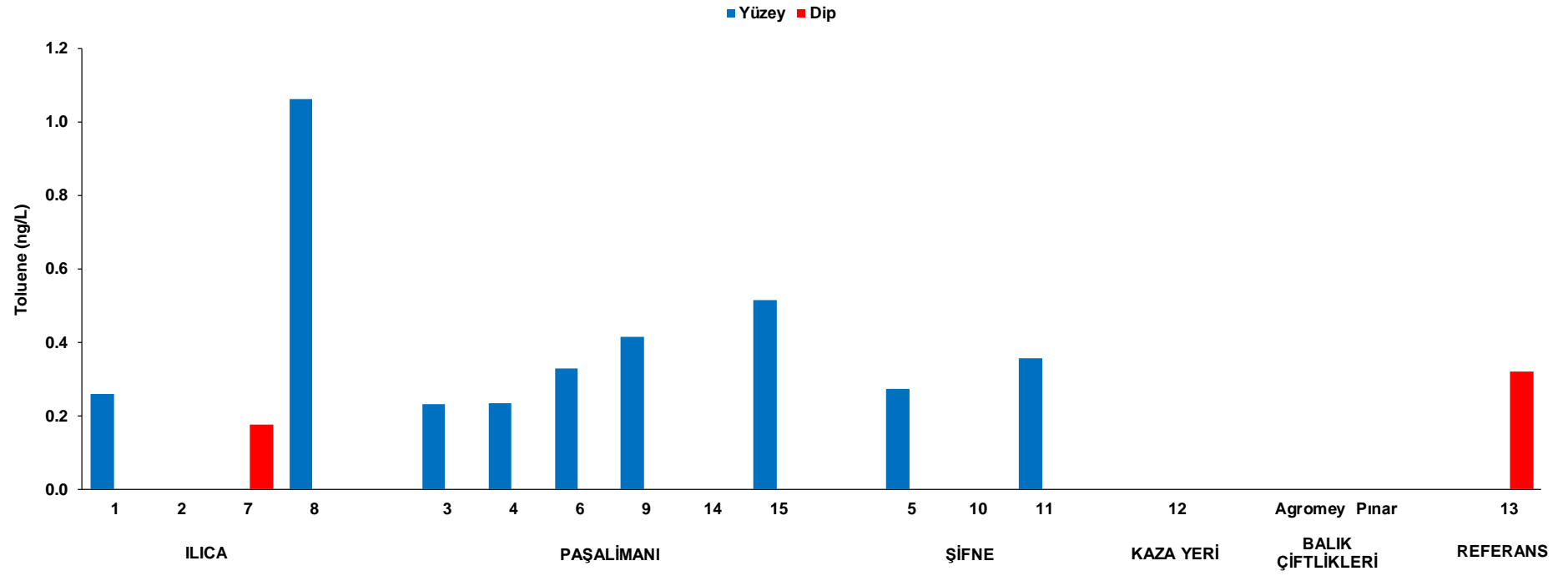
	Min (ng/L)	Mak (ng/L)	YO-ÇKS (ng/L)	MAK-ÇKS (ng/L)
Benzene	n.d.	2.30	8000	50000
Toluene	n.d.	1.06	-	-
Ethylbenzene	n.d.	0.44	-	-
m-Xylene	n.d.	2.15	1400	273000
p-Xylene	n.d.	0.74	-	-
o-Xylene	n.d.	0.57	1800	585000
Toplam BTEX	n.d.	3.79	-	-

Yer Üstü Su Kalitesi Yönetmeliği (Resmi Gazete, 2016)'nde Kıyı ve Geçiş Suları için belirtilen Çevre Kalite Standardı (ÇKS) verilerine göre (Tablo 3.3), deniz suyunda saptanan BTEX bileşiklerinin konsantrasyonları:

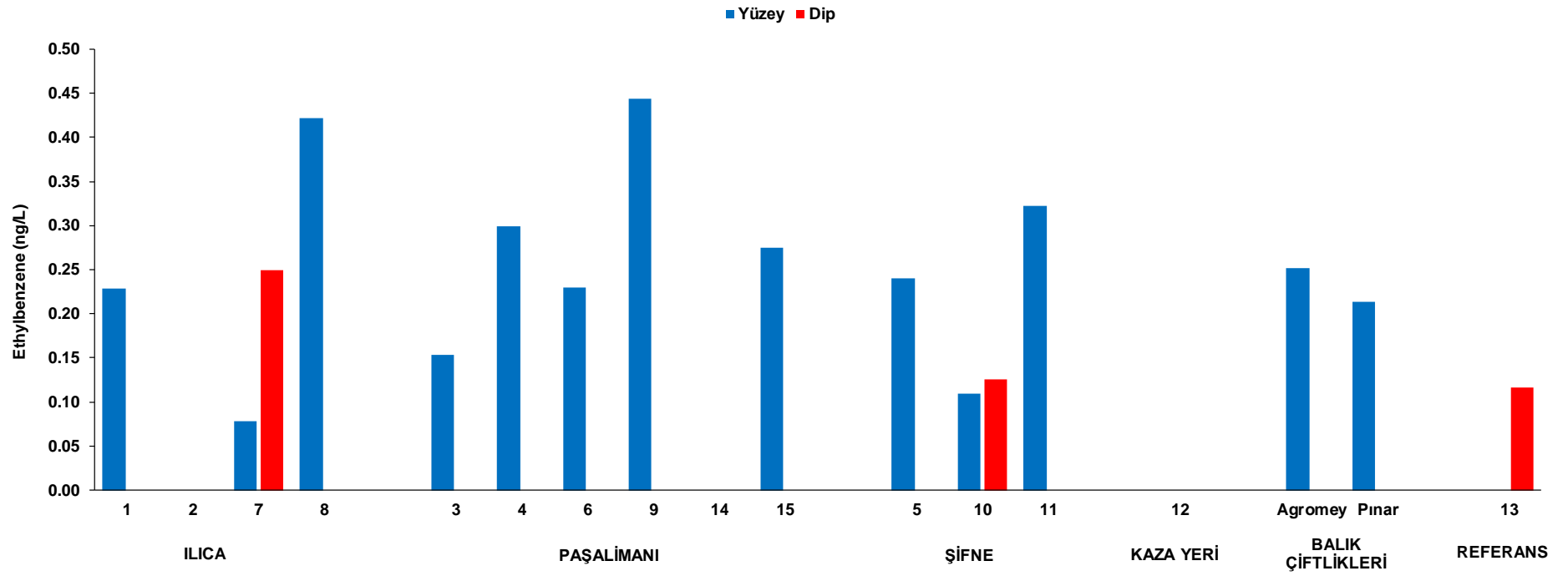
- Benzene: Tüm istasyonlarda ölçülen değerler Yıllık Ortalama (YO) ve Maksimum (MAK) ÇKS değerlerinin altında;
- m-Xylene: Tüm istasyonlarda ölçülen değerler Yıllık Ortalama (YO) ve Maksimum (MAK) ÇKS değerlerinin altında;
- o-Xylene: Tüm istasyonlarda ölçülen değerler Yıllık Ortalama (YO) ve Maksimum (MAK) ÇKS değerlerinin altında;
- Toluene, Ethylbenzene, p-Xylene ve Toplam BTEX için limit değer verilmediğinden bu bileşikler için karşılaştırma yapılamamıştır.



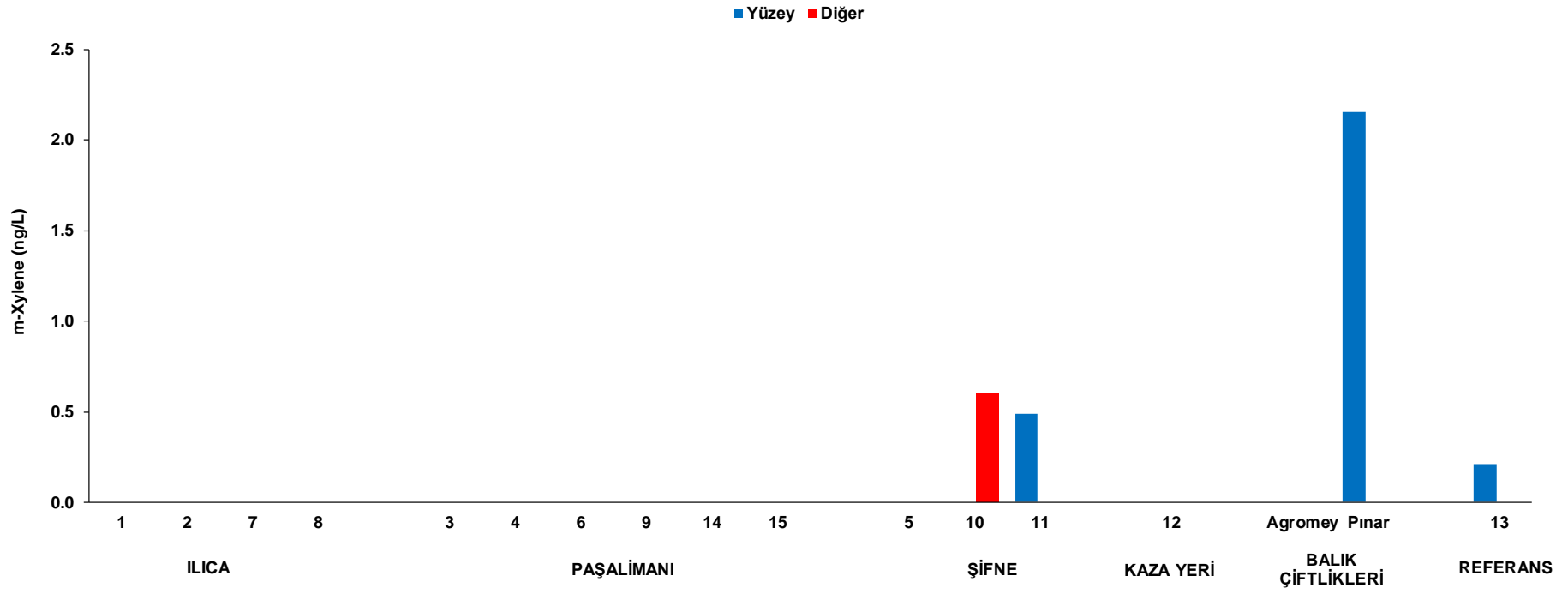
Şekil 3.10. Deniz suyunda Benzene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



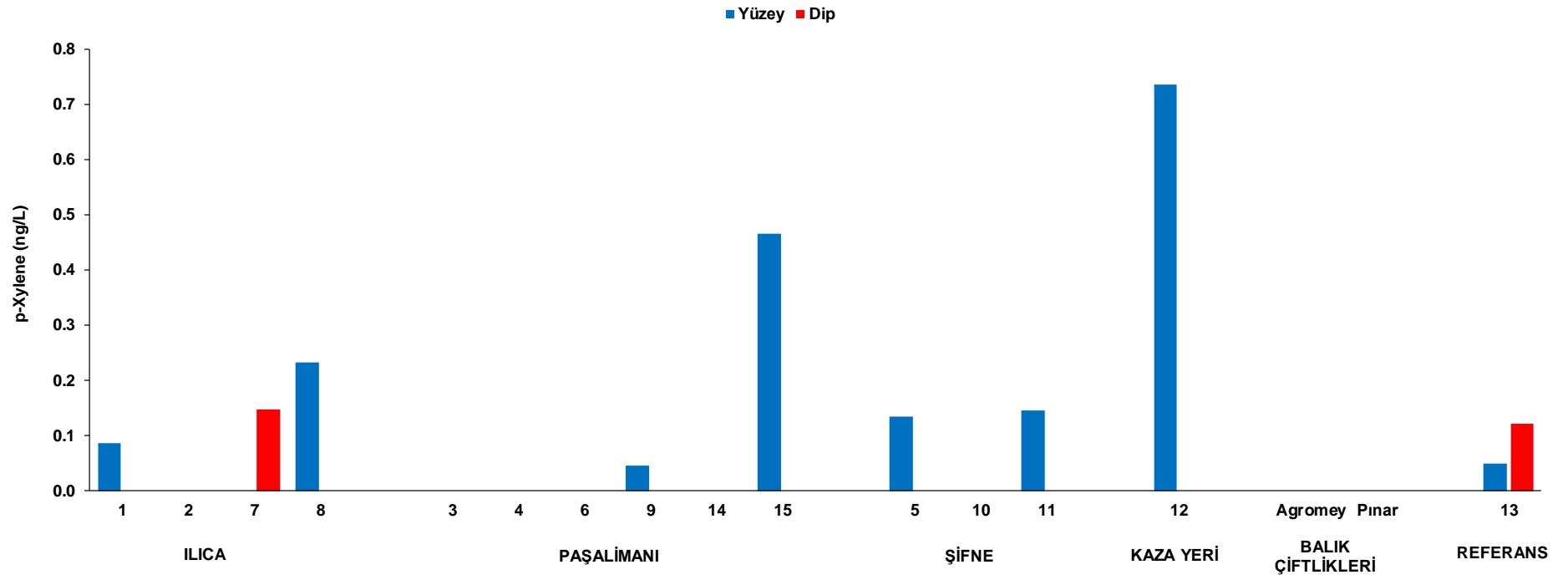
Şekil 3.11. Deniz suyunda Toluene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



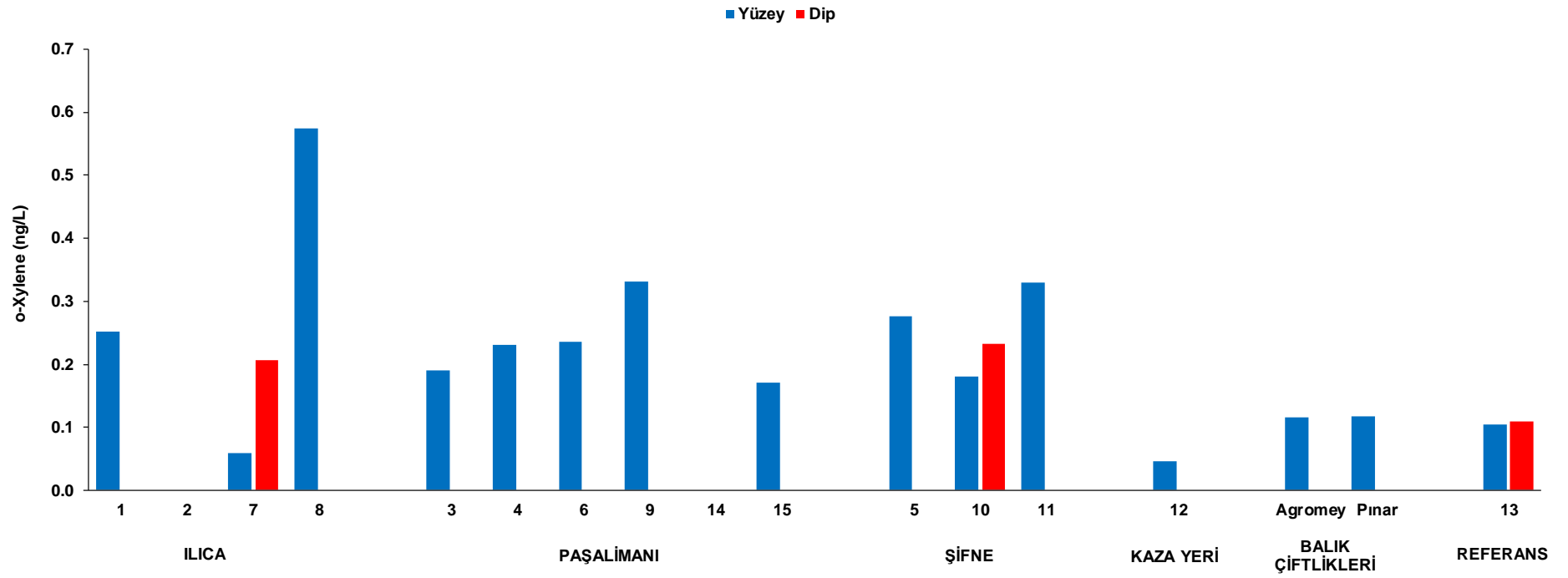
Şekil 3.12. Deniz suyunda Ethylbenzene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



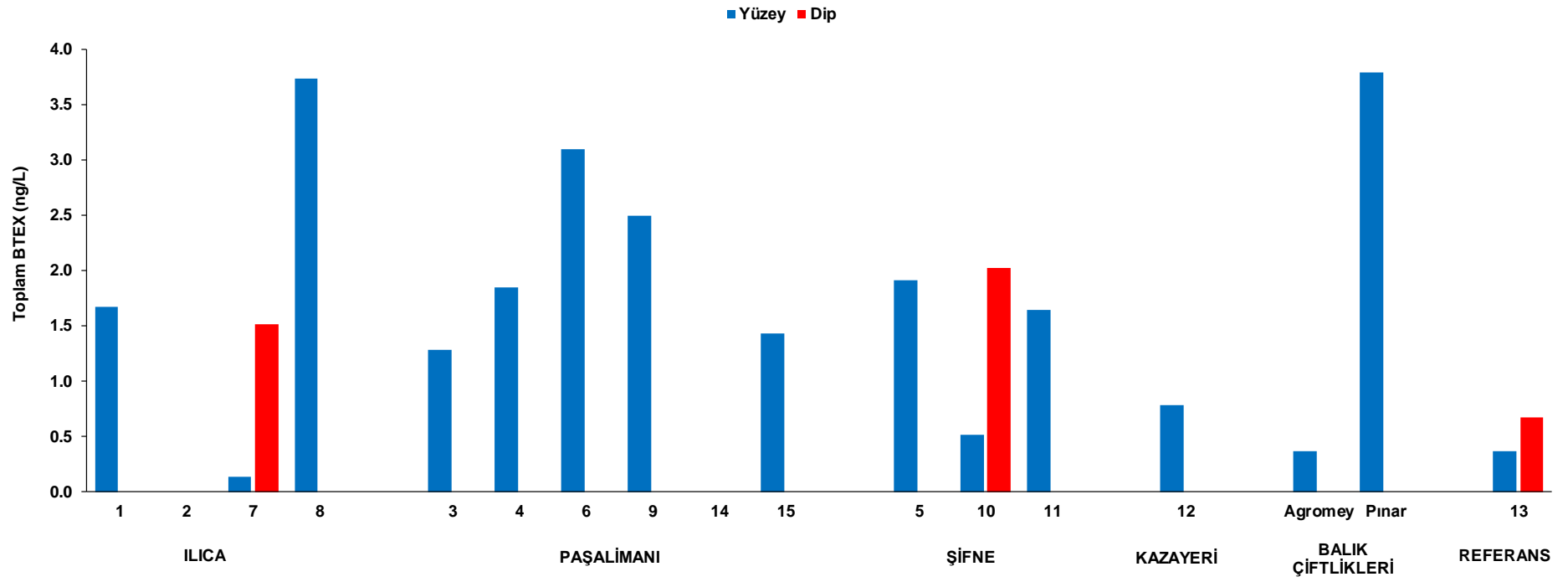
Şekil 3.13. Deniz suyunda m-Xylene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



Şekil 3.14. Deniz suyunda p-Xylene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



Şekil 3.15. Deniz suyunda o-Xylene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



Şekil 3.16. Deniz suyunda Toplam BTEX konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.

3.5. Deniz Suyunda Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar

Deniz suyunda analiz edilen Toplam Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar ve spesifik bileşenleri (EPA'nın belirlediği 15 bileşen) Tablo 3.4'te verilmiştir. Acenaphtylene (Acy): 5.4-32.7; Acenaphthene (Ace): 8.1-42.0; Fluorene (Flu): 27.4-123.8; Phenanthrene (Phe): 77.0-370.6; Anthracene (Ant): 0.4-21.7; Fluoranthene (Flt): 4.2-48.7; Pyrene (Pyr): 2.5-44.7; Benzo(a)Anthracene (BaA): 0.5-13.3; Chrysene (Chr): n.d.-44.5; Benzo(b)Fluoranthene (BbF): 1.6-18.8; Benzo(k)Fluoranthene (BkF): 1.5-9.5; Benzo(a)Pyrene (BaP): 1.2-14.1; Indeno(1,2,3-c,d)Pyrene (IcdP): 0.4-4.2; Dibenzo(a,h)Anthracene (DahA): 0.2-2.0; Benzo(g,h,i)Perylene (BghiP): 0.9-4.0 ng/L aralığında ölçülmüştür. Toplam PAH ise 151.9-742.1 ng/L aralığında bulunmuştur.

PAH bileşiklerinden Acy, Ace, Flu, Phe, Ant, Flt ve BaP 1 nolu istasyonda, Pyr, BaA ve Chr 6 nolu istasyonda, BbF, IcdP ve DahA 5 nolu istasyonda en yüksek konsantrasyonlarda gözlenmiştir (Şekil 3.17-32). Ayrıca, BkF 13 nolu referans istasyonunun dip sularında ve BghiP 2 nolu istasyonda yüksek bulunmuştur. En yüksek toplam PAH konsantrasyonları 1 nolu istasyonda gözlenirken, en düşük düzeyler Pınar Balık Çiftliği bölgesinde bulunmuştur.

Tablo 3.5'de verilen Yer Üstü Su Kalitesi (Resmi Gazete, 2016)'nde Kıyı ve Geçiş Suları için belirtilen Çevre Kalite Standardı (ÇKS) verilerine göre deniz suyunda saptanan PAH konsantrasyonları:

- Ace, Flu, Phe, Ant ve Chr düzeyleri tüm istasyonlarda Yıllık Ortalama (YO) ve Maksimum (MAK) ÇKS değerlerinin altında bulunmuştur.
- Flt düzeyleri 8, 9, 10-Yüzey, 10-Dip, 13-Dip ve Pınar istasyonları/derinlikleri hariç diğer istasyonlar/derinliklerde Yıllık Ortalama (YO) - Maksimum (MAK) ÇKS değerleri arasında bulunmuştur.
- Pyr düzeyleri 1 ve 6 nolu istasyonlarda Yıllık Ortalama (YO) - Maksimum (MAK) ÇKS değerleri arasında bulunmuştur.
- BaP düzeyleri tüm istasyonlarda Yıllık Ortalama (YO) - Maksimum (MAK) ÇKS değerleri arasında bulunmuştur.
- BbF düzeyleri 5 nolu istasyonda Maksimum (MAK) ÇKS değerinin üzerinde bulunmuştur.

- BghiP düzeyleri tüm istasyonlarda Maksimum (MAK) KS değerinin üzerinde bulunmuştur.

BbF, BkF ve BghiP için YO-KS değeri ve Acy, BaA, DahA, IcdP ile Toplam PAH düzeyleri için hem YO-KS hem de MAK-KS değerleri Yer  st  Su Kalitesi Yönetmeliği'nde yer almadığından ilgili sınır değerler için bir karşılaştırmayı yapılamamıştır.

EPA (2008) tarafından 7 PAH bileşiği insanlar için olası karsinojen olarak sınıflandırılmıştır. Bu bileşikler BaA, BaP, BbF, BkF, Chr, DahA ve IcdP'dir. Su  rnekleri için Toplam PAH içindeki karsinojen bileşik yüzdesi % 2.9-24.1 aralığında bulunmuştur. En yüksek yüzde 6 nolu istasyonda, en düşük yüzde ise 4 nolu istasyonda saptanmıştır.

Tablo 3.4. Deniz suyunda ölçülen PAH bileşikleri ve Toplam PAH değerleri (ng/L) (Y: Yüzey, D: Dip).

İstasyon	Acy	Ace	Flu	Phe	Ant	Flt	Pyr	BaA	Chr	BbF	BkF	BaP	IcdP	DahA	BghiP	ΣPAH	ΣKarsinojen/ ΣPAH (%)
1	32.7	42.0	123.8	370.6	21.7	48.7	39.5	7.0	14.0	15.8	6.9	14.1	3.2	1.0	1.1	742.1	8.4
2	8.2	12.7	42.8	144.3	3.7	10.7	7.6	0.7	0.1	5.2	5.7	4.8	1.4	0.4	4.0	252.2	7.2
3	7.9	12.3	41.2	115.8	0.5	7.7	9.6	0.8	2.2	4.2	3.4	3.6	1.0	0.8	1.2	212.2	7.6
4	10.0	13.8	55.6	167.2	5.8	6.5	7.6	0.8	0.6	1.6	2.1	1.8	0.5	0.5	1.2	275.7	2.9
5	9.5	14.2	28.9	123.6	1.2	6.8	9.7	1.2	1.4	18.8	9.1	7.4	4.2	2.0	2.7	240.9	18.4
6	9.0	13.6	44.9	120.0	4.6	16.8	44.7	13.3	44.5	6.9	2.8	9.7	2.6	1.8	3.4	338.7	24.1
7-Y	14.5	15.9	71.4	197.5	5.2	11.5	7.5	0.7	2.2	8.3	7.1	3.5	0.8	1.0	1.7	348.8	6.8
7-D	7.1	11.6	45.4	130.8	2.0	7.9	5.1	0.6	0.8	15.2	9.3	8.1	0.7	0.5	2.4	247.4	14.2
8	9.5	9.7	36.7	86.4	0.4	4.9	2.5	0.5	0.3	4.2	3.5	1.6	0.8	0.6	2.2	163.6	6.9
9	6.8	8.9	33.8	104.2	1.1	5.3	3.9	0.6	0.5	2.0	1.6	3.5	0.4	0.4	1.2	174.1	5.2
10-Y	9.1	13.3	36.2	91.4	1.1	6.1	3.9	0.6	0.8	6.1	3.2	2.3	0.5	0.3	0.9	175.9	7.8
10-D	6.3	10.1	37.8	91.2	1.5	4.6	3.7	0.5	1.2	3.0	1.9	2.8	0.6	0.6	1.6	167.4	6.3
11	11.3	17.6	63.6	163.6	3.9	14.2	14.2	1.5	7.5	5.7	3.4	6.2	1.2	0.6	1.5	315.9	8.2
12-Y	11.4	16.7	65.3	180.1	5.3	14.9	9.6	1.2	2.6	8.9	8.8	5.7	0.6	0.4	1.1	332.4	8.5
12-D	5.4	8.1	27.4	96.8	0.9	8.5	7.0	0.5	1.6	8.0	5.1	1.9	0.6	0.2	1.3	173.3	10.3
13-Y	7.7	12.7	38.8	104.4	1.9	7.1	5.2	0.6	1.4	9.2	8.7	6.8	0.6	0.5	2.4	208.0	13.4
13-D	6.0	12.2	27.8	77.0	2.3	4.2	2.7	2.2	2.3	10.8	9.5	5.5	0.4	0.3	1.0	164.0	18.8
14	10.5	16.6	55.8	158.4	7.7	12.9	17.6	5.3	11.3	12.1	8.7	9.9	2.8	1.9	2.2	333.8	15.6
15-Y	11.8	17.2	57.8	164.6	4.8	13.8	9.6	0.9	2.4	1.7	1.5	1.2	0.5	0.6	2.0	290.6	3.1
15-D	8.8	12.6	46.6	121.2	2.7	7.2	4.7	0.6	1.4	6.2	4.2	3.0	0.8	0.3	1.3	221.6	7.4
Agromey	9.8	13.4	46.1	117.5	3.6	7.3	4.4	1.1	0.0	8.2	6.0	3.1	0.4	0.3	1.1	222.5	8.7
Pınar	7.7	10.7	31.4	79.1	0.6	4.5	3.0	0.6	0.6	4.2	3.6	2.6	0.9	0.4	1.8	151.9	8.5

Tablo 3.5. Deniz suyunda PAH bileşiklerinin aralıkları ve limit değerleri.

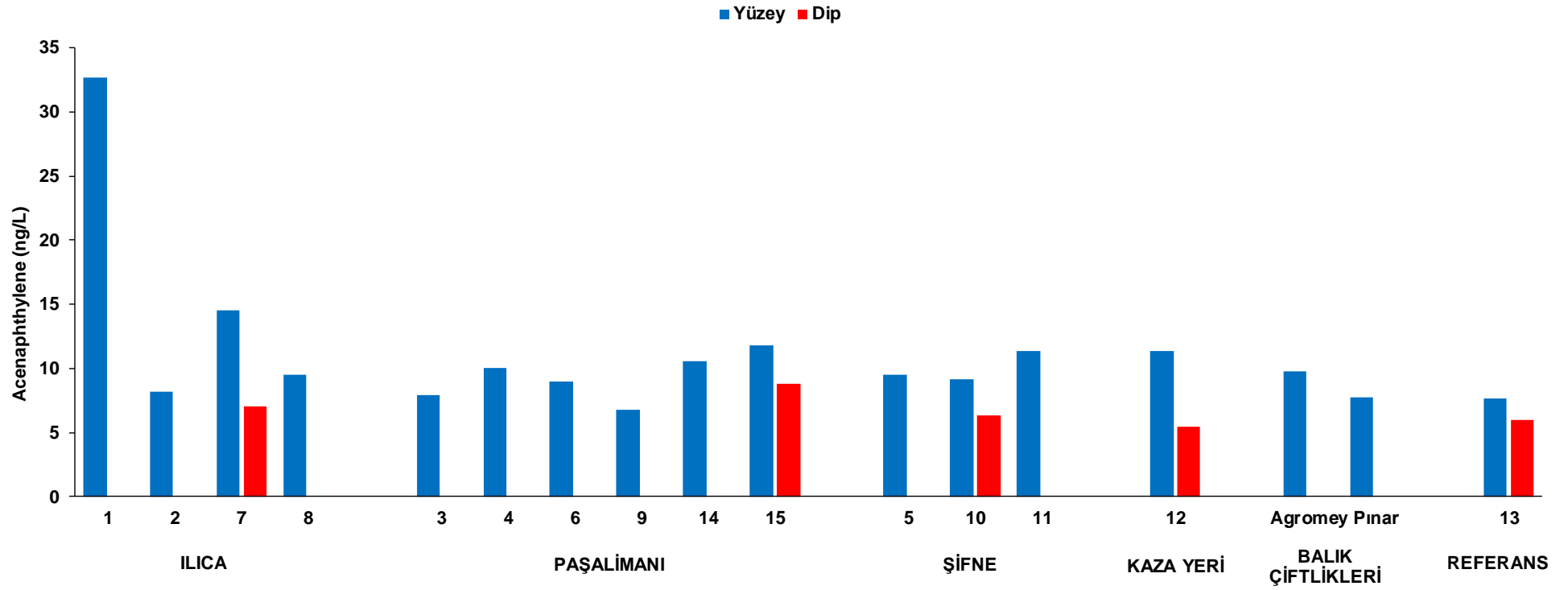
	Min (ng/L)	Mak (ng/L)	YO-ÇKS (ng/L)	MAK-ÇKS (ng/L)
Acenaphthylene	5.4	32.7	-	-
Acenaphthene	8.1	42.0	6000	66000
Fluorene	27.4	123.8	3400	47000
Phenanthrene	77.0	370.6	1400	11200
Anthracene	0.4	21.7	100	400
Fluoranthene	4.2	48.7	6.3	120
Pyrene	2.5	44.7	20	400
Benzo(a)anthracene	0.5	13.3	-	-
Chrysene	n.d.	44.5	1900	19000
Benzo(b)fluoranthene	1.6	18.8	-	17
Benzo(k)fluoranthene	1.5	9.5	-	17
Benzo(a)pyrene	1.2	14.1	0.17	27
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	0.4	4.2	-	-
Dibenzo(a,h)anthracene	0.2	2.0	-	-
Benzo(g,h,i)perylene	0.9	4.0	-	0.82
ΣPAH	151.9	742.1	-	-

Literatürde PAH bileşiklerinin kaynaklarının belirlenmesinde moleküler indisler sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. PAH bileşiklerinin konsantrasyon oranlarıyla hesaplanan bu moleküler indislerden, PAH'ların pirojenik (yanma) veya petrojenik kaynaklı olduğunu saptamak mümkündür. Bu çalışmada kullanılan indisler Tablo 3.6'da verilmiştir. Ant/(Ant+Phe), Phe/Ant, BbF/BaP ve LMW/HMW oranlarına göre tüm istasyonlardaki deniz suyu örneklerindeki PAH bileşiklerinin petrojenik kaynaklı olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.33-3.37). IcdP/(IcdP+BghiP) oranına göre tüm örnekler yanma ürünü (petrol ve biyokütle, odun, kömür, vb.) kaynaklı iken, Flt/(Flt+Pyr) oranına göre sadece 6 nolu istasyon petrojenik diğer istasyonlar ise yanma ürünü (petrol ve biyokütle, odun, kömür, vb.) kaynaklı bulunmuştur. Flt/Pyr oranına göre 3, 4, 5, 6 ve 14 nolu istasyonlar petrojenik, diğer istasyonlarda pirojenik kaynak olduğu görülmüştür. BaA/(BaA+Chr) oranına göre sadece 11 nolu istasyon petrojenik, 2, 4, 5, 7-Dip, 9, 10-Yüzey, 13-Dip, Agromey ve Pınar istasyonları karışık kaynaklı bulunmuştur. BkF/BaP oranına göre 1, 6 ve 9 nolu istasyonlar

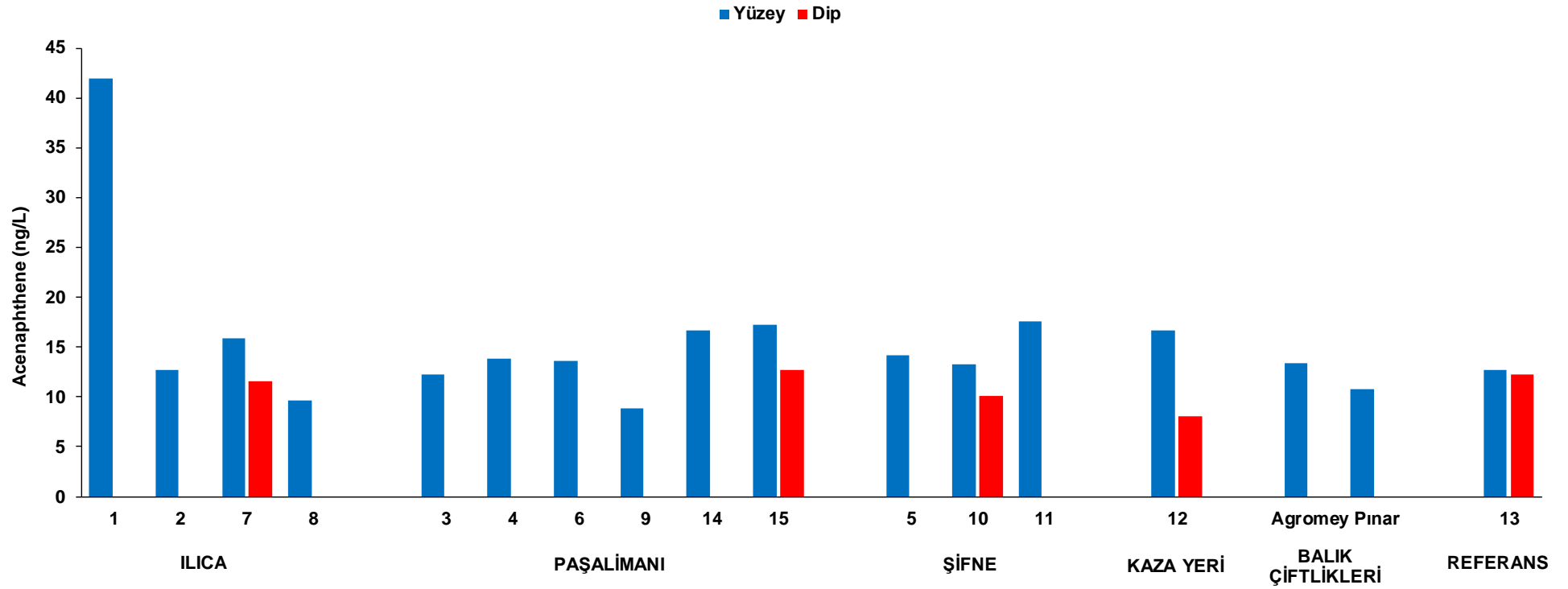
pirojenik ve diğer istasyonların petrojenik kaynaklı olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak hesaplanan tüm indislere göre Ildırı ve Ilıca Körfezi deniz suyu örneklerindeki PAH'ların kaynağının petrojenik olduğu bulunmuştur.

Tablo 3.6. PAH kaynaklarını belirlemede kullanılan oranlar (LMW: Düşük molekül ağırlıklı PAH bileşikleri, HMW: Yüksek molekül ağırlıklı PAH bileşikleri).

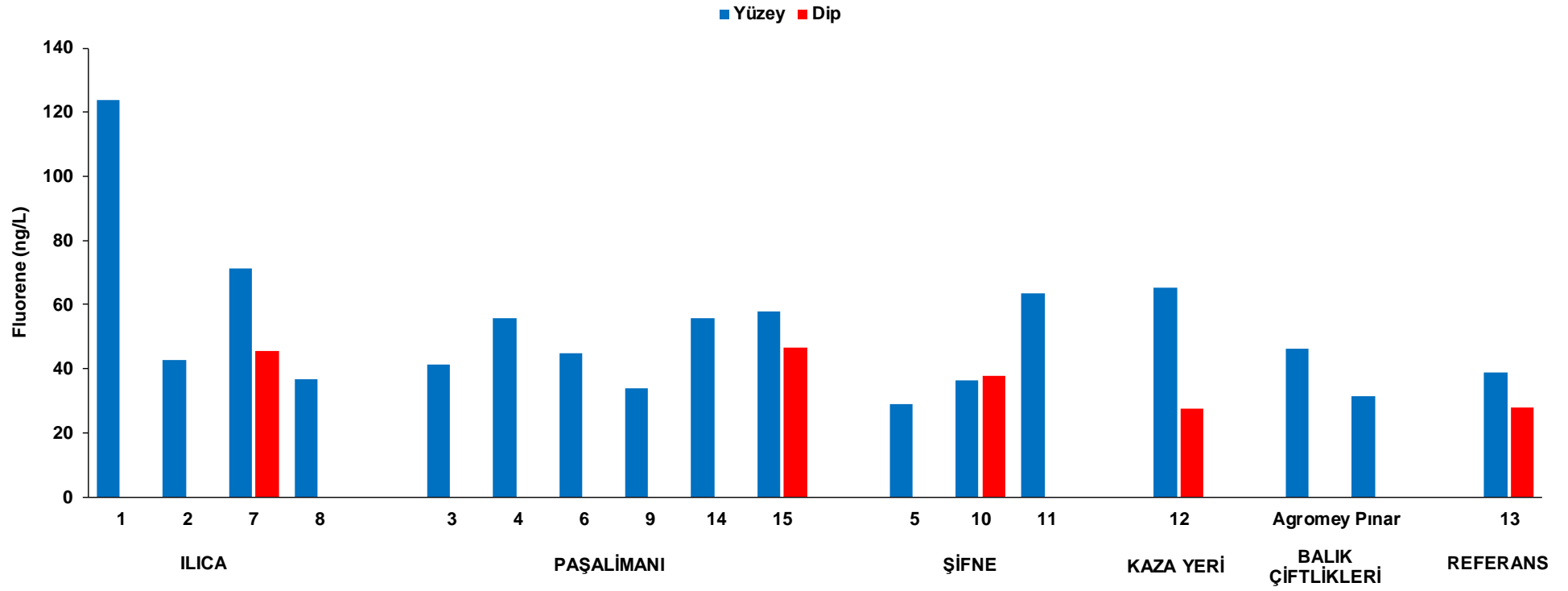
PAH Oranları	Pirojenik	Petrojenik	Referans
Phe/Ant	<10	>10	Baumard ve ark., 1998a,b
Flt/Pyr	>1	<1	Baumard ve ark., 1998a,b
Flt/(Flt + Pyr)	0.4–0.5; >0.5	<0.4	Budzinski ve ark., 1997; Gogou ve ark., 1998
Ant/(Ant + Phe)	>0.1	<0.1	Tsapakis ve ark., 2003
LMW/HMW	<1	>1	Budzinski ve ark., 1997; Yan ve ark., 2009
BaA/(BaA+Chr)	>0.35	<0.2	Yunker ve ark., 2002; Yan ve ark., 2009
IcdP/(IcdP+BghiP)	>0.2	<0.2	Yunker ve ark., 2002; Luo ve ark., 2006
BbF/BaP	<0.5	>0.5	El Deeb ve ark., 2007
BkF/BaP	<0.5	>0.5	El Deeb ve ark., 2007



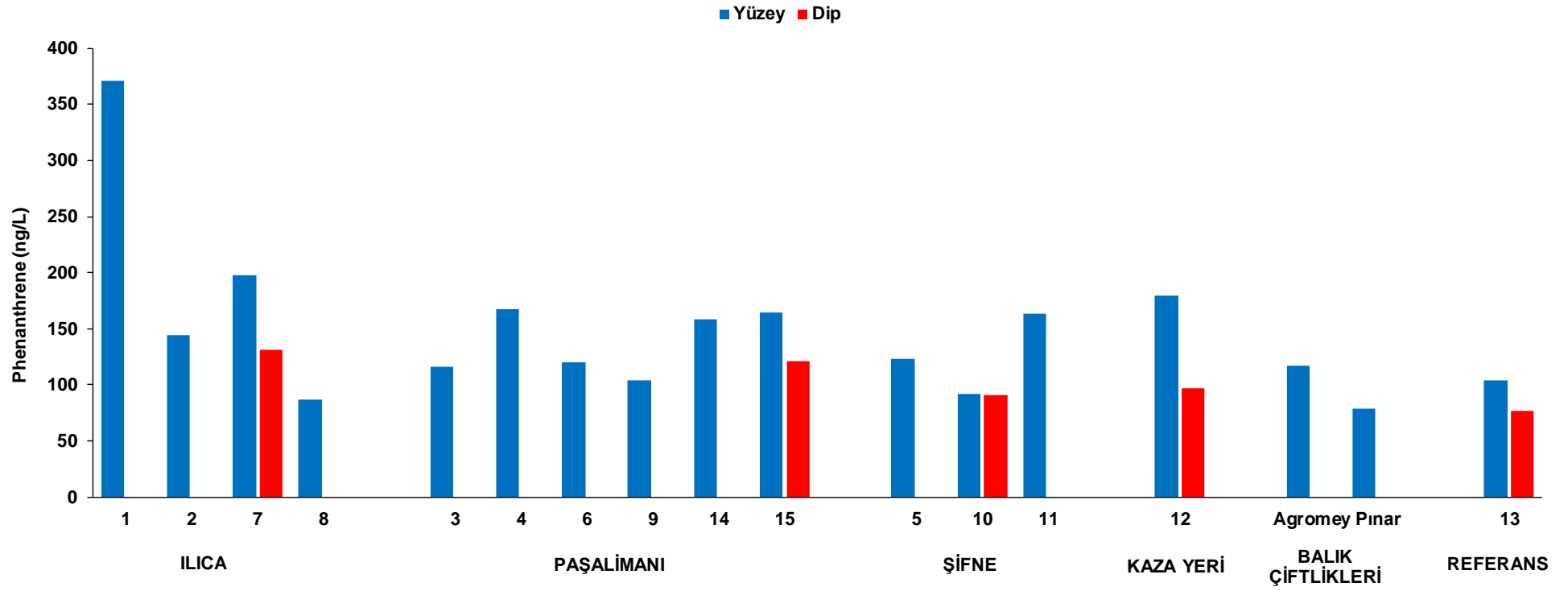
Şekil 3.17. Deniz suyunda Acenaphthylene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



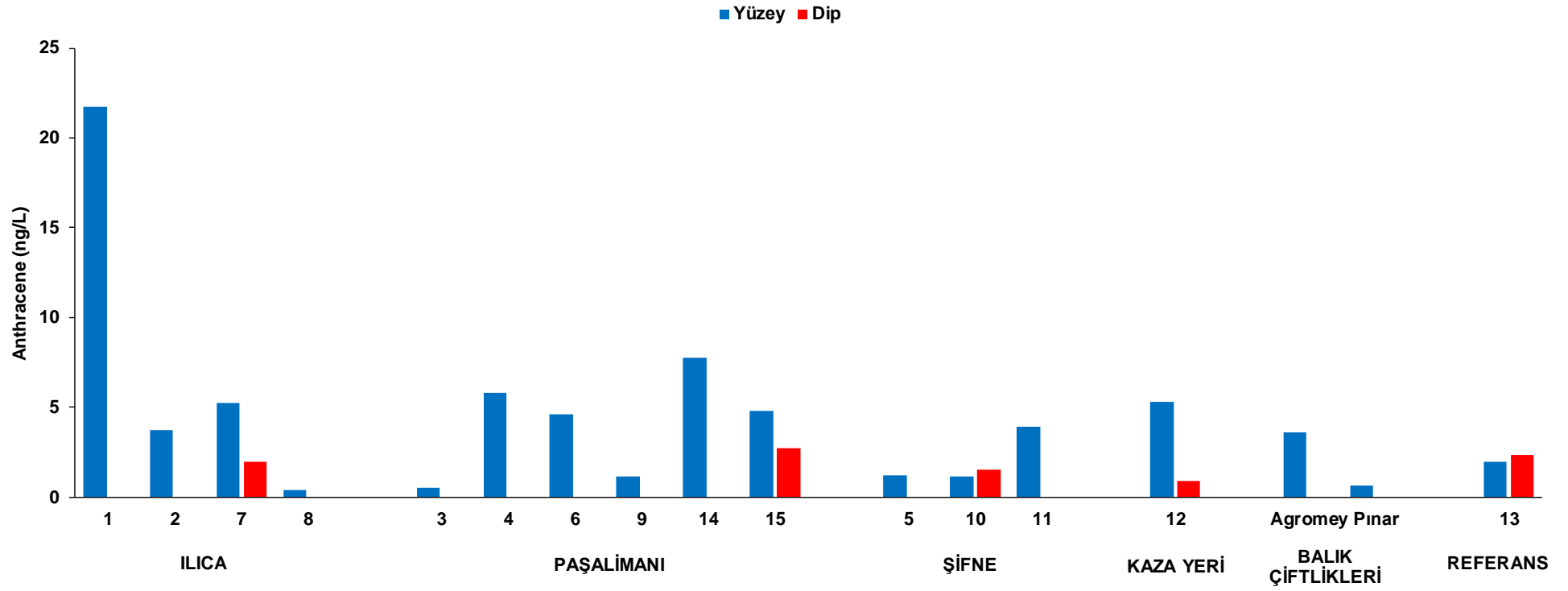
Şekil 3.18. Deniz suyunda Acenaphthene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



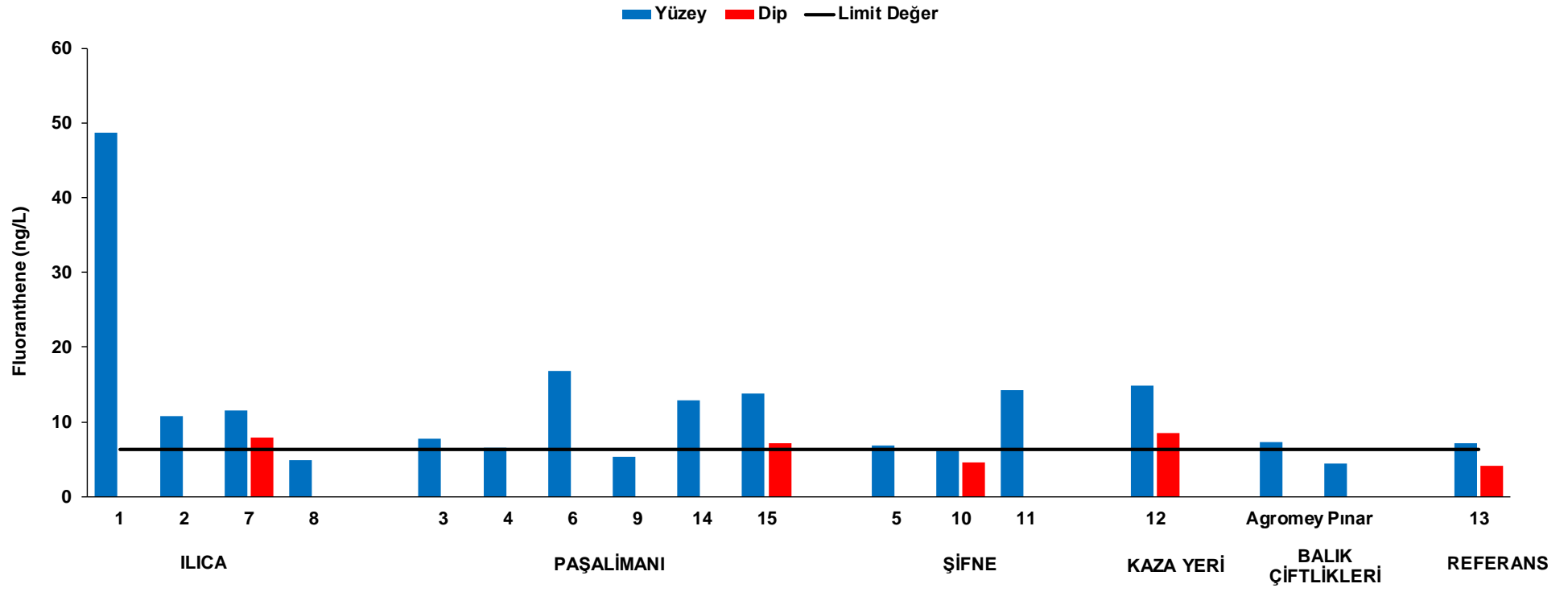
Şekil 3.19. Deniz suyunda Fluorene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



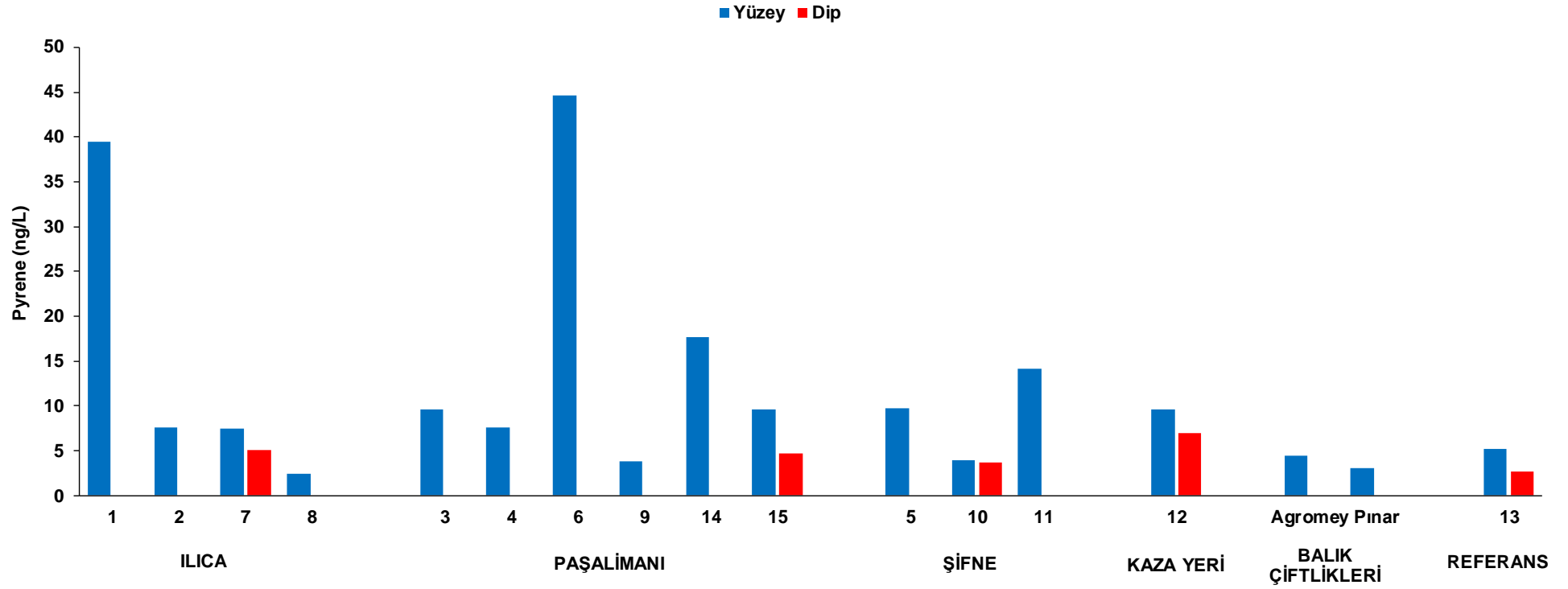
Şekil 3.20. Deniz suyunda Phenanthrene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



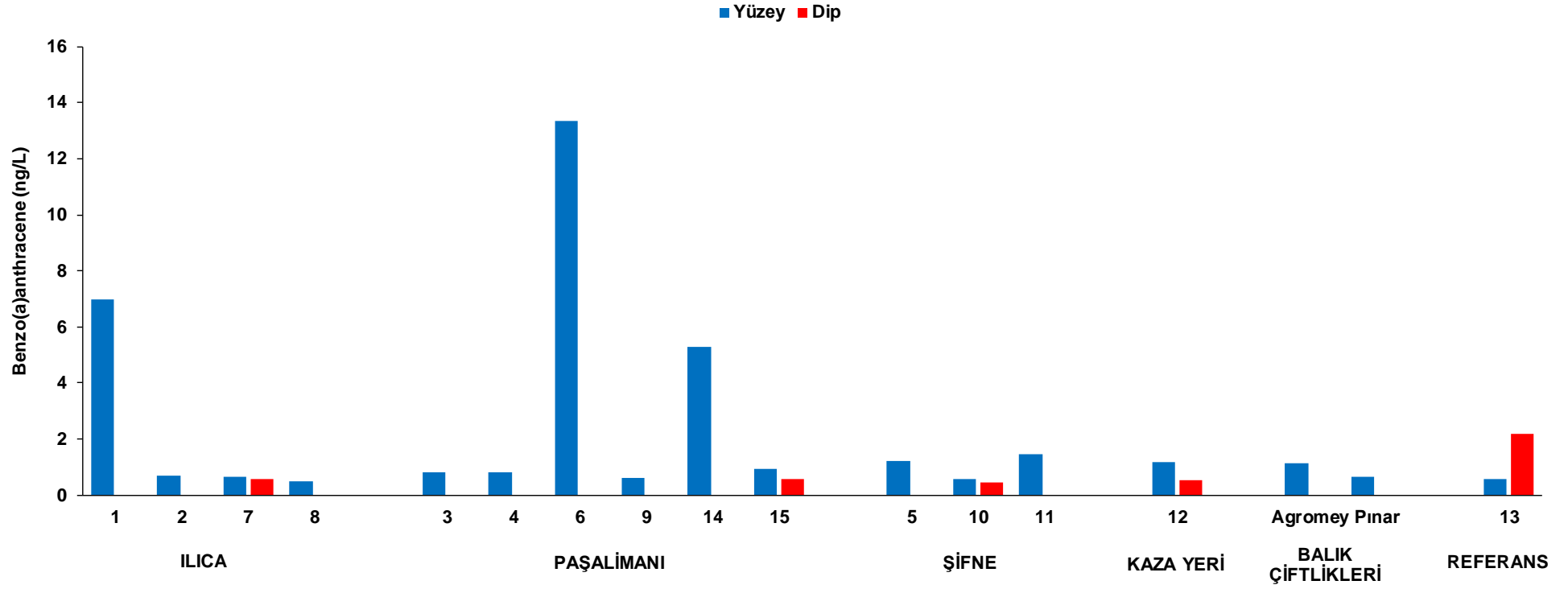
Şekil 3.21. Deniz suyunda Anthracene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



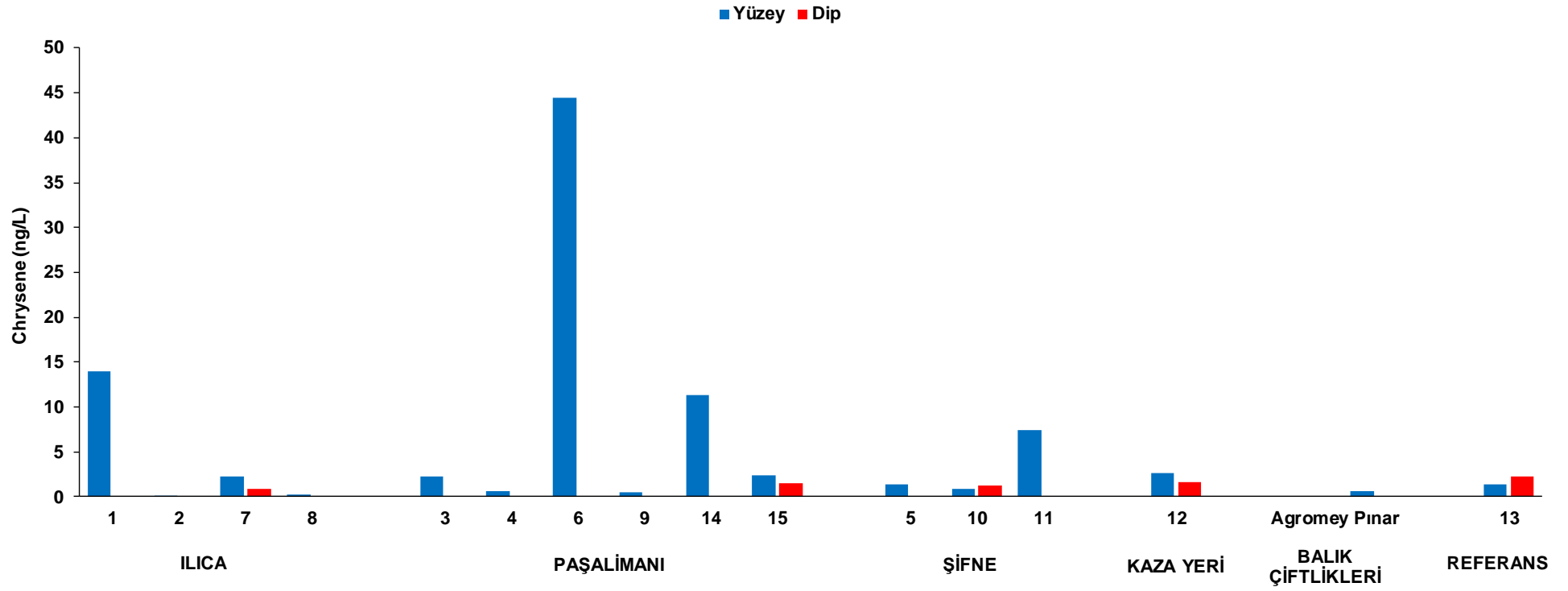
Şekil 3.22. Deniz suyunda Fluoranthene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



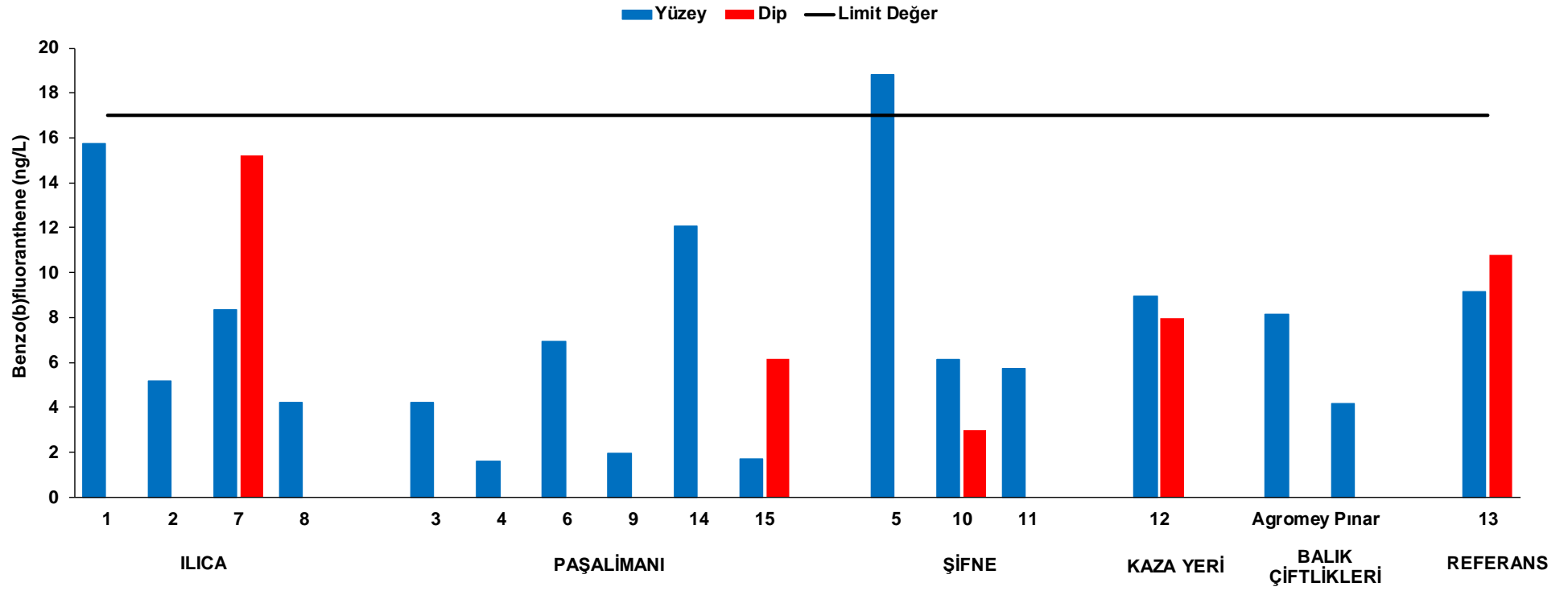
Şekil 3.23. Deniz suyunda Pyrene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



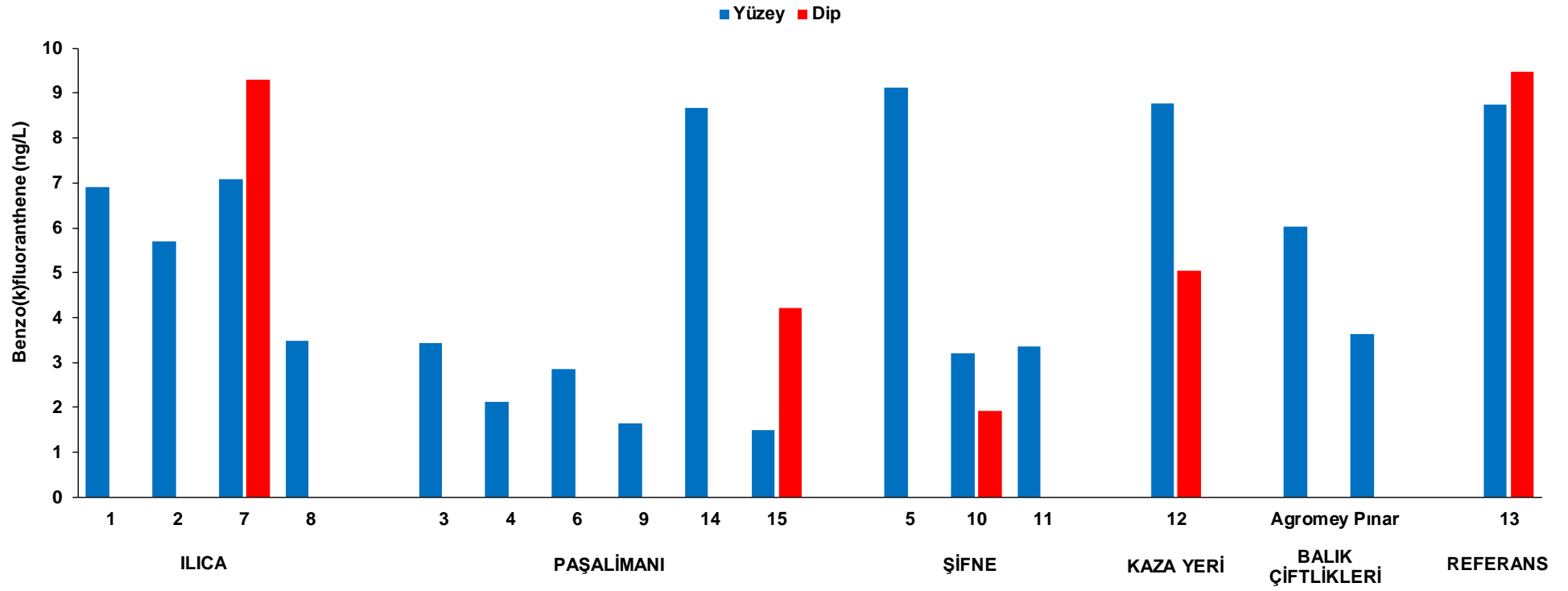
Şekil 3.24. Deniz suyunda Benzo(a)anthracene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



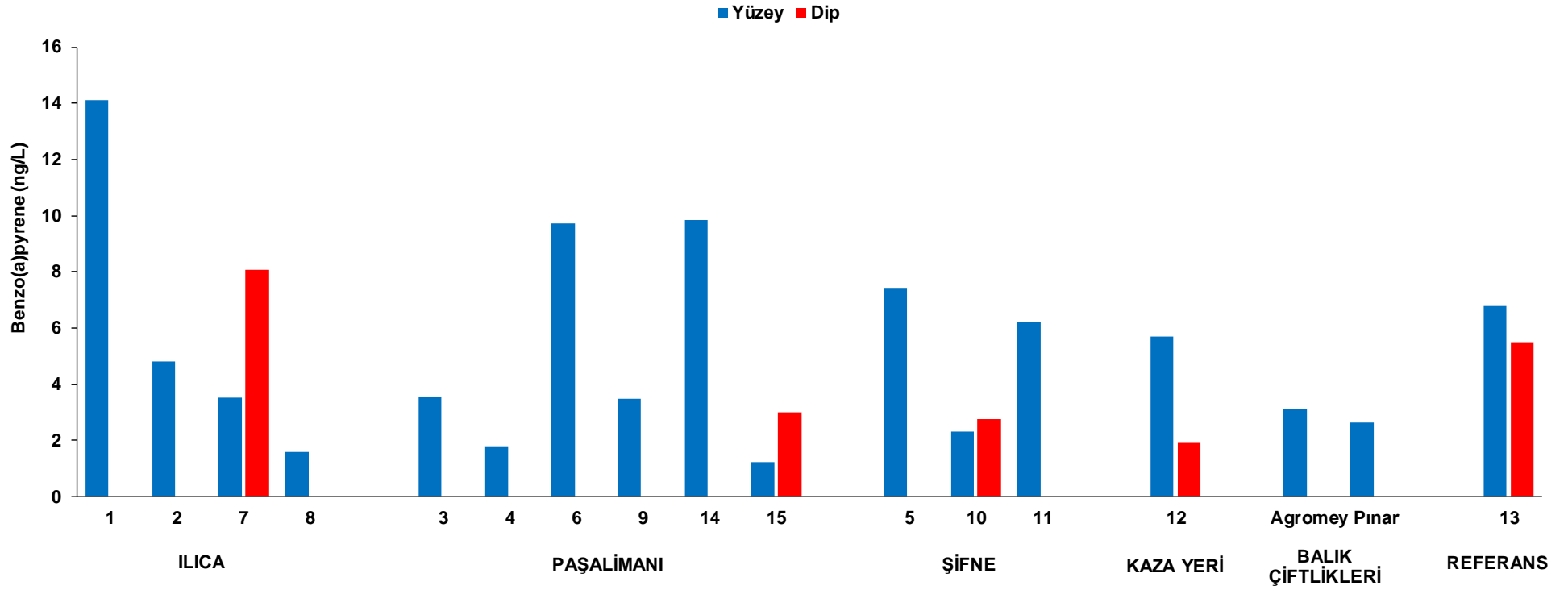
Şekil 3.25. Deniz suyunda Chrysene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



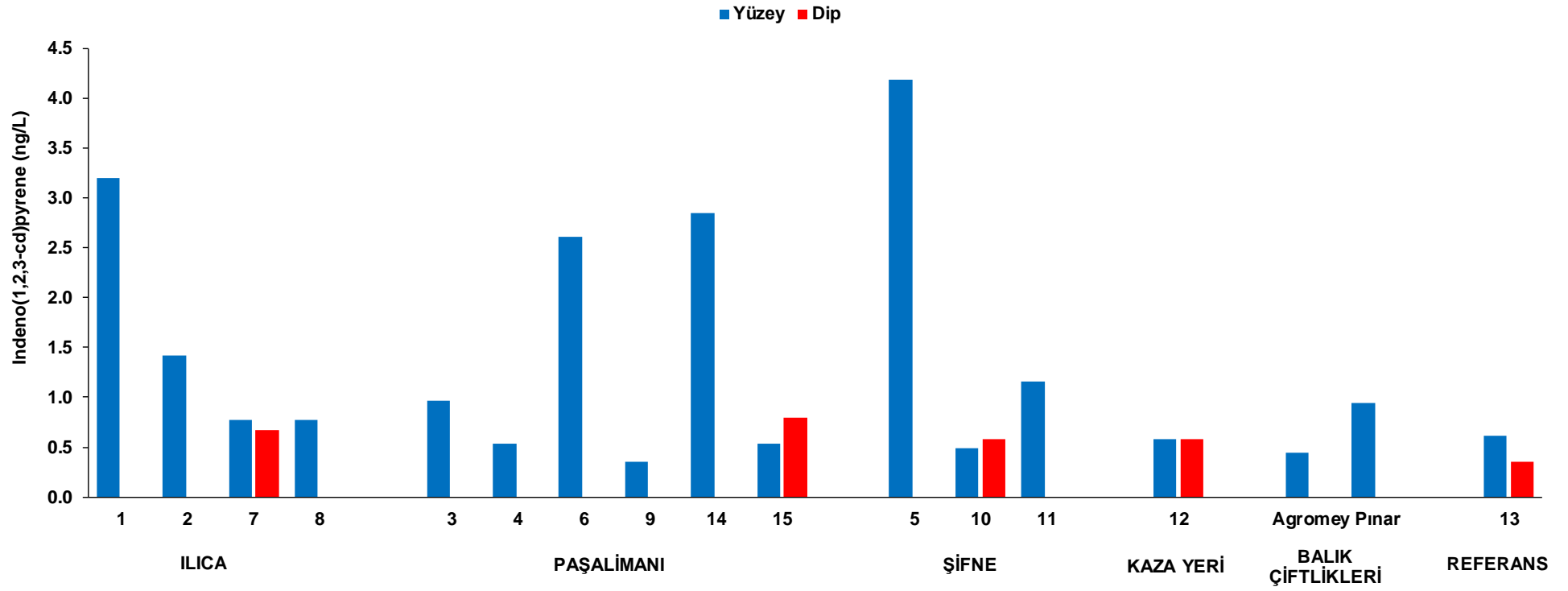
Şekil 3.26. Deniz suyunda Benzo(b)fluoranthene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



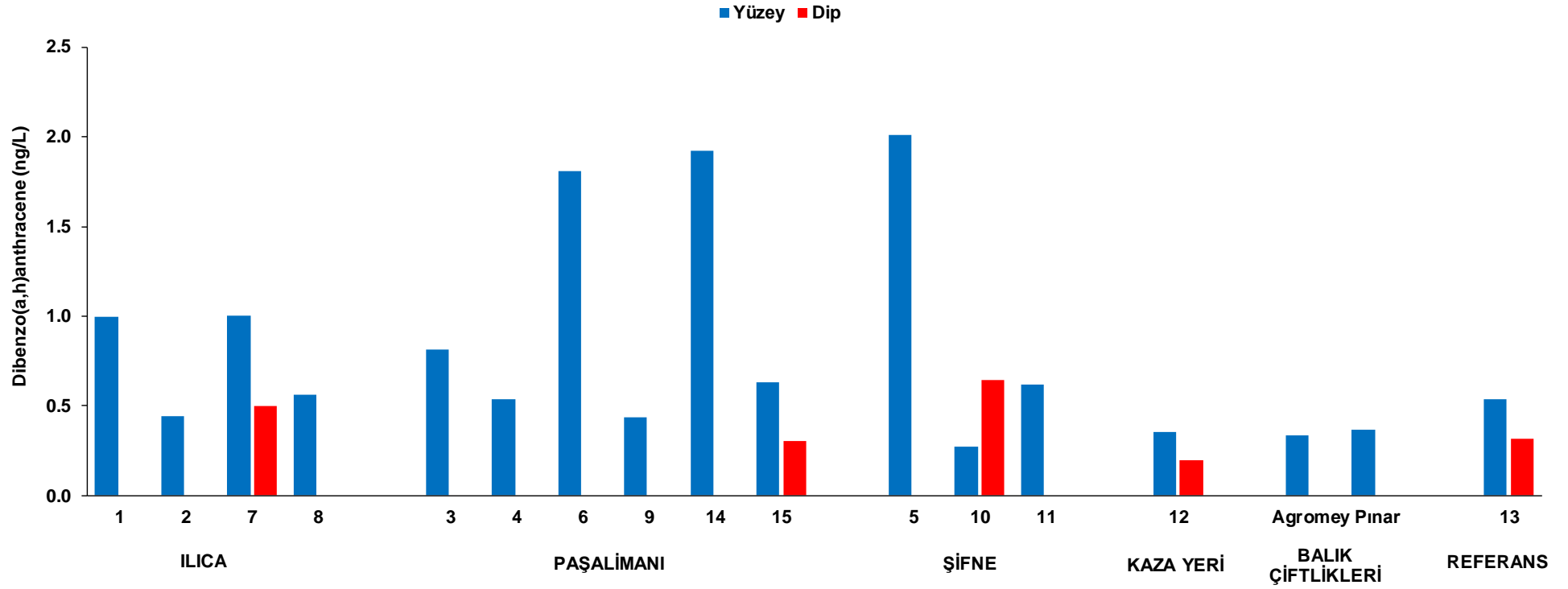
Şekil 3.27. Deniz suyunda Benzo(k)fluoranthene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



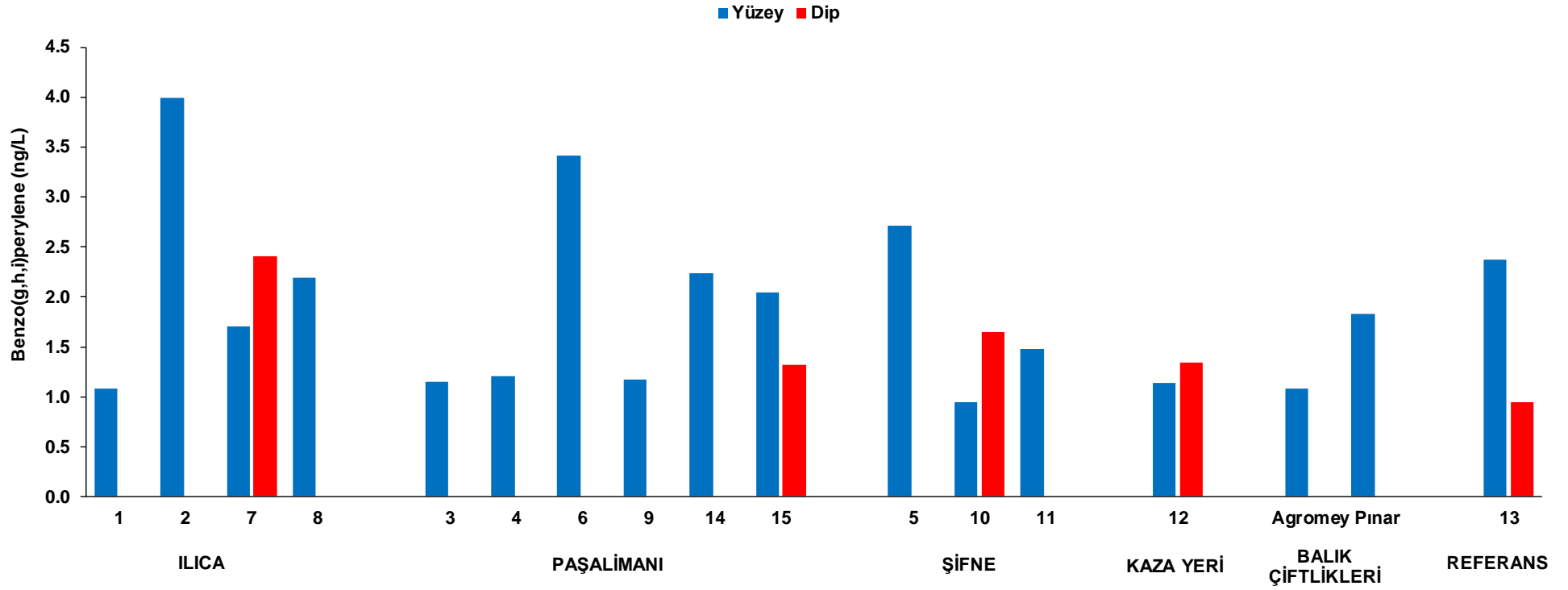
Şekil 3.28. Deniz suyunda Benzo(a)pyrene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



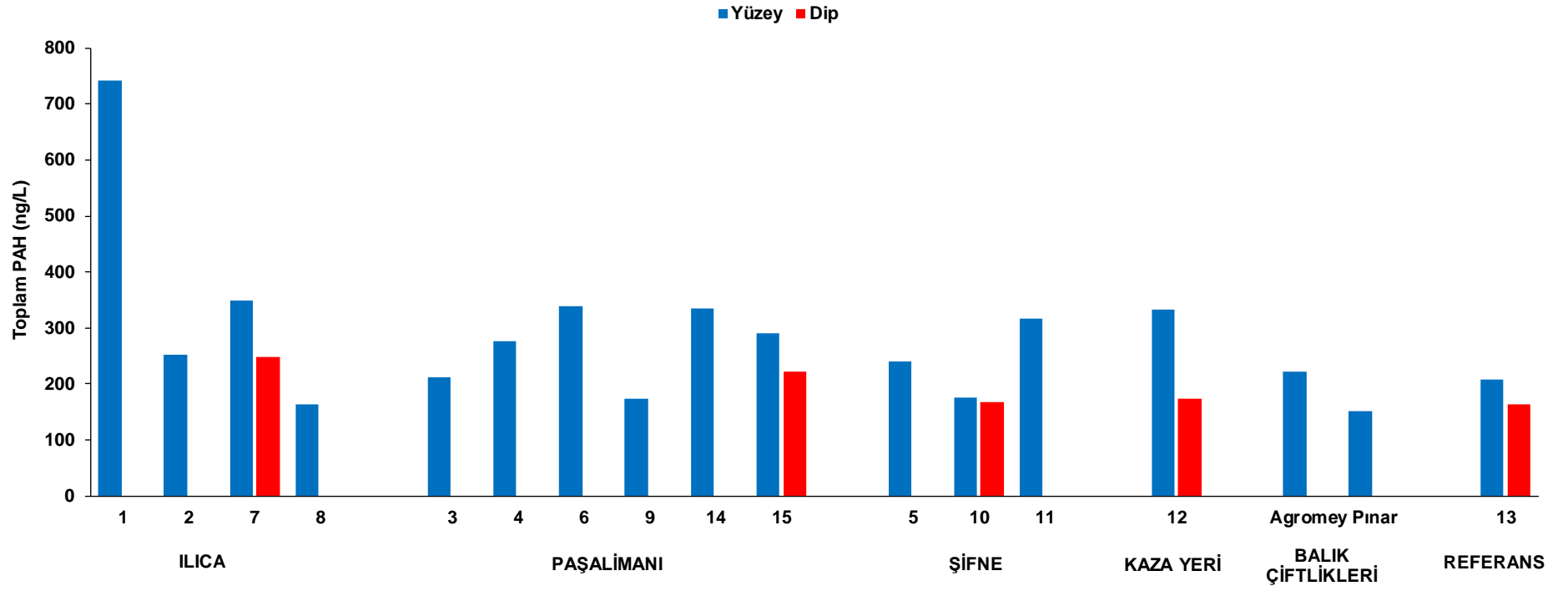
Şekil 3.29. Deniz suyunda Indeno(1,2,3-cd)pyrene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



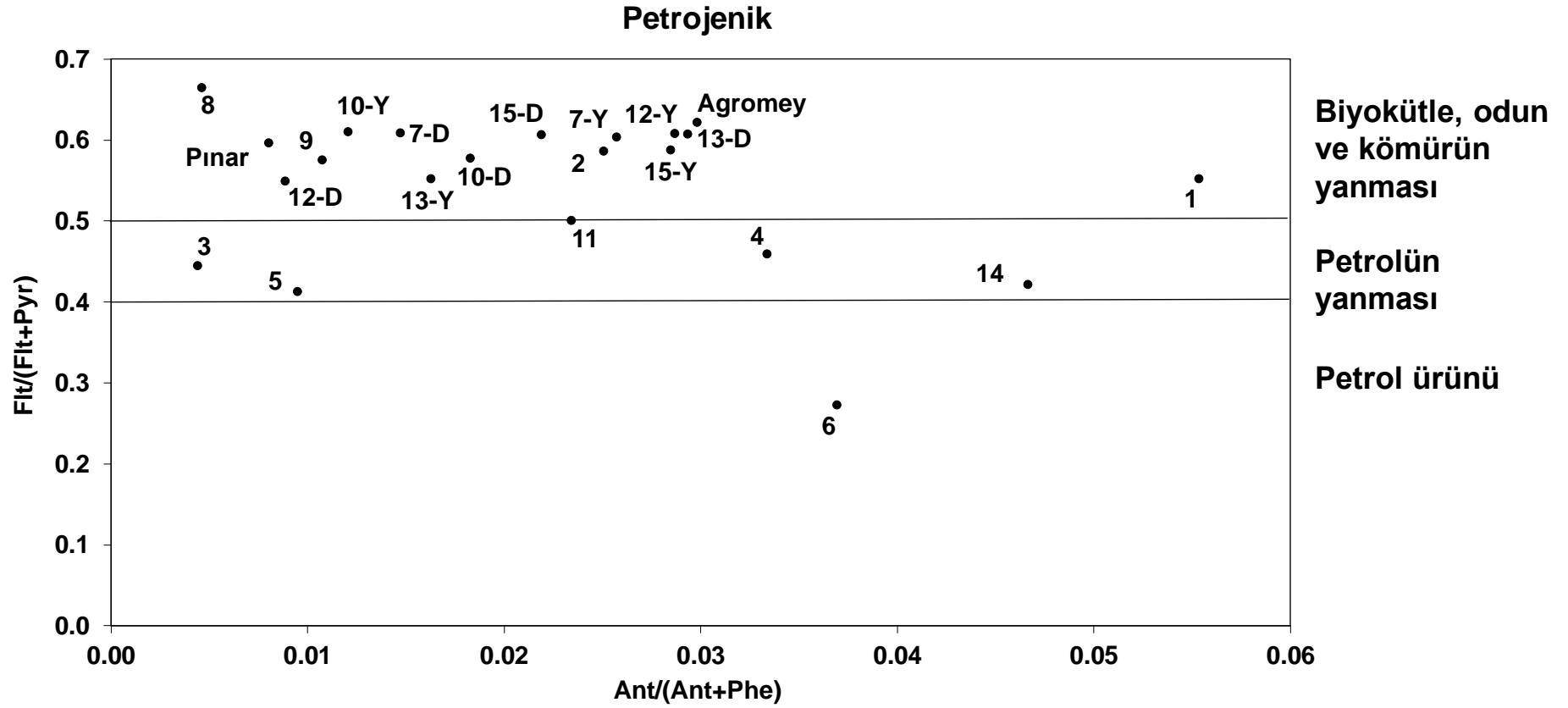
Şekil 3.30. Deniz suyunda Dibenzo(a,h)anthracene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



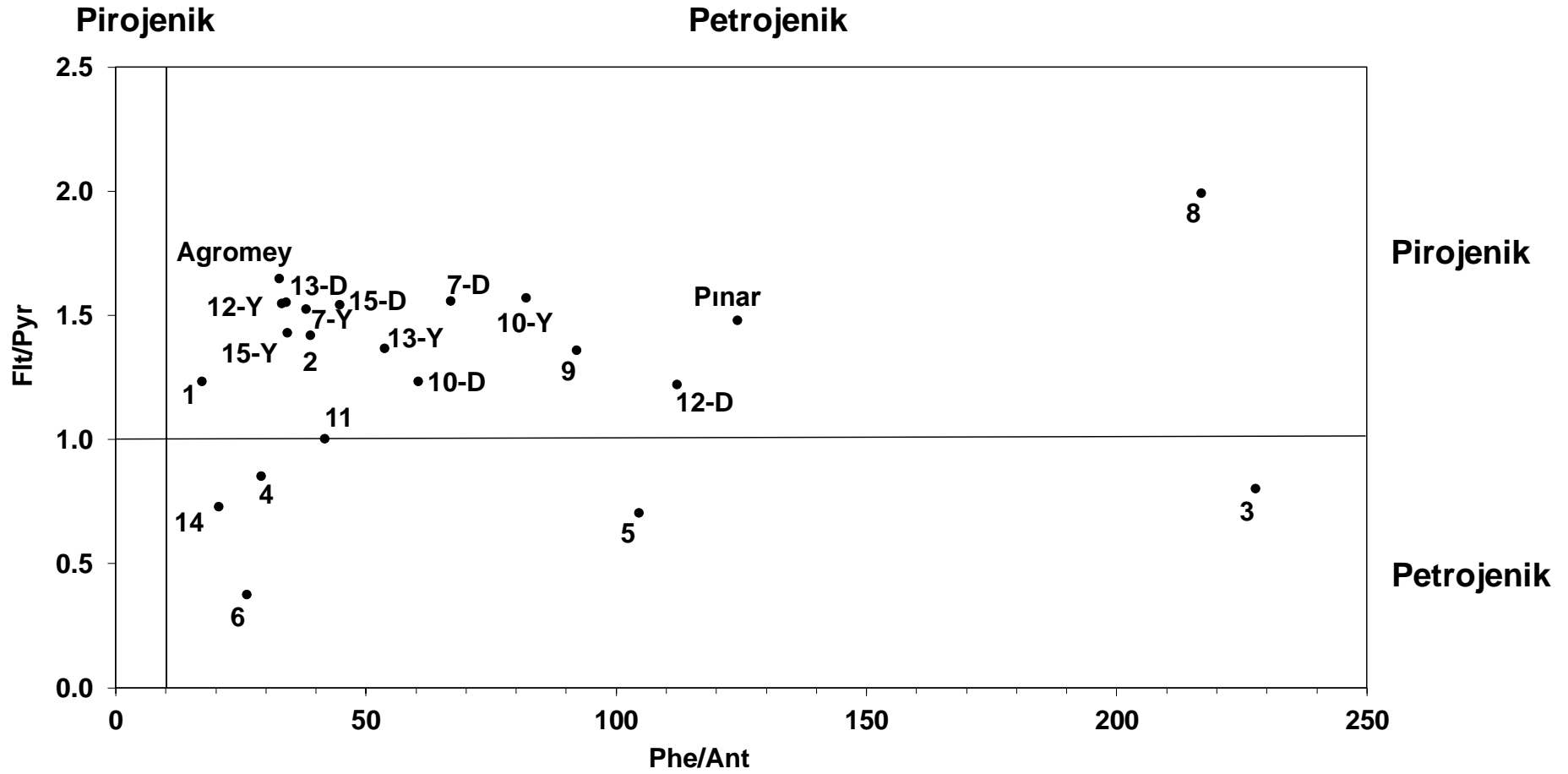
Şekil 3.31. Deniz suyunda Benzo(g,h,i)perylene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



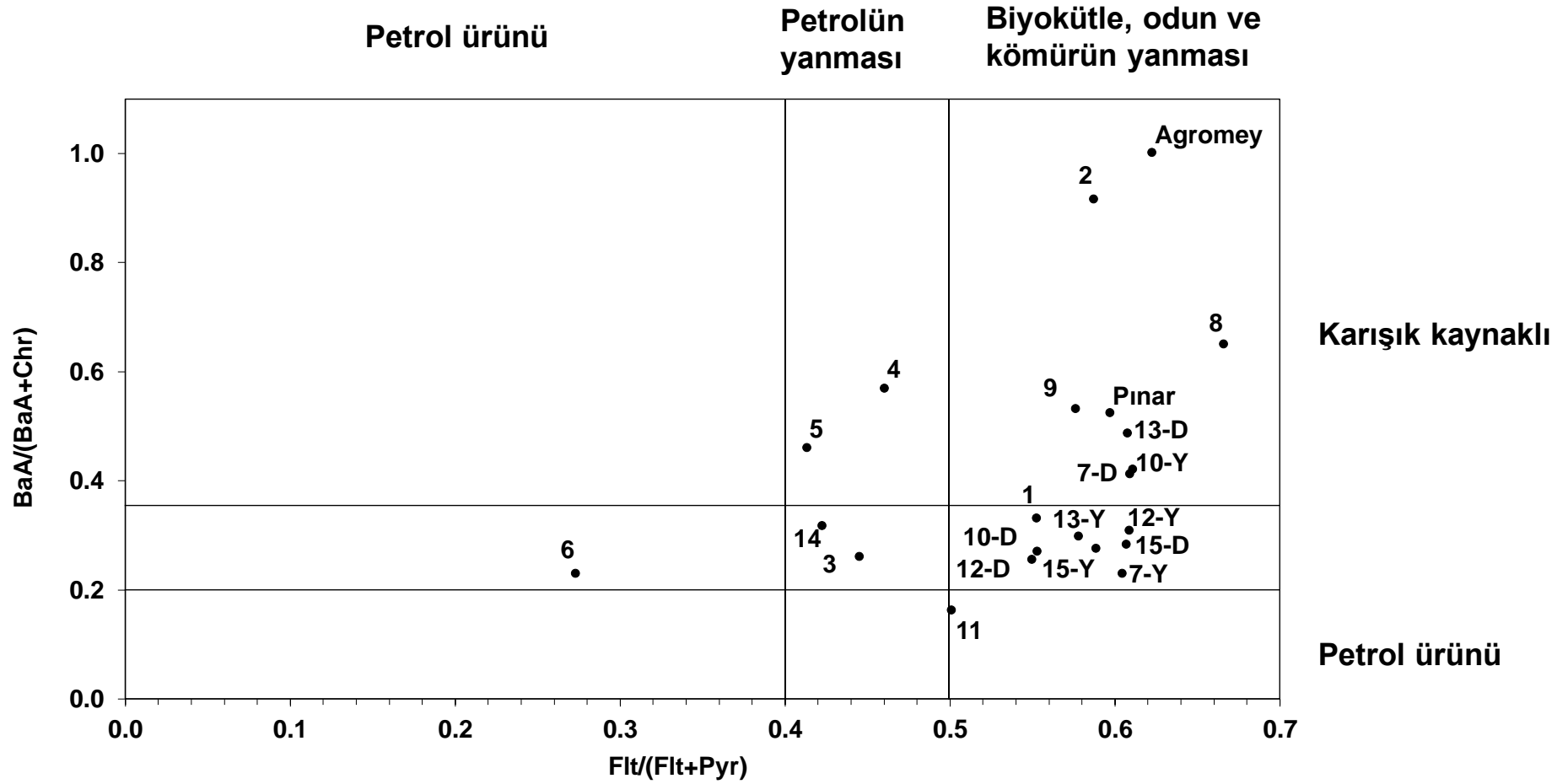
Şekil 3.32. Deniz suyunda Toplam PAH konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



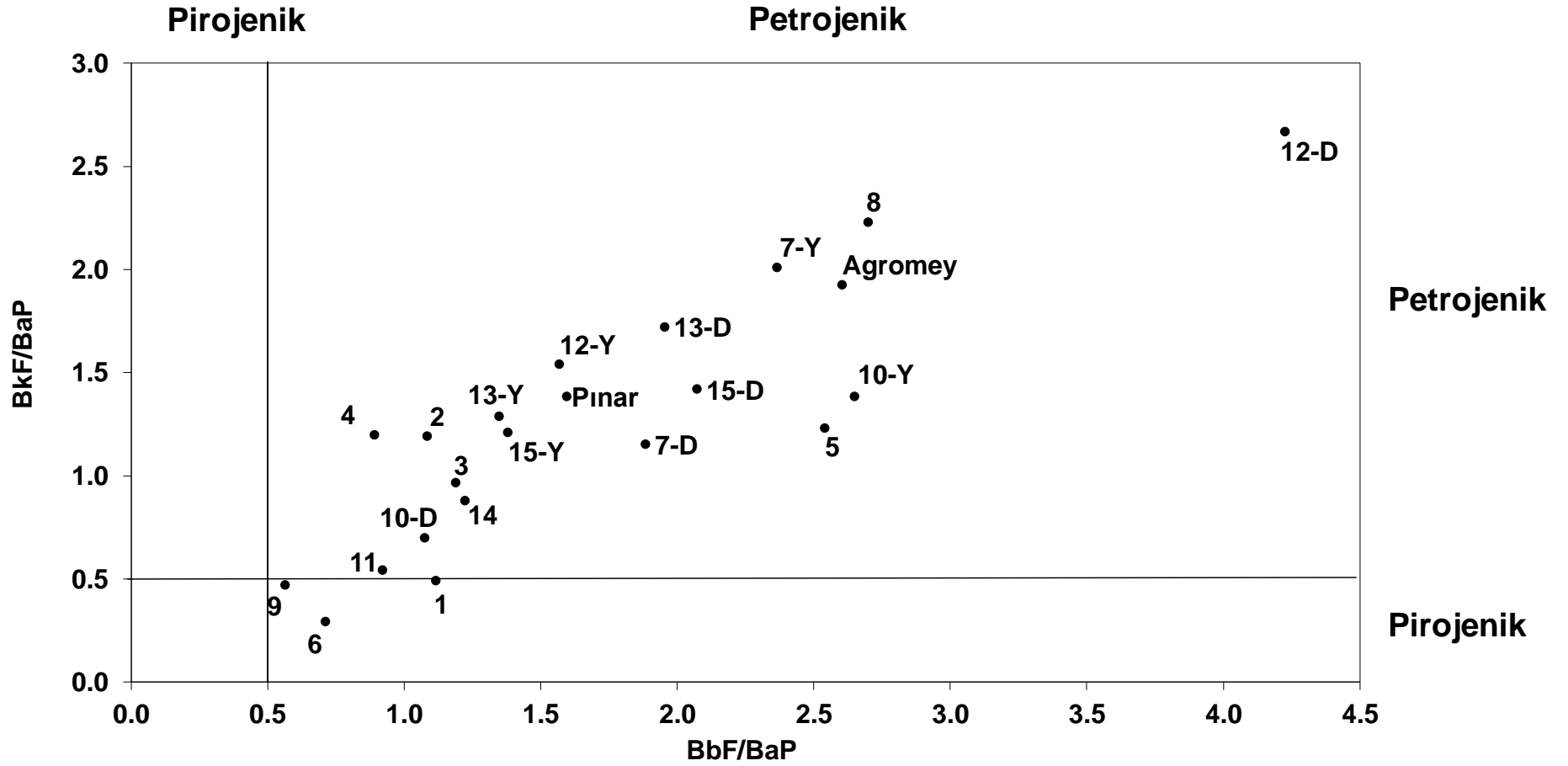
Şekil 3.33. Deniz suyunda Ant/(Ant+Phe) oranlarına karşı FIt/(FIt+Pyr) oranlarının istasyonlara göre dağılımı.



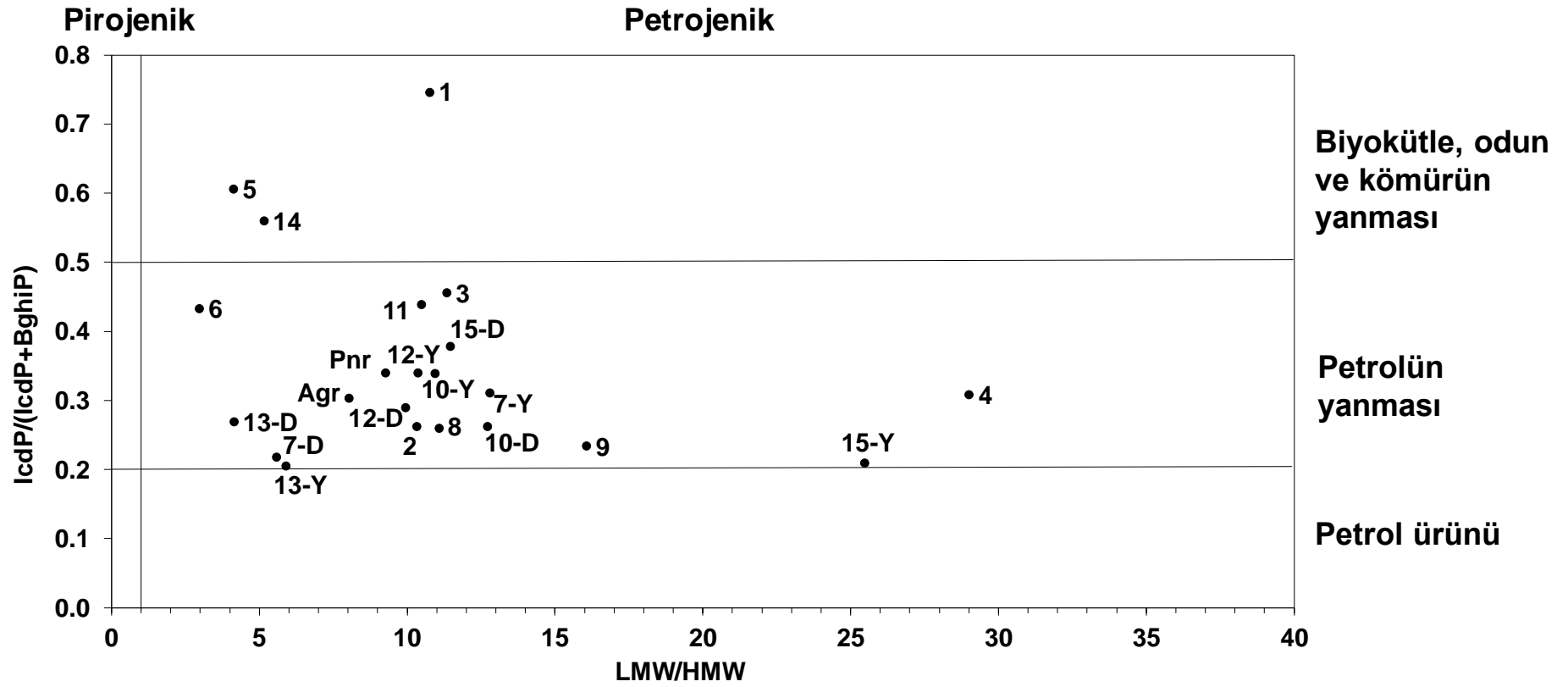
Şekil 3.34. Deniz suyunda Phe/Ant oranlarına karşı Flt/Pyr oranlarının istasyonlara göre dağılımı.



Şekil 3.35. Deniz suyunda BaA/(BaA+Chr) oranlarına karşı Flt/(Flt+Pyr) oranlarının istasyonlara göre dağılımı.



Şekil 3.36. Deniz suyunda BbF/BaP oranlarına karşı BkF/BaP oranlarının istasyonlara göre dağılımı.



Şekil 3.37. Deniz suyunda LMW/HMW oranlarına karşı IcdP/(IcdP+BghiP) oranlarının istasyonlara göre dağılımı.

3.6. Jeolojik Çalışmalar

Çalışma alanı deniz tabanını, güncel çökel balçık tabakası örtmektedir. Bu tabakanın da balçık tabakası gibi dayanımsız ve taşıma gücü yetersiz bir karaktere sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Genel olarak çalışma alanı deniz tabanı yüzeyinde yeşilimsi gri renkli kumlu, siltli, kokulu, yer yer kavkılı, organik maddeler içerikli balçık materyal yer almaktadır. Kıyıya yakın bölgelerde daha iri daneli, kaba kum ve çakıl içerikli sediment hâkimdir. Çoğu istasyonda ince boyutlu bütün kavkılar ile bol miktarda kırık kavkılar gözlemlenmiştir. Her istasyonda bitki kökleri ve diğer bitkisel artıklara rastlanmıştır. Bu gözlemlenen bitki köklerinin miktarı kıyıya yakın kesimlerde daha da fazlalaşmaktadır.

Elek ve hidrometre analizi sonucu ile elde edilen veriler (dane çapı ve buna karşılık yüzde olarak geçen değerleri) birleştirilmesi suretiyle, dane çapları logaritmik ekseninde ve geçen yüzde oran değerleri düşey ekseninde gösterilmek suretiyle dane boyu dağılım eğrileri elde edilmiştir.

15 adet sediment örnekleme istasyonundan alınan örneklerdeki dane boyu analizleri (elek analizi + hidrometre) sonucunda elde edilen dane boyu dağılım miktarları Tablo 3.7'de ve fotoğrafları Şekil 3.38-40'ta özetlenmiştir. Tablo 3.7'den de görüleceği gibi, sedimentlerde ince ve orta kum hakim olup, kırık ve yer yer ince bütün kavkılar ile organik kökenli bitki kalıntıları yer almaktadır. Mühendislik hesaplarında dayanımsız olarak kabul edilen bu tabaka çok gevşek bir kıvama sahiptir.

Ildırı Körfezi'nde yer alan 12 nolu istasyonun sedimentinde bol kırık kavkılı, bütün kavkılı, bol bitki parçalı bulunan ince daneli killi kumlu silt görülmektedir.

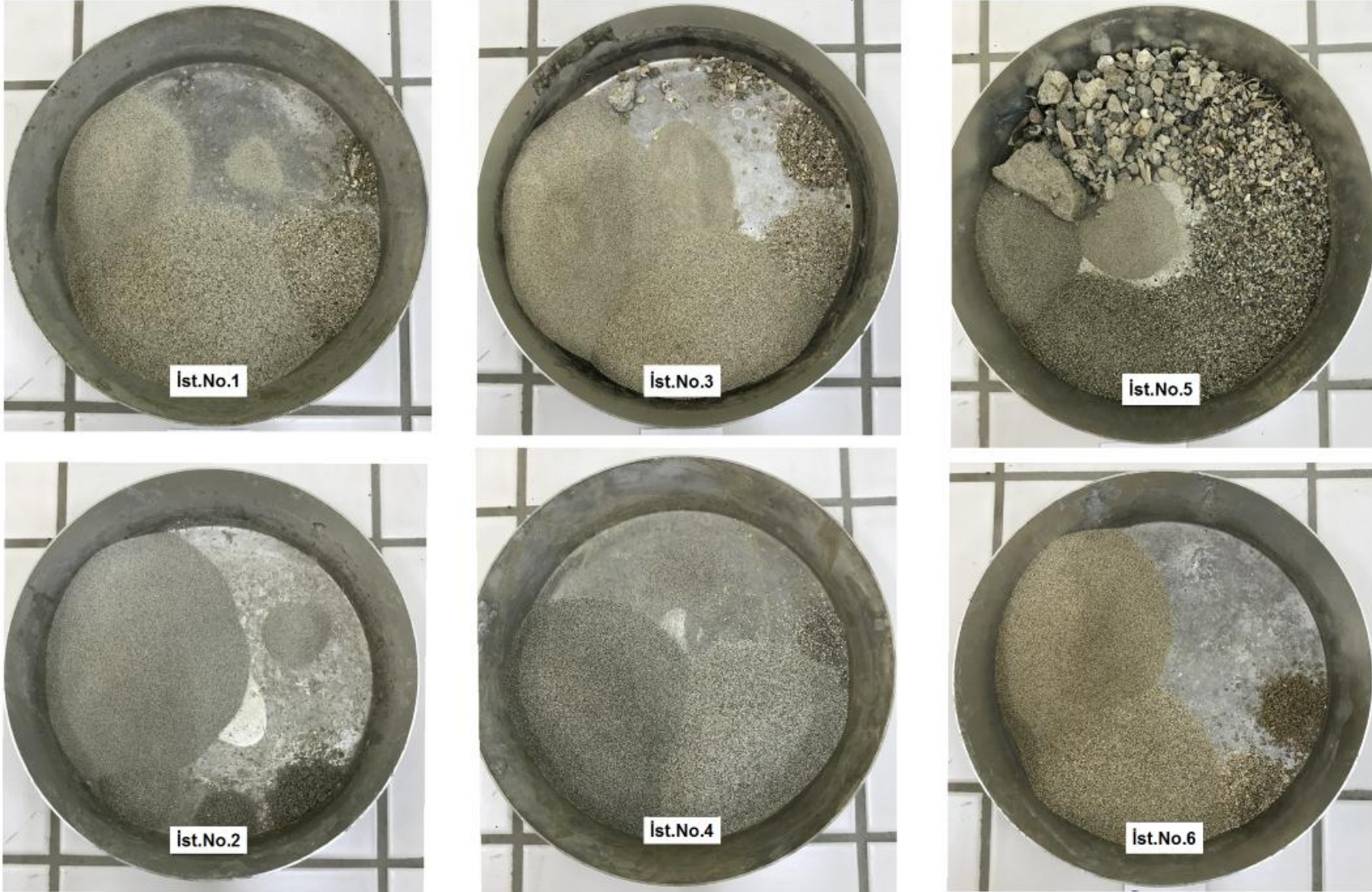
En açık noktada yer alan, referans olarak alınan 13 nolu istasyonun sedimentinde bol kırık kavkılı, bir miktar bütün kavkılı, içersinde bol bitki parçaları bulunan ince daneli killi kumlu silt yer almaktadır. Referans istasyonda, 12 nolu istasyona kıyasla daha ince daneli zemin hakimdir ve aynı zamanda bütün kavkılar oldukça iri daneli yapıya sahip olup bitki parçaları daha bol miktardadır.

İllica Körfezi'nde yer alan 1 ve 8 nolu istasyonların sedimentlerinde az miktarda ince kırık kavkılı kumlu zemin bulunmaktadır. 8 nolu istasyonda ince ve orta çakıl miktarı daha fazladır. 2 nolu istasyonun sedimentinde az bitki parçalı dane boyları daha küçük olan kumlu zemin hakimdir. 7 nolu istasyonun sedimentinde kumlu killi siltli daha ince malzemeli zemin yer almaktadır. Aynı zamanda, 7 nolu istasyonda çok fazla bitki parçaları içeren kırık kavkılı ve az miktarda ince bütün kavkılı malzeme hakimdir.

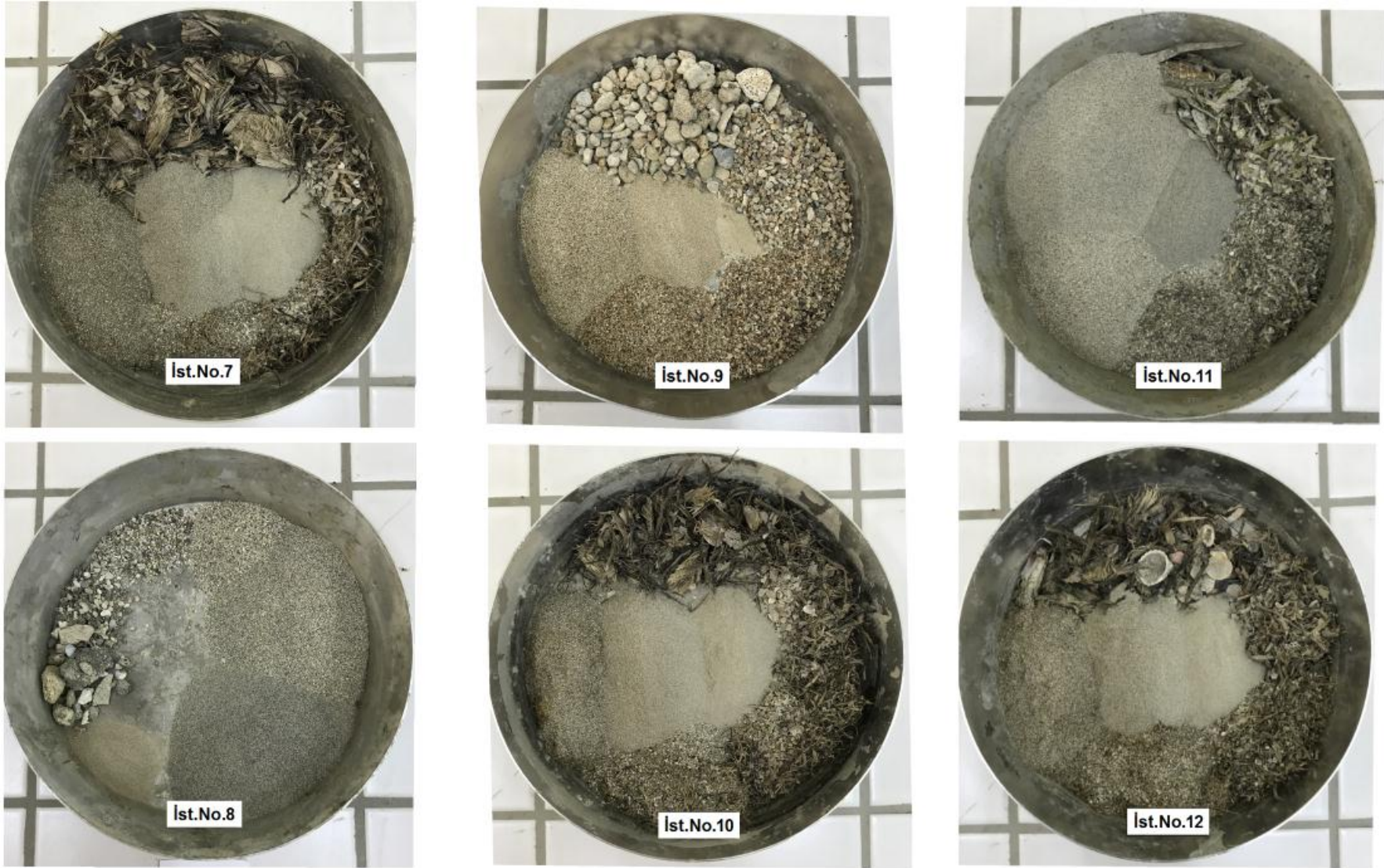
Paşalimanı'nda bulunan 3, 4, 9, 14 ve 15 nolu istasyonların sedimentlerinde kumlu zemin hakimdir. Bu istasyonlarda aynı zamanda az miktarda bitki parçaları, az kırık kavkı, az ince bütün kavkı az çakıl bulunmaktadır. 9 nolu istasyonun sedimentinde bol miktarda ince ve iri çakıl yer almaktadır. 6 nolu istasyonun sedimentinde daha ince daneli siltli kum yer almakta olup, içersinde az miktarda ince bitki parçaları ve ince kırık kavkılar mevcuttur. Şifne'de yer alan 5, 10 ve 11 nolu istasyonların sedimentleri birbirleriyle karşılaştırıldığında 5 nolu istasyonda orta ve iri büyüklükte bol çakıllı; 10 ve 11 nolu istasyonlarda ise ince çakıllı, kırık ve az bütün kavkılı ve bol miktarda bitki parçalı zemin yer almaktadır.

Tablo 3.7. Çalışma istasyonlarındaki sedimentlerin dane boyu dağılımları.

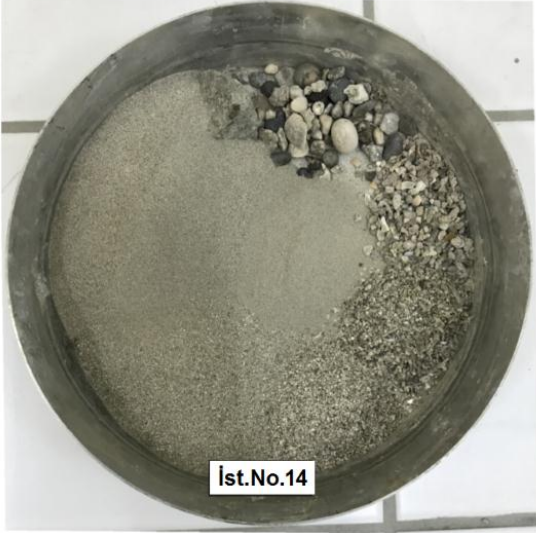
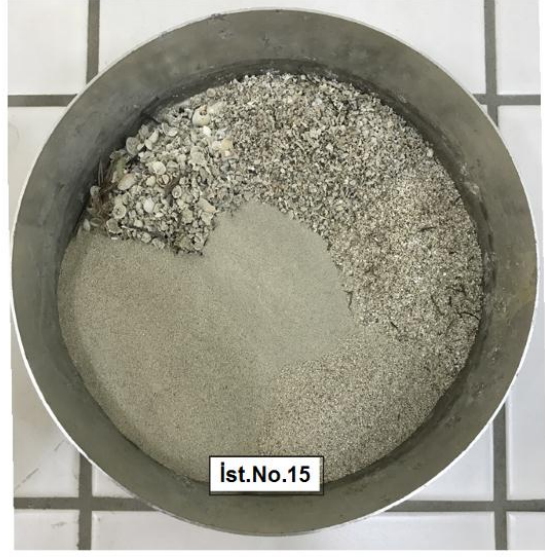
İstasyon	Orta Çakıl (%)	İnce Çakıl (%)	İri Kum (%)	Orta Kum (%)	İnce Kum (%)	Silt (%) + Kil (%)
1	0.00	0.00	10.75	70.04	19.14	0.07
2	0.00	0.00	0.55	2.43	96.73	0.29
3	1.25	0.50	3.42	38.68	55.38	0.77
4	0.00	0.00	0.49	39.81	58.77	0.93
5	35.32	11.99	21.55	8.79	9.67	Silt: 10.36; Kil: 2.32
6	0.00	0.05	1.91	38.53	59.51	0.00
7	0.00	0.93	5.35	14.94	20.45	Silt: 47.65; Kil: 10.68
8	6.67	2.18	8.51	39.88	41.32	1.44
9	39.17	15.17	22.30	16.45	6.65	0.26
10	0.00	1.24	6.41	9.23	12.74	Silt: 57.52; Kil: 12.85
11	0.00	0.00	6.07	21.30	71.73	0.90
12	0.00	0.00	6.27	8.86	12.26	Silt: 58.56; Kil: 14.05
13	0.00	0.00	5.37	8.39	29.34	Silt: 50.07; Kil: 6.83
14	16.10	3.16	7.99	19.81	39.33	Silt: 9.37; Kil: 4.24
15	0.00	0.00	27.87	54.47	16.08	1.58



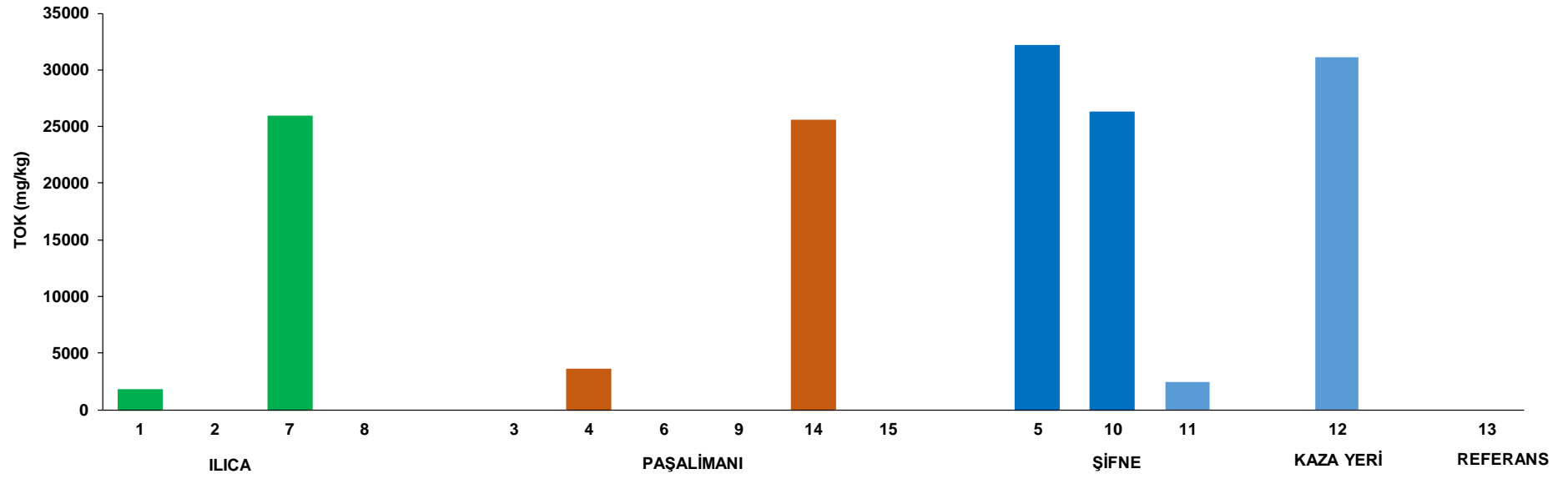
Şekil 3.38. 1,2,3,4,5 ve 6 nolu istasyonlarda deniz tabanını oluşturan sediment ve bitki kalıntıları.



Şekil 3.39. 7,8,9,10,11 ve 12 nolu istasyonlarda deniz tabanını oluşturan sediment ve bitki kalıntıları.



Şekil 3.40. 13,14 ve 15 nolu istasyonlarda deniz tabanını oluşturan sediment ve bitki kalıntıları.



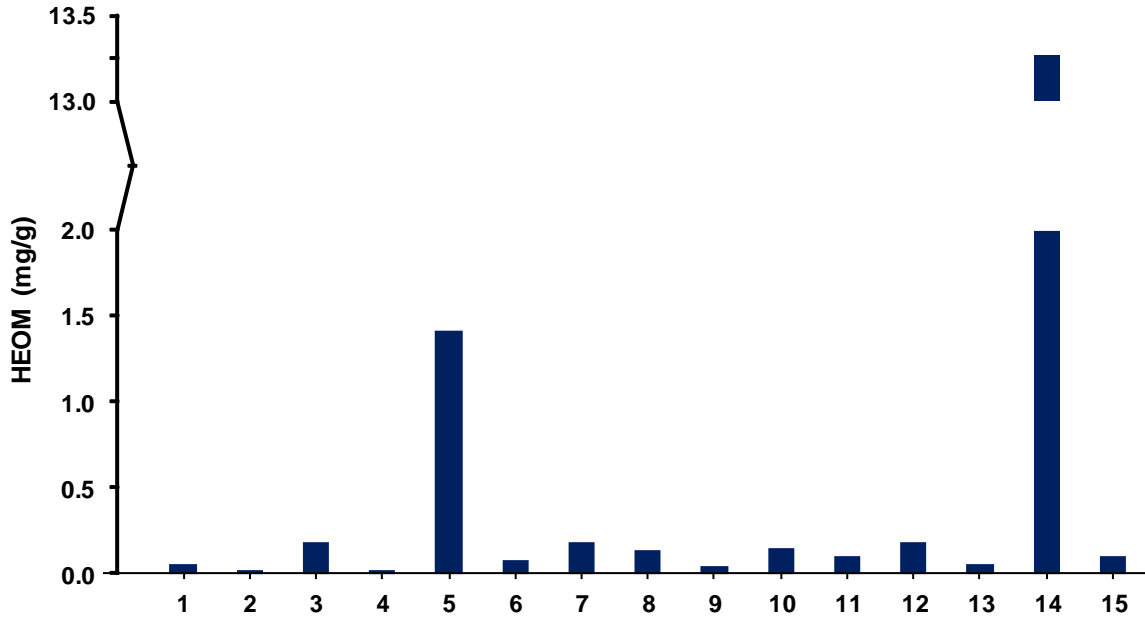
Şekil 3.41. Sedimentte bulunan toplam organik karbon (TOK) düzeylerinin istasyonlara göre dağılımları.

3.7. Sedimentte Toplam Organik Karbon

Sedimentte bulunan toplam organik karbon (TOK) düzeylerinin istasyonlara göre değişimi Şekil 3.41'de verilmiştir. En yüksek konsatrasyonlar 5, 7, 10, 12 ve 14 nolu istasyonlarda gözlenmiştir. 2, 3, 6, 8, 9, 13 ve 15 nolu istasyonlarda TOK değerleri tayin sınırı (782 mg/kg)'nın altında gözlenmiştir.

3.8. Sedimentte Hegzanla Ekstrakte Olabilen Organik Madde

Sedimentte hegzanla ekstrakte olabilen madde (HEOM) düzeylerinin istasyonlara göre değişimi Şekil 3.42'de verilmiştir. HEOM değerleri tüm istasyonlarda 0.02-13.27 mg/g aralığında bulunmuştur. En yüksek değerler sırasıyla 14 ve 5 nolu istasyonlarda gözlenmiştir. Diğer istasyonlarda gözlenen değerler bu iki istasyona kıyasla daha düşük bulunmuştur.



Şekil 3.42. Sedimentte hegzanla ekstrakte olabilen madde (HEOM) miktarları

3.9. Sedimentte Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar

Sedimentte analiz edilen Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar ve spesifik bileşenleri (EPA'nın belirlediği 15 bileşen) Şekil 3.43-58 ve Tablo 3.8'de verilmiştir.

Acenaphtylene: 4.8-31.5; Acenaphthene: 5.4-80.5; Fluorene: 13.4-100.9; Phenanthrene: 37.9-517.5; Anthracene: 1.4-55.3; Fluoranthene: 4.8-59.8; Pyrene: 3.9-360.8; Benzo(a)Anthracene: 0.3-136.2; Chrysene: 1.2-428.2; Benzo(b)Fluoranthene: 0.4-43.8; Benzo(k)Fluoranthene: 0.1-16.4; Benzo(a)Pyrene: 0.2-75.7; Indeno(1,2,3-c,d)Pyrene: 0.3-8.9; Dibenzo(ah)Anthracene: 0.1-30.2; Benzo(g,h,i)Perylene: 0.4-61.6 ng/g aralığında ölçülmüştür. Toplam PAH ise 89.9-2006.7 ng/g aralığında bulunmuştur.

Sucul ekosistemdeki kirleticilerin sedimentteki konsantrasyonlarının kabul edilebilir limitlerini belirlemek için kullanılan kalite kriterleri veya standartları (SQAG), birçok toksik madde için (ağır metal, PAH ve PCB) geliştirilmiştir (MacDonald ve ark., 2000). SQAG'ler için "Eşik etki seviyesi" (TEL) ve "Canlılara olası etki seviyesi" (PEL) değerleri belirlenmiştir. TEL ve PEL değerleri, bir kimyasalın üç farklı konsantrasyon aralığını belirlemek için kullanılır. Bunlar, canlıya olumsuz etkinin TEL altında "nadiren", TEL-PEL arasında "ara sıra" ve PEL üstünde "sıklıkla" görülebileceği aralıklardır.

Tablo 3.9'da verilen sediment kalite kriterlerine göre (SQAGs, 1994) sedimentte saptanan PAH konsantrasyonları:

- Acy: 6 ve 12 nolu istasyonlar hariç diğer istasyonlarda ölçülen değerler TEL-PEL aralığında;
- Ace: 6 nolu istasyon hariç diğer istasyonlarda ölçülen değerler TEL-PEL aralığında;
- Flu: 6, 12 ve 15 nolu istasyonlar hariç diğer istasyonlarda ölçülen değerler TEL-PEL aralığında;
- Phe: 4, 5, 7, 13 ve 14 nolu istasyonlarda ölçülen değerler TEL-PEL aralığında, diğer istasyonlarda TEL değerinden küçük;
- Ant: Sadece 14 nolu istasyonda TEL-PEL aralığında, diğerlerinde TEL'den küçük;
- Flt: Ölçülen değerler tüm istasyonlarda TEL değerinden küçük;
- Pyr: 14 nolu istasyonda TEL-PEL aralığında, diğer istasyonlarda TEL'den küçük;

- BaA: 14 nolu istasyonda TEL-PEL aralığında, diğer istasyonlarda TEL'den küçük;
- Chr: 5 ve 14 nolu istasyonda TEL-PEL aralığında, diğer istasyonlarda TEL'den küçük;
- BaP: Ölçülen değerler tüm istasyonlarda TEL değerinden küçük;
- DahA: 5 ve 14 nolu istasyonda TEL-PEL aralığında, diğer istasyonlarda TEL'den küçük;
- Toplam PAH: 14 nolu istasyonda TEL-PEL aralığında, diğer istasyonlarda TEL'den küçük bulunmuştur.

Toplam PAH ve spesifik PAH bileşenleri özellikle 5 ve 14 nolu istasyonlarda yüksek konsantrasyonlarda tespit edilmiştir (Şekil 3.43-58). Indeno(1,2,3-cd)pyrene 5 nolu istasyonda en yüksek ölçülürken, kalan tüm PAH bileşikleri ve Toplam PAH 14 nolu istasyonda en yüksek değerlerde bulunmuştur.

Sediment örnekleri için Toplam PAH içindeki karsinojen bileşik yüzdesi % 1.8-37.3 aralığında bulunmuştur. En yüksek yüzde 5 nolu istasyonda, en düşük yüzde ise 7 nolu istasyonda saptanmıştır. 14 nolu istasyonda da yüksek karsinojen PAH yüzdesi görülmüştür.

PAH bileşiklerine ait moleküler indislerden (Tablo 3.6) LMW/HMW ve BbF/BaP oranlarına göre tüm istasyonlarda sediment örneklerindeki PAH bileşiklerinin petrojenik kaynaklı olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.59-3.63). Ant/(Ant+Phe) oranına göre 5 nolu istasyon pirojenik, diğer istasyonların petrojenik kaynaklı olduğu gözlenmiştir. Phe/Ant oranına göre 5 ve 14 nolu istasyonlar pirojenik, diğer istasyonların petrojenik kaynaklı olduğu gözlenmiştir. Flt/Pyr oranına göre 3, 5, 6 ve 14 nolu istasyonlar petrojenik, diğer istasyonların pirojenik kaynaklı olduğu gözlenmiştir. BkF/BaP oranına göre 3, 5, 6, 8 ve 14 nolu istasyonlar pirojenik, diğer istasyonların petrojenik kaynaklı olduğu gözlenmiştir. Flt/(Flt+Pyr) oranına göre 5, 6 ve 14 nolu istasyonların petrol ürünü, diğer istasyonların yanma ürünü kaynaklı oldukları görülmüştür. BaA/(BaA+Chr) oranına göre 7, 9, 11 ve 12 nolu istasyonların petrol ürünü, diğer istasyonların karışık kaynaklı oldukları görülmüştür. IcdP/(IcdP+BghiP) oranına göre 6 ve 14 nolu istasyonların petrol ürünü, diğer

istasyonların yanma ürünü kaynaklı oldukları görülmüştür. Genel olarak hesaplanan tüm indislere göre Ildırı ve Ilıca Körfezi sediment örneklerindeki PAH'ların kaynağının petrojenik olduğu bulunmuştur.

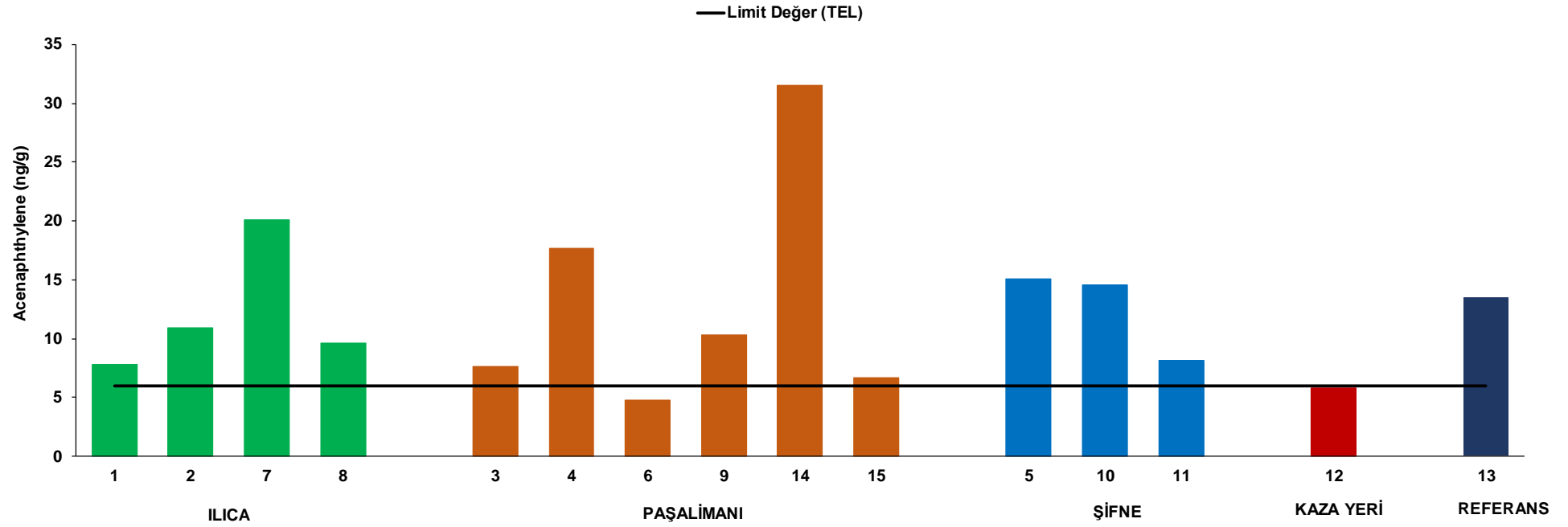
Baumard ve ark. (1998)'in oluşturduğu sediment kirlilik kriterlerine göre 0-100 ng/g düşük, 100-1000 ng/g orta, 1000-5000 ng/g yüksek ve >5000 ng/g çok yüksek olarak tanımlanmaktadır. Bu kriterlere göre, 6 ve 12 nolu istasyonlar düşük, 14 nolu istasyon yüksek ve diğer istasyonlar ise orta seviyede PAH kirliliği taşıdığı görülmektedir.

Tablo 3.8. Sedimentte Polisiklik Aromatik Hidrokarbonların istasyonlara göre dağılımı (ng/g).

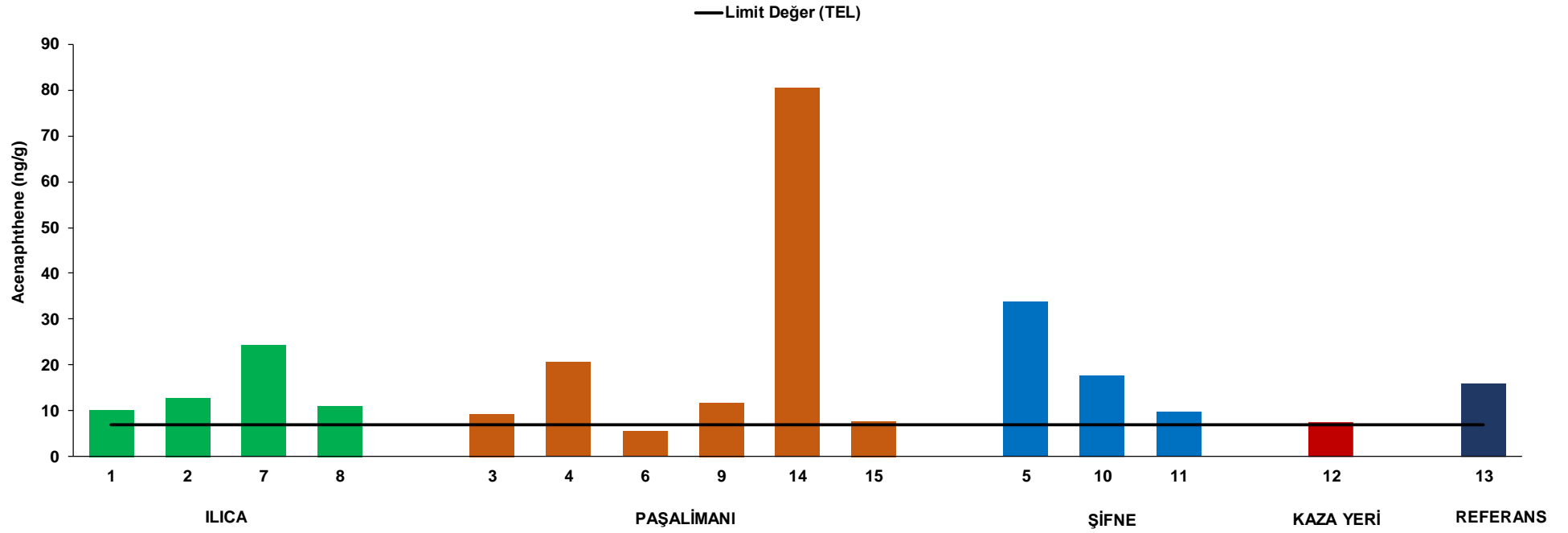
PAH Bileşenleri	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Acenaphthylene	7.8	10.9	7.6	17.6	15.1	4.8	20.1	9.6	10.3	14.5	8.1	5.8	13.5	31.5	6.7
Acenaphthene	10.1	12.8	9.3	20.6	33.8	5.4	24.4	11.0	11.7	17.7	9.6	7.4	16.0	80.5	7.8
Fluorene	26.6	29.5	24.6	48.8	56.0	13.4	51.0	23.0	30.5	31.6	25.7	15.7	35.5	100.9	20.9
Phenanthrene	60.1	69.6	68.5	115.2	235.5	37.9	108.0	52.1	62.3	74.6	72.2	44.1	89.9	517.5	56.3
Anthracene	3.1	3.8	3.9	5.7	28.0	2.3	4.8	2.6	2.6	3.4	2.4	1.4	4.1	55.3	2.5
Fluoranthene	5.5	7.3	9.5	11.3	36.4	4.8	11.6	5.5	6.7	8.0	8.1	5.6	20.3	59.8	6.1
Pyrene	3.9	5.3	11.9	8.8	149.4	7.5	8.2	4.5	5.0	5.5	6.0	4.0	14.9	360.8	4.8
Benz(a)anthracene	0.3	0.4	3.0	1.0	70.1	2.7	0.5	0.5	0.4	0.5	0.3	0.4	3.8	136.2	0.5
Chrysene	1.2	1.4	11.3	3.4	172.9	9.8	1.9	1.9	2.2	1.8	2.3	1.6	9.9	428.2	1.8
Benzo(b)fluoranthene	0.6	0.4	2.1	0.5	29.2	1.5	0.5	0.4	0.8	0.5	0.7	0.8	5.5	43.8	0.4
Benzo(k)fluoranthene	0.3	0.3	0.9	0.4	13.5	0.7	0.2	0.1	0.5	0.2	0.3	0.4	3.4	16.4	0.2
Benzo(a)pyrene	0.2	0.2	2.5	0.4	37.6	2.2	0.3	0.4	0.7	0.2	0.6	0.4	4.0	75.7	0.3
Indeno (1,2,3-cd)pyrene	0.3	0.4	0.9	0.4	8.9	0.5	0.5	0.5	0.9	0.5	0.8	0.9	4.2	8.0	0.6
Dibenz(a,h)anthracene	0.1	0.1	1.2	0.2	15.8	0.7	0.2	0.2	0.6	0.1	0.1	0.3	1.1	30.2	0.3
Benzo(g,h,i)perylene	0.5	0.4	2.5	0.9	32.3	2.3	0.9	1.3	1.8	0.8	1.7	1.1	5.2	61.6	0.5
TOPLAM PAH	120.5	142.8	159.6	235.4	934.4	96.5	233.0	113.6	137.1	159.9	139.0	89.9	231.3	2006.7	109.6
ΣKarsinojen/ΣPAH (%)	2.4	2.2	13.7	2.7	37.3	18.9	1.8	3.6	4.5	2.4	3.7	5.1	13.8	36.8	3.7

Tablo 3.9. Çalışma bölgesi sedimentlerinde ölçülen PAH bileşikleri ile Toplam PAH konsantrasyon aralıkları (ng/g) ve TEL- PEL (ng/g) değerleri (SQAGs, 1994).

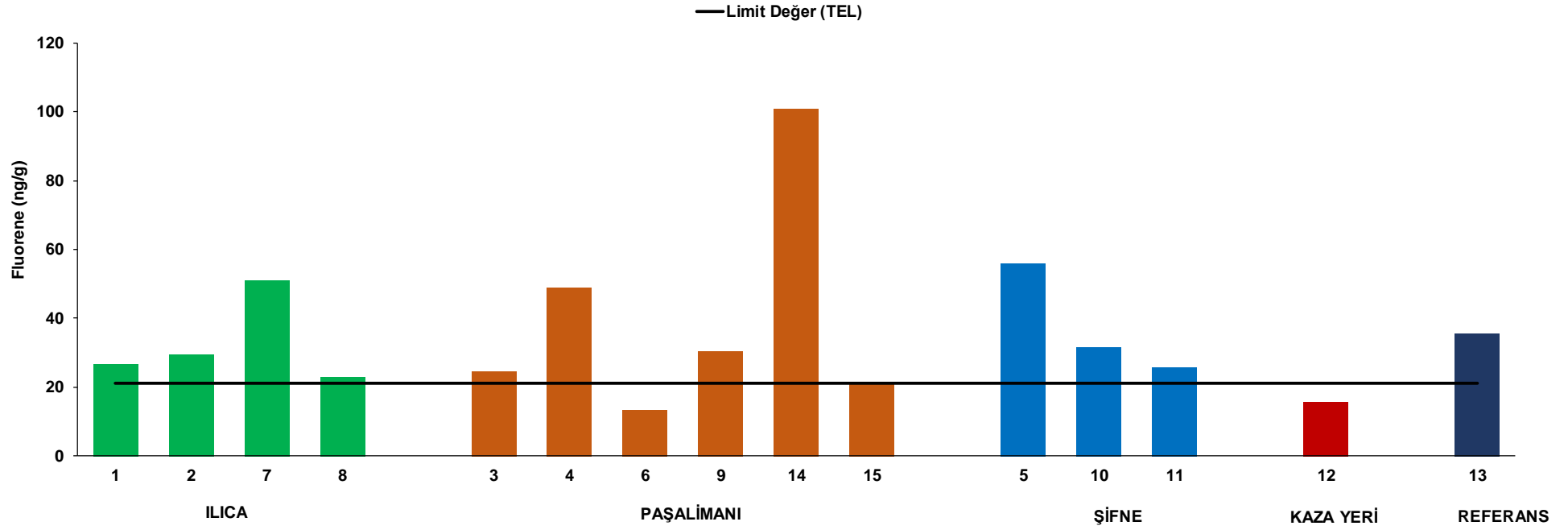
PAH Bileşikleri	Konsantrasyon aralığı	TEL	PEL
Acy	4.8-31.5	6	128
Ace	5.4-80.5	7	89
Flu	13.4-100.9	21	144
Phe	37.9-517.6	87	544
Ant	1.4-55.3	47	245
Flt	4.8-59.8	113	1494
Pyr	3.9-360.8	153	1398
BaA	0.3-136.2	75	693
Chr	1.2-428.2	108	846
BaP	0.2-75.7	89	763
DahA	0.1-30.2	6	135
ΣPAHs	89.9-2006.7	1684	16770



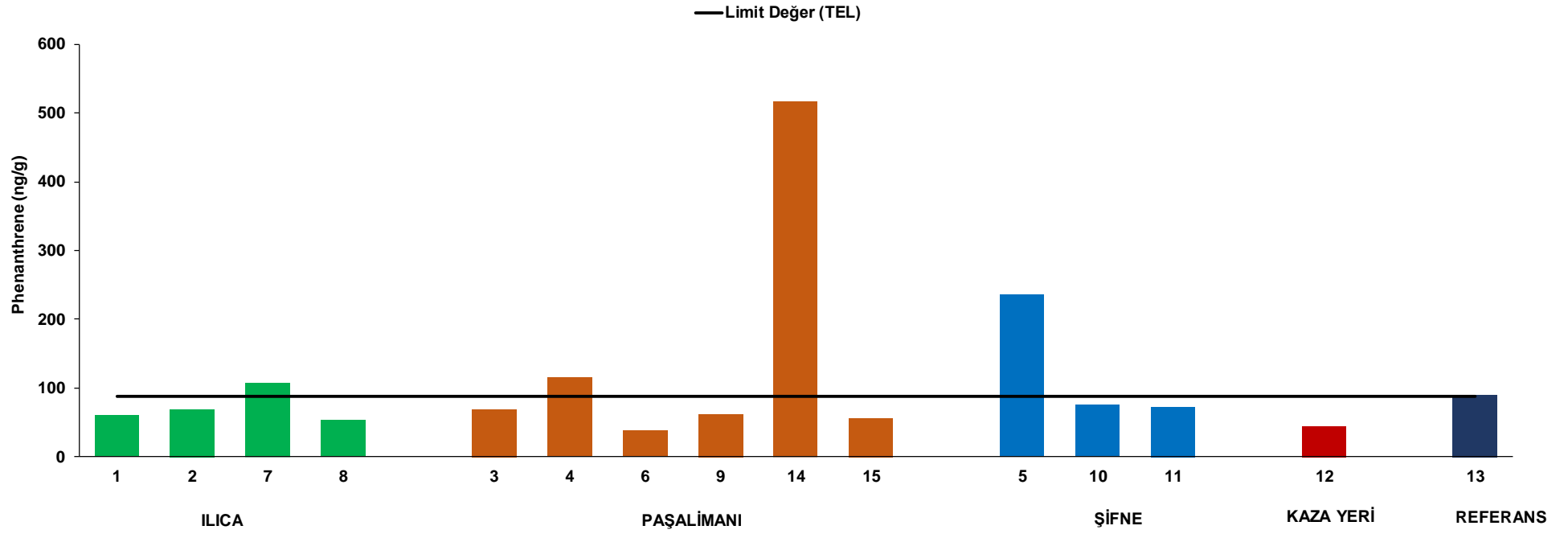
Şekil 3.43. Sedimentte Acenaphthylene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



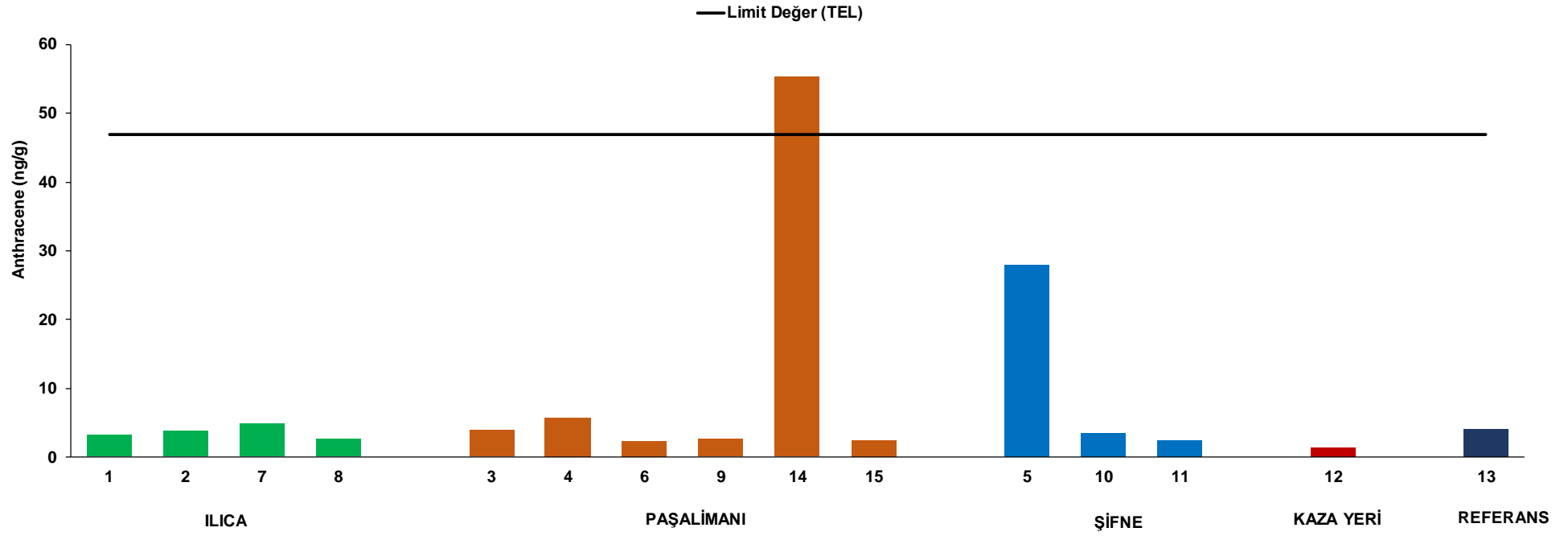
Şekil 3.44. Sedimentte Acenaphthene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



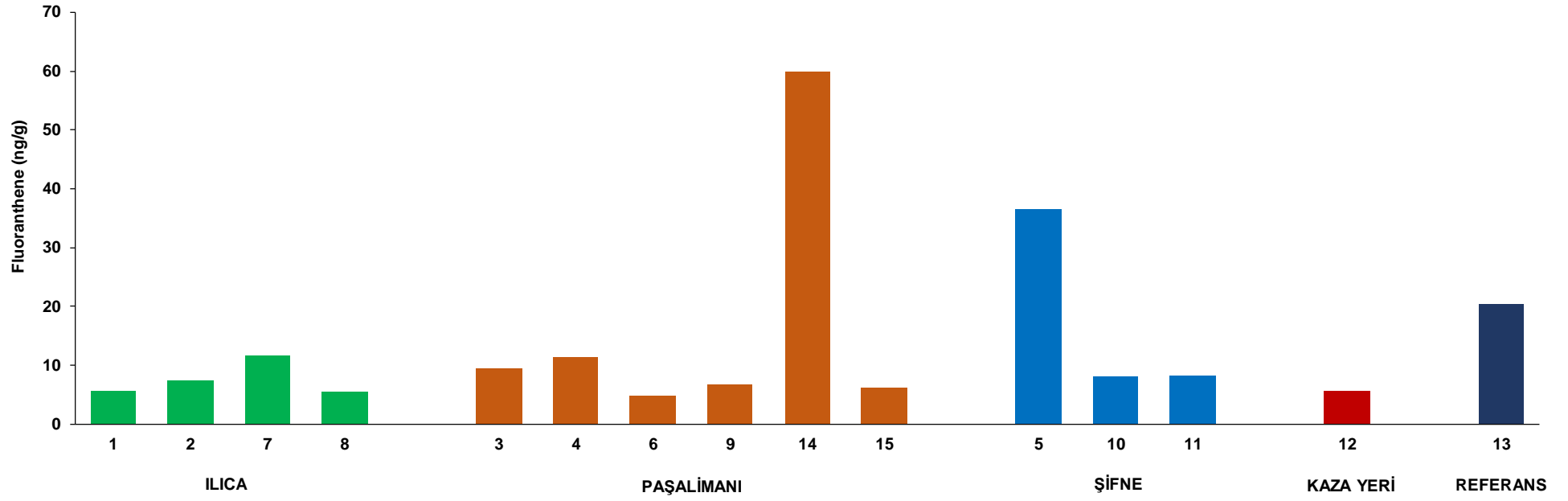
Şekil 3.45. Sedimentte Fluorene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



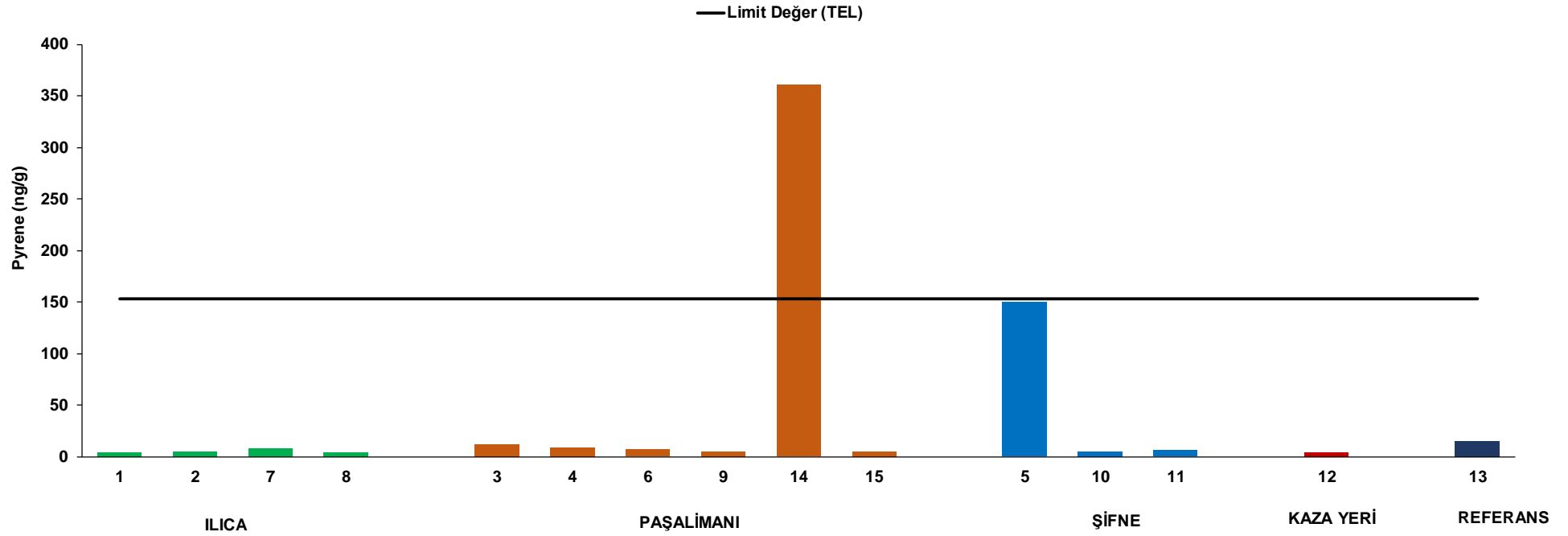
Şekil 3.46. Sedimentte Phenanthrene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



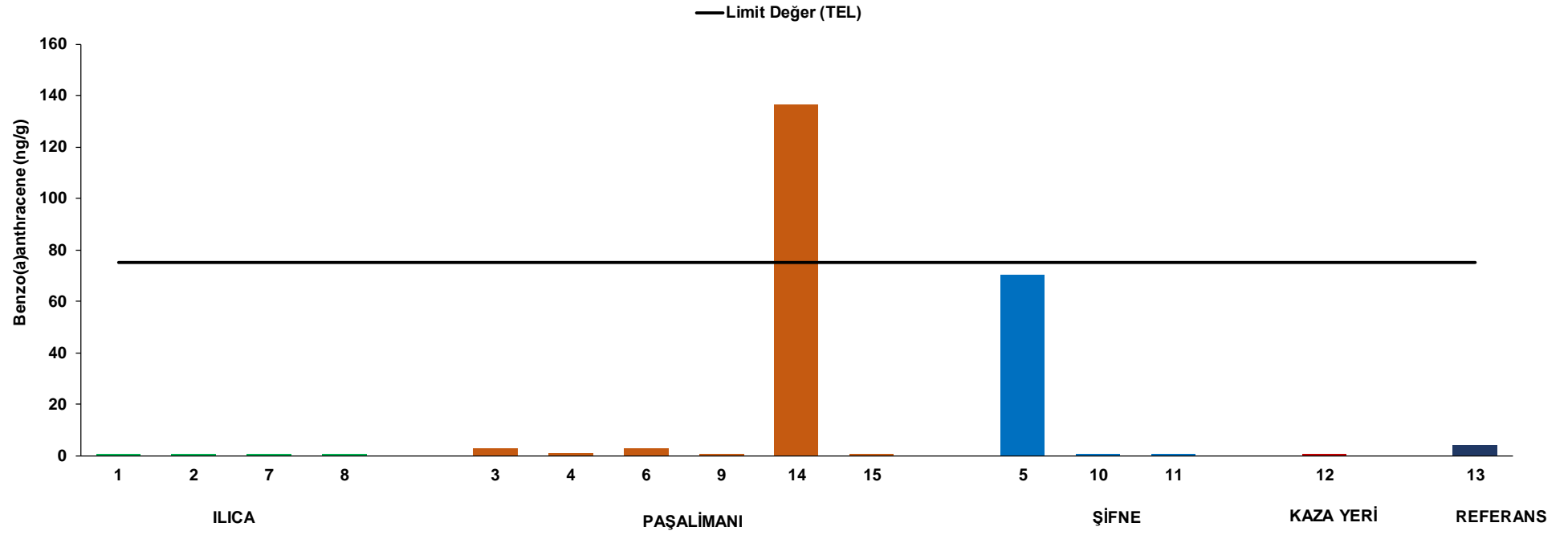
Şekil 3.47. Sedimentte Anthracene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



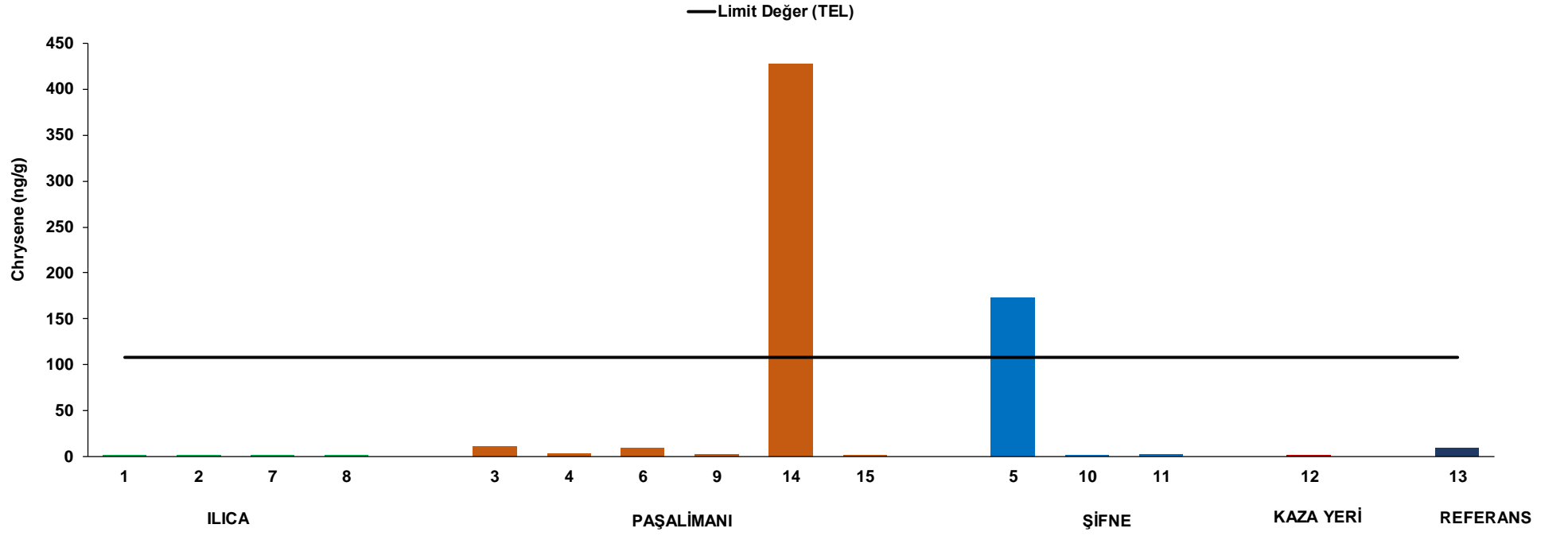
Şekil 3.48. Sedimentte Fluoranthene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



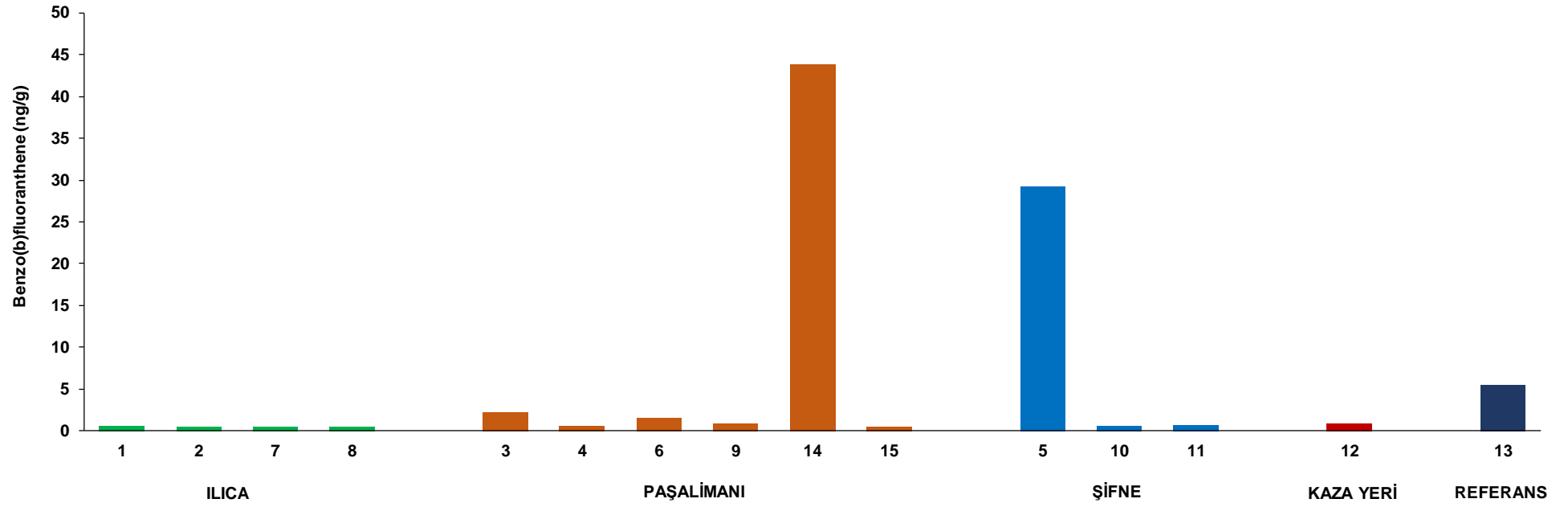
Şekil 3.49. Sedimentte Pyrene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



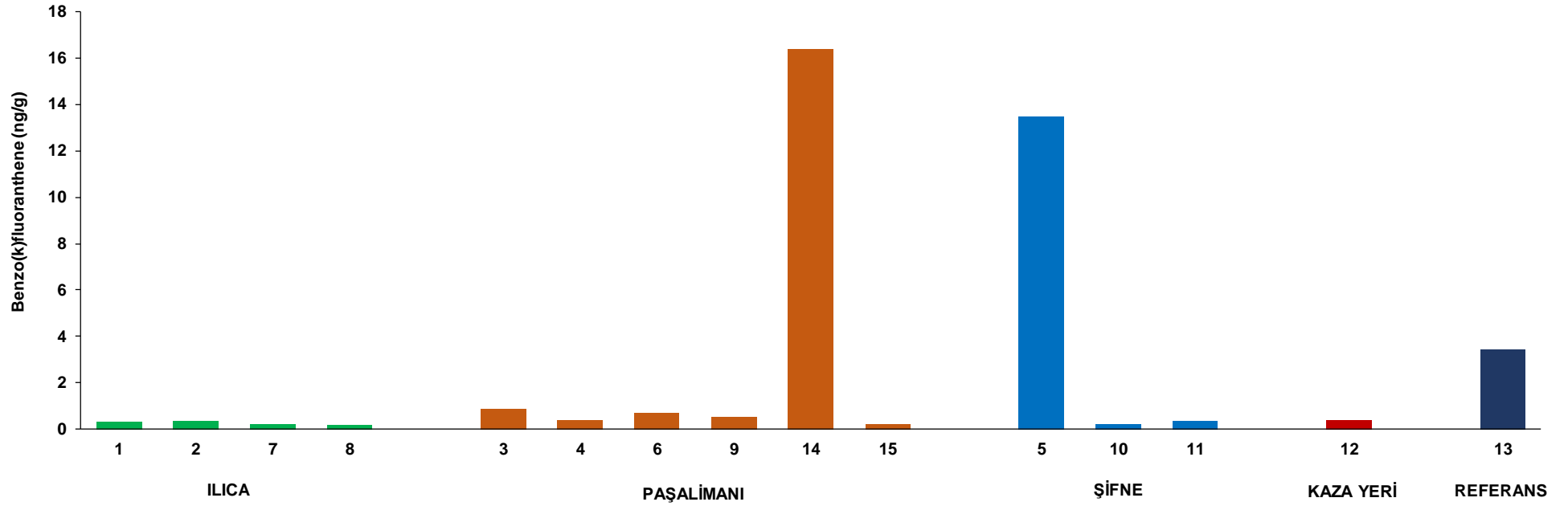
Şekil 3.50. Sedimentte Benzo(a)anthracene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



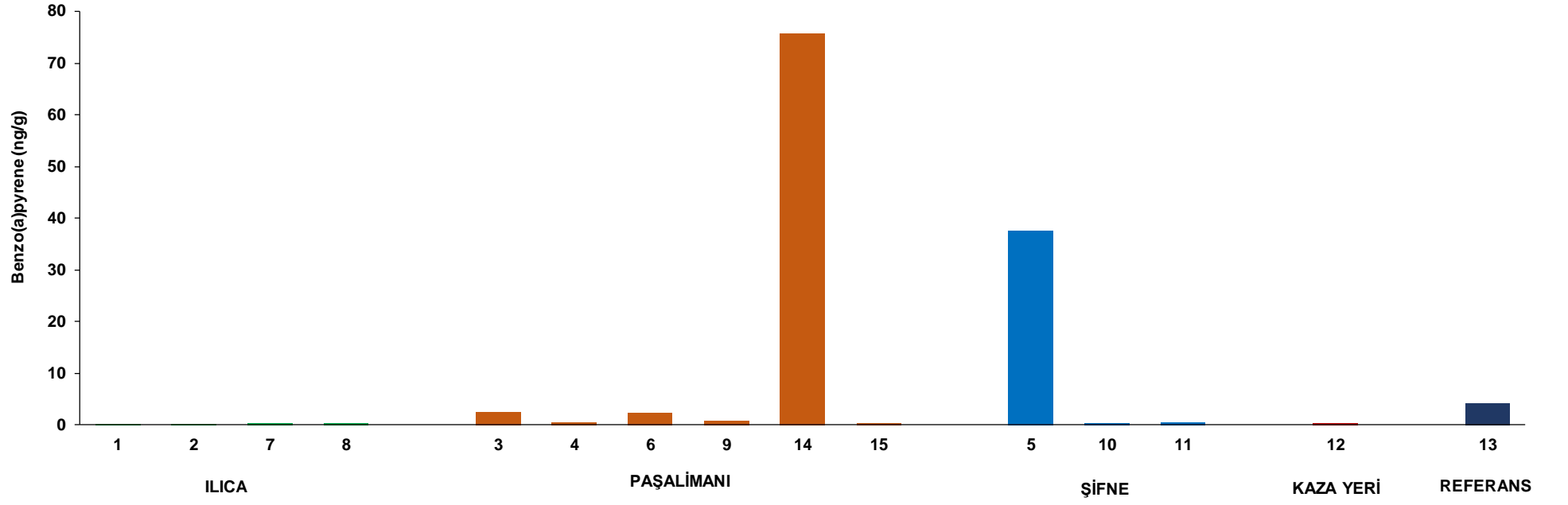
Şekil 3.51. Sedimentte Chrysene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



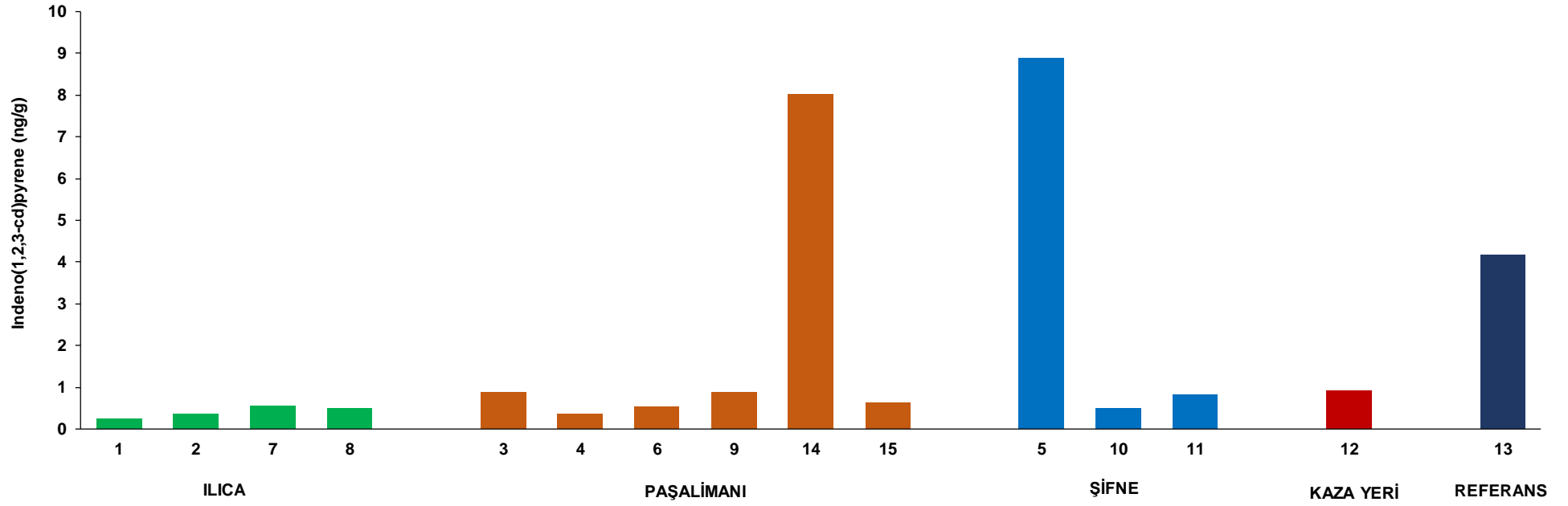
Şekil 3.52. Sedimentte Benzo(b)fluoranthene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



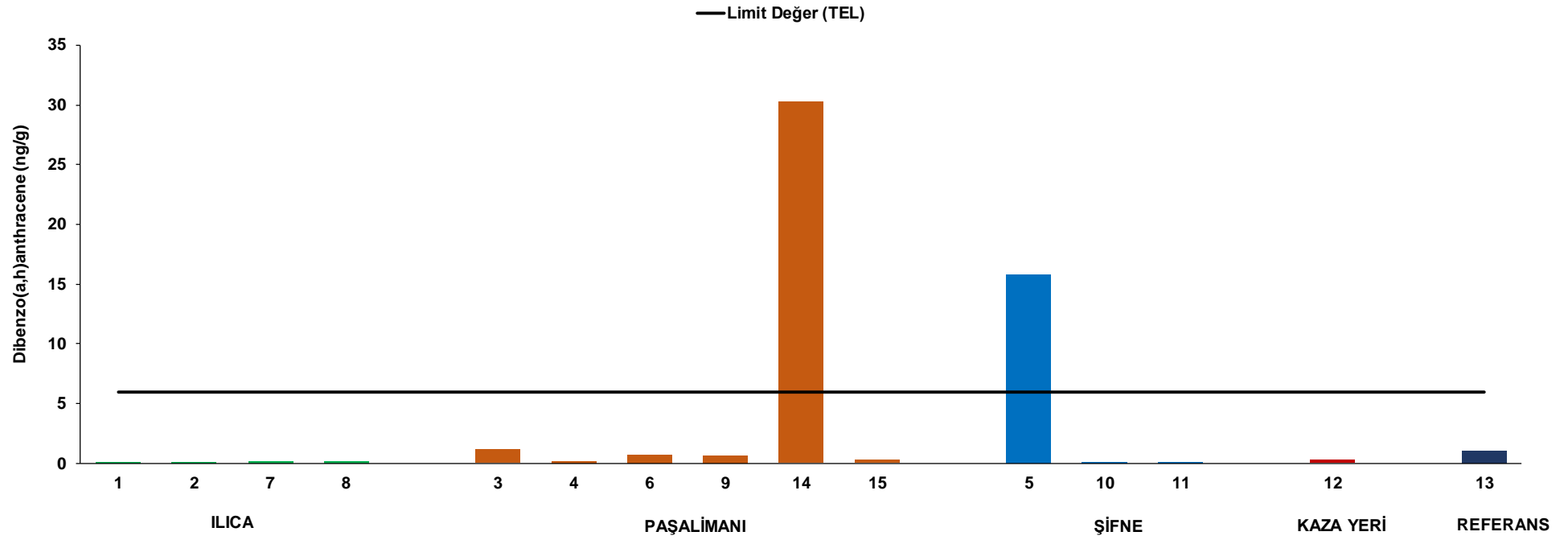
Şekil 3.53. Sedimentte Benzo(k)fluoranthene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



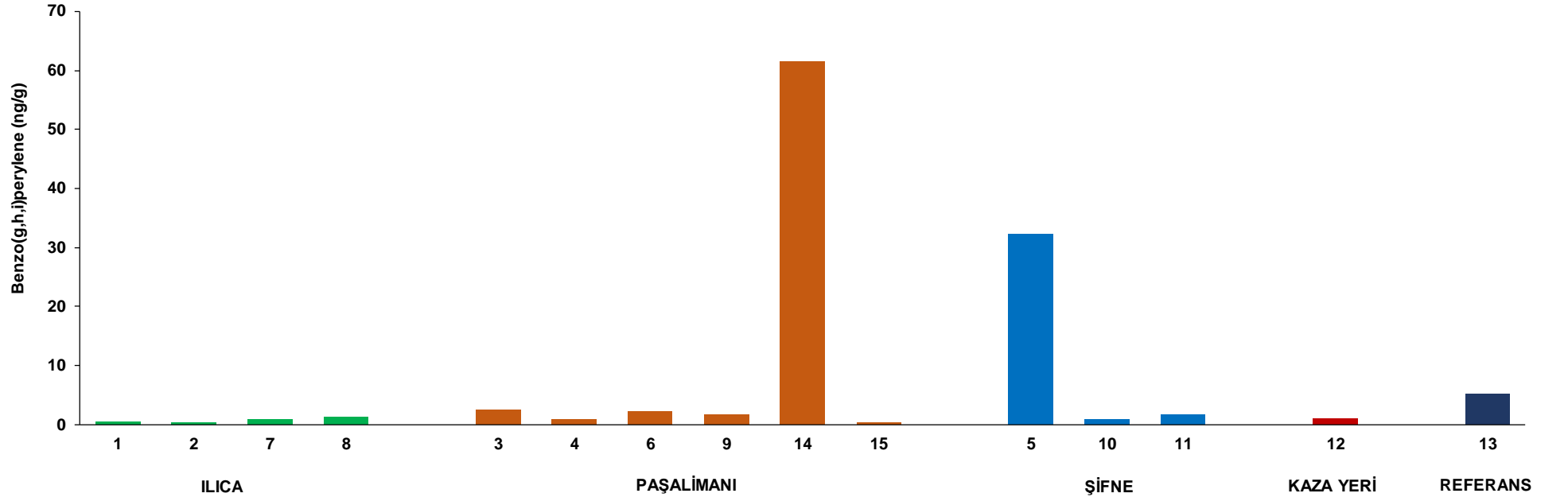
Şekil 3.54. Sedimentte Benzo(a)pyrene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



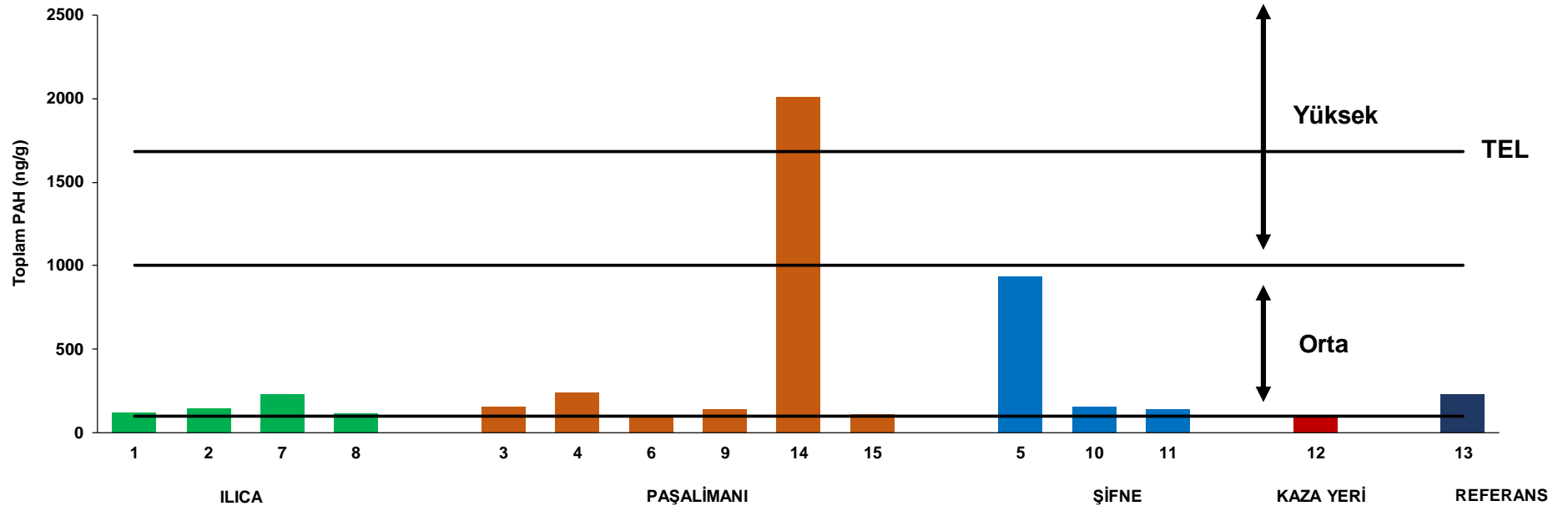
Şekil 3.55. Sedimentte Indeno(1,2,3-cd)pyrene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



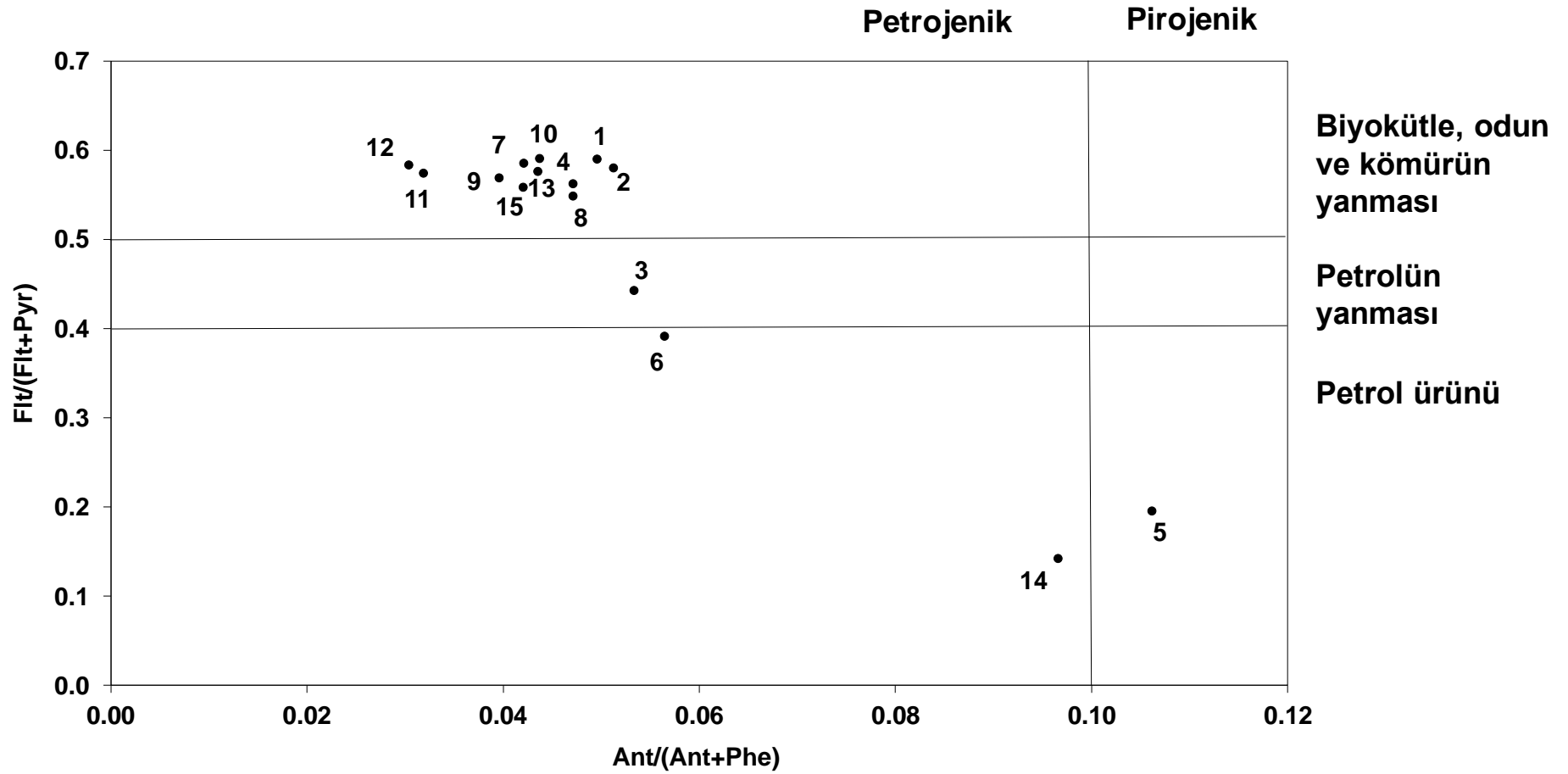
Şekil 3.56. Sedimentte Dibenzo(a,h)anthracene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



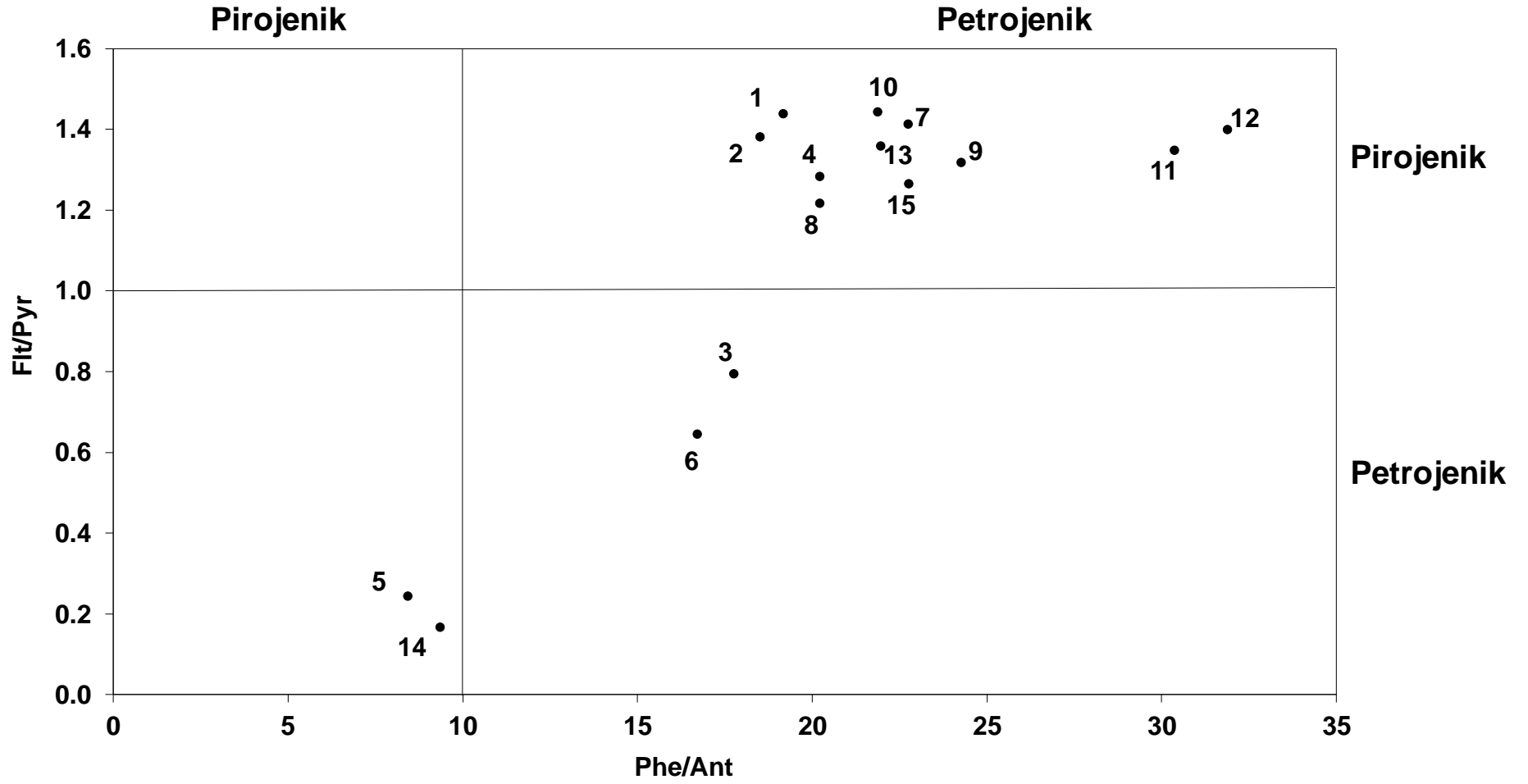
Şekil 3.57. Sedimentte Benzo(g,h,i)perylene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



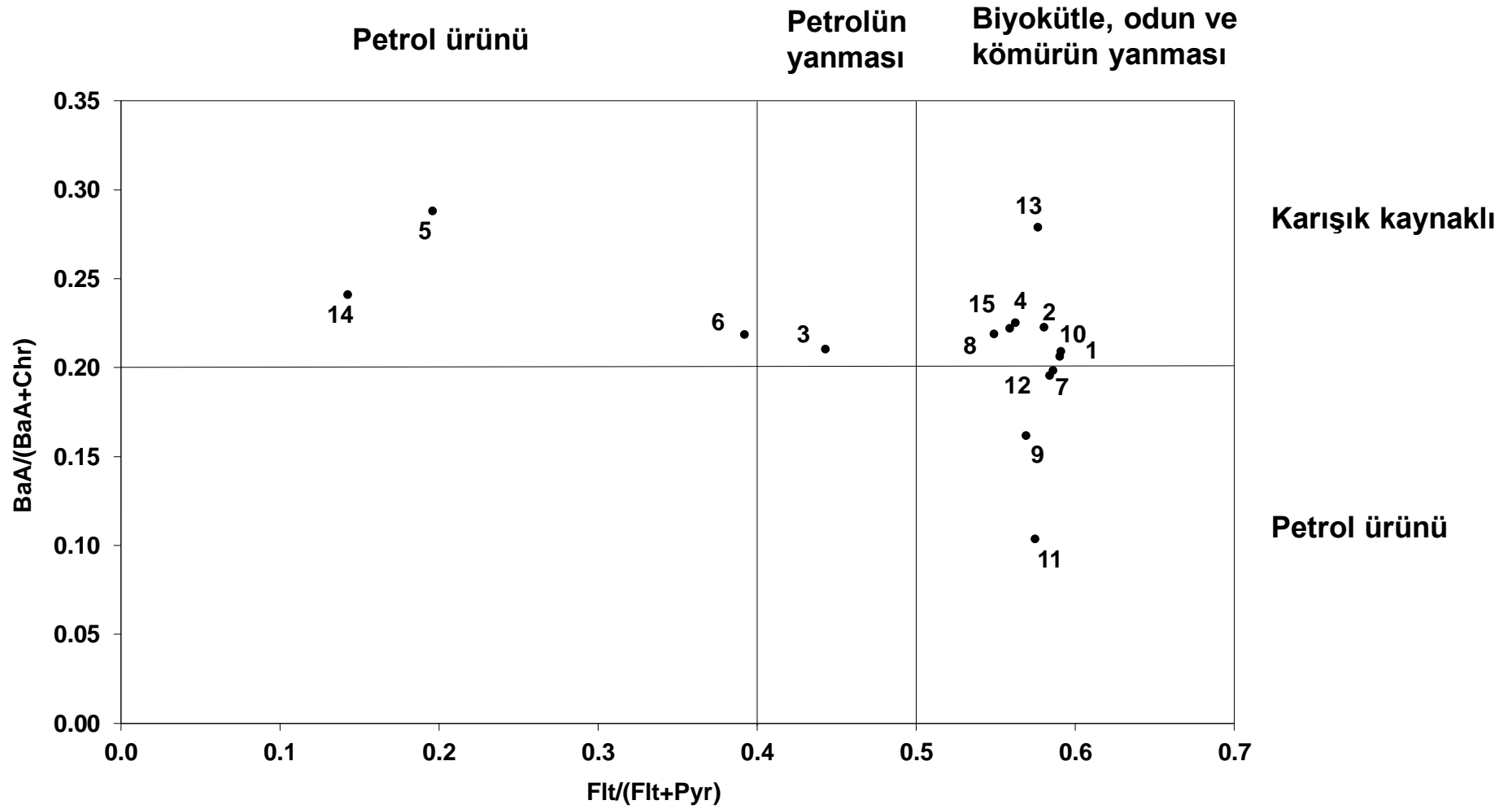
Şekil 3.58. Sedimentte Toplam PAH konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



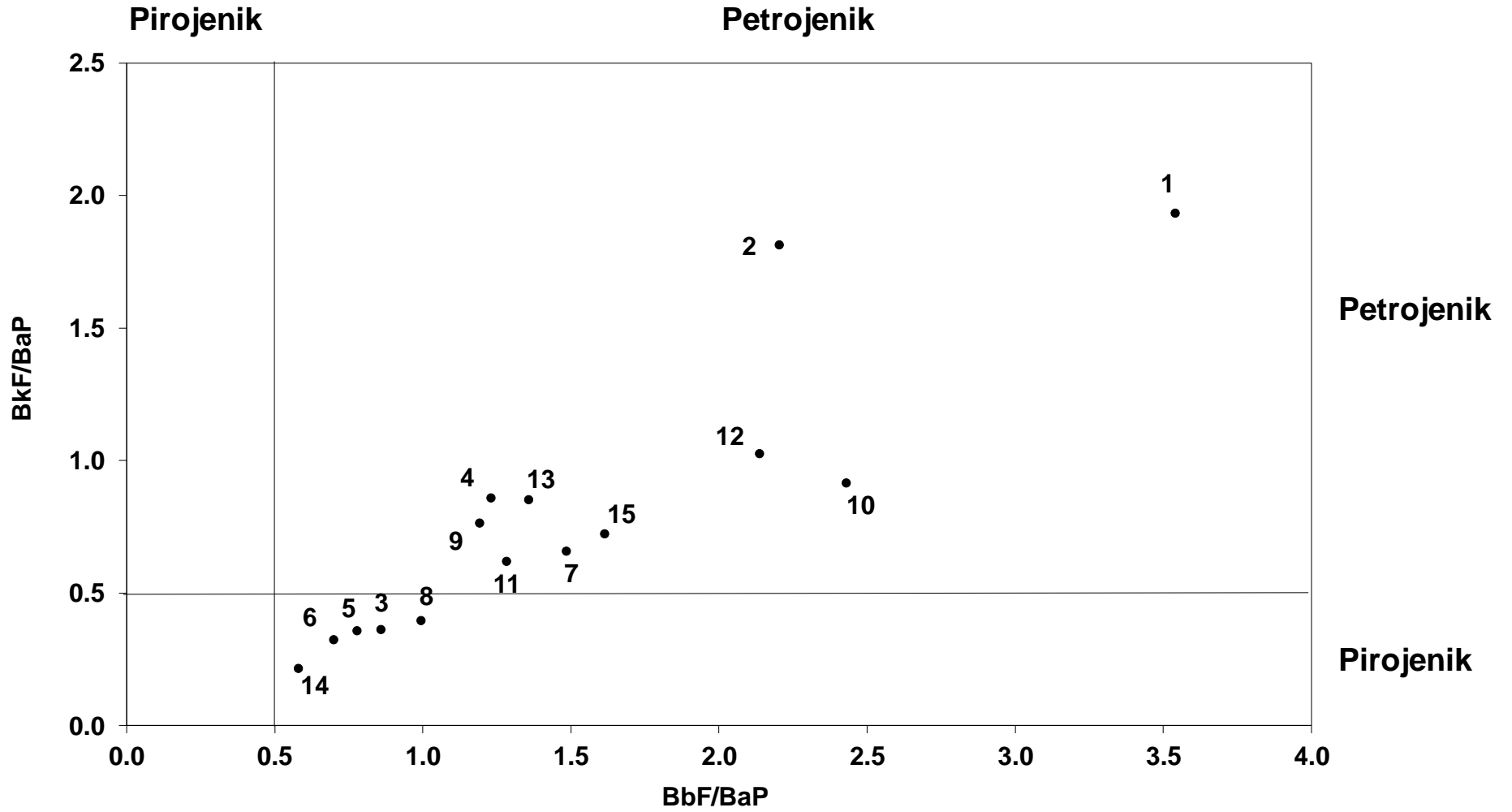
Şekil 3.59. Sedimentte $Ant/(Ant+Phe)$ oranlarına karşı $Flt/(Flt+Pyr)$ oranlarının istasyonlara göre dağılımı.



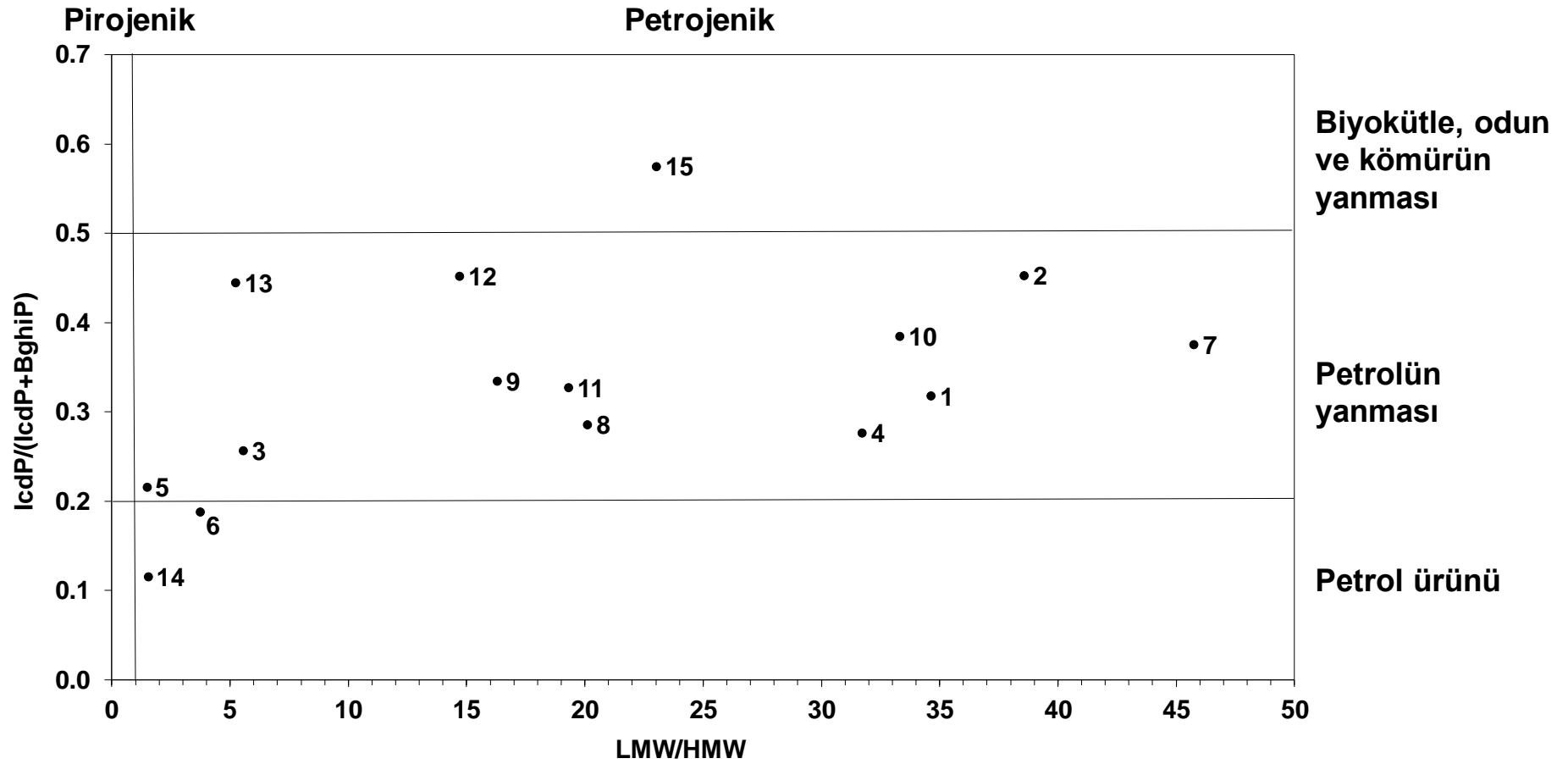
Şekil 3.60. Sedimentte Phe/Ant oranlarına karşı Flt/Pyr oranlarının istasyonlara göre dağılımı.



Şekil 3.61. Sedimentte BaA/(BaA+Chr) oranlarına karşı Flt/(Flt+Pyr) oranlarının istasyonlara göre dağılımı.

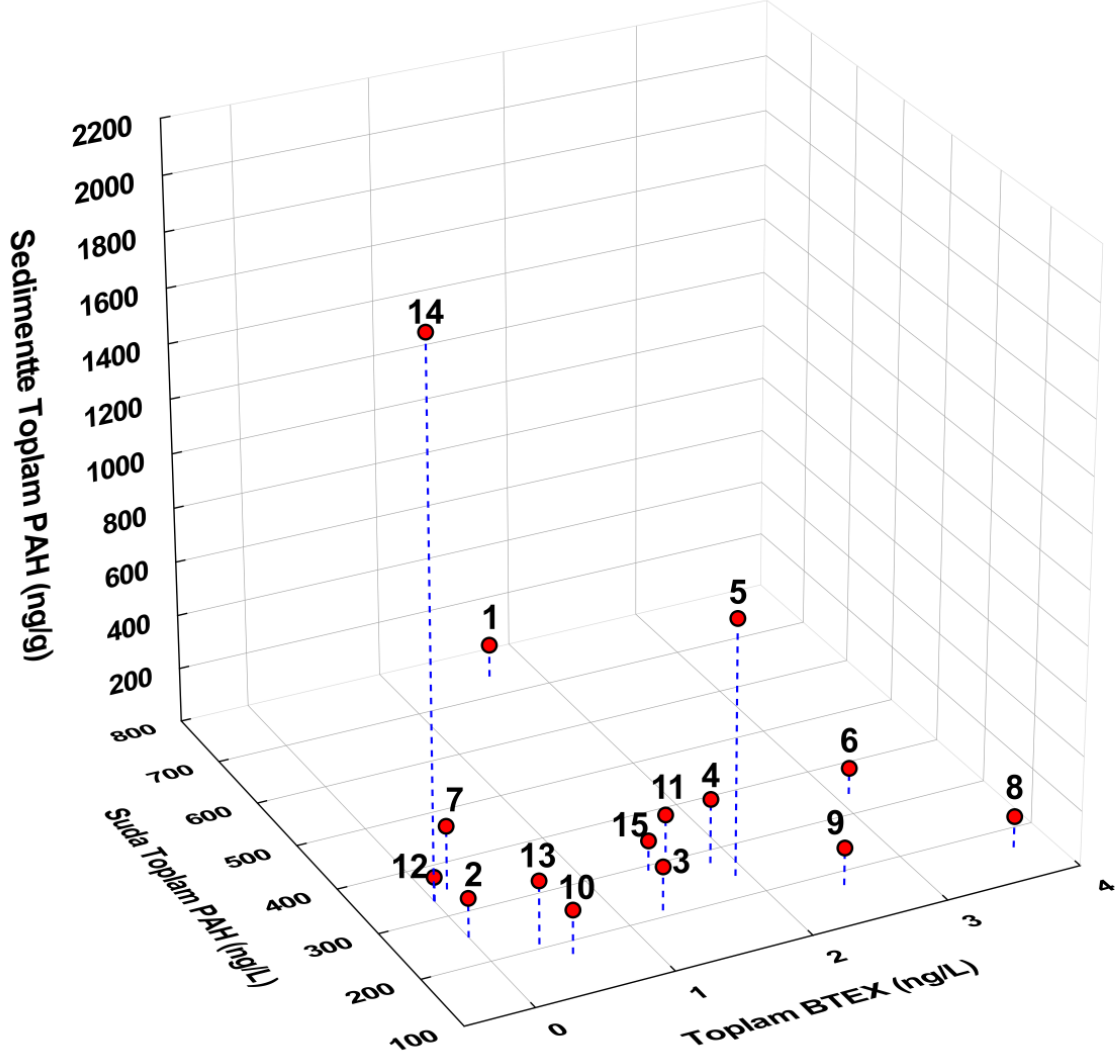


Şekil 3.62. Sedimentte BbF/BaP oranlarına karşı BkF/BaP oranlarının istasyonlara göre dağılımı.



Şekil 3.63. Sedimentte LMW/HMW oranlarına karşı IcdP/(IcdP+BghiP) oranlarının istasyonlara göre dağılımı.

Şekil 3.64'e göre sedimentte 5 ve 14 ile suda 1 nolu istasyonda Toplam PAH seviyelerinin diğer istasyonlara göre net bir şekilde daha yüksek oldukları görülmektedir. Aynı şekilde, 6, 8 ve 9 nolu istasyonlarda suda Toplam BTEX düzeyleri diğer istasyonlara kıyasla daha yüksek bulunmuştur.



Şekil 3.64. İstasyonlardaki Suda Toplam BTEX, Suda ve Sedimentte Toplam PAH düzeylerinin 3 boyutlu gösterimi.

3.10. Organizmada Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar

Yakıt sızıntısından etkilendiğini belirten Agromey ve Pınar ile etkilenmediği belirtilen Abalıoğlu balık çiftliklerinden levrek, çipura ve midye örnekleri alınmıştır. Balık çiftliklerinden alınan levrek, çipura ve midye örneklerinde ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (EPA'nın belirlediği 16 bileşen) konsantrasyonları Şekil 3.65-70 ve Tablo 3.10'da verilmiştir.

Levrekte Nap:6.8-21.0, Flu:11.4-16.5, Phe:1.4-24.5 ve Ant:0.9-2.0; çipurada Nap:4.6-13.7, Flu:14.5-22.1, Phe:17.1-23.2 ve Ant:0.6-3.1; midyede ise Nap:8.3-17.6, Phe:9.5-27.2, Ant:0.5-1.8, Flt:6.2-13.5 ve Pyr:1.0-4.2 ng/g aralığında ölçülmüştür. Toplam PAH ise levrekte 23.3-64.0; çipurada 41.4-59.6 ve midyede 25.5-63.6 ng/g aralığında bulunmuştur.

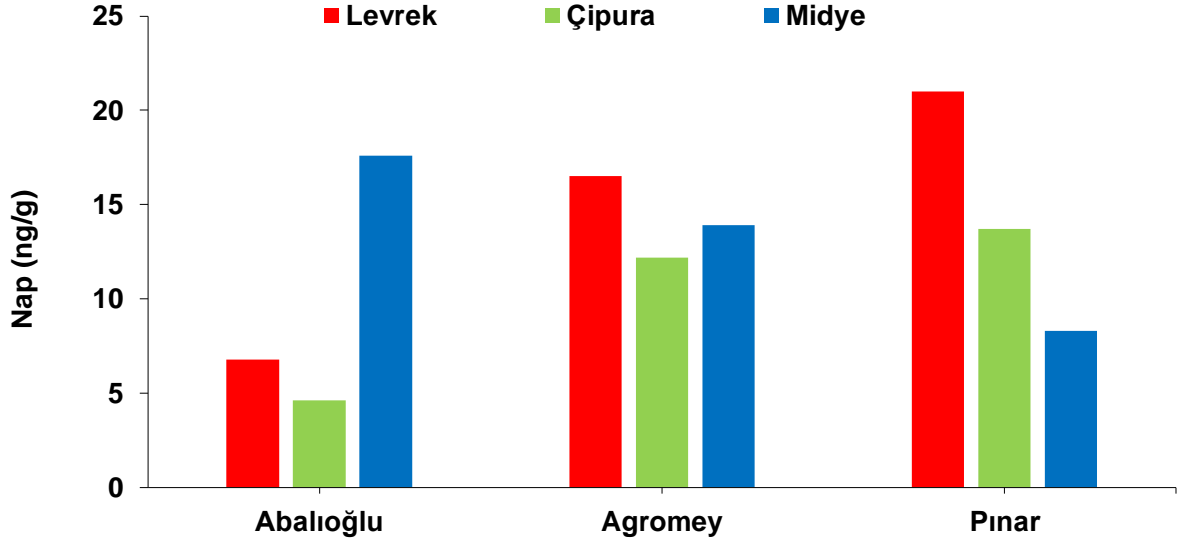
En yüksek Nap, Flu ve Ant konsantrasyonları Pınar levrekte ölçülürken, bu bileşiklerin en düşük konsantrasyonları Abalıoğlu levrekte bulunmuştur. Phe ise en yüksek Pınar levrekte ölçülürken, en düşük konsantrasyon Agromey levrekte ölçülmüştür.

En yüksek Nap ve Phe konsantrasyonları Pınar çipurada ölçülürken, bu bileşiklerin en düşük konsantrasyonları Abalıoğlu çipurada bulunmuştur. Flu ise en yüksek Pınar çipurada ölçülürken, en düşük konsantrasyon Agromey çipurada ölçülmüştür. Ant ise en yüksek Abalıoğlu çipurada ölçülürken, en düşük konsantrasyon Pınar çipurada ölçülmüştür.

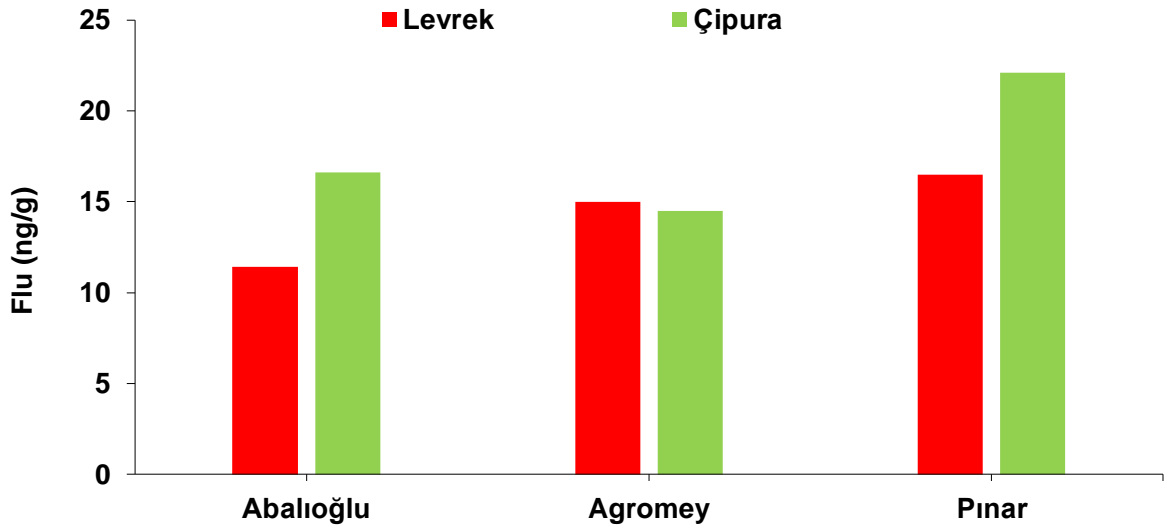
En yüksek Nap, Phe, Ant ve Flt konsantrasyonları Abalıoğlu midyede ölçülürken, bu bileşiklerin en düşük konsantrasyonları Pınar midyede bulunmuştur. Pyr ise en yüksek Agromey midyede ölçülürken, en düşük konsantrasyon Pınar midyede ölçülmüştür. Toplam PAH konsantrasyonları en yüksek Pınar levrek, Pınar çipura ve Abalıoğlu midyede ölçülmüştür.

Tablo 3.6'daki Ant/(Phe+Ant) oranlarına bakıldığında levrekte 0.08-0.52; çipurada 0.03-0.15 ve midyede ise 0.05-0.06 aralığında bulunmuştur. Bu oranlar Pınar levrek,

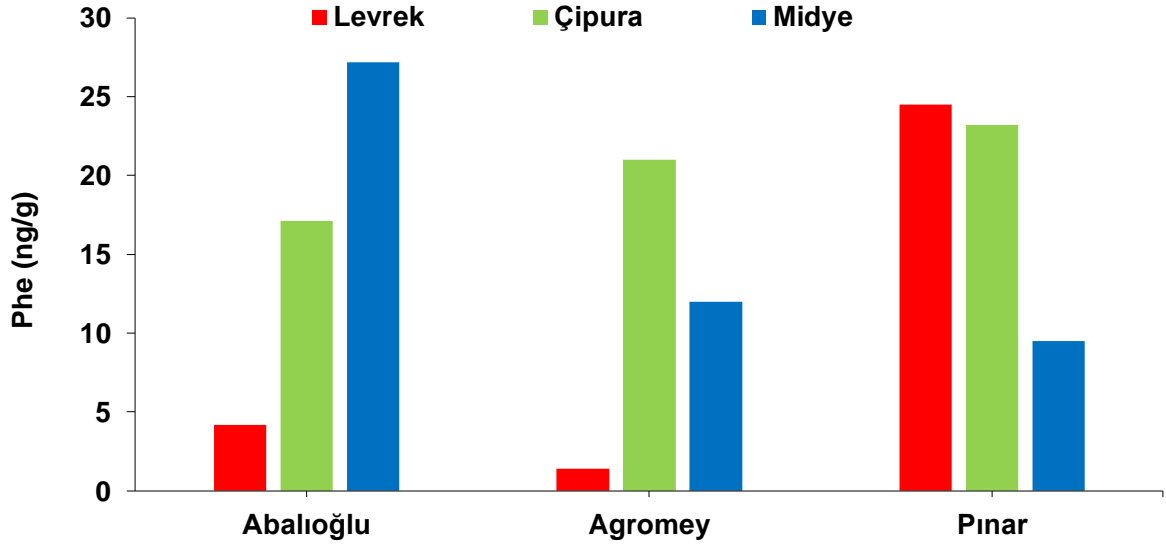
Agromey çipura, Pınar çipura ve tüm midye örneklerindeki PAH bileşiklerinin kaynağının petrojenik kaynaklı olabileceğini göstermektedir.



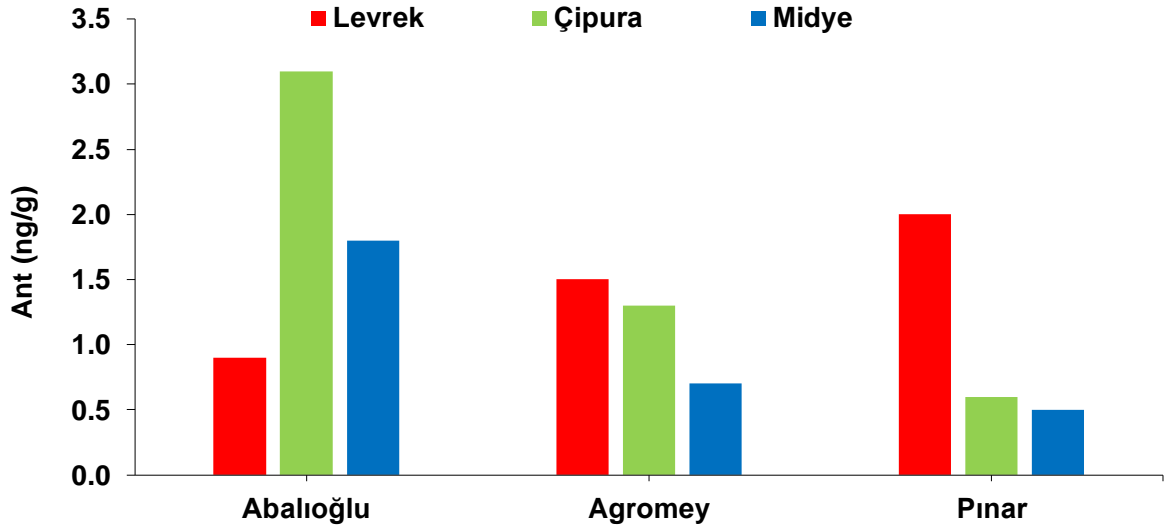
Şekil 3.65. Balık çiftliklerinden örneklenen Levrek, Çipura ve Midye'deki Naphtalene konsantrasyonları.



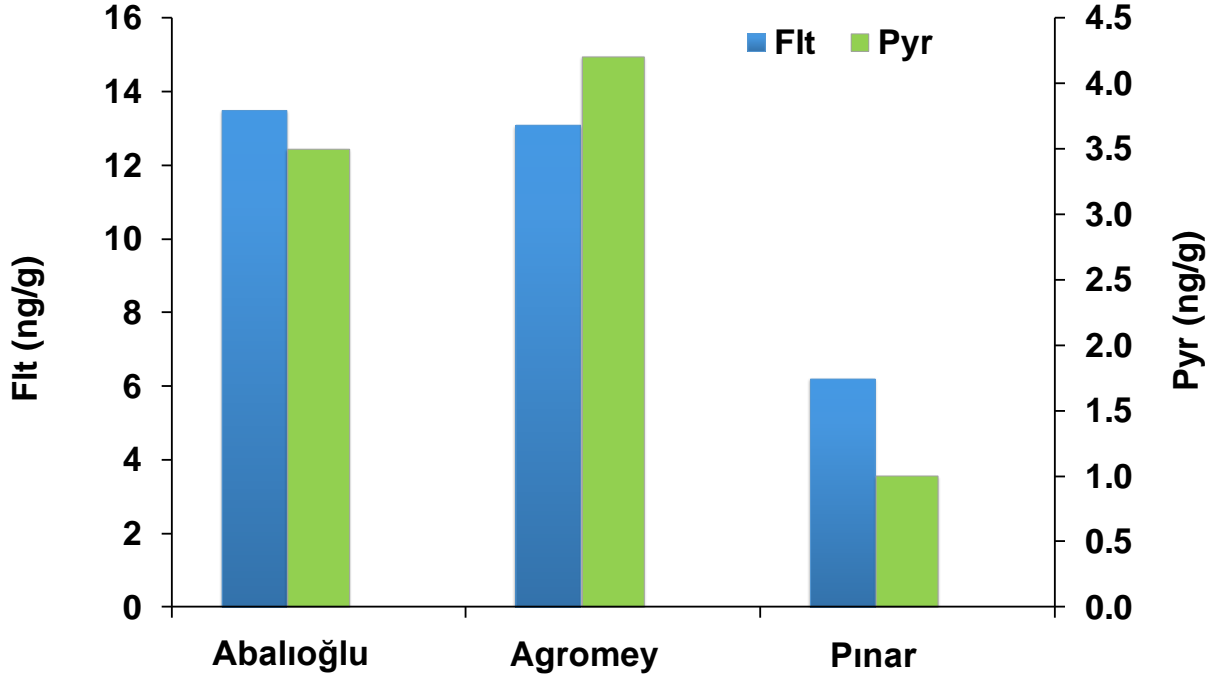
Şekil 3.66. Balık çiftliklerinden örneklenen Levrek ve Çipura'daki Fluorene konsantrasyonları.



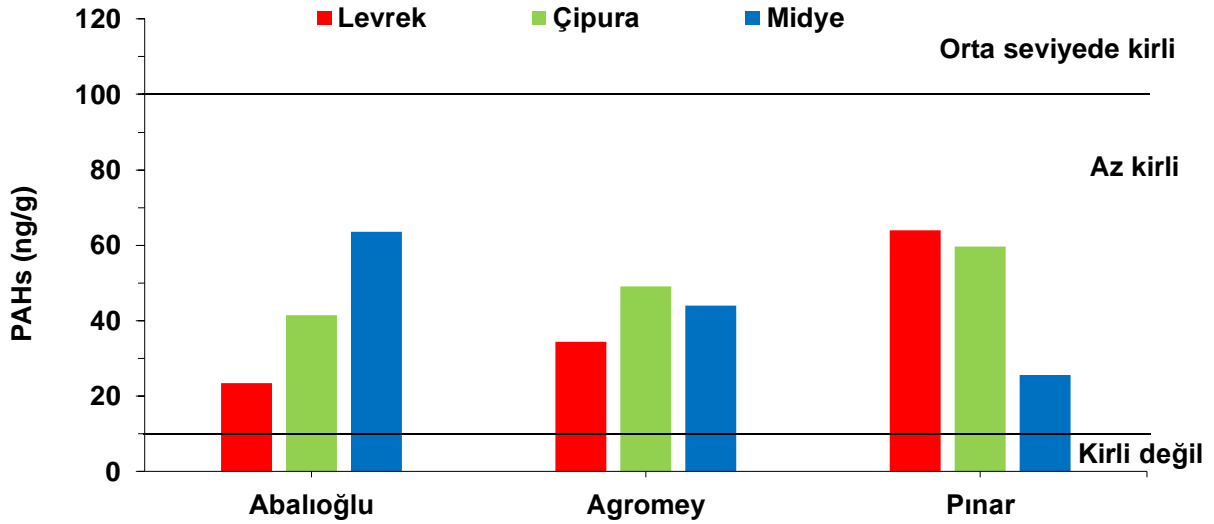
Şekil 3.67. Balık çiftliklerinden örneklenen Levrek, Çipura ve Midye'deki Phenanthrene konsantrasyonları.



Şekil 3.68. Balık çiftliklerinden örneklenen Levrek, Çipura ve Midye'deki Anthracene konsantrasyonları.



Şekil 3.69. Balık çiftliklerinden örneklenen midyelerdeki Fluoranthene ve Pyrene konsantrasyonları.



Şekil 3.70. Balık çiftliklerinden örneklenen Levrek, Çipura ve Midye'deki Toplam PAH konsantrasyonları.

Tablo 3.10. Levrek, çipura ve midyede Polisiklik Aromatik Hidrokarbonların dağılımı (ng/g) (nd: saptanmadı).

PAH Bileşenleri	Abalıoğlu	Agromey	Pınar	Abalıoğlu	Agromey	Pınar	Abalıoğlu	Agromey	Pınar
	Levrek			Çipura			Midye		
Nap	6.8	16.5	21.0	4.6	12.2	13.7	17.6	13.9	8.3
Acy	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Ace	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Flu	11.4	15	16.5	16.6	14.5	22.1	nd	nd	nd
Phe	4.2	1.4	24.5	17.1	21.0	23.2	27.2	12	9.5
Ant	0.9	1.5	2.0	3.1	1.3	0.6	1.8	0.7	0.5
Flt	nd	nd	nd	nd	nd	nd	13.5	13.1	6.2
Pyr	nd	nd	nd	nd	nd	nd	3.5	4.2	1.0
BaA	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Chr	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
BbF	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
BkF	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
BaP	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
IcdP	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
DahA	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
BghiP	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
∑PAHs	23.3	34.4	64.0	41.4	49.0	59.6	63.6	43.9	25.5
Ant/(Phe+Ant)	0.18	0.52	0.08	0.15	0.06	0.03	0.06	0.06	0.05

Balık çiftliklerinden alınan levrek, çipura ve midyede bulunan toplam PAH seviyeleri NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) kriterlerine göre tamamı “az kirli” olduğu görülmüştür (kirli değil (<10 ng/g), az kirli (10 to 99 ng/g), orta seviyede kirli (100 to 1000 ng/g), and aşırı kirli (>1000 ng/g) (Varanasi ve ark., 1993; Soares-Gomes ve ark., 2010).

Balık çiftliklerinden alınan levrek, çipura ve midyelerde karsinojen olarak sınıflandırılan bileşiklere rastlanmamıştır. Dolayısıyla incelenen organizmalarda herhangi bir sağlık riski gözlenmemiştir.

3.11. Organizmada Biyoisaretçi Enzimlerin Analizleri

İldırı Körfezi'nde yer alan 3 farklı balık çiftliğinden örneklenen midyelerin hepatopankreaslarında, çipura ve levreklerin ciğerlerinde saptanan ortalama AChE ve CAT aktiviteleri Şekil 3.71-72'de verilmiştir.

AChE enzim aktiviteleri sonuçlarına göre, en düşük aktiviteler Abaloğlu'ndan örneklenen midye ve levreklerde saptanmıştır. Bunun yanında çipuralarda en düşük aktivite Pınar'dan alınan örneklerde görülmüştür. AChE enzim aktivitesi organik kirlilik artışına bağlı olarak azalmaktadır (Funes ve ark., 2006; Fernandez ve ark., 2010).

Elde edilen sonuçlara göre midyelerde, en yüksek CAT aktivitesi Agromey'de, çipuralarda Abaloğlu'nda ve levrekte ise Pınar'da saptanmıştır. CAT enzim aktivitesinin organik kirlilik etkisi altında artış gösterdiği bilinmektedir (Funes ve ark., 2006; Fernandez ve ark., 2010).

Saptanan enzim aktiviteleri ile PAH konsantrasyonları arasındaki ilişki Pearson Korelasyon Testi ile incelenmiştir ($p < 0.05$). AChE, organik kirleticilerin varlığında inhibe olduğu için $R \leq -0.50$ koşulunu sağlayan güçlü negatif ilişki aranmaktadır. Bunun yanı sıra CAT enzim aktivitesi için $R \geq 0.50$ koşulunu sağlayan güçlü pozitif ilişki aranmaktadır. Çiftlik bölgeleri (Agromay, Pınar ve Abaloğlu) kendi aralarında karşılaştırıldığında, Pınar için AChE aktivitesi ile Nap ($R = -0.78$) ve Ant ($R = -0.96$) arasında negatif ilişki bulunmuştur. CAT aktivitesi ile Flt ve Pyr arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur ($R = 0.76$).

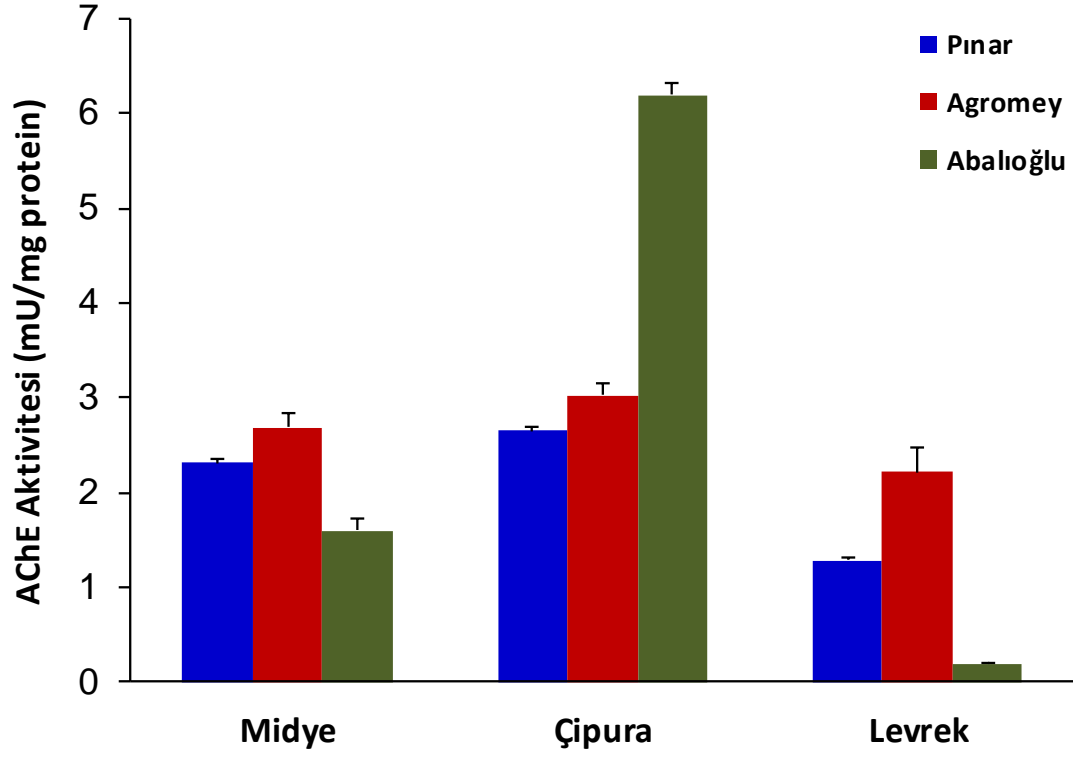
Agromey için AChE aktivitesi ile Nap ($R=-0.99$) arasında negatif bir ilişki saptanmıştır. Bunun yanında CAT aktivitesi ile Flt ve Pyr arasında ($R=0.96$) pozitif bir ilişki saptanmıştır.

Abalıoğlu için AChE ile PAH bileşikleri ile bir ilişki bulunmamıştır. CAT aktivitesi ile Flt ve Pyr arasında ($R=0.96$) pozitif bir ilişki saptanmıştır.

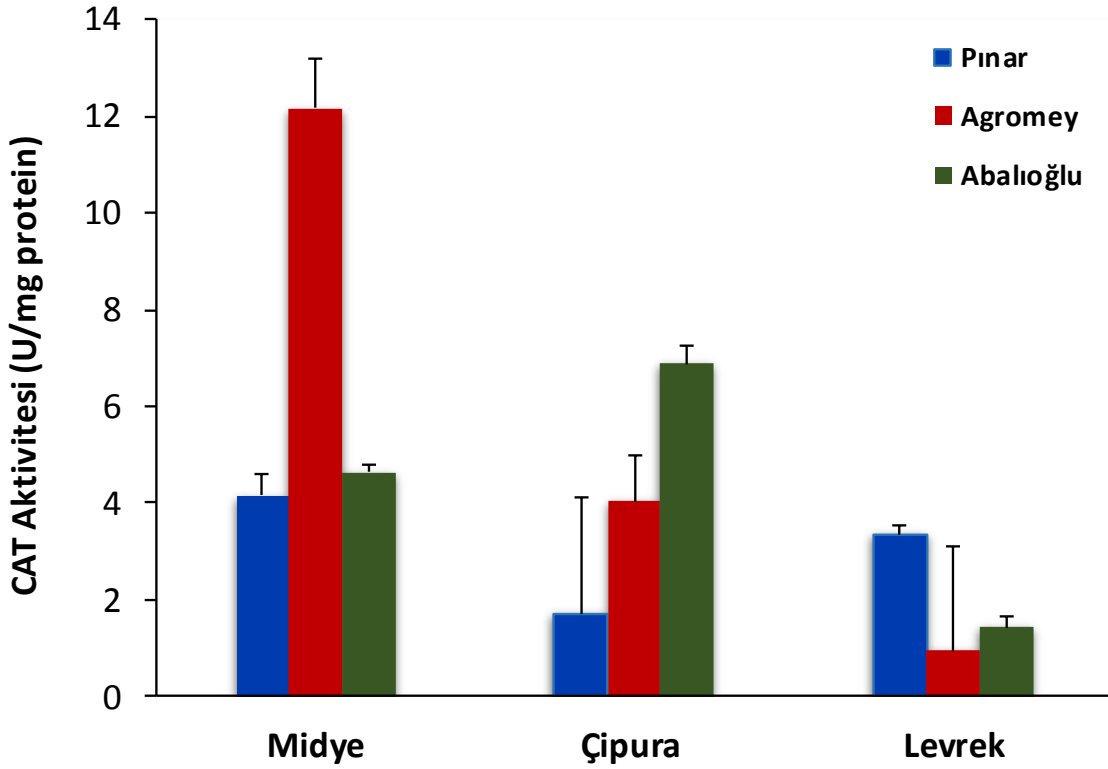
Enzim aktiviteleri ve PAH ilişkileri değerlendirildiğinde, Agromey ve Pınar'dan alınan örneklerin Abalıoğlu'na göre PAH bileşiklerine daha çok tepki gösterdiği gözlenmiştir.

Örneklenen türler kendi aralarında karşılaştırıldığında, midyelerde AChE enzim aktivitesi ile Nap ($R=-0.55$), Phe ($R=-0.89$) ve Ant ($R=-0.88$) arasında negatif ilişkiler saptanmıştır. Ayrıca, CAT aktivitesi ile Flt ($R=0.50$) ve Pyr ($R=0.71$) arasında pozitif ilişkiler saptanmıştır. Çipura örneklerinde ise AChE aktivitesi ile Nap ($R=-1.00$) arasında negatif bir ilişki bulunmuştur. CAT aktivitesi ile Ant ($R=0.98$) arasında pozitif bir ilişki saptanmıştır. Levreklerde ise sadece CAT aktivitesi ile Phe ($R=1.00$) ve Ant ($R=0.72$) arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur.

Midyeler, filtrasyon yoluyla beslenip, kirlenici maddeleri bünyelerinde biriktirdiklerinden biyolojik indikatör olarak kullanılmaktadırlar. Sonuçlara göre midyelerin organik kirlenicilere levrek ve çipuraya kıyasla daha fazla enzimatik tepki verdiği tespit edilmiştir. Balık türlerinde ise en fazla enzimatik tepki çipura türünde görülmüştür.



Şekil 3.71. Midye, çipura ve levrek örneklerindeki AChE enzim aktivitesinin (mU/ mg protein) balık çiftliklerine göre değişimi.



Şekil 3.72. Midye, çipura ve levrek örneklerindeki CAT enzim aktivitesinin (U/ mg protein) balık çiftliklerine göre değişimi.

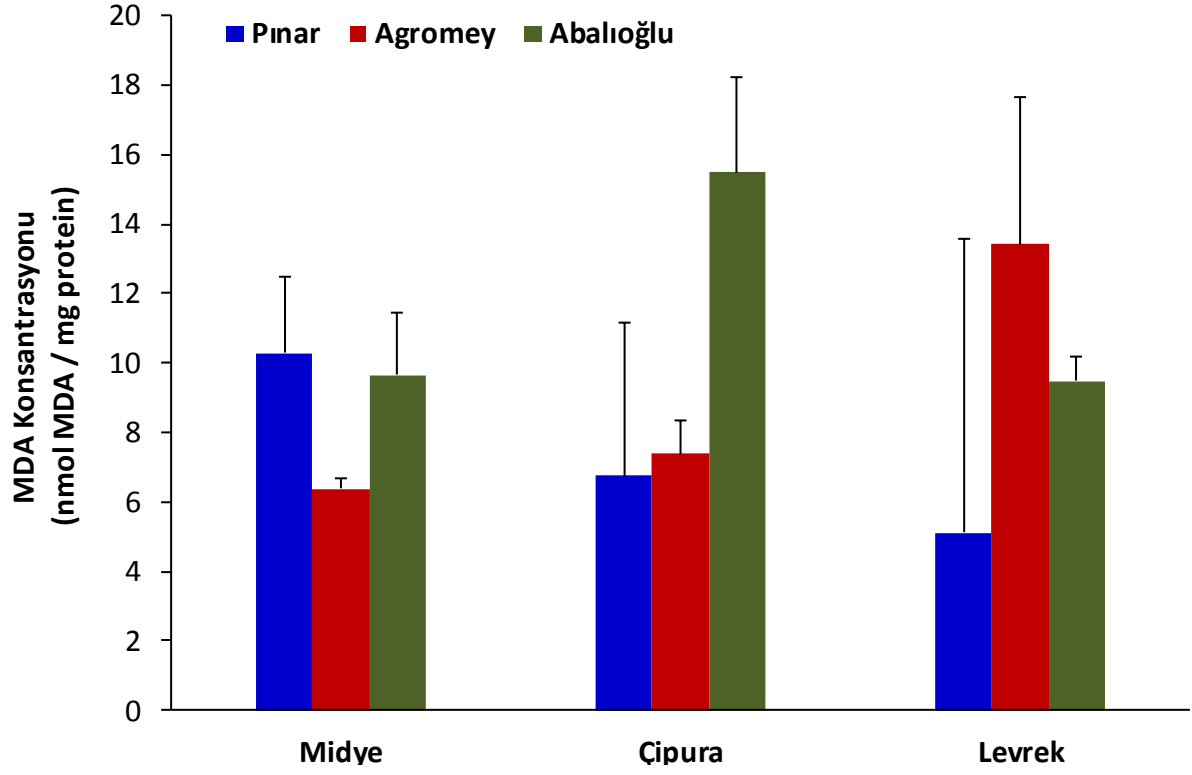
3.12. Organizmada Lipid Peroksidasyon Düzeylerinin Tayini

İldırı Körfezi'nde yer alan 3 farklı balık çiftliğinden örneklenen midyelerin hepatopankreaslarında, çipura ve levreklerin ciğerlerinde saptanan MDA konsantrasyonları Şekil 3.73'te verilmiştir.

MDA konsantrasyonları incelendiğinde, midyelerde en yüksek seviyeler Pınar'da, çipuralarda Abalıoğlu'nda ve levrekte ise Agromey'de ölçülmüştür. MDA konsantrasyonları, kirliliğin neden olduğu oksidatif strese bağlı gelişen lipid peroksidasyonu sonucu olarak artış göstermektedir (Funes ve ark., 2006; Fernandez ve ark., 2010).

Saptanan MDA konsantrasyonları ile PAH konsantrasyonları arasındaki ilişki Pearson Korelasyon Testi ile incelenmiştir ($p < 0.05$). MDA konsantrasyonlarının değerlendirilmesinde için $R \geq 0.50$ koşulunu sağlayan güçlü pozitif ilişki aranmaktadır. Çiftlik bölgeleri (Agromay, Pınar ve Abalıoğlu) kendi aralarında karşılaştırıldığında, Pınar için MDA konsantrasyonları ile Flt ve Pyr arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur ($R=0.95$). Agromey için MDA konsantrasyonu ile Nap ($R=0.86$), Flu ($R=0.63$) ve Ant ($R=0.78$) arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Abalıoğlu için MDA konsantrasyonu ile Flu ($R=0.72$) ve Ant ($R=0.92$) arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur.

Örneklenen türler kendi aralarında karşılaştırıldığında, sadece çipurada MDA konsantrasyonu ile Ant (sırasıyla $R=0.98$ ve $R=0.98$) arasında pozitif bir ilişki saptanmıştır.



Şekil 3.73. Midye, çipura ve levrek örneklerindeki MDA konsantrasyonlarının (nmol MDA/ mg protein) balık çiftliklerine göre değişimi.

3.13. Bentik Türlerin Analizleri

13 istasyondan alınan bentik örneklerin (0-24 m) faunistik incelenmesi sonucunda, 14 sistematik gruba ait (Porifera, Plathelminthes, Cnidaria, Nemertini, Nematoda, Polychaeta, Oligochaeta, Sipuncula, Mollusca, Crustacea, Branchiopoda, Bryozoa, Echinodermata ve Cephalochordata) 258 tür ve bu türlere ait toplam 12597 birey tespit edilmiştir. İstasyonlarda tespit edilen türler ve türlere ait birey sayıları Tablo 3.11'de verilmiştir.

Tablo 3.11. Örnekleme istasyonlarında bulunan türler (Mart 2017).

İSTASYONLAR	14	2	5	6	1	4	9	11	15	7	10	12	13
SİSTEMATİK GRUPLAR													
PORIFERA													
<i>Porifera</i> (spp.)	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	X	-
CNIDARIA													
<i>Anthozoa</i> (spp.)	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	6
<i>Scleractinia</i> (spp.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
PLATYHELMINTHES													
<i>Plathelminthes</i> (spp.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-
NEMERTEA													
<i>Nemertini</i> (spp.)	16	5	-	-	-	-	1	6	1	7	4	-	24
NEMATODA													
<i>Nematoda</i> (spp.)	415	-	-	-	60	1	1	70	42	3	8	53	14
ANNELIDA													
POLYCHAETA													
<i>Laetmonice hystrix</i> (Savigny in Lamarck, 1818)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Harmothoe</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2
<i>Malmgrenia liliana</i> (Pettibone, 1993)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	5
<i>Sigalion mathildae</i> Audouin & Milne Edwards in Cuvier, 1830	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eumida sanguinea</i> (Ørsted, 1843)	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	1	-	-
<i>Phyllodoce</i> (sp.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Paralacydonia paradoxa</i> Fauvel, 1913	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	42
<i>Podarkeopsis galangai</i> Laubier, 1961	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	3	3	-
<i>Sigambra tentaculata</i> (Treadwell, 1941)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	10	1
<i>Exogone</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	2	3
<i>Parapionosyllis</i> sp.	-	-	-	-	26	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Syllis garciai</i> (Campoy, 1982)	15	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	3	-
<i>Neanthes nubila</i> (Savigny, 1822)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
<i>Nereis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	3	-
<i>Nereididae</i> (sp.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7

<i>Glycera fallax</i> Quatrefages, 1850	-	2	-	-	-	-	-	-	4	1	-	-	6
<i>Glycera alba</i> (O. F. Müller, 1776)	2	-	-	-	-	-	-	5	3	-	-	2	7
<i>Goniada maculata</i> Örsted, 1843	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Goniadidae</i> (sp.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Aponuphis brementi</i> (Fauvel, 1916)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14
<i>Micronephthys stammeri</i> (Augener, 1932)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	6
<i>Eunice vittata</i> (Delle Chiaje, 1828)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
<i>Lysidice unicornis</i> (Grube, 1840)	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2	5	3	24
<i>Marphysa bellii</i> (Audouin & Milne Edwards, 1833)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Marphysa fallax</i> Marion & Bobretzky, 1875	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4	4	-	7
<i>Lumbrineris</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	1
<i>Scoletoma</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4	1	14
<i>Drilonereis filum</i> (Claparède, 1868)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Protodorvillea kefersteini</i> (McIntosh, 1869)	3	-	-	-	2	-	-	2	10	-	2	3	1
<i>Aricidea</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	1	31
<i>Cirrophorus branchiatus</i> Ehlers, 1908	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Cirrophorus furcatus</i> (Hartman, 1957)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	7	5	-
<i>Levinsenia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46
<i>Paradoneis lyra</i> (Southern, 1914)	15	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	3	-
<i>Prionospio steenstrupi</i> Malmgren, 1867	-	-	1	-	-	-	-	13	7	-	5	-	1
<i>Spio filicornis</i> (Müller, 1776)	-	-	3	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spiophanes</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
<i>Magelona</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
<i>Poecilochaetus serpens</i> Allen, 1904	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Aphelochaeta</i> sp.	2	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	13
<i>Cauleriella</i> sp.	-	1	-	-	-	-	-	5	3	1	-	2	-
<i>Chaetozone</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Kirkegaardia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Kirkegaardia heterochaeta</i> (Laubier, 1961)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3	-	-
<i>Armandia cirrhosa</i> Filippi, 1861	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Polyopthalmus pictus</i> (Dujardin, 1839)	2	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
<i>Diplocirrus glaucus</i> (Malmgren, 1867)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	2	-
<i>Pherusa</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
<i>Cossura</i> sp.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	62
<i>Capitella telata</i> Blake, Grassle & Eckelbarger, 2009	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Heteromastus filiformis</i> (Claparède, 1864)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
<i>Mediomastus</i> sp.	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Notomastus</i> sp.	19	-	-	-	-	-	-	4	5	3	-	-	28
<i>Galathowenia oculata</i> (Zachs, 1923)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
<i>Petaloproctus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
<i>Euclymene lombricoides</i> (Quatrefages, 1866)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-
<i>Maldanidae</i> (sp.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5

<i>Sternaspis scutata</i> (Renier, 1807)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Amphicteis gunneri</i> (M. Sars, 1835)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Ampharetidae (sp.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
<i>Fabricia stellaris</i> (Müller, 1774)	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
<i>Ditrupa</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Spirobranchus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
OLIGOCHAETA													
<i>Limnodrilus</i> sp.	208	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
SIPUNCULA													
<i>Onchnesoma steenstrupii steenstrupii</i> Koren & Danielssen, 1875	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	3
<i>Nephasoma</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	4	-	-
<i>Aspidosiphon</i> (A.) <i>muelleri</i> Diesing, 1851	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
CRUSTACEA													
<i>Pantopoda</i> (spp.)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ostracoda</i> (spp.)	3	-	-	-	-	-	-	3	1	-	-	-	6
<i>Nebalia</i> sp.	11	-	1	-	6	-	2	13	3	-	3	11	2
<i>Gastrosaccus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Ampelisca pseudosarsi</i> Bellan-Santini & Kaim-Malka, 1977	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-	-
<i>Ampelisca</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	15
<i>Amphipoda</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
<i>Amphithoe ramondi</i> Audouin, 1826	-	-	-	-	-	-	-	6	1	1	5	4	-
<i>Apherusa</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	2
<i>Apherusa vexatrix</i> Krapp-Schickel, 1979	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-
<i>Bathyporeia</i> sp.	-	1	3	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Caprella acanthifera</i> Leach, 1814	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38	14	4	-
<i>Dexamine spiniventris</i> (Costa, 1853)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
<i>Dexamine spinosa</i> (Montagu, 1813)	-	-	-	-	-	-	1	7	-	1	2	1	-
<i>Erichthonius difformis</i> H., Milne Edwards, 1830	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Erichthonius</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2
<i>Harpinia dellavallei</i> Chevreux, 1910	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	5	2	8
<i>Lembos</i> sp.	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	4	1
<i>Leptocheirus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Leucothoe</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Lysianassa</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-
<i>Megaluropus massiliensis</i> Ledoyer, 1976	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Metaphoxus simplex</i> (Spence Bate, 1857)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	4	25
<i>Microdeutopus anomalus</i> (Rathke, 1843)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
<i>Microdeutopus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-
<i>Orchomene similis</i> Chevreux, 1912	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Perioculodes longimanus</i> (Spence Bate & Westwood, 1868)	-	-	6	-	-	1	-	13	-	-	-	9	5
<i>Phtisica marina</i> Slabber, 1769	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	2	6	12
<i>Pseudoprotella phasma</i> (Montagu, 1804)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-

<i>Tritaeta gibbosa</i> (Spence Bate, 1862)	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
<i>Westwoodilla rectirostris</i> (Della Valle, 1893)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Gnathia vorax</i> (Lucas, 1849)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	-
<i>Janira maculosa</i> Leach, 1814	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-
<i>Limnoria</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	2	-	-
<i>Sphaeroma</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	1	-
<i>Apseudes</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	4	1	-	-	-	47
<i>Chondrochelia savignyi</i> (Kroyer, 1842)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	-	10	8
<i>Tanaidacea</i> (spp.)	-	-	-	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-
<i>Cumella</i> sp.	-	1	12	-	-	-	-	8	-	-	-	5	3
<i>Cumopsis goodsir</i> (Van Beneden, 1861)	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diastylis rugosa</i> Sars, 1865	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Iphinoe</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	2
<i>Athanas nitescens</i> (Leach, 1813 [in Leach, 1813-1814])	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	-
<i>Callianassa subterranea</i> (Montagu, 1808)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Diogenes pugilator</i> (Roux, 1829)	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ebalia cranchii</i> Leach, 1817	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Eualus cranchii</i> (Leach, 1817 [in Leach, 1815-1875])	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-
<i>Galathea intermedia</i> Lilljeborg, 1851	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	11	-
<i>Galathea squamifera</i> Leach, 1814	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Goneplax rhomboides</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Hippolyte leptocerus</i> (Heller, 1863)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Liocarcinus corrugatus</i> (Pennant, 1777)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-
<i>Liocarcinus navigator</i> (Herbst, 1794)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Liocarcinus</i> sp.	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Processa</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	1
BRACHIOPODA													
<i>Brachiopoda</i> (spp.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-
MOLLUSCA													
<i>Scissurella costata</i> d'Orbigny, 1824	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-
<i>Gibbula adansonii</i> (Payraudeau, 1826)	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gibbula ardens</i> (Salis Marschlin, 1793)	-	-	-	-	-	-	-	4	3	1	3	13	-
<i>Jujubinus exasperatus</i> (Pennant, 1777)	-	-	-	-	-	-	-	4	-	2	2	94	4
<i>Jujubinus striatus</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	-
<i>Bolma rugosa</i> (Linnaeus, 1767)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-
<i>Homalopoma sanguineum</i> (Linnaeus, 1758)	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Bittium reticulatum</i> (da Costa, 1778)	166	-	46	-	2904	9	-	1231	538	220	567	1191	187
<i>Cerithidium parparvulum</i> (Watson, 1886)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
* <i>Cerithium scabridum</i> Philippi, 1848	8	-	-	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cerithium vulgatum</i> Bruguière, 1792	-	-	3	-	-	-	-	-	12	3	7	16	1
* <i>Finella pupoides</i> A., Adams, 1860	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-
<i>Turritella communis</i> Risso, 1826	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4

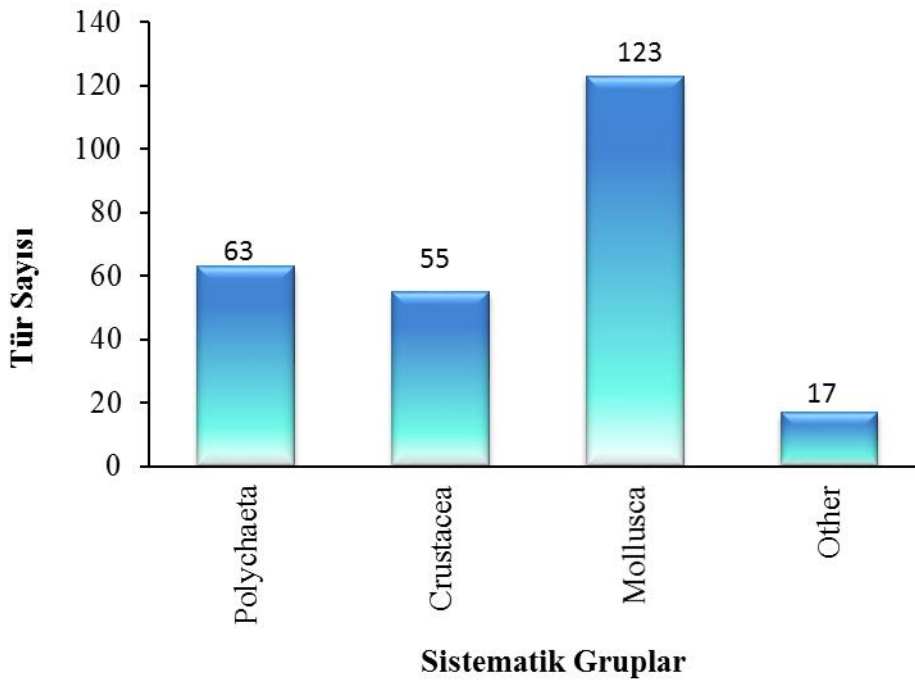
<i>Marshallora adversa</i> (Montagu, 1803)	-	-	-	-	-	1	-	-	1	4	8	23	5
<i>Cerithiopsis tubercularis</i> (Montagu, 1803)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27	-
<i>Epitonium muricatum</i> (Risso, 1826)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-
<i>Epitonium turtonis</i> (Turton, 1819)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Eulima glabra</i> (da Costa, 1778)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-
<i>Parvioris ibizenca</i> (Nordsieck, 1968)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4	4	-
<i>Vitreolina philippi</i> (de Rayneval & Ponzi, 1854)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	1	8	-
<i>Melarhaphe neritoides</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Alvania cancellata</i> (da Costa, 1778)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Alvania cimex</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	-	-	-	1	3	6	10	4	-
<i>Alvania datchaensis</i> Amati & Oliverio, 1987	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Alvania discors</i> (Allan, 1818)	15	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Alvania geryonia</i> (Nardo, 1847)	-	-	-	-	-	-	-	-	7	24	26	185	8
<i>Alvania lactea</i> (Michaud, 1830)	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Manzonina crassa</i> (Kanmacher, 1798)	2	-	-	-	-	-	-	-	3	3	2	-	-
<i>Obtusella intersecta</i> (S. Wood, 1857)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Obtusella macilenta</i> (Monterosato, 1880)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
<i>Pusillina inconspicua</i> (Alder, 1844)	12	-	-	-	1	-	-	9	19	23	63	175	29
<i>Pusillina lineolata</i> (Michaud, 1830)	1	-	-	-	-	-	-	2	18	20	34	100	24
<i>Pusillina marginata</i> (Michaud, 1830)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	7
<i>Pusillina philippi</i> (Aradas & Maggiore, 1844)	-	-	-	-	-	-	-	4	2	3	9	52	-
<i>Pusillina radiata</i> (Philippi, 1836)	11	-	2	-	-	1	-	77	262	100	152	475	13
<i>Rissoa auriscalpium</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	2	-
<i>Rissoa guerinii</i> Rècluz, 1843	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rissoa lia</i> (Monterosato, 1884)	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rissoa membranacea</i> (J. Adams, 1800)	-	-	1	-	-	-	-	6	22	-	-	-	-
<i>Rissoa monodonta</i> Philippi, 1836	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	1	-
<i>Rissoa rodhensis</i> Verduin, 1985	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
<i>Rissoa similis</i> Scacchi, 1836	4	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Rissoa splendida</i> Eichwald, 1830	17	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	5	1
<i>Rissoa ventricosa</i> Desmarest, 1814	-	-	-	-	-	-	-	-	7	1	5	8	-
<i>Rissoa violacea</i> Desmarest, 1814	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	5	-
<i>Setia turriculata</i> Monterosato, 1884	-	-	-	-	4	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Setia fusca</i> (Philippi, 1841)	-	-	21	-	26	-	-	2	6	-	-	2	-
<i>Rissoina bruguieri</i> (Payraudeau, 1826)	6	-	-	-	-	1	-	-	2	5	1	4	2
<i>Barleeia unifasciata</i> (Montagu, 1803)	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Caecum clarkii</i> Carpenter, 1859	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
<i>Caecum subannulatum</i> de Folin, 1870	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	4
<i>Caecum trachea</i> (Montagu, 1803)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	5
<i>Parastrophia asturiana</i> de Folin, 1870	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
<i>Ecrobia ventrosa</i> (Montagu, 1803)	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hyalia vitrea</i> (Montagu, 1803)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-

<i>Tornus subcarinatus</i> (Montagu, 1803)	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Truncatella subcylindrica</i> (Linnaeus, 1767)	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aporrhais pespelecani</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2
<i>Euspira nitida</i> (Donovan, 1804)	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Ocinebrina aciculata</i> (Lamarck, 1822)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	7	2	-	-
<i>Granulina marginata</i> (Bivona, 1832)	-	-	1	-	-	-	1	12	4	6	22	3	-
<i>Pusia ebenus</i> (Lamarck, 1811)	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chauvetia brunnea</i> (Donovan, 1804)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-
<i>Chauvetia turritellata</i> (Deshayes, 1835)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Tritia pygmaea</i> (Lamarck, 1822)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Conus ventricosus</i> Gmelin, 1791	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-
<i>Haedroleura septangularis</i> (Montagu, 1803)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
<i>Sorgenfreispira brachystoma</i> (Philippi, 1844)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Bela nebula</i> (Montagu, 1803)	1	-	-	-	-	-	-	9	-	-	13	18	-
<i>Bela zonata</i> (Locard, 1892)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Mangelia attenuata</i> (Montagu, 1803)	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	1	1	-
<i>Mangelia costulata</i> Risso, 1826	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	7	1	-
<i>Mangelia unifasciata</i> (Deshayes, 1835)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
<i>Mangelia vauquelini</i> (Payraudeau, 1826)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Raphitoma echinata</i> (Brocchi, 1814)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	4	-
<i>Raphitoma linearis</i> (Montagu, 1803)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	1	-
<i>Folinella excavata</i> (Philippi, 1836)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Eulimella acicula</i> (Philippi, 1836)	-	-	1	-	-	-	-	4	-	1	5	5	-
<i>Euparthenia humboldti</i> (Risso, 1826)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
<i>Odostomella doliolum</i> (Philippi, 1844)	-	-	-	-	-	-	-	-	--	-	1	-	-
<i>Odostomia acuta</i> Jeffreys, 1848	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-
<i>Megastomia conoidea</i> (Brocchi, 1814)	-	-	-	-	-	-	-	7	-	6	44	10	-
<i>Ondina vitrea</i> (Brusina, 1866)	-	-	-	-	-	-	-	2	-	8	20	-	-
<i>Parthenina suturalis</i> (Philippi, 1844)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
* <i>Symola fasciata</i> Jickeli, 1882	1	-	-	-	-	-	3	2	-	-	1	1	-
<i>Turbonilla acutissima</i> Monterosato, 1884	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-
<i>Turbonilla gradata</i> Bucquoy, Dautzenberg & Dollfus, 1883	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-
<i>Turbonilla pusilla</i> (Philippi, 1844)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-
<i>Pyrgiscus rufus</i> (Philippi, 1836)	-	-	-	-	-	-	2	4	1	-	-	-	-
<i>Pyrgostylus striatulus</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-
<i>Ebala pointeli</i> (de Folin, 1868)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	2	-
<i>Ringicula conformis</i> Monterosato, 1877	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
<i>Retusa umbilicata</i> (Montagu, 1803)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
* <i>Mnestia girardi</i> (Audouin, 1826)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
* <i>Pyrunculus fourierii</i> (Audouin, 1826)	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	4	1	-
<i>Pyrunculus hoernesii</i> (Weinkauff, 1866)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	--	-
<i>Retusa mammillata</i> (Philippi, 1836)	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-

<i>Retusa crebrisculpta</i> (Monterosato, 1884)	-	-	2	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-
<i>Retusa truncatula</i> (Bruguière, 1792)	-	-	-	-	-	-	-	-	4	7	1	30	11
<i>Volvulella acuminata</i> (Bruguière, 1792)	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	1	-
<i>Nucula nucleus</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Modiolus barbatus</i> (Linnaeus, 1758)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Musculus discors</i> (Linnaeus, 1767)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	16	-
<i>Flexopecten hyalinus</i> (Poli, 1795)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Anomia ephippium</i> Linnaeus, 1758	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-
<i>Limaria hians</i> (Gmelin, 1791)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Ctena decussata</i> (O. G. Costa, 1829)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Loripinus fragilis</i> (Philippi, 1836)	4	-	-	-	-	-	-	-	6	7	-	3	-
<i>Lucinella divaricata</i> (Linnaeus, 1758)	3	-	1	-	-	-	-	4	14	2	-	-	2
<i>Kurtiella bidentata</i> (Montagu, 1803)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-
<i>Papillicardium papillosum</i> (Poli, 1791)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	4
<i>Moerella donacina</i> (Linnaeus, 1758)	1	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-
<i>Donax semistriatus</i> Poli, 1795	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gari fervensis</i> (Gmelin, 1791)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Chamelea gallina</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	4	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gouldia minima</i> (Montagu, 1803)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	11	-
<i>Pitar rudis</i> (Poli, 1795)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>Polititapes aureus</i> (Gmelin, 1791)	7	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-	-	-
<i>Hiatella arctica</i> (Linnaeus, 1767)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	1	22	-
<i>Antalis dentalis</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	7
<i>Antalis inaequicostata</i> (Dautzenberg, 1891)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fustiaria rubescens</i> (Deshayes, 1825)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Dischides politus</i> (S. Wood, 1842)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
BRYOZOA													
<i>Calpensia nobilis</i> (Esper, 1796)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Copidozoum tenuirostre</i> (Hincks, 1880)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-
<i>Electra monostachys</i> (Busk, 1854)	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Electra pilosa</i> (Linnaeus, 1767)	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
<i>Escharoides</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Haplopoma impressum</i> (Audouin, 1826)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-
<i>Mollia circumcincta</i> (Heller, 1867)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-
<i>Patinella radiata</i> (Audouin, 1826)	X	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
<i>Puellina gattyae</i> (Landsborough, 1852)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-
<i>Turbicellepora magnicostata</i> (Barroso, 1919)	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
<i>Umbonula ovicellata</i> Hastings, 1944	X	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
<i>Watersipora cucullata</i> (Busk, 1854)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
ECHINODERMATA													
<i>Amphipholis squamata</i> (Delle Chiaje, 1828)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-
<i>Amphiura chiajei</i> Forbes, 1843	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1

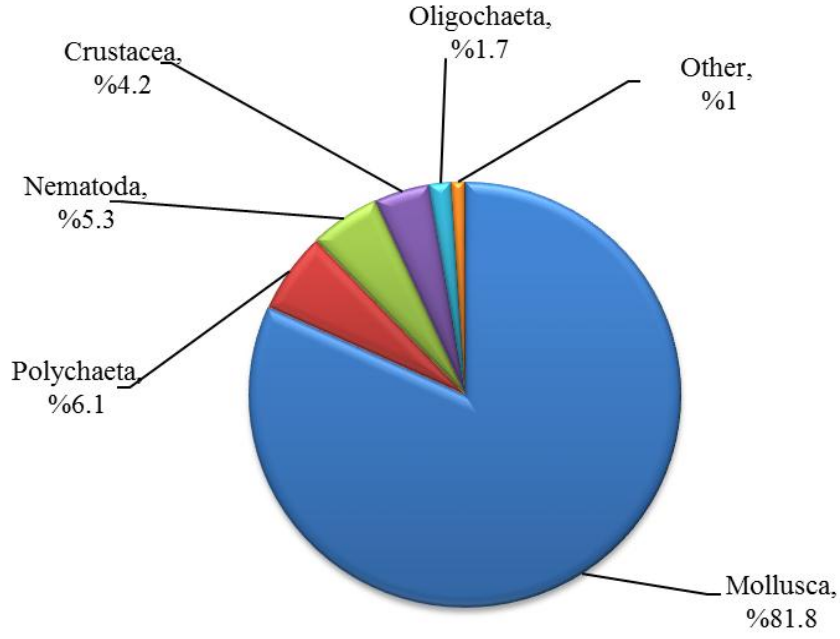
<i>Amphiura filliformis</i> (O. F. Müller, 1776)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Amphiura</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12
<i>Cidaris cidaris</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Echinoidea</i> (sp.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
TUNICATA													
<i>Didemnum</i> sp.	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aplidium conicum</i> (Olivi, 1792)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
CEPHALOCHORDATA													
<i>Branchiostoma</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-

Tür sayısı bakımından Mollusca sistematik gruplar içinde 123 türle ilk sırada yer almaktadır. Bu grubu 63 türle Polychaeta ve 55 türle Crustacea izlemektedir. Cnidaria, Platyhelminthes, Nemertea, Nematoda, Sipuncula, Oligochaeta, Brachiopoda, Echinodermata, ve Cephalochordata'dan oluşan diğer sistematik gruplar toplam 17 tür ile temsil edilmektedir (Şekil 3.74).



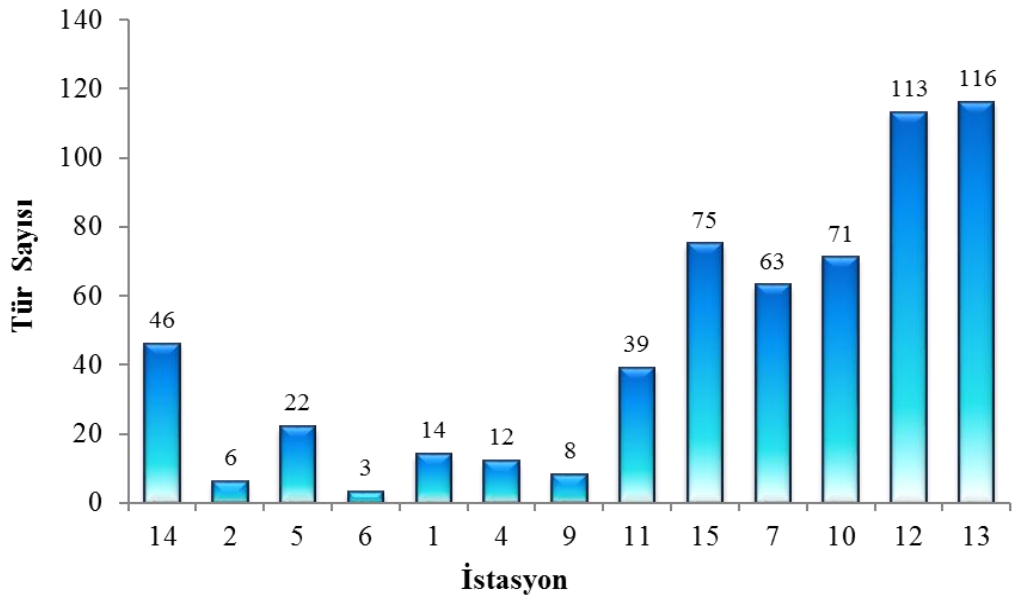
Şekil 3.74. Sistematik gruplara ait tür sayıları

Sistematik gruplar, içerdikleri birey sayıları bakımından karşılaştırıldığında Mollusca'nın 10299 birey ile ilk sırada (%81.8) yer aldığı, bu grubu 770 bireyle Polychaeta (%6.1), 667 bireyle Nematoda (%5.3), 524 bireyle Crustacea (%4.2) ve 209 bireyle Oligochaeta (%1.7) gruplarının takip ettiği görülmektedir. Diğer olarak belirtilen grup içinde en yüksek birey sayısı Nemertea (64 birey) ve Echinodermata (29 birey) gruplarına aittir (Şekil 3.75).



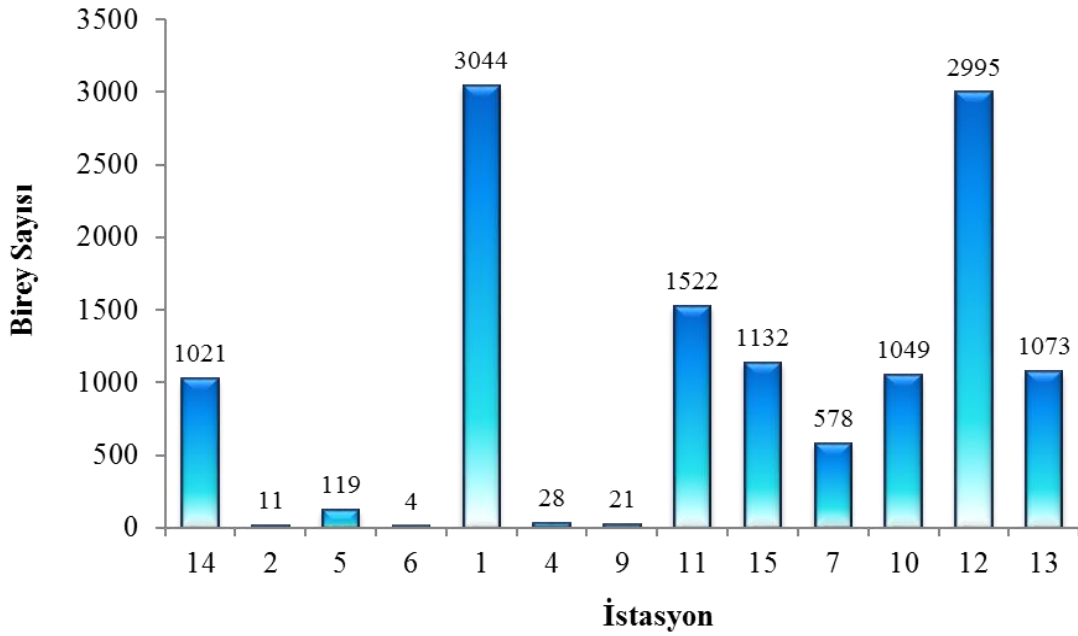
Şekil 3.75. Sistemik gruplara ait birey sayıları.

Araştırma bölgesinde en fazla tür (116 tür) 13 nolu referans istasyonunda, en az tür ise 6 nolu (3 tür) kıyusal istasyonda tespit edilmiştir (Şekil 3.76). Kıyusal istasyonlarda en fazla tür (46 tür) 14 nolu istasyonda, en az tür ise (3 tür) 6 nolu istasyonda bulunmuştur. Derin istasyonlarda ise en fazla tür (116 tür) 13 nolu istasyonda, en az türde (63 tür) 7 nolu istasyonda tespit edilmiştir.



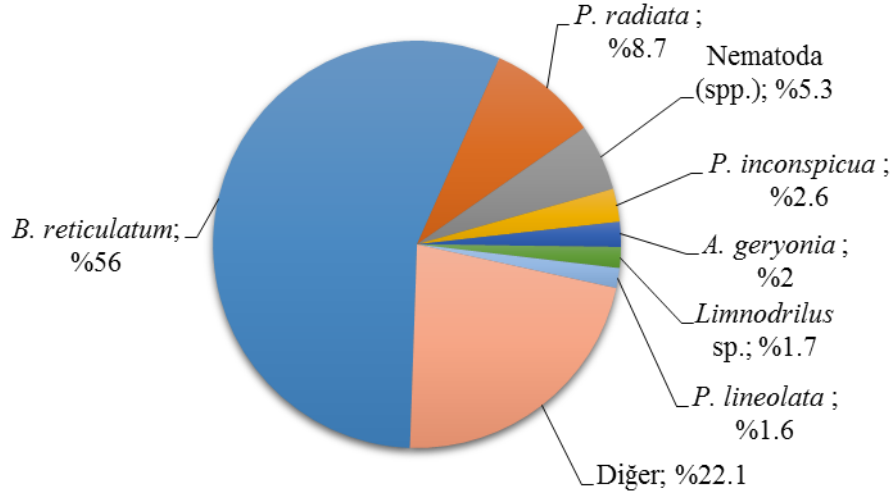
Şekil 3.76. İstasyonlarda bulunan tür sayıları.

İstasyonlarda tespit edilen birey sayılarına göre, en fazla birey 1 numaralı istasyonda belirlenmiştir. Bu istasyonda Mollusca grubundan *Bittium reticulatum* türü yüksek populasyon yoğunluğuna (2904 birey) sahiptir (Şekil 3.77). İstasyon 12 yüksek birey sayısı (2995 birey) ile temsil edilen bir diğer istasyon olup bu istasyonda da Mollusca grubu hem birey hem de tür sayısı açısından önemli bir paya sahiptir. Birey sayısı 6 ve 2 numaralı istasyonlarda sırası ile 4 ve 11 birey olarak bulunmuştur.



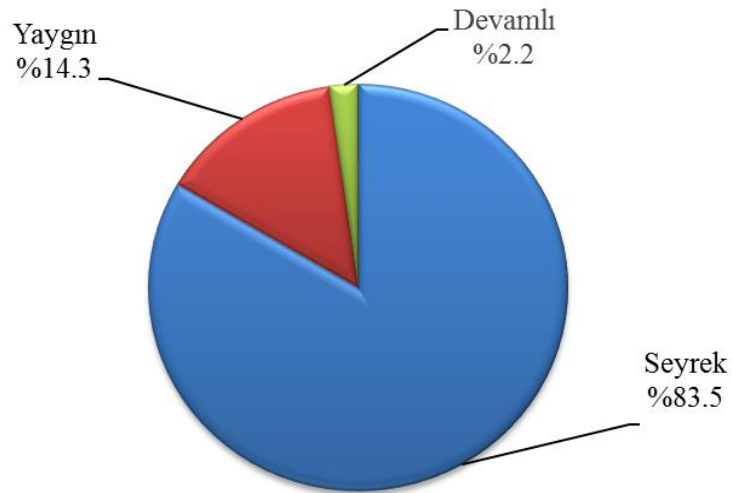
Şekil 3.77. İstasyonlarda bulunan birey sayıları.

Araştırma bölgesinde tespit edilen en baskın türler sırasıyla *Bittium reticulatum* (Mollusca, toplam birey sayısının %56'sı), *Pusillina radiata* (Mollusca, %8.7), *Nematoda* (spp.) (Nematoda, %5.3), *Pusillina inconspicua* (Mollusca, %2.6), *Alvania geryonia* (Mollusca, %2), *Limnodrilus* sp. (Oligochaeta, %1.7) ve *Pusillina lineolata* (Mollusca, %1.6)'dır (Şekil 3.78).



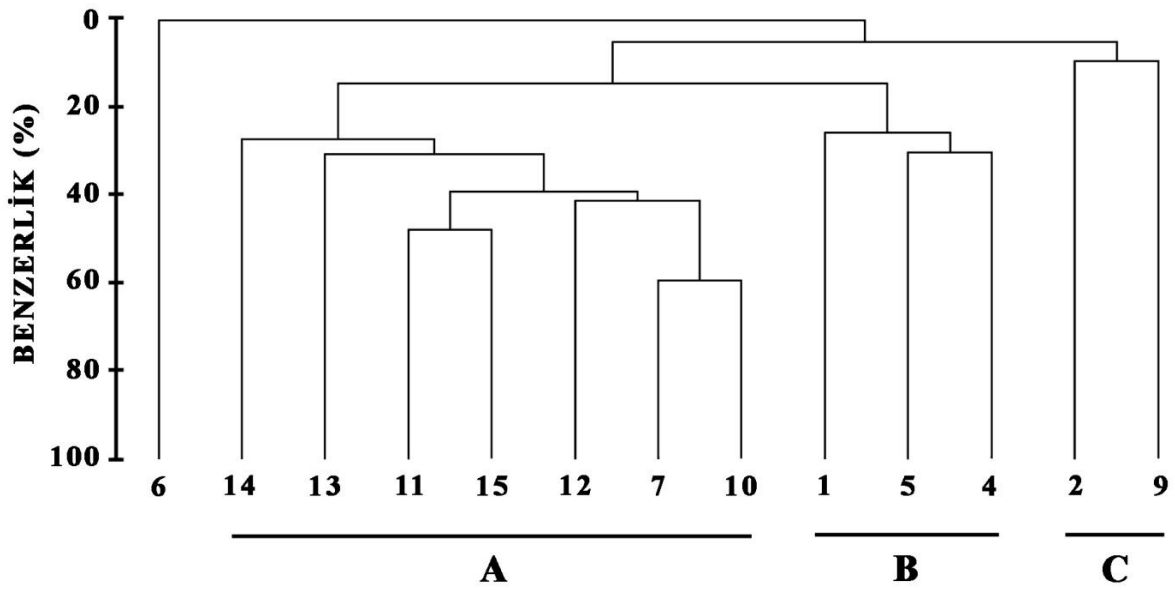
Şekil 3.78. İstasyonlarda bulunan baskın türler.

Frekans indeks değerleri bakımından türler incelendiğinde, bölgede saptanan türlerin %83.5'i "Seyrek", %14.3'ü "Yaygın" ve %2.2'si "Devamlı" kategorisinde yer almaktadır. Bu çalışmada seyrek olan türlerin büyük çoğunluğu en az 1, en fazla 3 örnekleme istasyonunda gözlenmiştir (Şekil 3.79). Porifera, Cnidaria, Platyhelminthes, Oligochaeta; Sipuncula, Brachiopoda, Bryozoa, Echinodermata, Tunicata ve Cephalochordata, gruplarında gözlenen türlerin hepsi Seyrek kategorisinde yer almaktadır. Yaygın ve Devamlı türlerin en fazla gözlendiği grup Mollusca'dır. Devamlı" kategorisinde Nemertini (spp.), Nematoda (spp.), Crustacea'den *Nebalia* sp., Mollusca grubundan *Pusillina inconspicua*, *Pusillina radiata* ve *Bittium reticulatum* türleri bulunmaktadır.



Şekil 3.79. 3 Frekans indeks grubuna göre türlerin dağılımları.

Bray-Curtis benzerlik indeksine göre, istasyonlarda 3 ana grubun (%10) olduğu görülmektedir (Şekil 3.80). İlk grup (Grup A) %28'lik benzerlik değerine sahip olup 5 derin istasyon (7, 10, 12, 13 ve 15) ve 2 kıyı istasyonundan (11 ve 14) oluşmaktadır. Grup A içerisinde en yüksek benzerlik ile birbirine bağlanan istasyonlar 7 ve 10 nolu istasyonlar (%60) ile 11 ve 15 nolu (%48) istasyonlardır. Grup A'daki istasyonlar daha fazla tür sayısı ile temsil edilmektedir. İkinci grubu (Grup B) %26'lık benzerlik ile 3 kıyısız istasyon (1, 4 ve 5) oluşturmaktadır. Üçüncü grup (Grup C) ise en az benzerlik ile (%10) birbirlerine bağlanan 2 ve 9 nolu kıyısız istasyonlardır. Bu kıyısız istasyonlar az sayıda türle temsil edilmektedir.



Şekil 3.80. İstasyonlar arasındaki benzerliği gösteren dendrogram.

Örnekleme istasyonundaki tür sayılarına ve birey sayılarına bakıldığında Mollusca (123 tür ve 10299 birey) komünitedeki esas grubu oluşturmaktadır. Araştırma bölgesinde en yüksek tür sayısı (116 tür) istasyon 13 (referans)'de, en az tür sayısı da (3 tür) istasyon 6'da belirlenmiştir. Devamlı kategoride yer alan *Bittium reticulatum* (Mollusca, toplam birey sayısının %56'sı) bölgedeki en dominant türdür. Bray-Curtis Benzerlik indeksi sonuçlarına göre istasyonlar tür sayılarına göre gruplanmıştır.

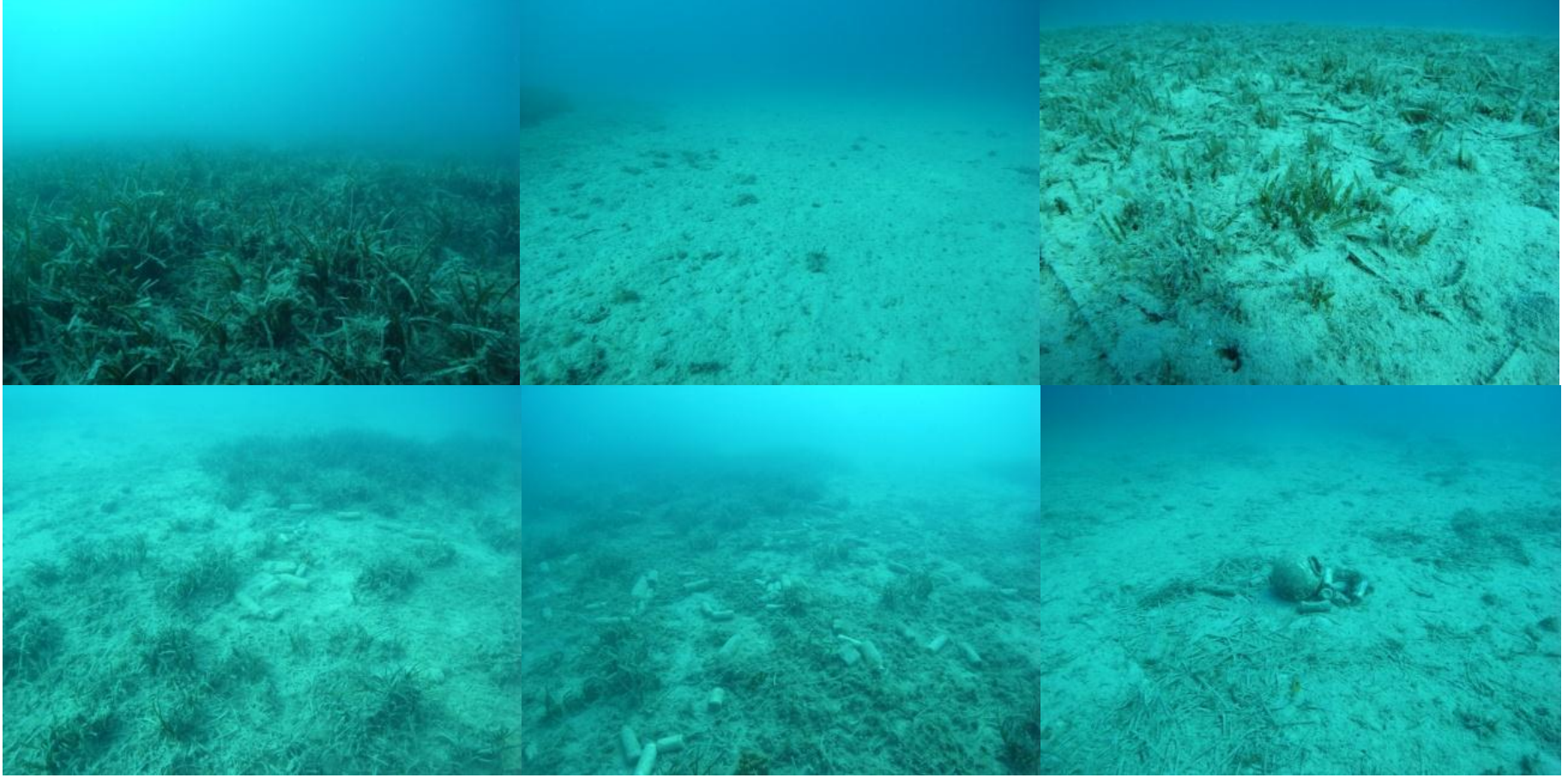
Laboratuvar çalışmaları sırasında istasyon 14'de sedimentte petrol kontaminasyonuna rastlanmıştır. Bu istasyondaki bentik türlere ait değişimler gelecek dönemlerde yapılacak çalışmalarla netlik kazanacaktır.

3.14. Sualtı Gözlemleri

İlica bölgesinde gerçekleştirilen çalışmada 24 metre derinlikten başlayarak 10 metre derinliklere kadar tarama yapılmıştır. Bu bölgede kıyıya doğru 2 hat, kıyıya paralel 1 hat üzerinde gözlem gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.81). Hatların herbirinin uzunluğu 700-800 metre arasında değişmektedir. Taranan hatlarda fuel-oil kalıntısına rastlanmamıştır. Çalışma yapılan bölgede *Posidonia oceanica* çayırları ve kumluk alanlar yoğunluktadır. Ayrıca, bölgede lesepsiyen göçmen yabancı – yayılmacı deniz çayırı türü *Halophila stipulacea* topluluklarına da rastlanılmıştır (Şekil 3.82).



Şekil 3.81. İlica bölgesindeki aletli dalış ile yapılan tarama hatları.



Şekil 3.82. Üst resimler soldan sağa; *P. oenica* çayırları, Kumluk alan, *H. stipulacea* topluluğu, Alttaki resimler; bölgede rastlanan katı atıklar

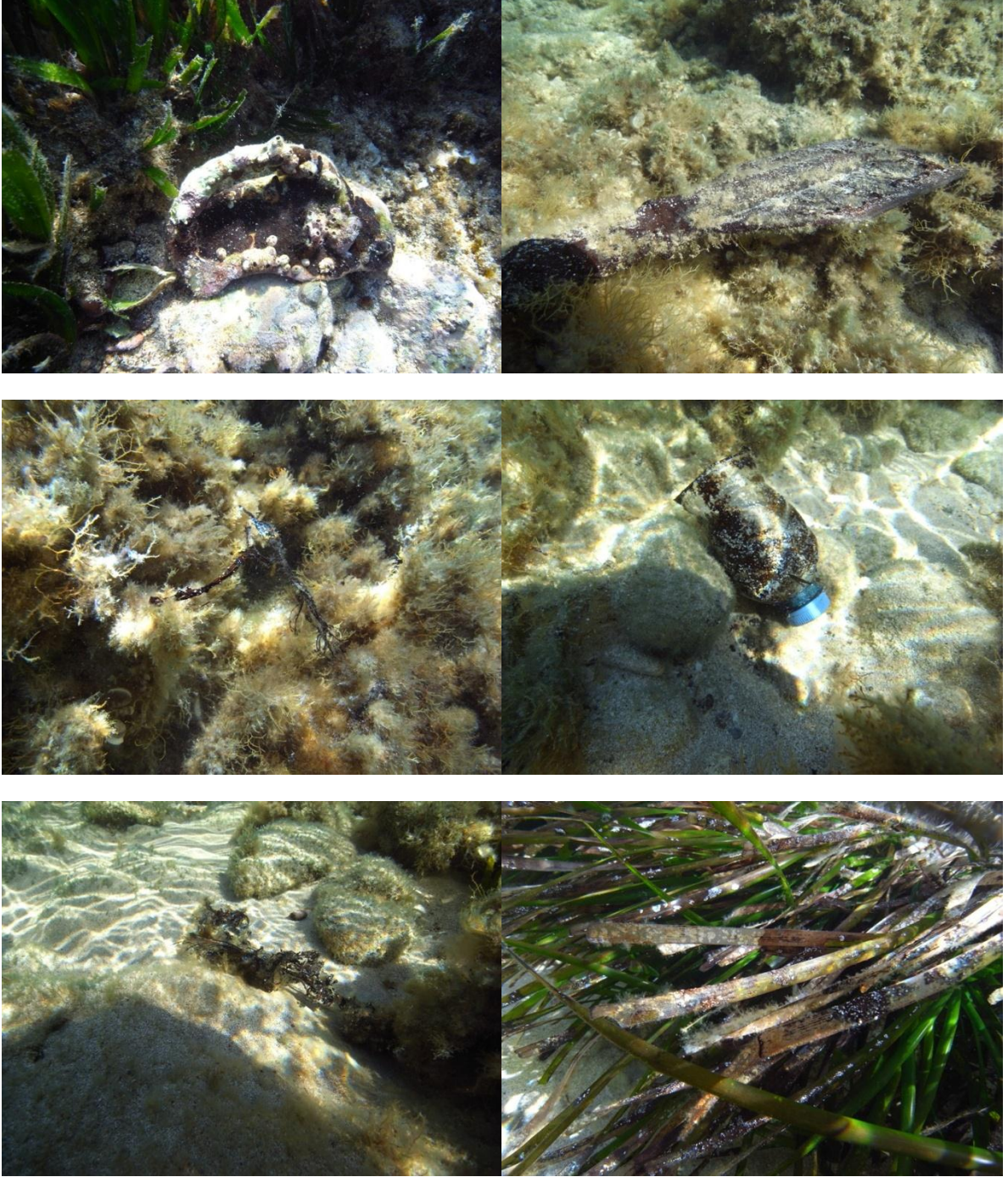


Şekil 3.83. Paşalimanı bölgesindeki aletli dalış ile yapılan tarama hattı.

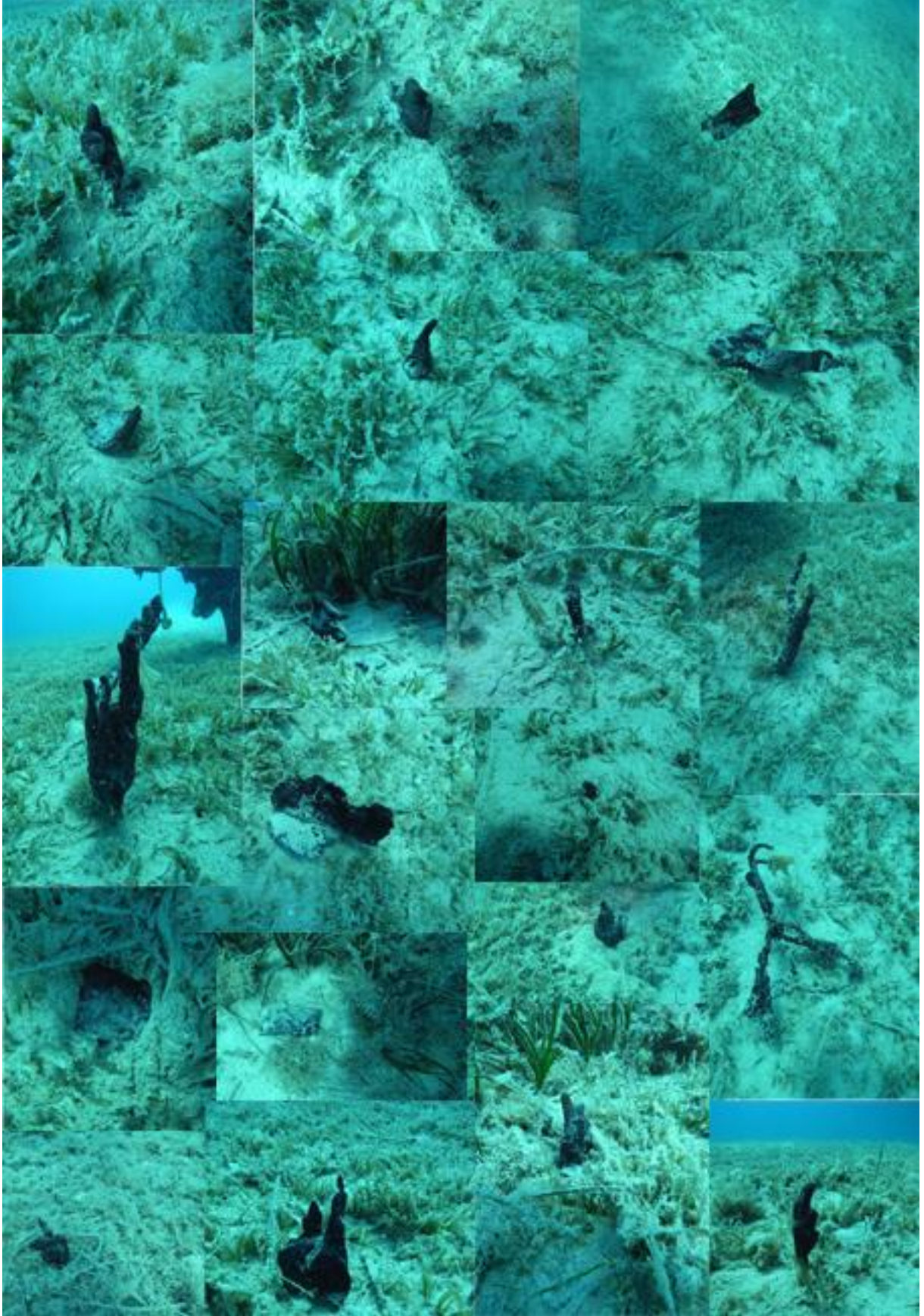
Paşalimanı koyunda serbest dalışlar ile kıyı taraması yapılmıştır (Şekil 3.83). Kıyı taramasında bir dalgıç bot yardımıyla çekilerek 0-5 metre derinlikler taranmıştır. Aletli dalış yöntemiyle 15 metreden 7 metre derinliğe kadar olan alan taranmıştır (Şekil 3.84). Serbest dalış ile taranan zonda bazı noktalarda *Posidonia oceanica* yapraklarında ufak fuel-oil kalıntılarında lekeler halinde rastlanmıştır. Denizde bazı materyallerin üzerine (kürek, şişe, ip vb.) bulaşmış yakıt izlerine rastlanmıştır (Şekil 3.85). Ancak büyük miktarlarda ve geniş ölçekte bir bulaşma gözlemlenmemiştir. Aletli dalış ile taranan alanda özellikle 7-8 metre derinliklerde kıyıya paralel bir alanda çeşitli boyutlarda yakıt parçalarına rastlanmıştır (Şekil 3.86).



Şekil 3.84. Soldaki resim serbest dalış; Sağdaki resim aletli dalış ve *P.oceanica* çayırları.



Şekil 3.85. Paşalimanı serbest dalış sırasında rastlanan yakıt bulaşmış materyaller.



Şekil 3.86. Paşalimanı koyunda aletli dalış sırasında görülen yakıt parçaları.



Şekil 3.87. Şifne bölgesindeki aletli dalış ile yapılan tarama hatları.

Şifne bölgesindeki aletli dalış ile yapılan tarama hatları Şekil 3.87’de verilmiştir. Şifne girişinde gerçekleştirilen serbest dalışlarda kıyıdaki taşların üzerinde yakıt kalıntıları tespit edilmiştir (Şekil 3.88). Ancak su kesiminde tarama hattı boyunca herhangi bir bulguya rastlanılmamıştır.



Şekil 3.88. Şifne girişindeki kayalıklarda yakıt kalıntıları.

Şifne'de gerçekleştirilen aletli dalışlarda 24 metre derinlikte başlayıp 15 metre derinliklere kadar 3 hatta tarama gerçekleştirilmiştir. Bu hatlarda yoğun *P. oceanica* çayırları tespit edilmiştir (Şekil 3.89). Herhangi bir yakıt kalıntısına rastlanılmamıştır.



Şekil 3.89. Şifne girişinde aletli dalışlarda çekilen görüntüler.

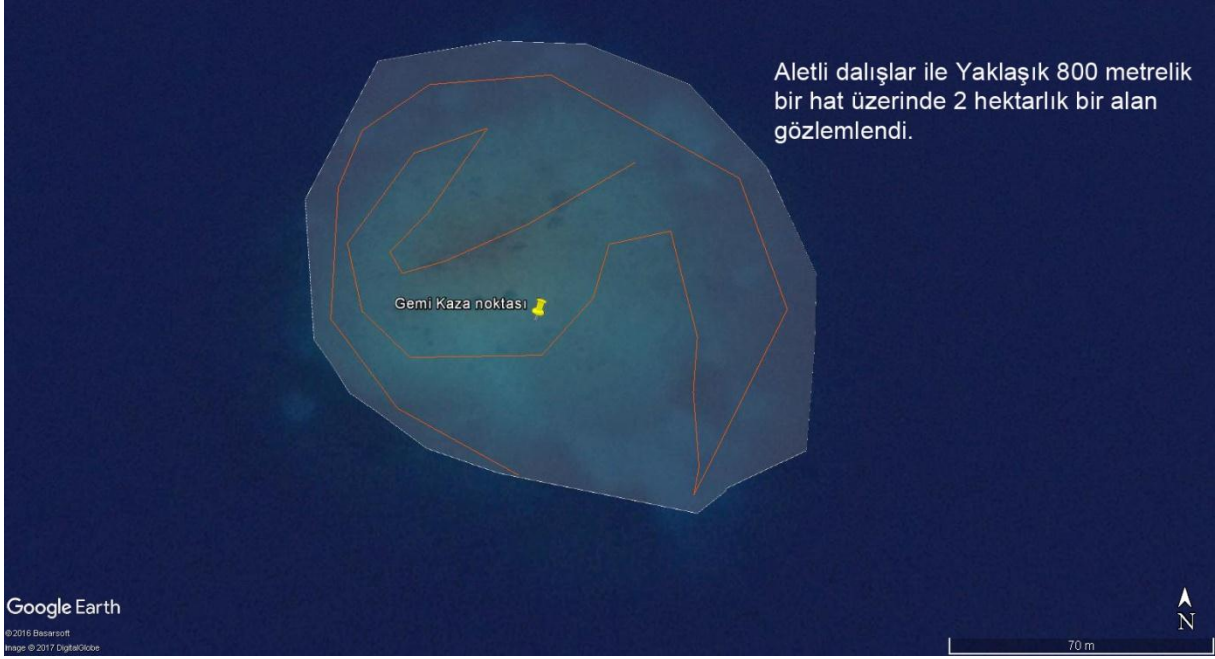


Şekil 3.90. Pırasa adasında yapılan aletli dalış hattı.

Kaza noktasının hemen yanındaki Pırasa adasında gerçekleştirilen aletli dalışlarda 5 metre derinlikten başlayarak 30 metre derinliğe kadar tarama yapılmıştır (Şekil 3.90). Bu hatlarda yoğun *P. oceanica* çayırları tespit edilmiştir (Şekil 3.91). Herhangi bir yakıt kalıntısına rastlanılmamıştır.



Şekil 3.91. Pırasa Adasında yapılan aletli dalışlardan görüntüler.



Şekil 3.92. Geminin karaya oturduğu sığlıkta yapılan dalış hattı.

Geminin karaya oturduğu sığlıkta yapılan dalışta (Şekil 3.92) kazadan kalan boya parçaları ve geminin sürttüğü kayalıkların izleri görülmüştür. Ancak daha önce tespit edilmiş olan *P. oceanica* çayırlarına bulaşmış olan yakıt kalıntılarında rastlanmamıştır (Şekil 3.93). Alanda yapılan incelemede olumsuz bir durum tespit edilmemiştir.



Şekil 3.93. Kaza bölgesinin sualtı fotoğrafları.

4. SONUÇLAR

- ✓ Sıcaklık profillerinin göze çarpan en önemli özelliği su kolonu boyunca gözlemlenen güçlü karışımdır. Sıcaklıklar deniz yüzeyinden deniz tabanına kadar çok az değişim göstermektedir. Bu durum, **çalışma bölgesinin sert rüzgârların etkisi altında olduğunu ve karıştığını göstermektedir.**
- ✓ Saçılan yakıt, etkin güçlü rüzgârlar sayesinde kaza yerinden güneye doğru ilerlemiştir. Yakıt, 48 saat içinde Paşa Limanına ulaşmış ve kıyıya yüksek miktarlarda dağılmıştır. Paşa Limanı'nı geçen yakıt kümesi yoluna devam ederek, Ilıca Körfezi'ne ulaşmış ve buradaki kıyıları etkilemiştir. Kıyılara ulaşan yakıt, zamanla yatay dağılım göstererek kıyı boyunca daha fazla alanı etkilemiştir. **Model sonuçları yakıt kirliliğinin dar bir alanda kaldığını göstermektedir.**
- ✓ **Deniz suyunda saptanan BTEX** (benzene, toluene, ethylbenzene, m-Xylene, o-Xylene ve p-Xylene) ve Toplam BTEX konsantrasyonları, Yer Üstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nde Kıyı ve Geçiş Suları için belirtilen Yıllık Ortalama ve Maksimum Çevre Kalite Standardı **limit değerlerinin altında** bulunmuştur.
- ✓ **Deniz suyunda saptanan PAH bileşiklerinin konsantrasyonları**, Yer Üstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nde Kıyı ve Geçiş Suları için belirtilen Yıllık Ortalama ve Maksimum Çevre Kalite Standardı limit değerleri ile karşılaştırıldığında; Benzo(g,h,i)Perylene tüm istasyonlarda ve Benzo(b)Fluoranthene ise sadece 5 nolu istasyonda maksimum Çevre Kalite Standardı değerlerinin **üzerinde**, Benzo(a)Pyrene tüm istasyonlarda, Pyrene 1 ve 6 nolu istasyonlarda, Fluoranthene ise 8, 9, 10-Yüzey, 10-Dip, 13-Dip ve Pınar istasyonları/derinlikleri hariç diğer istasyonlar/derinliklerde Yıllık Ortalama - Maksimum Çevre Kalite Standardı **değerleri arasında** bulunmuştur.
- ✓ Genel olarak, moleküler indislere göre Ildırı ve Ilıca Körfezi **deniz suyu** örneklerindeki PAH'ların kaynağının **petrojenik** olduğu bulunmuştur.
- ✓ Su örnekleri için Toplam PAH içindeki karsinojen bileşik yüzdesi % 2.9-24.1 aralığında bulunmuştur. En yüksek yüzde 6 nolu istasyonda, en düşük yüzde ise 4 nolu istasyonda saptanmıştır.

- ✓ **Sedimentte saptanan PAH bileşiklerinin konsantrasyonları**, TEL-PEL limit değerleri ile karşılaştırıldığında; Acenaphtylene (6 ve 12 nolu istasyonlar hariç), Acenaphthene (6 nolu istasyon hariç) ve Fluorene (6, 12 ve 15 nolu istasyonlar hariç) **TEL-PEL aralığında** bulunmuştur. Anthracene, Pyrene, Benzo(a)Anthracene ve Toplam PAH sadece 14 nolu istasyonda; Chrysene ve Dibenzo(ah)Anthracene 5 ve 14 nolu istasyonlarda **TEL-PEL aralığında** bulunmuştur. Phenanthrene ise 4, 5, 7, 13 ve 14 nolu istasyonlarda ölçülen değerler **TEL-PEL aralığında** olduğu görülmüştür.
- ✓ Sediment örneklerinde Toplam PAH içindeki karsinojen bileşik yüzdesi % 1.8-37.3 aralığında bulunmuştur. En yüksek yüzde 5 nolu istasyonda, en düşük yüzde ise 7 nolu istasyonda saptanmıştır. Ayrıca, 14 nolu istasyonda da yüksek karsinojen PAH yüzdesi görülmüştür.
- ✓ Genel olarak, hesaplanan tüm indislere göre Ildırı ve Ilıca Körfezi **sediment** örneklerindeki PAH'ların kaynağının **petrojenik** olduğu bulunmuştur.
- ✓ Sediment kirlilik kriterlerine göre 6 ve 12 nolu istasyonlar düşük, **14** nolu istasyon **yüksek** ve diğer istasyonlar ise orta seviyede PAH kirliliği taşıdığı görülmüştür.
- ✓ Pınar Balık Çiftliği'nde levrek ve çipura, Agromey Balık Çiftliği'nde çipura ve tüm midye örneklerinde, Ant/(Phe+Ant) oranlarına göre, PAH bileşiklerinin **petrojenik** kaynaklı olduğu saptanmıştır.
- ✓ Balık çiftliklerinden alınan levrek, çipura ve midyede bulunan toplam PAH seviyeleri NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) kriterlerine göre tamamı "**az kirli**" olduğu görülmüştür.
- ✓ Balık çiftliklerinden alınan **levrek, çipura ve midyelerde karsinojen PAH bileşiklerine rastlanmamıştır**. Dolayısıyla incelenen organizmalarda herhangi bir sağlık riski gözlenmemiştir.
- ✓ Enzim aktiviteleri ve PAH ilişkileri değerlendirildiğinde, Agromey ve Pınar'dan alınan örneklerin Abaloğlu'na göre PAH bileşiklerine daha çok tepki gösterdiği gözlenmiştir.

- ✓ Midyelerin organik kirleticilere levrek ve çipuraya kıyasla daha fazla enzimatik tepki verdiği tespit edilmiştir. Balık türlerinde ise en fazla enzimatik tepki çipura türünde görülmüştür.
- ✓ Örnekleme istasyonlarındaki tür ve birey sayılarına bakıldığında, Mollusca (123 tür ve 10299 birey) komünitedeki esas grubu oluşturmaktadır. Araştırma bölgesinde en yüksek tür sayısı (116 tür) 13 nolu istasyon (referans)'da, en az tür sayısı ise (3 tür) 6 nolu istasyonda belirlenmiştir. Devamlı kategoride yer alan *Bittium reticulatum* (Mollusca, toplam birey sayısının %56'sı) bölgedeki en dominant türdür.
- ✓ Sualtı dalışlarında, Ilica bölgesinde yakıt kalıntısına rastlanmamış, *Posidonia oceanica* çayırları ve kumluk alanlar yoğunluktadır.
- ✓ Paşalimanı bölgesinde, yaygın ve geniş olmamakla beraber bazı noktalarda *Posidonia oceanica* yapraklarında ve bazı materyallerin üzerinde (kürek, şişe, ip vb.) fuel-oil kalıntılarına rastlanmıştır.
- ✓ Şifne koyu girişinde, kıyadaki taşların üzerinde yakıt kalıntıları tespit edilmiştir. Ancak, su kesiminde tarama hattı boyunca herhangi bir bulguya rastlanılmamıştır. Şifne koyu içindeki hatlarda, yoğun *P. oceanica* çayırları tespit edilmiş, herhangi bir yakıt kalıntısına rastlanmamıştır.
- ✓ Kaza noktasının hemen yanındaki Pırasa adasında, *P. oceanica* çayırları tespit edilmiş, herhangi bir yakıt kalıntısına rastlanmamıştır.
- ✓ Geminin karaya oturduğu sığılta, kazadan kalan boya parçaları ve geminin sürttüğü kayalıkların izleri görülmüştür. Ancak, daha önceki dalışlarda tespit edilmiş olan *P. oceanica* çayırlarına bulaşmış olan yakıt kalıntılarına rastlanmamıştır.

İlk örnekleme sonucunda, Ildırı Körfezi'nde meydana gelen kaza sonrası yakıt sızıntısının lokal olarak Paşalimanı, Şifne ve Ilica Körfezi'nin belirli bölgelerinde etkili olduğu görülmüştür. Bu kazanın, su kolonunda, sedimentte ve balık çiftliklerindeki organizmalara etkilerinin zaman içindeki değişimi ilerleyen dönemlerde yapılacak çalışmalarla belirlenecektir. Dalış çalışmaları sırasında yakıt sızıntısından etkilendiği

belirlenen alanlar, yetkililere sözlü olarak bildirilmiş ve temizlik işlemlerinin yapılması için bilgi verilmiştir.

5. REFERANSLAR

- ASTM, D 2487-83, Classification of Soils for Engineering Purposes: Annual Book of ASTM Standards, Vol. 04.08, pp 395-408, (1985).
- Baumard P., Budzinski H., Garrigues P., Polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments and mussels of the western Mediterranean Sea. *Environmental Toxicology and Chemistry* 17, 765–776, (1998).
- Bradford M.M., A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal Biochem* 72: 248-254, (1976).
- Budzinski H., Jones I., Bellocq J., Pierard C., Garrigues P., Evaluation of sediment contamination by polycyclic aromatic hydro-carbons in the Gironde estuary, *Marine Chemistry*, 58, 85–97, (1997).
- Clarke K.R., Warwick R.M., Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Prime-E Ltd, Plymouth, (2001).
- Dumbleton M.J., The British soil classification system for engineering purposes: its development and relation to other comparable systems, TRRL Report LR 1030, Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berks, (1981).
- El Deeb K.Z., Said T.O., El Naggat M.H., Shreadah M.A., Distribution and Sources of Aliphatic and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Surface Sediments, Fish and Bivalves of Abu Qir Bay (Egyptian Mediterranean Sea). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 78, 373–379, (2007).
- EPA, Method 3510C, Separatory Funnel Liquid-Liquid Extraction, Revision 3, (1996).
- EPA, Method 5021A, Volatile Organic Compounds in Various Sample Matrices Using Equilibrium Headspace Analysis, Revision 1, (2003).
- EPA, Method 8270D, Semivolatile Organic Compounds By Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS), Revision 4, (2007).
- EPA, Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) - EPA fact sheet. Washington, DC: National Center for Environmental Assessment, Office of Research and Development, (2008).
- Fernandez B., Campillo J.A., Martinez-Gomez C., Benedicto J., Antioxidant responses in gill of mussel (*Mytilus galloprovincialis*) as biomarkers of environmental stress along the Spanish Mediterranean coast. *Aquatic Toxicology*, 99, 186-197, (2010).

- Funes V., Alhama J., Navas J.I., López-Barea J., Peinado J., Ecotoxicological effects of metal pollution in two mollusc species from the Spanish South Atlantic littoral. *Environmental Pollution* 139 (2), 214-223, (2006).
- Gogou A., Apostolaki M., Stephanou E.G., Determination of organic molecular markers in marine aerosols and sediments: one-step flash chromatography compound class fractionation and capillary gas chromatographic analysis, *Journal of Chromatography A* 799, 215–231, (1998).
- Luo X., Chen S., Mai B., Yang Q., Sheng G., Fu J., Polycyclic aromatic hydrocarbons in suspended particulate matter and sediments from the Pearl River Estuary and adjacent coastal areas, China. *Environmental Pollution*, 139, 9-20, (2006).
- MacDonald D.D., Di Pinto L.M., Field J., Ingersoll C.G., Long E.R., Swartz RC., Development and evaluation of consensus-based sediment effect concentrations for polychlorinated biphenyls. *Environmental Toxicology and Chemistry* 19, 1403–1413, (2000).
- Resmi Gazete, 2016, Sayı: 29797, Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği, Ek-5, Tablo-2, (10.08.2016).
- SM 5310B, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, (2005)
- Soares-Gomes A., Neves R.L., Aucélio R., Van Der Ven P.H., Pitombo F.B., Mendes C.L.T., Zioli R.L., Changes and variations of polycyclic aromatic hydrocarbon concentrations in fish, barnacles and crabs following an oil spill in a mangrove of Guanabara Bay, Southeast Brazil. *Marine Pollution Bulletin* 60 (8), 1359-1363, (2010).
- Soyer J., Bionomie benthique du plateau continental de la cote catalana Française. III: Les peuplements de Copepodes Harpacticoides (Crustacea). *Vie Milieu*, 21: 377-511, (1970).
- SQAGs. Florida Sediment Quality Assessment Guidelines (SQAGs), Volume 6. (http://www.dep.state.fl.us/waste/quick_topics/publications/pages/default.htm), (1994).
- Strickland, J.D.H., Parsons, T.R., A practical handbook of seawater analysis, Fisheries Research Board of Canada Bulletin, 167, Ottawa, (1972).
- Tsapakis M.; Stephanou E.G.; Karakassis I., Evaluation of atmospheric transport as a nonpoint source of polycyclic aromatic hydrocarbons in marine sediments of the Eastern Mediterranean, *Marine Chemistry*, 80, 283-298, (2003).

- UNEP/FAO/IAEA/IOC, Reference Method No 12, Rev.2, Sampling of selected marine organisms and sample preparation for the analysis of chlorinated hydrocarbons, (1991).
- UNEP/FAO/IOC/IAEA, Reference Method No 6, Guidelines for monitoring chemical contaminants in the sea using marine organisms, (1993).
- UNEP/IOC/IAEA/FAO, Reference Method No 57, Contaminant monitoring programs using marine organisms: Quality assurance and good laboratory practice, (1990).
- Varanasi U., Brown D.W., Hom T., Burrows D.G., Sloan C.A., Field L.J., Stein J.E., Tilbury K.L., McCain B.B., Chan S., Survey of Alaskan Subsistence Fish, Marine Mammal, and Invertebrate Samples Collected 1989–91 for Exposure to Oil Spilled from the Exxon Valdez, vol. 1. NOAA Technical Memorandum NMFS-NWFSC-12, (1993).
- Wagner A.A., The use of the Unified Soil Classification System by the Bureau of Reclamation: Proceedings, 4th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering (London), Vol. 1, p. 125, (1957).
- Yan W., Chi J., Wang Z., Huang W., Zhang G., Spatial and temporal distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in sediments from Daya Bay, South China. *Environmental Pollution* 157 (6), 1823-1830, (2009).
- Yunker M.B., Backus S.M., Pannatier E.G., Jeffries, D.S., Macdonald, R.W., Sources and Significance of Alkane and PAH Hydrocarbons in Canadian Arctic Rivers, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 55 (1), 1-31, (2002).