



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.



Mayıs, 2018 / İzmir

ARAŞTIRMA VE DEĞERLENDİRME EKİBİ

Proje Yönetimi

İmza

Prof.Dr. Günay ÇİFÇİ	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.Dr. Hakan ALYÜRÜK
Mustafa BİLGİN (Doktora Öğrencisi)
Selin SEVGİ (Yüksek Lisans Öğrencisi)

Biyolojik OŞinografi

Prof.Dr. Ferah YILMAZ
Prof.Dr. Őermin AÇIK ÇINAR
AraŐ.Gör.Dr. Elif CAN YILMAZ
Öğr.Gör.Dr. Sinem ÖNEN
Öğr.Gör.Dr. Banu BİTLİS
Özge ÖZGEN (Doktora Öğrencisi)

Fiziksel OŞinografi

Doç.Dr. Murat GÜNDÜZ

Su Altı Görüntüleme

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

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ.....	8
2. MATERYAL VE METOT	11
2.1. Kimyasal Örnekleme.....	11
2.2. Çözünmüş Oksijen Tayini	12
2.3. Suda PAH Bileşikleri Tayini	12
2.4. Sedimentte TOK Analizi.....	12
2.5. Sedimentte PAH Bileşikleri Tayini.....	12
2.6. Organizmada PAH Bileşikleri Tayini	12
2.7. Bentik Örnekleme ve Laboratuvar İşlemleri	16
2.8. Bentik Türlerin Veri Analizi.....	17
2.9. Sualtı Gözlemleri	20
3. BULGULAR	22
3.1. Deniz Suyunda Fiziksel Ölçümler	22
3.2. Deniz Suyunda Çözünmüş Oksijen.....	22
3.3. Deniz Suyunda Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar.....	25
3.4. Sedimentte Toplam Organik Karbon.....	54
3.5. Sedimentte Hegzanla Ekstrakte Olabilen Organik Madde.....	54
3.6. Sedimentte Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar.....	54
3.7. Organizmada Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar	82
3.8. Bentik Türlerin Analizleri	89
3.11. Sualtı Gözlemleri	102
4. SONUÇLAR.....	108
5. REFERANSLAR	113

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1. Örnekleme istasyonlarının koordinatları	11
Tablo 2.2. Kasım döneminde balık çiftliklerinden örneklenen midyelere ait boy verileri.....	13
Tablo 2.3. Bentik örnekleme istasyonlarına ait koordinat, derinlik ve biyotop bilgileri.....	16
Tablo 3.1. Kasım döneminde deniz suyunda ölçülen fiziksel ve kimyasal parametreler	23
Tablo 3.2. Kasım döneminde deniz suyunda ölçülen PAH bileşikleri ve Toplam PAH değerleri (ng/L) (Y: Yüzey, D: Dip).	26
Tablo 3.3. Sudaki PAH bileşenlerinin Mart, Haziran ve Kasım dönemlerindeki değişimleri ...	27
Tablo 3.4. Kasım döneminde deniz suyunda PAH bileşiklerinin aralıkları ve limit değerleri ..	28
Tablo 3.5. PAH kaynaklarını belirlemede kullanılan oranlar (LMW: Düşük molekül ağırlıklı PAH bileşikleri, HMW: Yüksek molekül ağırlıklı PAH bileşikleri).	29
Tablo 3.6. Kasım döneminde sedimentte ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon konsantrasyonları (ng/g).....	55
Tablo 3.7. Sedimentteki PAH bileşenlerinin Mart, Haziran ve Kasım dönemlerindeki değişimleri	56
Tablo 3.8. Kasım'da çalışma bölgesi sedimentlerinde ölçülen PAH bileşikleri ile Toplam PAH konsantrasyon aralıkları (ng/g) ve TEL- PEL (ng/g) değerleri (SQAGs, 1994)	58
Tablo 3.9. Kasım döneminde midyelerde ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon konsantrasyonları (ng/g) (nd: saptanamadı).....	83
Tablo 3.10. Midyelerdeki PAH bileşenlerinin Mart, Haziran ve Kasım dönemlerindeki değişimleri.....	84
Tablo 3.11. Örnekleme istasyonlarında bulunan türler (Kasım 2017; *Yerleşik yabancı tür; **Koruma altında olan tür)	109

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1. Örnekleme istasyonları (Google Earth-WGS84-Ölçeksiz)	10
Şekil 2.1. Toplam Organik Karbon Analizörü (DEÜ, ÇEVRE MÜH. LAB.).....	14
Şekil 2.2. GC-MS (DEÜ ÇEVRE MÜH. LAB.)	14
Şekil 2.3. GC-MS (DEÜ DBTE)	15
Şekil 2.4. 1 ve 2 nolu istasyonlara ait bentik materyal.....	17
Şekil 2.5. 4 ve 5 nolu istasyonlara ait bentik materyal.....	17
Şekil 2.6. 6 ve 7 nolu istasyonlara ait bentik materyal.....	18
Şekil 2.7. 9 ve 10 nolu istasyonlara ait bentik materyal.....	18
Şekil 2.8. 11 ve 12 nolu istasyonlara ait bentik materyal.....	18
Şekil 2.9. 13 ve 14 nolu istasyonlara ait bentik materyal.....	19
Şekil 2.10. 15 nolu istasyona ait bentik materyal	19
Şekil 2.11. Sualtı görüntüleme ekipmanları.....	20
Şekil 2.12. Kasım 2017 dönemindeki çalışmalarda tarama yapılan hatlar	21
Şekil 3.1. Çözünmüş Oksijen ve Oksijen Doygunluğu'nun istasyonlara göre dağılımları.....	24
Şekil 3.2. Deniz suyunda Acenaphthylene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	30
Şekil 3.3. Deniz suyunda Acenaphthene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	31
Şekil 3.4. Deniz suyunda Fluorene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	32
Şekil 3.5. Deniz suyunda Phenanthrene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	33
Şekil 3.6. Deniz suyunda Anthracene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	34
Şekil 3.7. Deniz suyunda Fluoranthene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	35
Şekil 3.8. Deniz suyunda Pyrene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	36
Şekil 3.9. Deniz suyunda Benzo(a)anthracene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	37
Şekil 3.10. Deniz suyunda Chrysene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	38
Şekil 3.11. Deniz suyunda Benzo(b)fluoranthene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	39
Şekil 3.12. Deniz suyunda Benzo(k)fluoranthene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	40
Şekil 3.13. Deniz suyunda Benzo(a)pyrene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	41
Şekil 3.14. Deniz suyunda Indeno(1,2,3-cd)pyrene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	42

Şekil 3.15. Deniz suyunda Dibenzo(a,h)anthracene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	43
Şekil 3.16. Deniz suyunda Benzo(g,h,i)perylene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	44
Şekil 3.17. Deniz suyunda Toplam PAH konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	45
Şekil 3.18. Deniz suyunda Karsinojen PAH / Toplam PAH konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	46
Şekil 3.19. Deniz suyunda Ant/(Ant+Phe) oranlarına karşı Flt/(Flt+Pyr) oranlarının istasyonlara göre dağılımı	47
Şekil 3.20. Deniz suyunda Phe/Ant oranlarına karşı Flt/Pyr oranlarının istasyonlara göre dağılımı	48
Şekil 3.21. Deniz suyunda BaA/(BaA+Chr) oranlarına karşı Flt/(Flt+Pyr) oranlarının istasyonlara göre dağılımı	49
Şekil 3.22. Deniz suyunda BbF/BaP oranlarına karşı BkF/BaP oranlarının istasyonlara göre dağılımı	50
Şekil 3.23. Deniz suyunda LMW/HMW oranlarına karşı InP/(InP+BghiP) oranlarının istasyonlara göre dağılımı	51
Şekil 3.24. Sedimentte bulunan toplam organik karbon (TOK) düzeylerinin istasyonlara göre dağılımları	52
Şekil 3.25. Sedimentte hegzanla ekstrakte olabilen madde (HEOM) miktarları.....	53
Şekil 3.26. Sedimentte Acenaphthylene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	60
Şekil 3.27. Sedimentte Acenaphthene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları ...	61
Şekil 3.28. Sedimentte Fluorene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.....	62
Şekil 3.29. Sedimentte Phenanthrene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları ...	63
Şekil 3.30. Sedimentte Anthracene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.....	64
Şekil 3.31. Sedimentte Fluoranthene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	65
Şekil 3.32. Sedimentte Pyrene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	66
Şekil 3.33. Sedimentte Benzo(a)anthracene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	67
Şekil 3.34. Sedimentte Chrysene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	68
Şekil 3.35. Sedimentte Benzo(b)fluoranthene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	69
Şekil 3.36. Sedimentte Benzo(k)fluoranthene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	70
Şekil 3.37. Sedimentte Benzo(a)pyrene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	71
Şekil 3.38. Sedimentte Indeno(1,2,3-cd)pyrene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	72

Şekil 3.39. Sedimentte Dibenzo(a,h)anthracene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	73
Şekil 3.40. Sedimentte Benzo(g,h,i)perylene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları	74
Şekil 3.41. Sedimentte Toplam PAH konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.....	75
Şekil 3.42. Sedimentte Karsinojen PAH / Toplam PAH oranlarının istasyonlara göre dağılımları	76
Şekil 3.43. Sedimentte Ant/(Ant+Phe) oranlarına karşı Flt/(Flt+Pyr) oranlarının istasyonlara göre dağılımı	77
Şekil 3.44. Sedimentte Phe/Ant oranlarına karşı Flt/Pyr oranlarının istasyonlara göre dağılımı	78
Şekil 3.45. Sedimentte BaA/(BaA+Chr) oranlarına karşı Flt/(Flt+Pyr) oranlarının istasyonlara göre dağılımı	79
Şekil 3.46. Sedimentte BbF/BaP oranlarına karşı BkF/BaP oranlarının istasyonlara göre dağılımı	80
Şekil 3.47. Sedimentte LMW/HMW oranlarına karşı InP/(InP+BghiP) oranlarının istasyonlara göre dağılımı	81
Şekil 3.48. Balık çiftliklerinden örneklenen midyelerdeki Naphtalene konsantrasyonları	85
Şekil 3.49. Balık çiftliklerinden örneklenen midyelerdeki Phenanthrene konsantrasyonları ...	86
Şekil 3.50. Balık çiftliklerinden örneklenen midyelerdeki Anthracene konsantrasyonları	86
Şekil 3.51. Balık çiftliklerinden örneklenen midyelerdeki Fluoranthene konsantrasyonları	87
Şekil 3.52. Balık çiftliklerinden örneklenen midyelerdeki Pyrene konsantrasyonları	87
Şekil 3.53. Balık çiftliklerinden örneklenen midyelerdeki Toplam PAH konsantrasyonları	88
Şekil 3.54. Sistematik gruplara ait tür sayıları	96
Şekil 3.55. Sistematik gruplara ait birey sayıları.....	96
Şekil 3.56. İstasyonlarda bulunan tür sayıları	97
Şekil 3.57. İstasyonlarda bulunan birey sayıları	98
Şekil 3.58. İstasyonlarda bulunan baskın türler	98
Şekil 3.59. 3 Frekans indeks grubuna göre türlerin dağılımları	99
Şekil 3.60. İstasyonlar arasındaki benzerliği gösteren dendogram	100
Şekil 3.61. Ilica bölgesindeki aletli dalış ile yapılan tarama hatları	102
Şekil 3.62. Üst resimler soldan sağa; Kumluk alanlar, Anemon ve Süngerler. Altta resimler; <i>H. stipulacea</i> topluluğu, kayalık alanlar <i>P. ocenica</i> çayırları, süngerler	103
Şekil 3.63. Paşalimanı bölgesindeki aletli dalış ile yapılan tarama hattı	104
Şekil 3.64. Üst satır Soldan sağa; <i>P.oceanica</i> çayırları, <i>H. stipulacea</i> çayırları	105
Şekil 3.65. Şifne bölgesindeki aletli dalış ile yapılan tarama hatları	106

Şekil 3.66. Şifne koyu girişinde aletli dalışlarda çekilen görüntüler. Üst sıra; *P. oceanica* çayırları, *H. stipulacea*, Alt sıra; *P. oceanica* çayırları arasında *Pina nobilis*, kumluk alanda *Cymodocea nodosa*, kayalık zon üzerinde sünger toplulukları107

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, ikinci örnekleme seferi 13-17 Haziran 2017 ve üçüncü örnekleme seferi 21-24 Kasım 2017 tarihleri arasında Dokuz Eylül Üniversitesi'ne bağlı Koca Piri Reis araştırma gemisi ile gerçekleştirilmiştir. İlk iki örneklemede 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. Üçüncü örnekleme döneminde biri referans olmak üzere, toplam 15 istasyon noktasında, su (5 istasyonda yüzey ve dip olmak üzere toplamda 20 örnek) ve sediment (15 örnek) örnekleme yapılmıştır.

Ayrıca, ilk iki örneklemede üç farklı balık çiftliğinden (Pınar A.Ş., Agromey A.Ş. ve Abalıoğlu A.Ş.) çipura, levrek ve midye örnekleme ile su örnekleme (referans olan Abalıoğlu A.Ş. hariç) yapılmıştır. Üçüncü örnekleme döneminde ise üç farklı balık çiftliğinden (Pınar A.Ş., Agromey A.Ş. ve Abalıoğlu A.Ş.) sadece midye örnekleme yapılmıştır. Kazadan etkilenen bölgelerde su altı dalgıçları ve video çekimi yapılmıştır.



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

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Kimyasal Örnekleme

21-24 Kasım 2017 tarihinde gerçekleştirilen üçüncü 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. Su örnekleme 5 istasyonda yüzey ve dip, diğer 10 istasyonda yüzey olmak üzere toplam 20 örnek ile gerçekleştirilmiştir. Sediment örnekleme 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 PAH Bileşikleri Tayini

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

2.4. Sedimentte TOK Analizi

Sedimentte yapılan bu analiz Toplam Organik Karbon Analizörü ile gerçekleştirilmiştir (SM 5310 B, Şekil 2.1).

2.5. Sedimentte PAH Bileşikleri Tayini

Kurutulmuş sediment örnekleri uygun çözügen karışımında ekstrakte edildikten sonra GC-MS sistemi ile analizi gerçekleştirilmiştir (EPA 3510C, EPA 8270D, Şekil 2.2).

2.6. Organizmada PAH Bileşikleri Tayini

Balık çiftliklerinden örneklenen midyelere ait biyometrik veriler Tablo 2.2'de verilmiştir. Kurutulmuş midye doku örnekleri uygun çözügen karışımında ekstrakte edildikten sonra GC-MS sistemi ile analizi gerçekleştirilmiştir (UNEP 1990; 1991; 1993; Şekil 2.3).

Tablo 2.2. Kasım döneminde balık çiftliklerinden örneklenen midyelere ait boy verileri.

Balık Çiftlikleri	Organizma	Örnek sayısı	Ortalama Boy (mm)	Boy Aralığı (mm)
Pınar	Midye	50	73.9	68.2-83.3
Agromey	Midye	50	65.0	59.4-75.2
Abalıoğlu	Midye	50	81.0	72.4-89.2



Şekil 2.1. Toplam Organik Karbon Analizörü (DEÜ ÇEVRE MÜH. LAB.)



Şekil 2.2. GC-MS (DEÜ ÇEVRE MÜH. LAB.)



Şekil 2.3. GC-MS (DEÜ DBTE)

2.7. Bentik Örnekleme ve Laboratuvar İşlemleri

Bentik örnekler sonbahar döneminde Çeşme kıyılarından seçilen 13 istasyondan Van Veen grab yardımıyla toplanmıştır (Tablo 2.3). Toplanan örnekler güvertede 0.5 mm göz açıklığına sahip elekten geçirilmiştir. Elek üzerinde kalan materyaller, digital bir kamera ile fotoğraflandıktan sonra (Şekil 2.5-2.11) %10'luk deniz suyu-formalin içeren solüsyonda ayrı 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

2.8. 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 2.4. 1 ve 2 nolu istasyonlara ait bentik materyal.



Şekil 2.5. 4 ve 5 nolu istasyonlara ait bentik materyal.



Şekil 2.6. 6 ve 7 nolu istasyonlara ait bentik materyal.



Şekil 2.7. 9 ve 10 nolu istasyonlara ait bentik materyal.



Şekil 2.8. 11 ve 12 nolu istasyonlara ait bentik materyal.



Şekil 2.9. 13 ve 14 nolu istasyonlara ait bentik materyal.



Şekil 2.10. 15 nolu istasyona ait bentik materyal.

2.9. Sualtı Gözlemleri

22-23 Kasım 2017 tarihinde gerçekleştirilen sualtı taraması sırasında özellikle sızan yakıttan etkilendiği tespit edilen Paşalimanı, Şifne ve Ilıca koylarında gözlem çalışmaları yapılmıştır. Gözlemler, aletli dalış ve serbest dalış teknikleri kullanılarak 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 2.11). Tarama yapılan hatlar Şekil 2.12'de gösterilmiştir.



Şekil 2.11. Sualtı görüntüleme ekipmanları.



Şekil 2.12. Kasım 2017 dönemindeki çalışmalarda tarama yapılan hatlar.

3. BULGULAR

3.1. Deniz Suyunda Fiziksel Ölçümler

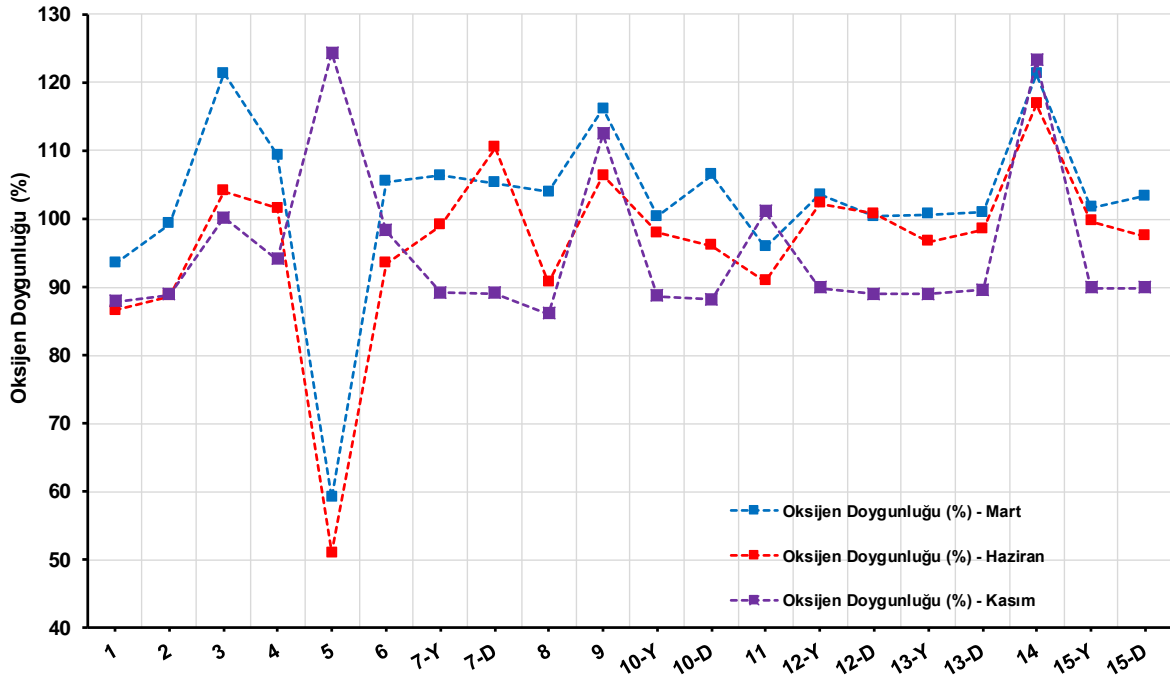
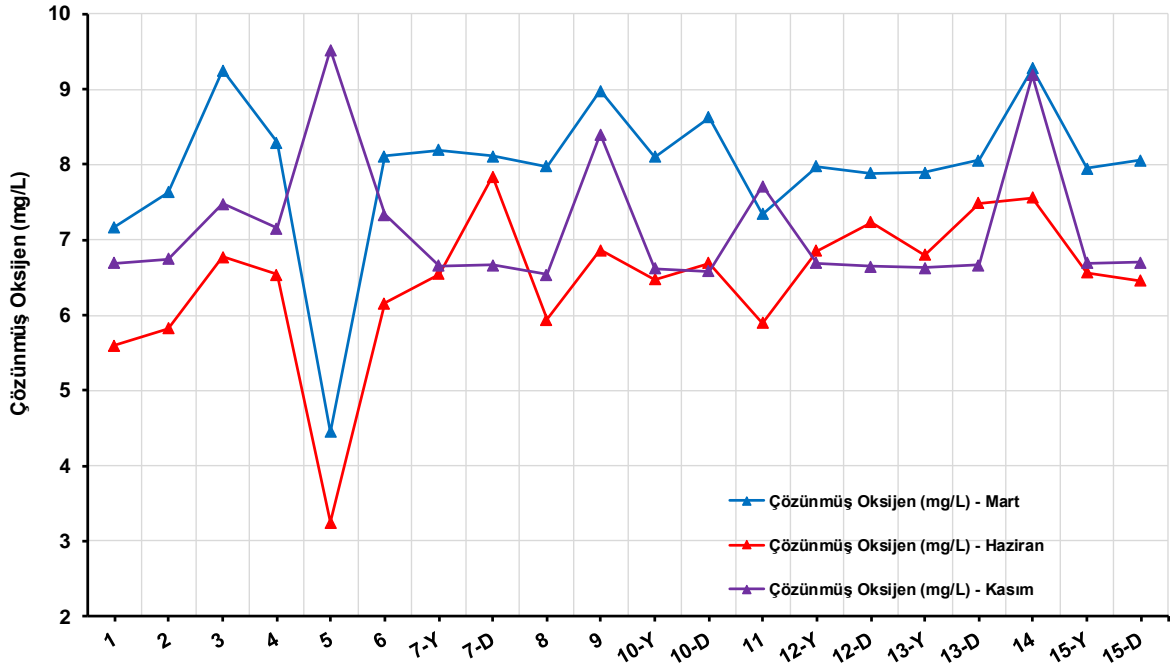
Kasım döneminde deniz suyunda ölçülen fiziksel ve kimyasal parametreler Tablo 3.1'de verilmiştir. Deniz suyu örneklerinde ölçülen sıcaklık 16.8-18.5 °C ve tuzluluk ‰ 38.0-40.4 aralığındadır.

3.2. Deniz Suyunda Çözünmüş Oksijen

Kasım döneminde Çözünmüş Oksijen (DO) değerleri 6.54-9.52 mg/L aralığında ölçülmüştür (Şekil 3.1). Oksijen doygunluğu ise % 86.1-124.3 aralığında hesaplanmıştır. Kasım'da en düşük çözünmüş oksijen ve oksijen doygunluğu 8 nolu istasyonda gözlenmiştir. En yüksek oksijen çözünmüş oksijen ve oksijen doygunluğu 5 nolu istasyonda gözlenmiştir. Kasım döneminde 3, 5, 9, 11 ve 14 nolu istasyonlarda çözünmüş oksijen ve oksijen doygunluğunun diğer istasyonlara kıyasla daha yüksek oldukları saptanmıştır.

Tablo 3.1. Kasım döneminde deniz suyunda ölçülen fiziksel ve kimyasal parametreler.

İstasyon No	Sıcaklık (°C)	Tuzluluk (‰)	DO (mg/L)	Oksijen Doygunluğu (%)
1	17.2	38.8	6.69	87.9
2	16.8	40.4	6.74	88.8
3	17.8	39.9	7.48	100.2
4	17.2	38.6	7.16	94.0
5	16.9	38.7	9.52	124.3
6	18.1	39.0	7.33	98.3
7-Yüzey	18.0	39.3	6.66	89.1
7-Dip	17.9	39.3	6.66	89.1
8	17.3	38.8	6.54	86.1
9	18.2	38.6	8.40	112.5
10-Yüzey	18.0	39.3	6.62	88.7
10-Dip	17.9	39.3	6.59	88.1
11	16.9	39.0	7.72	101.1
12-Yüzey	18.1	39.3	6.69	89.8
12-Dip	18.0	39.3	6.65	89.0
13-Yüzey	18.2	39.2	6.63	89.0
13-Dip	18.2	39.2	6.67	89.6
14	18.5	38.0	9.19	123.2
15-Yüzey	18.2	39.3	6.69	89.9
15-Dip	18.0	39.3	6.71	89.9



Şekil 3.1. Çözünmüş Oksijen ve Oksijen Doymunluğu'nun istasyonlara göre dağılımları.

3.3. Deniz Suyunda Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar

Kasım döneminde deniz suyunda analiz edilen Toplam Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar ve spesifik bileşenleri (EPA'nın belirlediği 15 bileşen) Tablo 3.2'de verilmiştir. Acenaphtylene (Acy): 10.1-47.3; Acenaphthene (Ace): 0.2-16.1; Fluorene (Flu): 4.9-52.5; Phenanthrene (Phe): 17.3-151; Anthracene (Ant): 1.9-9.1; Fluoranthene (Flt): 3.6-17.3; Pyrene (Pyr): 2.6-13.3; Benzo(a)Anthracene (BaA): 0.4-1.2; Chrysene (Chr): 0.9-3.2; Benzo(b)Fluoranthene (BbF): 0.2-1.4; Benzo(k)Fluoranthene (BkF): 0.2-0.9; Benzo(a)Pyrene (BaP): 0.2-0.8; Indeno(1,2,3-c,d)Pyrene (IcdP): 0.2-1.2; Dibenzo(a,h)Anthracene (DahA): 0.1-1.4; Benzo(g,h,i)Perylene (BghiP): 0.2-1.2 ng/L aralığında ölçülmüştür. Toplam PAH ise 50-311 ng/L aralığında bulunmuştur.

Kasım'da PAH bileşiklerinden Acy, Flu, Phe, Ant, Flt ve Pyr 6 nolu istasyonun, Ace 3 nolu istasyonun, BaA 2 nolu istasyonun, Chr 5 nolu istasyonun, BbF, BkF, BaP, IcdP, DahA ve BghiP 1 nolu istasyonun yüzey sularında en yüksek konsantrasyonlarda gözlenmiştir (Şekil 3.2-3.17). En yüksek toplam PAH konsantrasyonu 6 nolu istasyonun yüzeyinde gözlenirken, en düşük ise 7 numaralı istasyonun dip suyunda bulunmuştur.

Mart, Haziran ve Kasım dönemlerinde suda ölçülen PAH bileşenlerine ait değişimlerin karşılaştırılması Tablo 3.3'te verilmiştir. Kasım döneminde deniz suyunda Acy, Ace, Phe ve Ant konsantrasyonları genel olarak artış göstermiş, Flu, BaA, Pyr, Chr, BkF, BaP, IcdP, BghiP ve Karsinojen PAH yüzdesi ise tüm istasyonlarda azalmıştır. Flt, BbF, DahA ve Toplam PAH ise istasyonların büyük bir kısmında azalma gösterdiği görülmüştür.

Tablo 3.2. Kasım döneminde 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	10.1	2.4	9.1	28.0	3.4	5.4	4.0	0.9	1.8	1.4	0.9	0.8	1.2	1.4	1.2	72.1	11.6
2	19.9	9.0	28.2	75.5	4.9	10.8	7.9	1.2	2.8	0.9	0.5	0.7	0.7	1.1	0.9	165.1	4.8
3	30.8	16.1	45.2	87.0	4.9	7.1	5.2	0.6	2.0	0.6	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	202.6	2.7
4	38.6	15.1	52.2	117.8	7.5	12.2	9.0	1.0	2.4	0.6	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	258.6	2.3
5	42.6	12.2	45.8	130.2	7.9	15.1	11.7	1.1	3.2	0.6	0.5	0.4	0.5	0.6	0.5	272.9	2.5
6	47.3	13.6	52.5	151.2	9.1	17.3	13.3	0.9	3.0	0.7	0.4	0.5	0.3	0.5	0.4	310.9	2.0
7-Y	35.3	12.2	39.0	104.0	6.4	12.4	9.1	0.9	2.4	0.7	0.4	0.5	0.4	0.3	0.4	224.4	2.5
7-D	12.4	0.2	4.9	17.3	2.2	5.0	4.3	0.4	1.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	49.9	6.7
8	15.3	1.0	8.1	32.0	3.0	7.2	6.2	0.6	1.3	0.4	0.4	0.2	0.3	0.4	0.3	76.8	4.8
9	14.2	3.7	13.6	40.8	2.7	5.1	3.8	0.6	1.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	87.2	3.5
10-Y	15.1	6.2	21.3	51.5	3.1	4.9	3.6	0.5	1.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	108.5	2.3
10-D	22.3	6.8	21.5	61.8	3.9	8.7	6.1	0.6	1.9	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.2	135.2	2.9
11	32.0	8.5	28.5	73.7	5.3	10.4	7.8	0.8	2.1	0.6	0.4	0.4	0.3	0.2	0.3	171.2	2.8
12-Y	13.2	5.2	11.7	29.8	1.9	3.9	2.9	0.5	1.0	0.4	0.2	0.3	0.2	0.1	0.2	71.5	3.6
12-D	12.9	5.0	11.1	26.8	2.0	3.6	2.6	0.4	0.9	0.4	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	66.9	3.9
13-Y	17.2	6.8	17.6	43.2	3.2	5.7	4.3	0.7	1.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	101.4	3.1
13-D	27.8	11.4	32.8	85.5	5.7	12.2	8.9	0.9	2.4	0.8	0.5	0.4	0.3	0.1	0.3	189.9	2.9
14	28.7	12.0	33.1	86.5	5.4	11.3	8.6	0.8	2.5	0.6	0.6	0.3	0.2	0.2	0.3	191.2	2.8
15-Y	42.9	13.2	41.2	105.1	7.5	13.9	9.9	0.7	2.5	0.6	0.5	0.4	0.2	0.2	0.2	239.1	2.1
15-D	29.1	4.9	19.5	43.0	3.6	7.0	4.9	0.5	1.3	0.4	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	115.0	2.5

Tablo 3.3. Sudaki PAH bileşenlerinin Mart, Haziran ve Kasım dönemlerindeki değişimleri.

PAH Bileşenleri	Sudaki Değişim
Acenaphthylene	Paşalimanı (9 hariç), Şifne (10-Y hariç) ve Kaza yerinde Mart ve Haziran'a göre artmıştır.
Acenaphthene	Haziran döneminde tüm istasyonlarda azalan değerler Kasım döneminde 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10-D, 11, 12-Y, 13-Y, 13-D nolu istasyonlarda artmış, diğerlerinde azalmıştır.
Fluorene	Haziran döneminde 1, 4, 11 ve 12-Y nolu istasyonlarda azalıp diğerlerinde artarken; Kasım döneminde tüm istasyonlarda azalmıştır.
Phenanthrene	Haziran döneminde tüm istasyonlarda azalırken; Kasım döneminde 7-D ve 12-D hariç artmıştır.
Anthracene	Haziran döneminde 3, 8, 10-Y ve 12-D nolu istasyonlar hariç diğer istasyonlarda azalırken; Kasım döneminde tüm istasyonlarda artmıştır.
Fluoranthene	Haziran döneminde 1 ve 6 nolu istasyonlar hariç artış gözlenirken; Kasım döneminde 6 ve 8 hariç diğerlerinde azalmıştır.
Pyrene	Haziran döneminde 8, 9, 10-Y, 10-D, 12-D, 13-D, 15-Y ve 15-D istasyonlarında artıp diğerlerinde azalırken; Kasım döneminde 3, 7-D, 9, 10-Y, 12-Y, 12-D, 13-Y, 15-Y ve 15-D istasyonlarında azalırken diğerlerinde artmıştır.
Benz(a)anthracene	Haziran döneminde 1, 6, 13-D ve 14 nolu istasyonlarda azalıp diğerlerinde artarken; Kasım döneminde tüm istasyonlarda azalmıştır.
Chrysene	Haziran döneminde 1, 6 ve 11 nolu istasyonlarda azalıp diğerlerinde artarken; Kasım döneminde tüm istasyonlarda azalmıştır.
Benzo(b)fluoranthene	Mart döneminden Kasım dönemine (11 ve 13-D hariç) tüm istasyonlarda azalmıştır.
Benzo(k)fluoranthene	Haziran döneminde 2, 3, 4, 10-Y, 10-D, 12-D ve 15-Y nolu istasyonlarda artıp diğerlerinde azalırken; Kasım döneminde tüm istasyonlarda azalmıştır.
Benzo(a)pyrene	Haziran döneminde 2, 3, 4, 7-Y, 8, 10-Y, 12-D ve 15-Y nolu istasyonlarda artıp diğerlerinde azalırken; Kasım döneminde tüm istasyonlarda azalmıştır.
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	Haziran döneminde 5 ve 6 nolu istasyonlarda azalıp diğerlerinde artarken; Kasım döneminde tüm istasyonlarda azalmıştır.
Dibenz(a,h)anthracene	Haziran döneminde 1, 5, 6, 11 ve 14 nolu istasyonda azalıp diğerlerinde artarken; Kasım döneminde 1 nolu istasyon hariç tüm istasyonlarda azalmıştır.
Benzo(g,h,i)perylene	Haziran döneminde tüm istasyonlarda artarken; Kasım döneminde tüm istasyonlarda azalmıştır.
TOPLAM PAH	Haziran döneminde 2, 3, 10-Y, 12-D ve Pınar nolu istasyonlarda artıp diğerlerinde azalırken; Kasım döneminde 4, 5, 6, 11, 13-D ve 15-Y istasyonları hariç diğerlerinde azalmıştır.
Karsinojen PAH / Toplam PAH	Haziran döneminde 5, 6, 7-D, 13-D, 14 ve Agromey istasyonlarında azalıp diğerlerinde artarken; Kasım döneminde tüm istasyonlarda azalmıştır.

Tablo 3.4'te verilen Yer Üstü Su Kalitesi (Resmi Gazete, 2016)'nde Kıyı ve Geçiş Suları için belirtilen Çevre Kalite Standardı (ÇKS) verilerine göre Kasım döneminde deniz suyunda saptanan PAH konsantrasyonları:

- Flt düzeyleri 1, 7-D, 9, 10-Y, 12-Y, 12-D ve 13-Y nolu istasyonlar hariç diğer istasyonlar/derinliklerde Yıllık Ortalama (YO) - Maksimum (MAK) ÇKS değerleri arasında bulunmuştur.
- BaP düzeyleri tüm istasyonlarda Yıllık Ortalama (YO) - Maksimum (MAK) ÇKS değerleri arasında bulunmuştur.

- BghiP düzeyleri 1 ve 2 nolu istasyonlarda Maksimum (MAK) ÇKS değerinin üzerinde, diğer istasyonlarda ise Maksimum (MAK) ÇKS değerinin altında bulunmuştur.
- Ace, Flu, Phe, Ant, Pyr, Chr, BbF ve BkF'nin konsantrasyonları Yıllık Ortalama (YO)-ÇKS değerlerinin altında bulunmuştur.

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

Tablo 3.4. Kasım döneminde deniz suyunda PAH bileşiklerinin aralıkları ve limit değerleri.

	Min (ng/L)	Mak (ng/L)	YO-ÇKS (ng/L)	MAK-ÇKS (ng/L)
Acenaphthylene	10.1	47.3	-	-
Acenaphthene	0.2	16.1	6000	66000
Fluorene	4.9	52.5	3400	47000
Phenanthrene	17.3	151.2	1400	11200
Anthracene	1.9	9.1	100	400
Fluoranthene	3.6	17.3	6.3	120
Pyrene	2.6	13.3	20	400
Benzo(a)anthracene	0.4	1.2	-	-
Chrysene	0.9	3.2	1900	19000
Benzo(b)fluoranthene	0.2	1.4	-	17
Benzo(k)fluoranthene	0.2	0.9	-	17
Benzo(a)pyrene	0.2	0.8	0.17	27
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	0.2	1.2	-	-
Dibenzo(a,h)anthracene	0.1	1.4	-	-
Benzo(g,h,i)perylene	0.2	1.2	-	0.82
ΣPAH	49.9	310.9	-	-

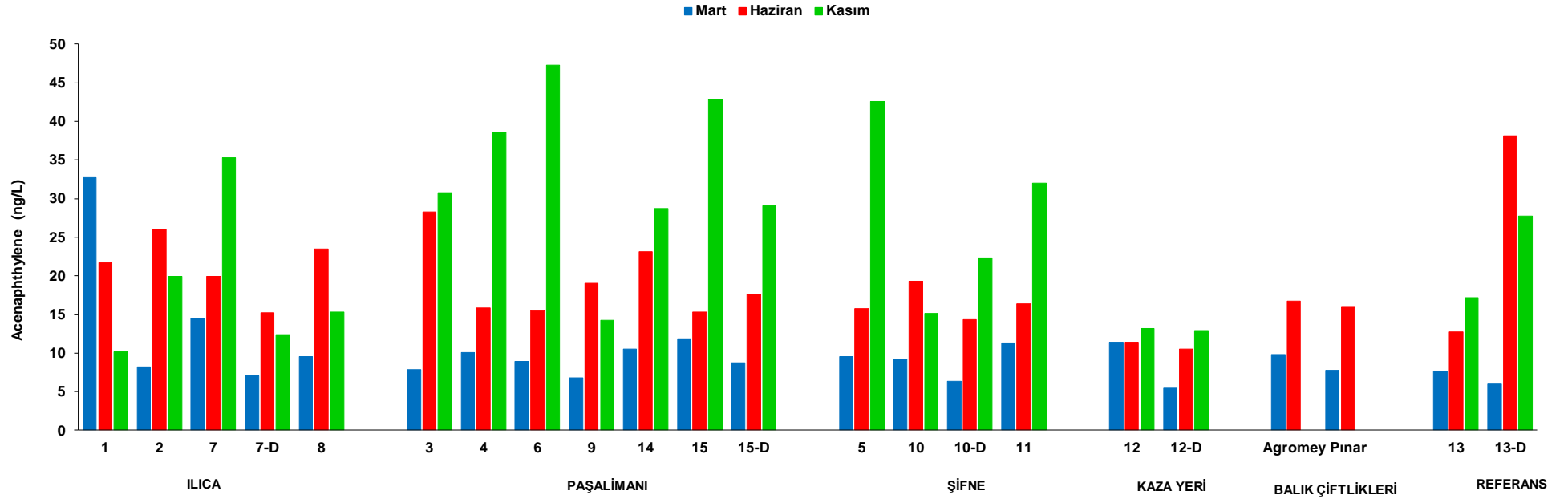
EPA (2008) tarafından 7 PAH bileşiği insanlar için olası karsinojen olarak sınıflandırılmıştır. Bu bileşikler BaA, BaP, BbF, BkF, Chr, DahA ve IcdP'dir. Su örnekleri için Toplam PAH içindeki karsinojen bileşik yüzdesi Mart, Haziran ve Kasım'da sırasıyla % 2.9-24.1, % 7.5-29.5 ve %2.0-11.6 aralığında bulunmuştur (Şekil 3.18). En yüksek Toplam

PAH içindeki karsinogen bileşik yüzdesi Mart'ta 6, Haziran'da 8 ve Kasım'da 1 nolu istasyonlarda, en düşük yüzde ise Mart'ta 4, Haziran'da 13-Dip ve Kasım'da ise 6 nolu istasyonda saptanmıştır.

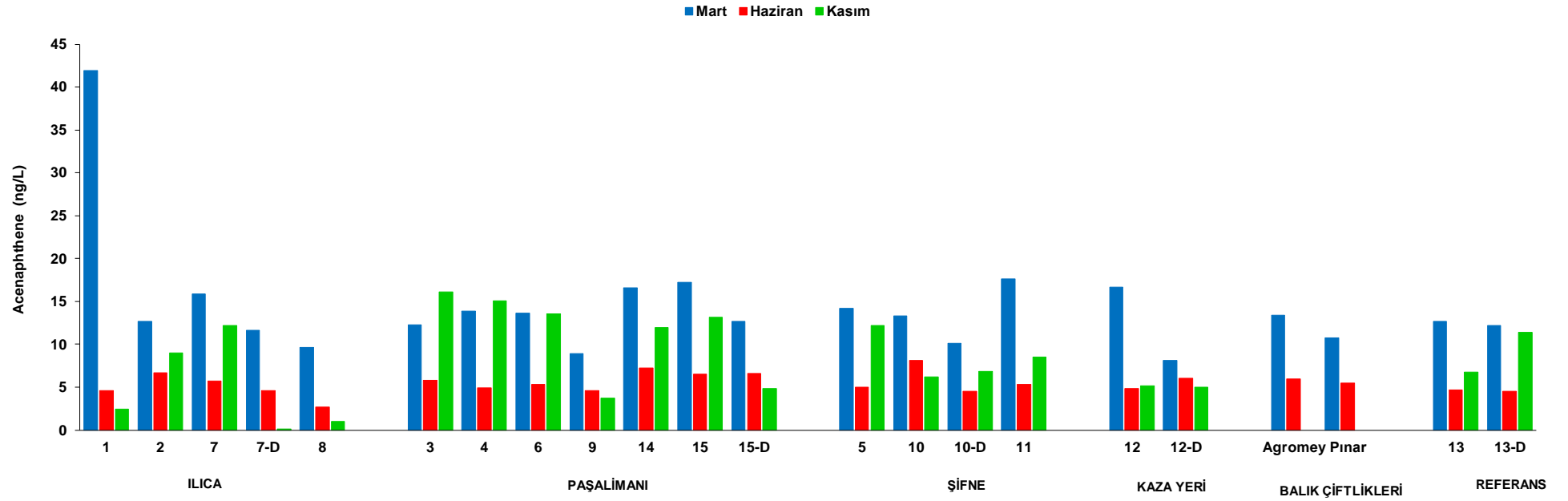
Literatürde PAH bileşiklerinin kaynaklarının belirlenmesinde moleküler indisler sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. PAH bileşiklerinin konsantrasyon oranlarıyla hesaplanan bu moleküler indislerden, PAH'ların pirojenik (yanma) veya petrojenik kaynaklı olduğunu saptamak mümkündür. Bu çalışmada kullanılan indisler Tablo 3.5'te verilmiştir. Tüm istasyonlardaki deniz suyu örneklerinde ölçülen PAH bileşiklerine ait Flt/Pyr, IcdP/(IcdP+BghiP) ve Flt/(Flt+Pyr) oranları tüm istasyonlarda pirojenik; Phe/Ant ve Ant/(Ant+Phe) oranları 1 ve 7-D nolu istasyonlarda pirojenik, diğer istasyonlarda petrojenik; BaA/(BaA+Chr) 13-Y nolu istasyonda pirojenik, diğer istasyonlarda petrojenik; BbF/BaP, BkF/BaP ve LMW/HMW tüm istasyonlarda petrojenik kaynaklı olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.19-3.23). Moleküler indislere göre Ildırı ve Ilıca Körfezi deniz suyu örneklerindeki PAH'ların kaynağının genel olarak petrojenik olabileceği bulunmuştur.

Tablo 3.5. PAH kaynaklarını belirlemede kullanılan oranlar (LMW: Düşük molekül ağırlıklı PAH bileşikleri, HMW: Yüksek molekül ağırlıklı PAH bileşikleri).

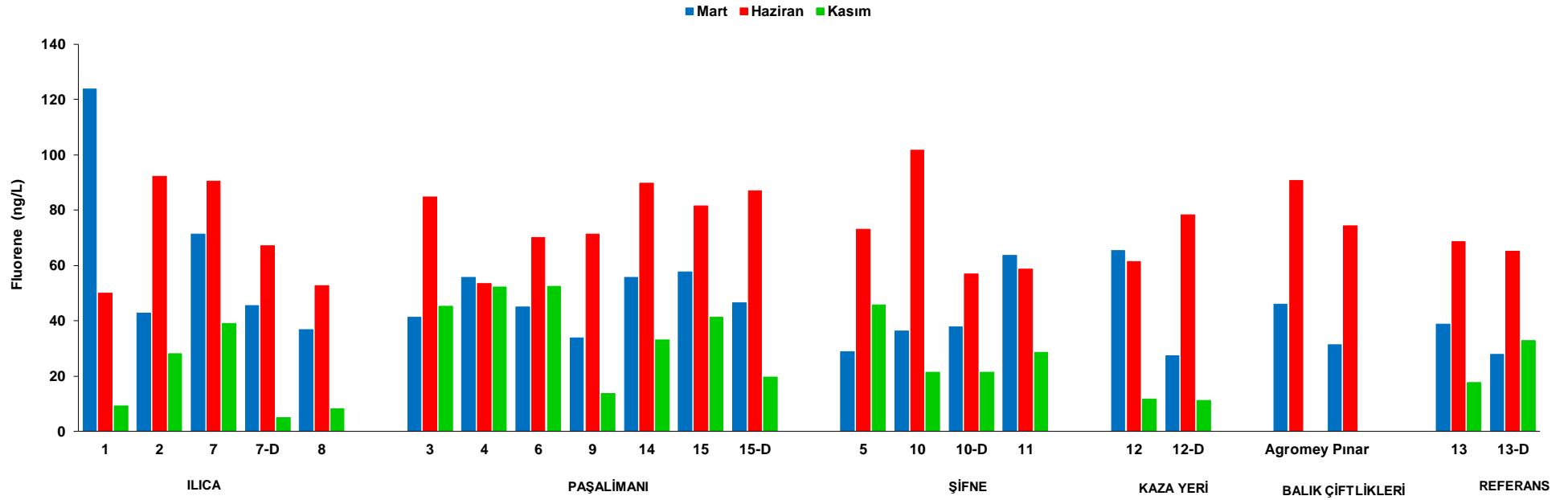
PAH Oranları	Pirojenik	Petrojenik	Referans
Phe/Ant	<10	>10	Baumard ve ark., 1998a,b
Flt/Pyr	>1	<1	Baumard ve ark., 1998a,b
Flt/(Flt + Pyr)	0.4–0.5; >0.5	<0.4	Budzinski ve ark., 1997; Gogou ve ark., 1998
Ant/(Ant + Phe)	>0.1	<0.1	Tsapakis ve ark., 2003
LMW/HMW	<1	>1	Budzinski ve ark., 1997; Yan ve ark., 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



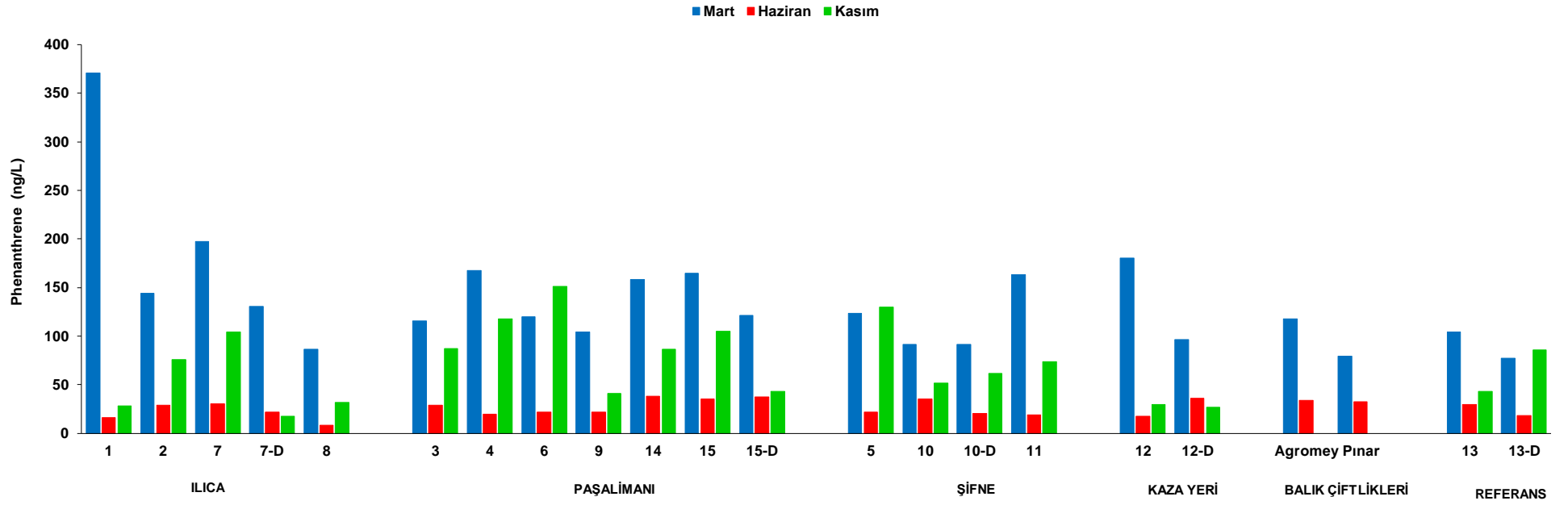
Şekil 3.2. Deniz suyunda Acenaphthylene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



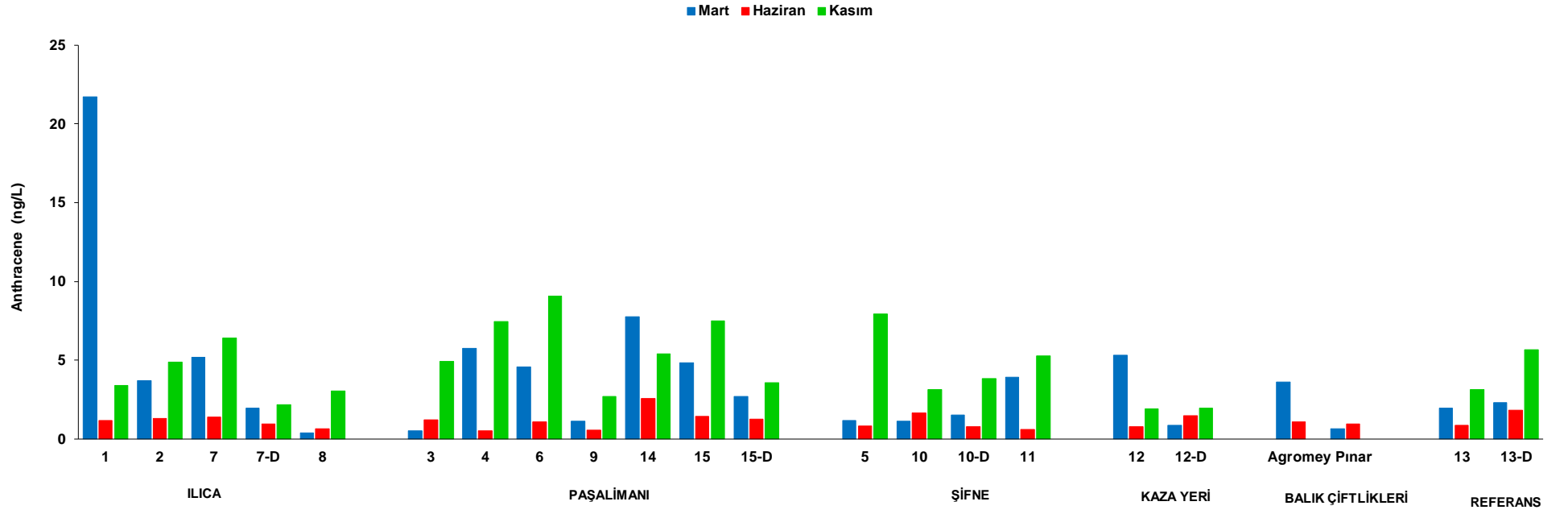
Şekil 3.3. Deniz suyunda Acenaphthene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



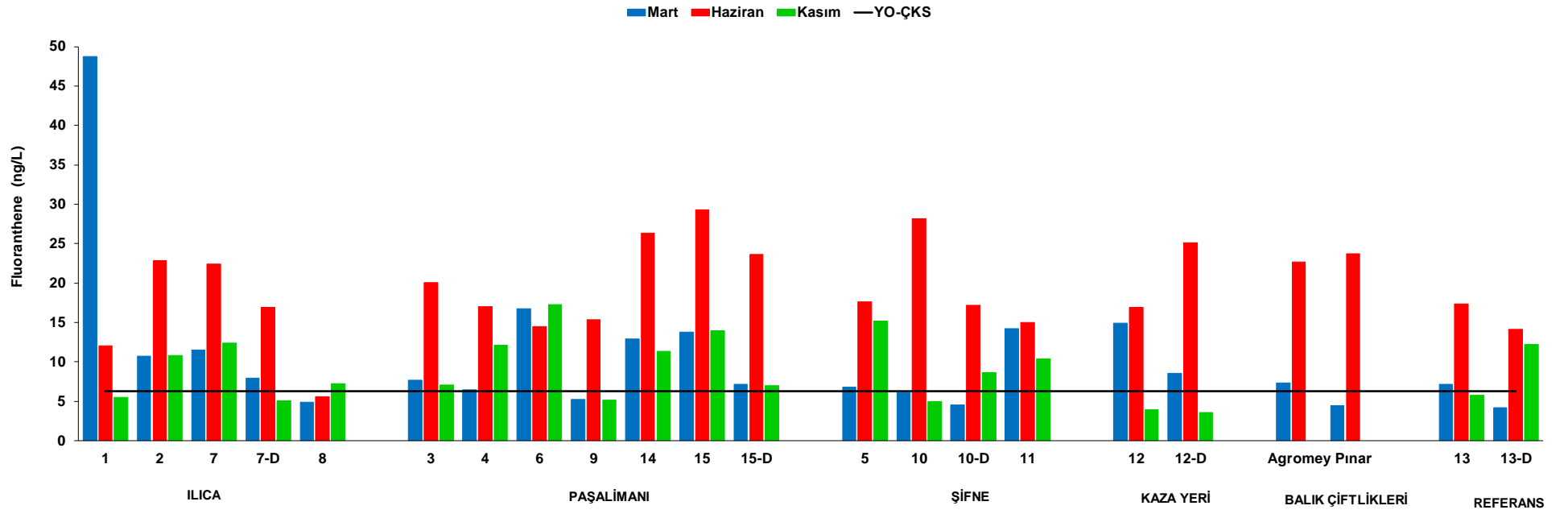
Şekil 3.4. Deniz suyunda Fluorene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



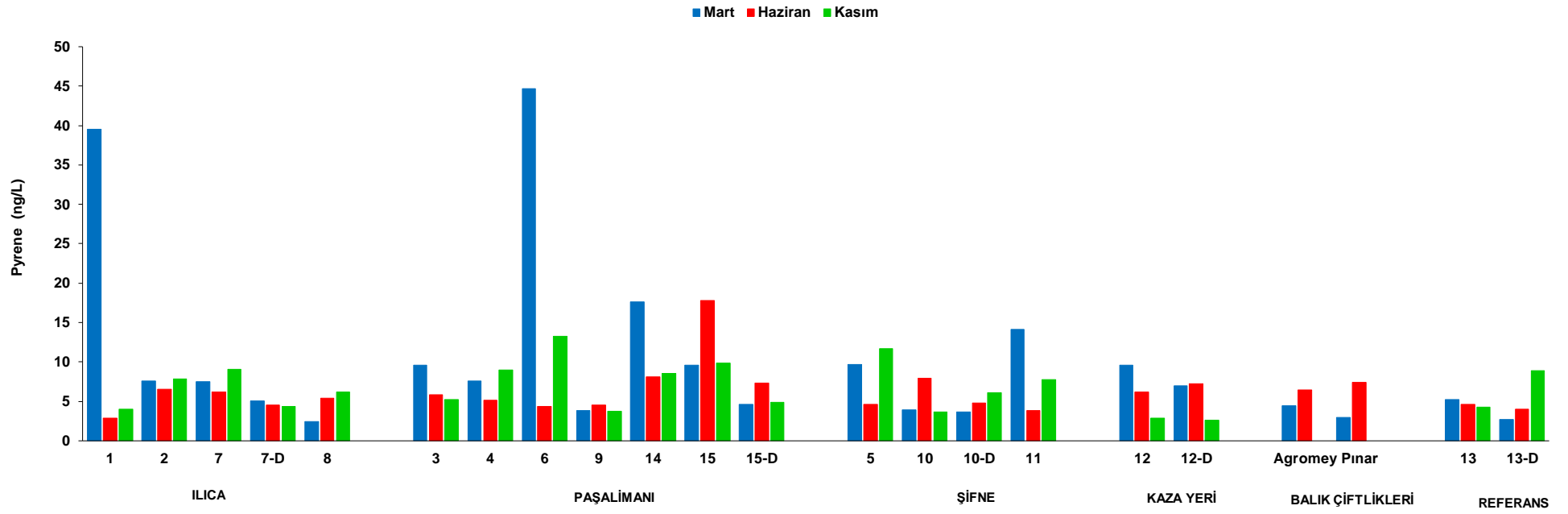
Şekil 3.5. Deniz suyunda Phenanthrene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



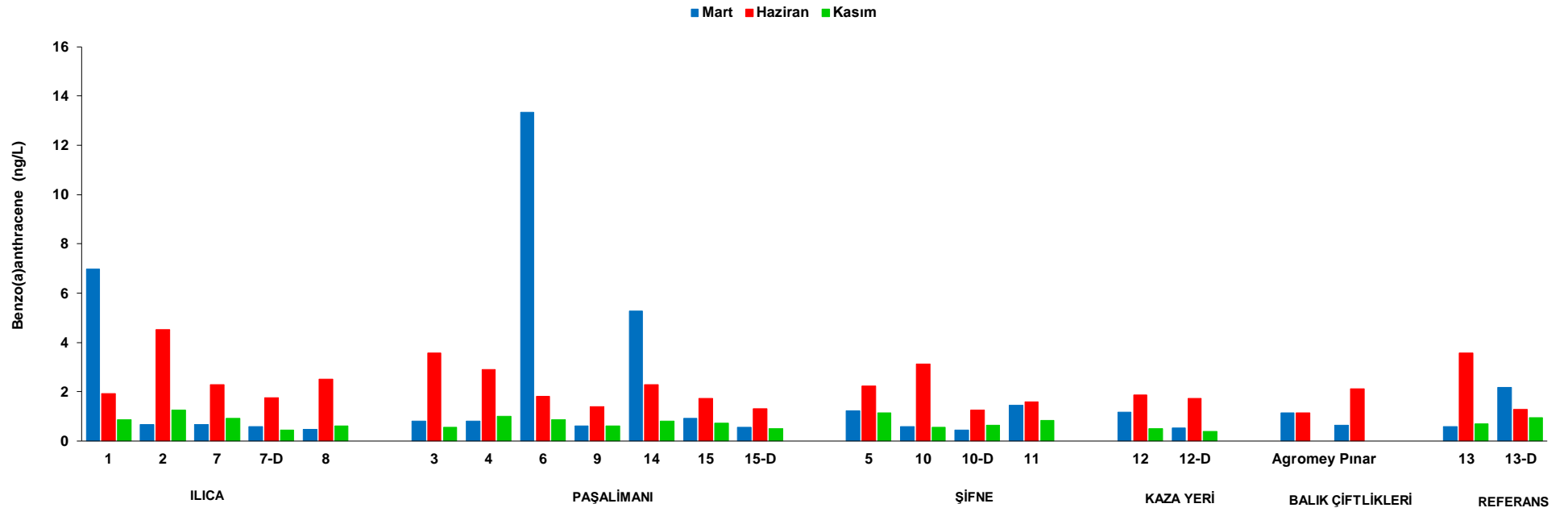
Şekil 3.6. Deniz suyunda Anthracene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



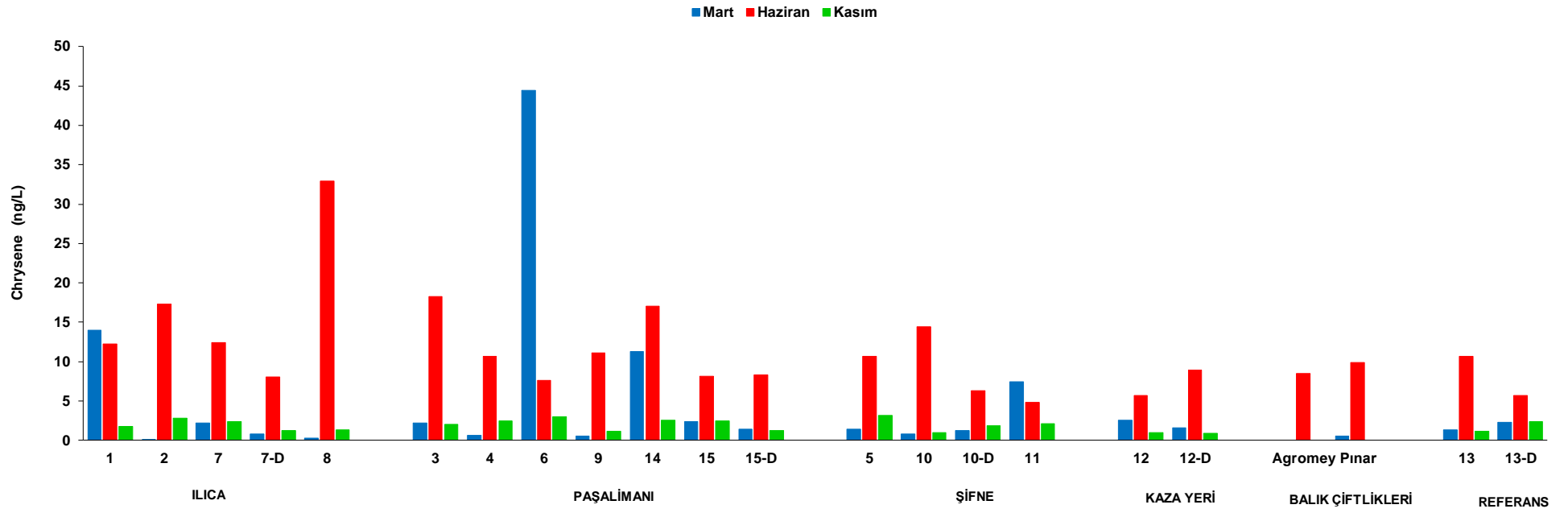
Şekil 3.7. Deniz suyunda Fluoranthene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



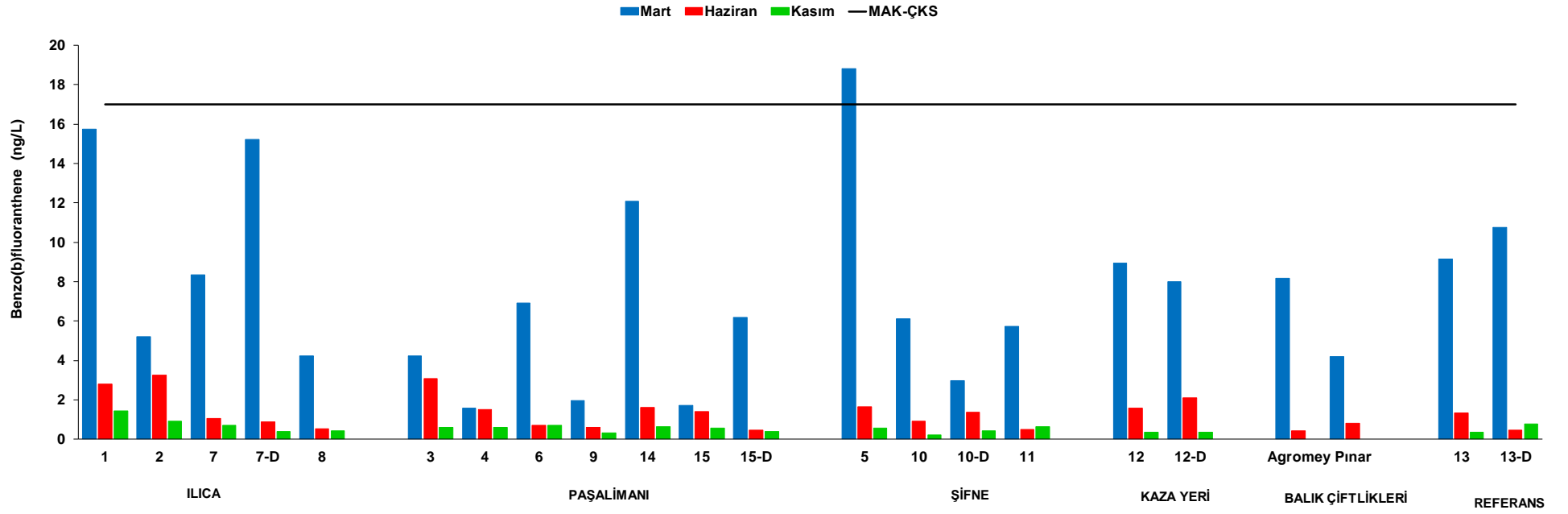
Şekil 3.8. Deniz suyunda Pyrene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



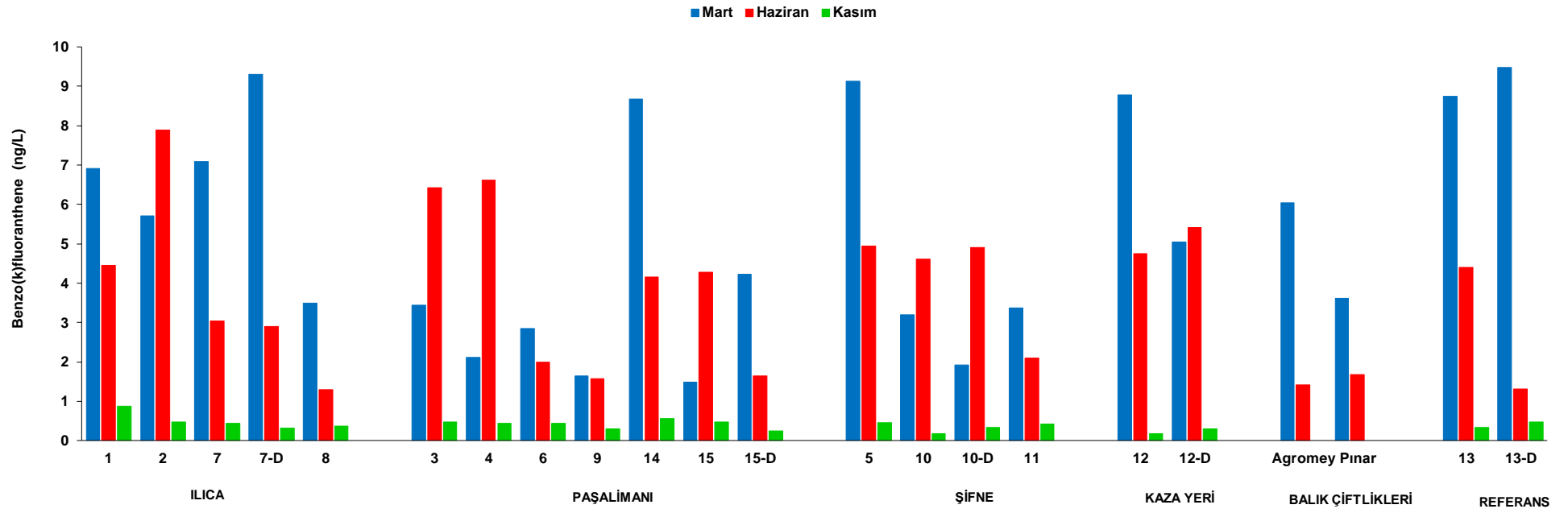
Şekil 3.9. Deniz suyunda Benzo(a)anthracene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



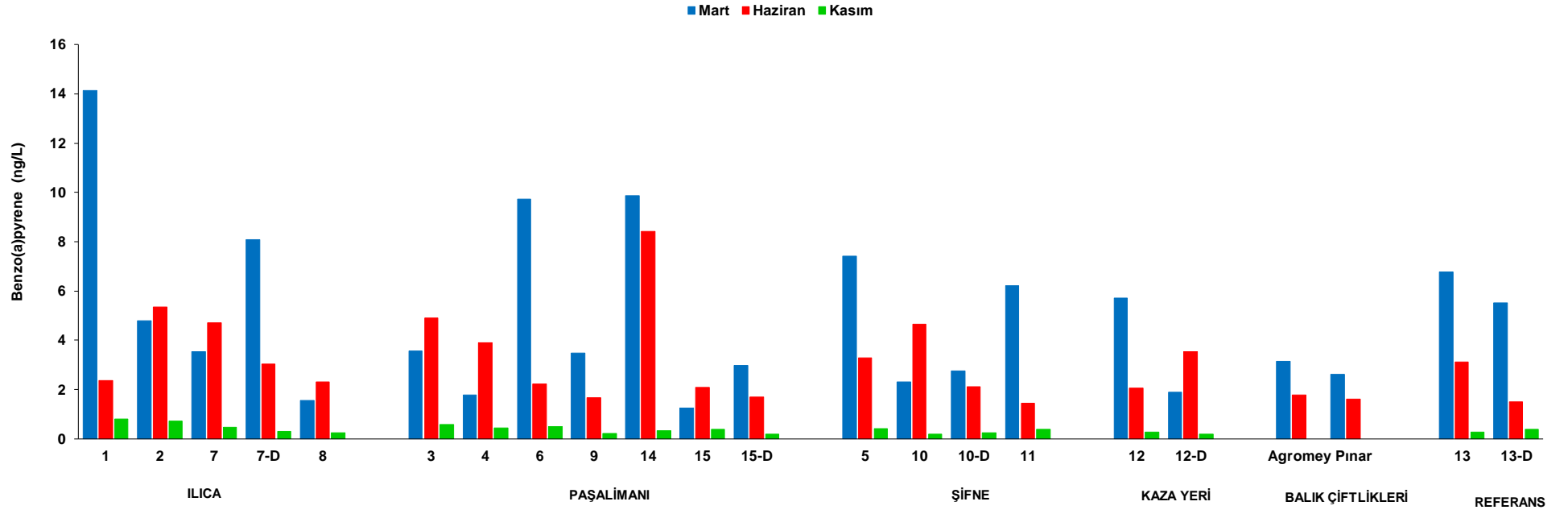
Şekil 3.10. Deniz suyunda Chrysene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



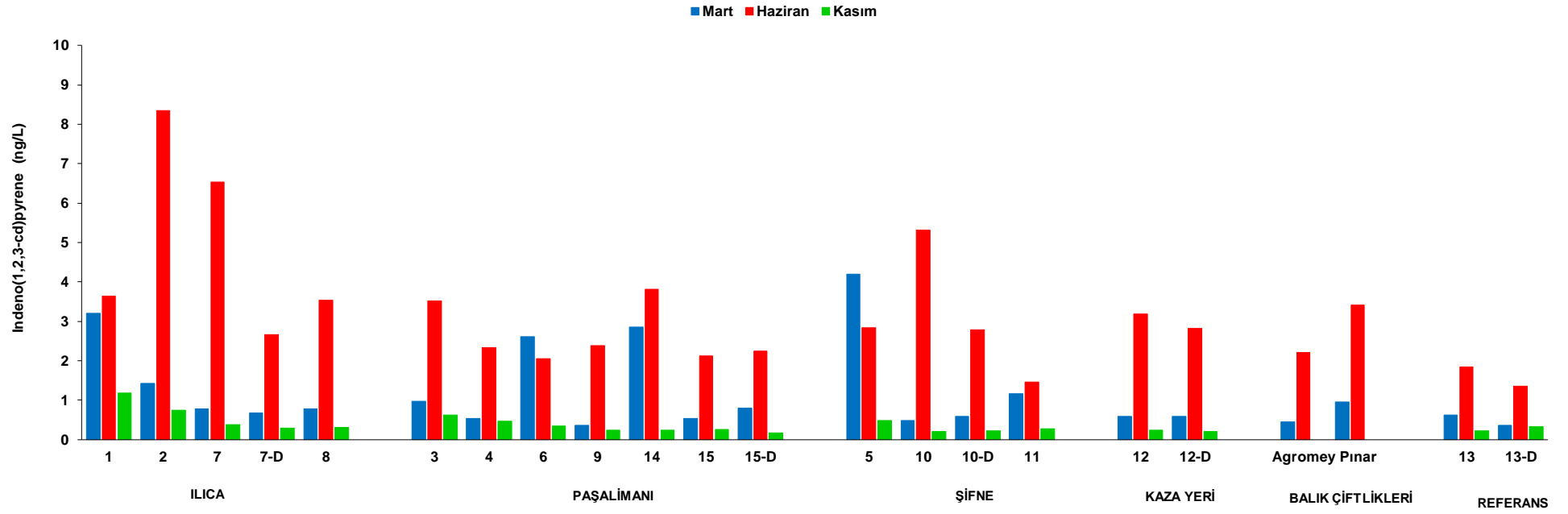
Şekil 3.11. Deniz suyunda Benzo(b)fluoranthene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



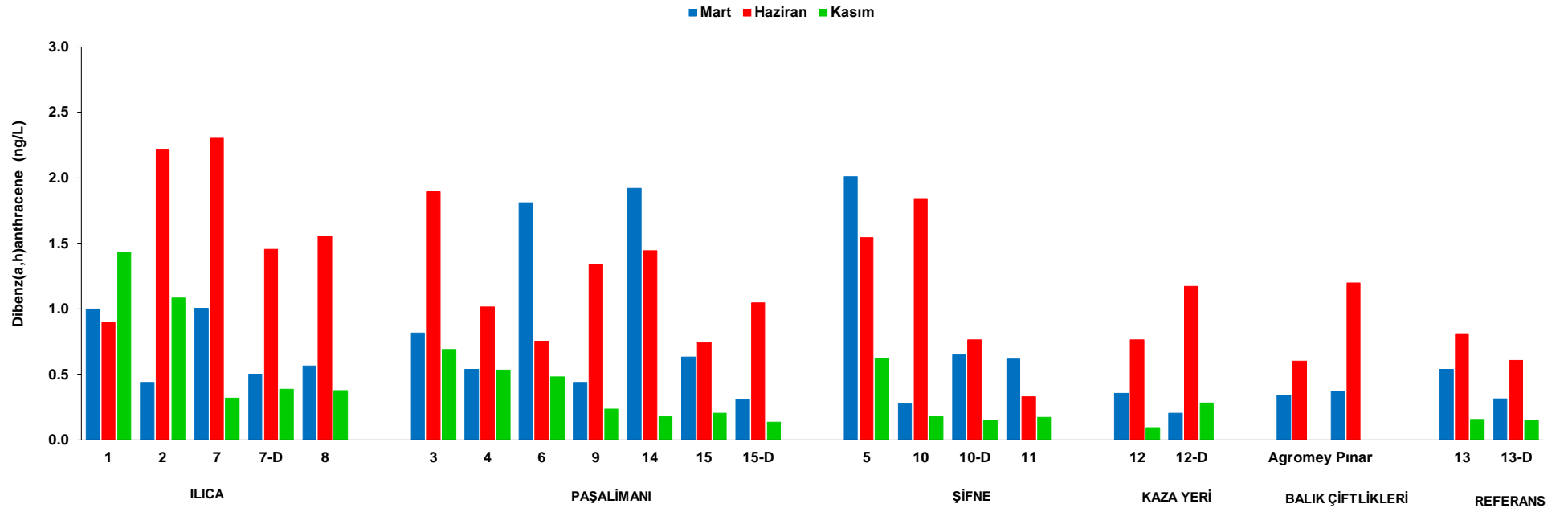
Şekil 3.12. Deniz suyunda Benzo(k)fluoranthene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



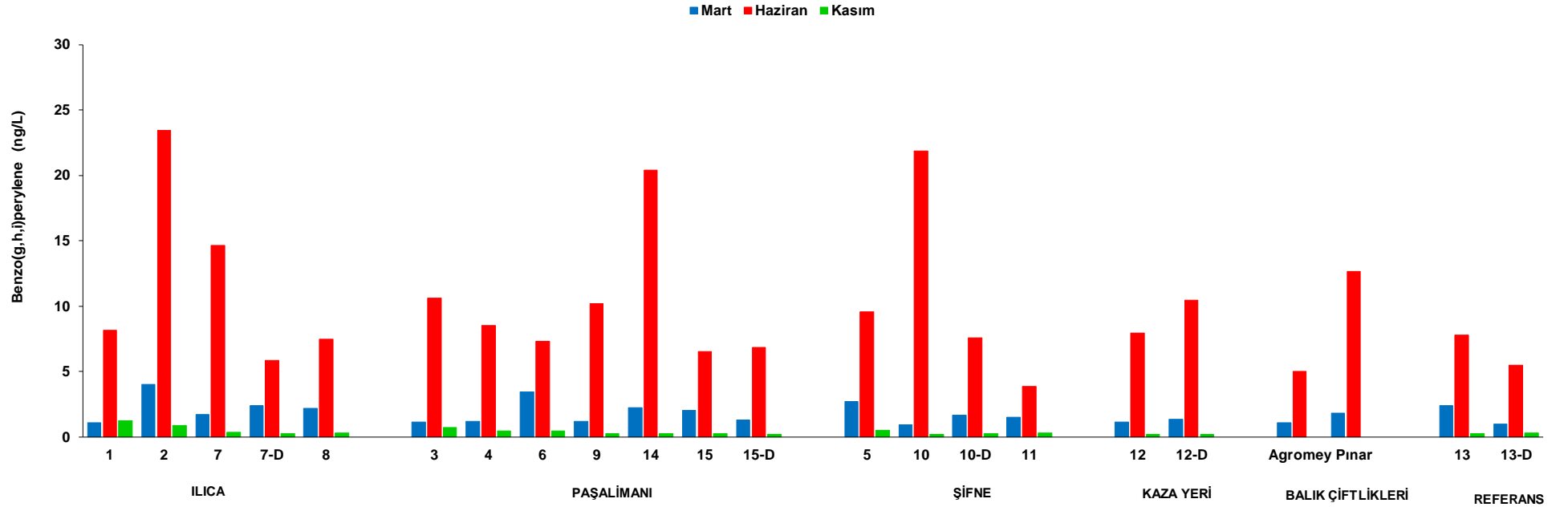
Şekil 3.13. Deniz suyunda Benzo(a)pyrene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



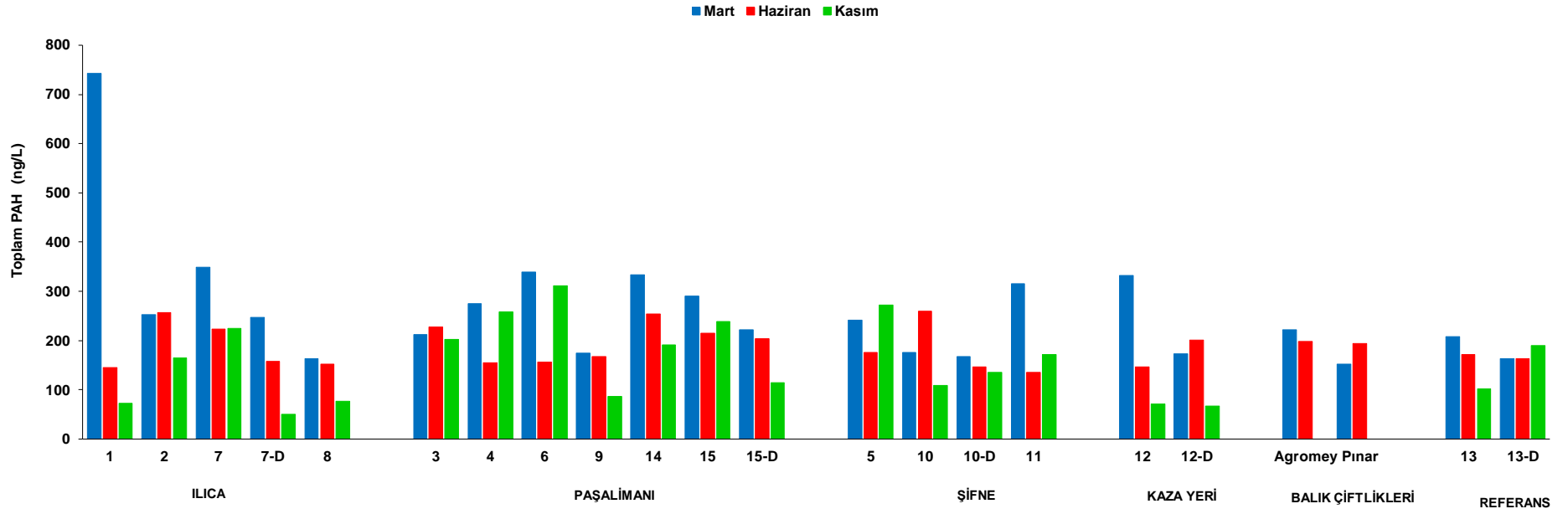
Şekil 3.14. Deniz suyunda Indeno(1,2,3-cd)pyrene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



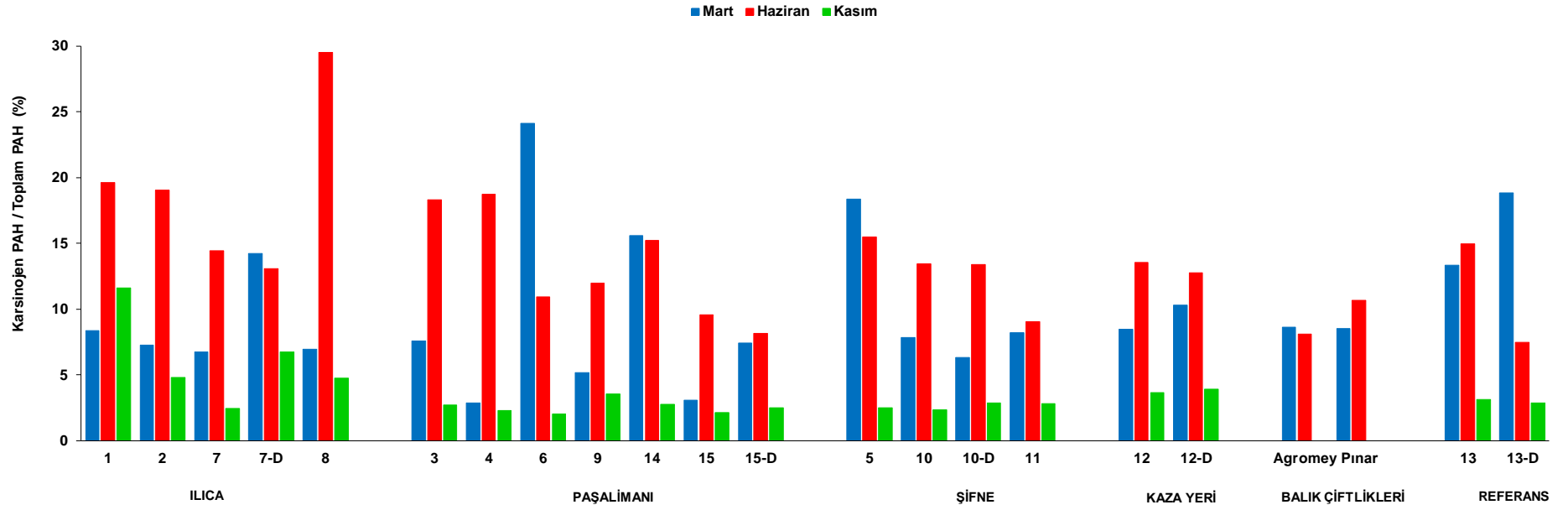
Şekil 3.15. Deniz suyunda Dibenzo(a,h)anthracene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



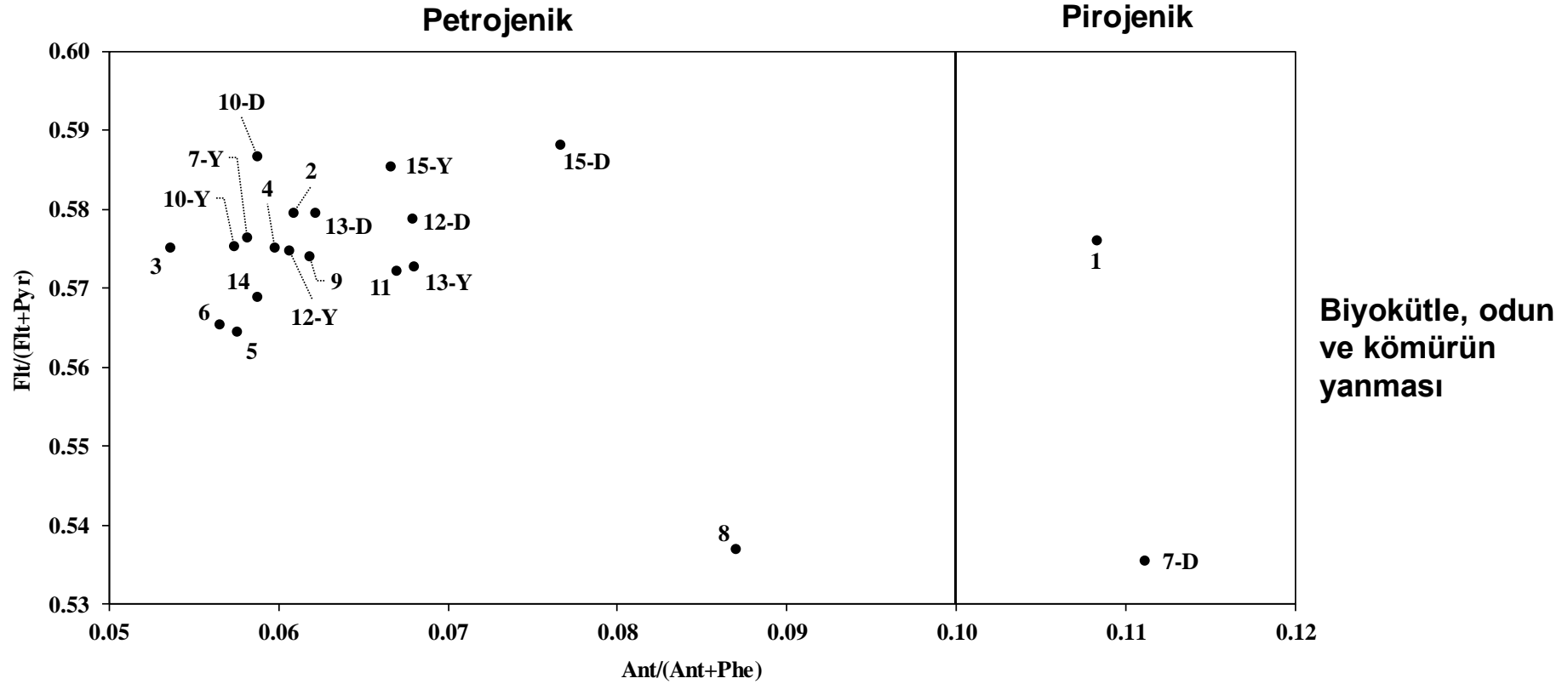
Şekil 3.16. Deniz suyunda Benzo(g,h,i)perylene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



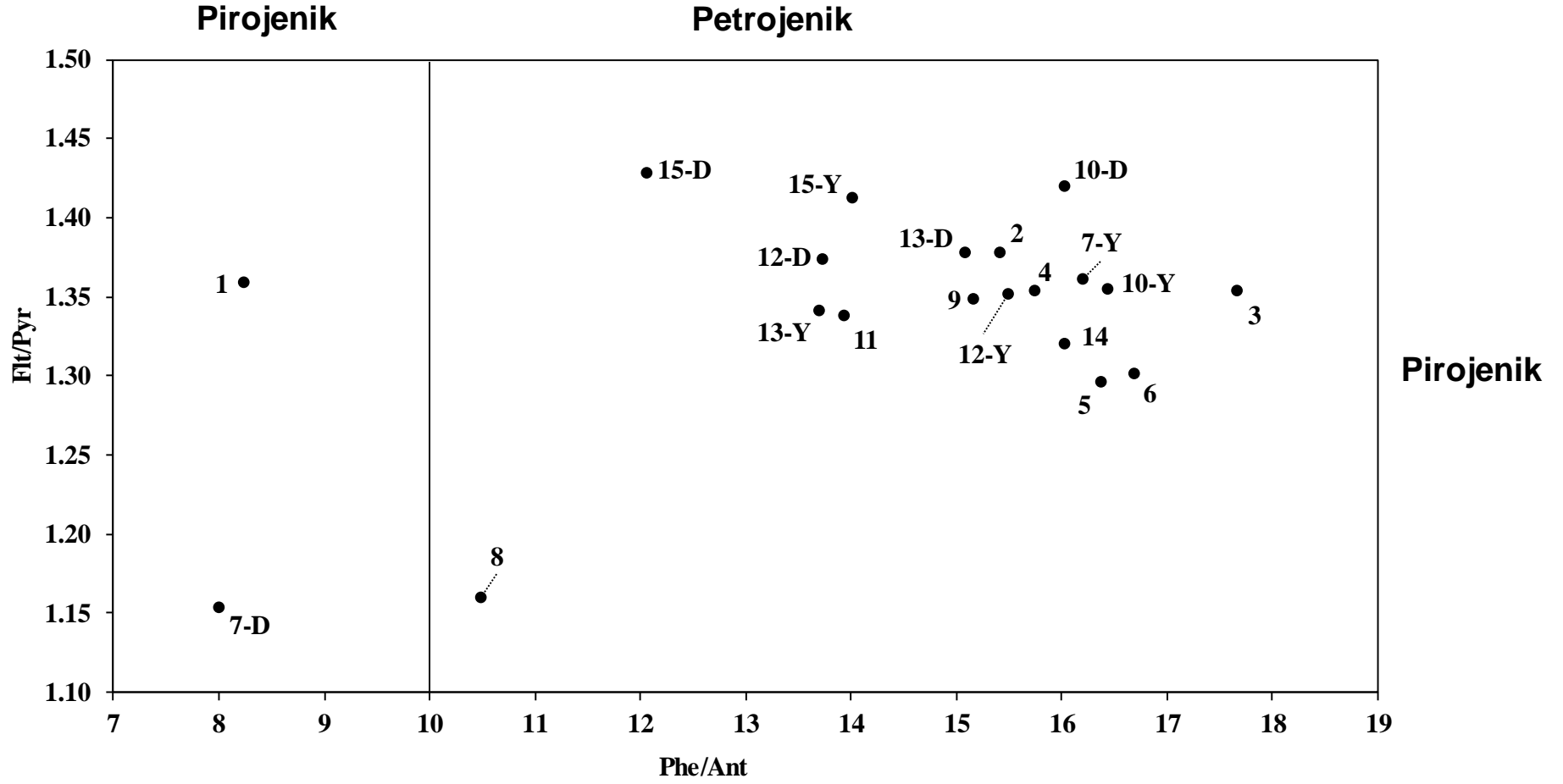
Şekil 3.17. Deniz suyunda Toplam PAH konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



Şekil 3.18. Deniz suyunda Karsinojen PAH / Toplam PAH oranlarının istasyonlara göre dağılımları.

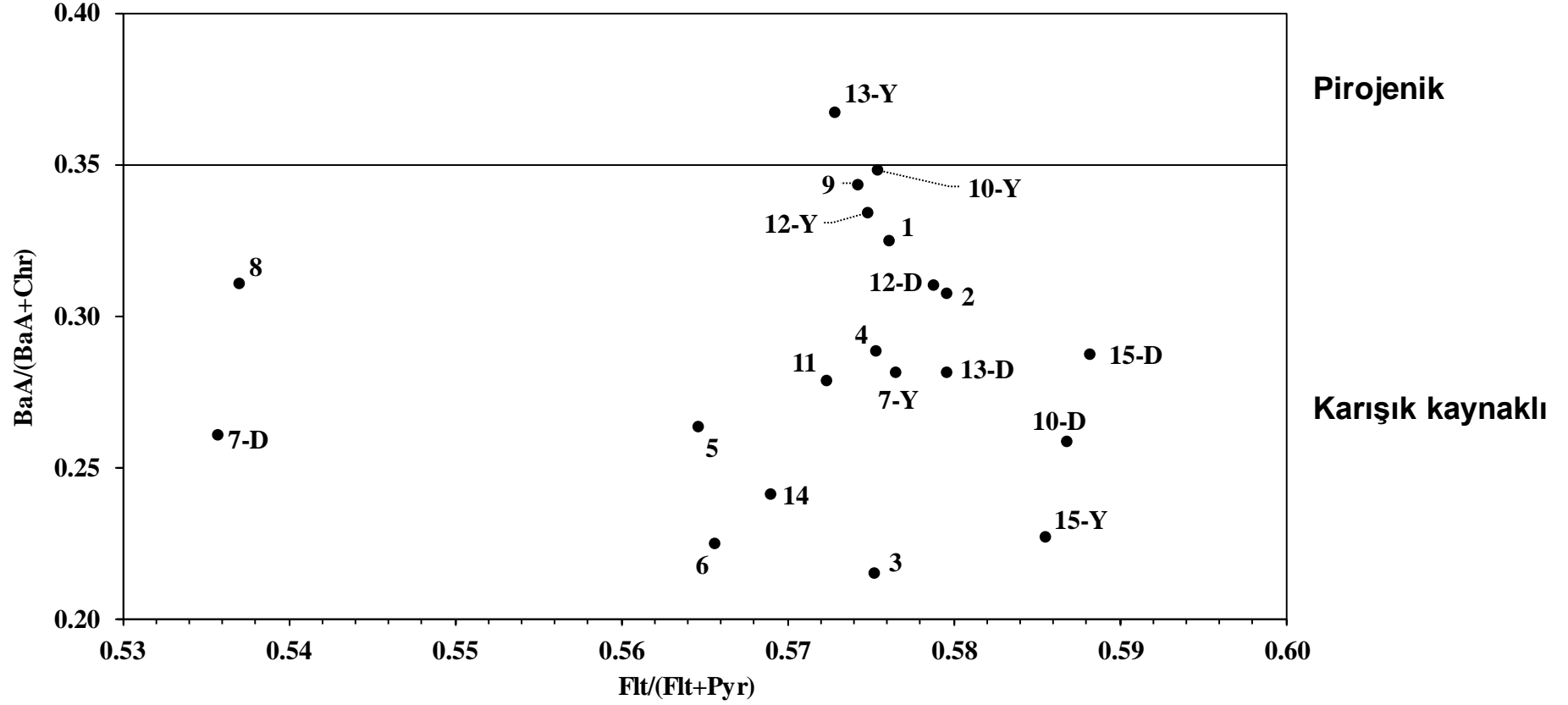


Şekil 3.19. Deniz suyunda Ant/(Ant+Phe) oranlarına karşı FIt/(FIt+Pyr) oranlarının istasyonlara göre dağılımı.

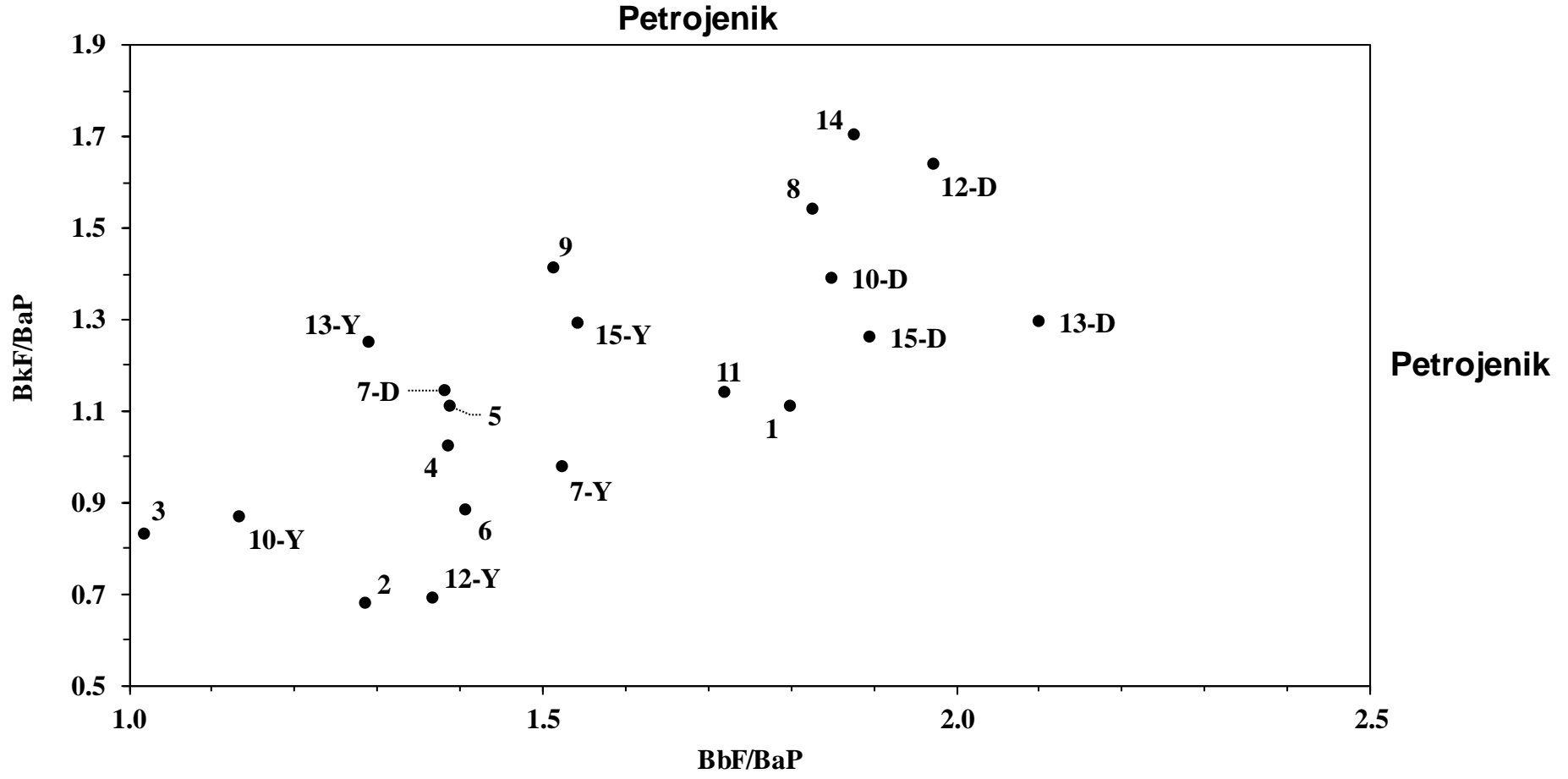


Şekil 3.20. Deniz suyunda Phe/Ant oranlarına karşı Flt/Pyr oranlarının istasyonlara göre dağılımı.

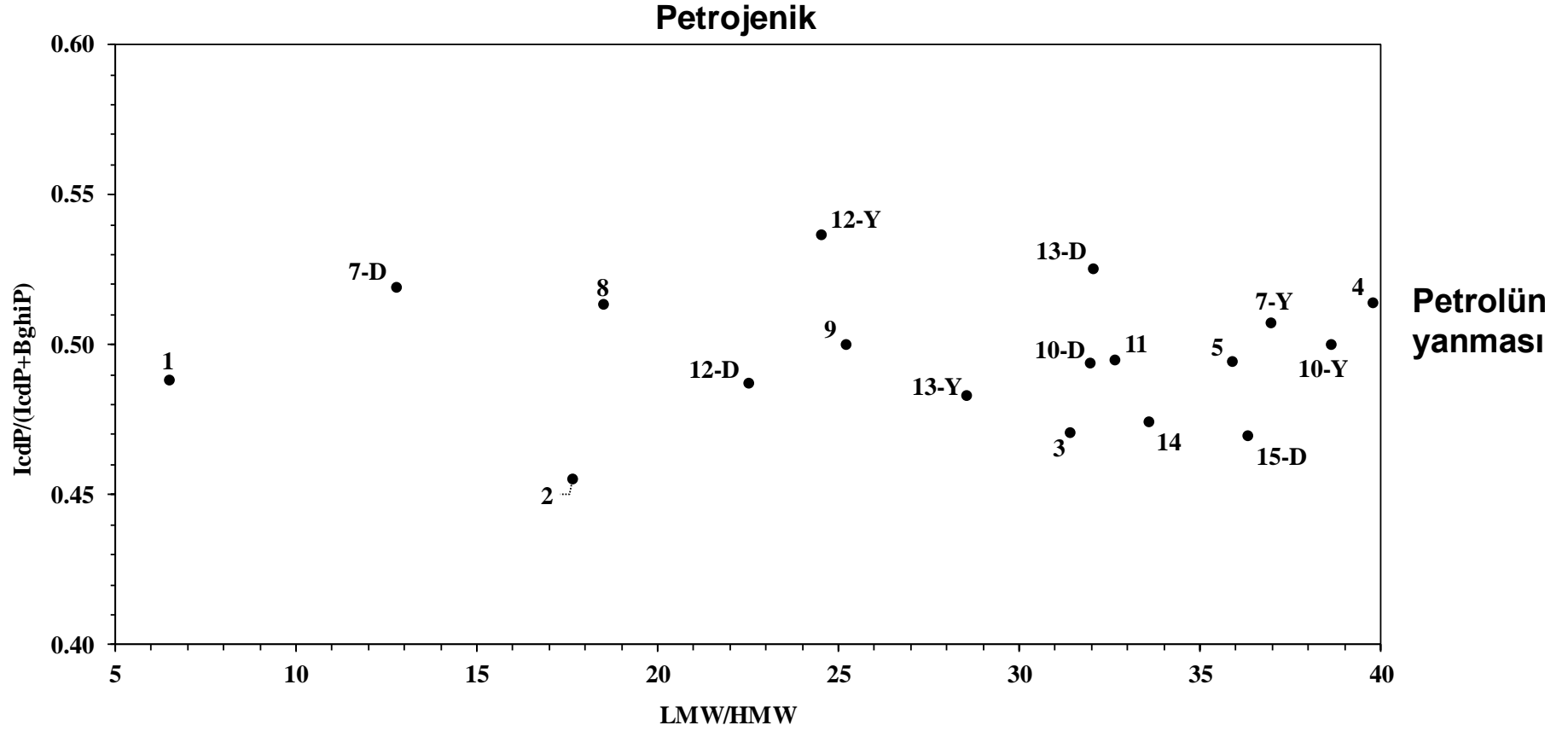
Biyokütle, odun ve kömürün yanması



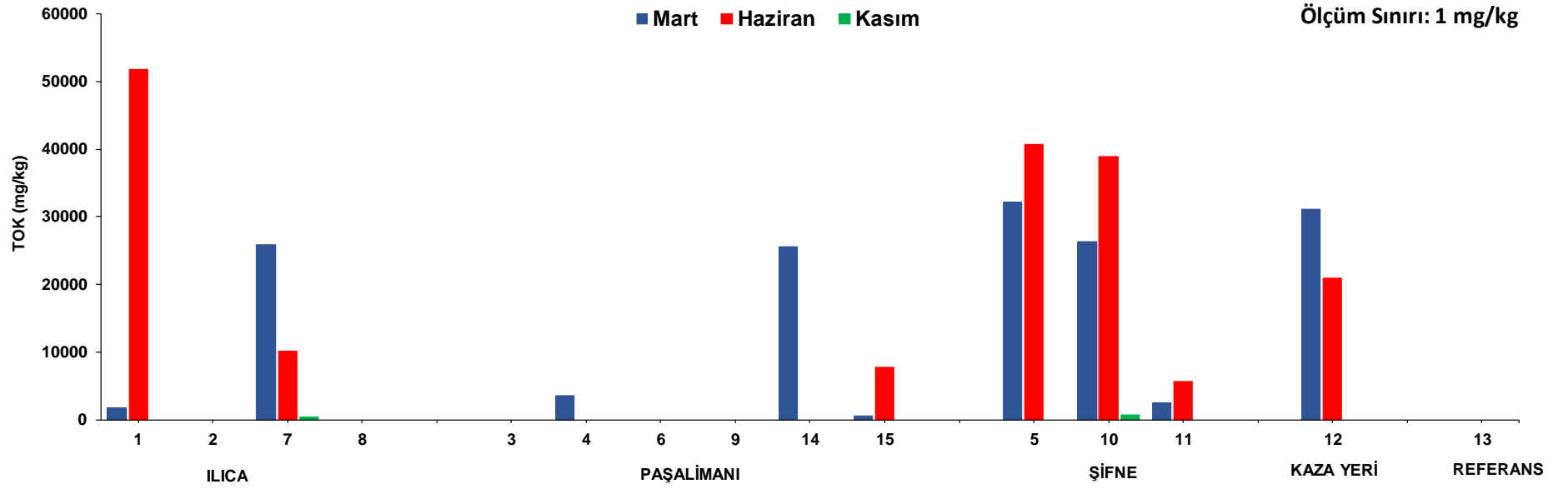
Şekil 3.21. Deniz suyunda BaA/(BaA+Chr) oranlarına karşı Flt/(Flt+Pyr) oranlarının istasyonlara göre dağılımı.



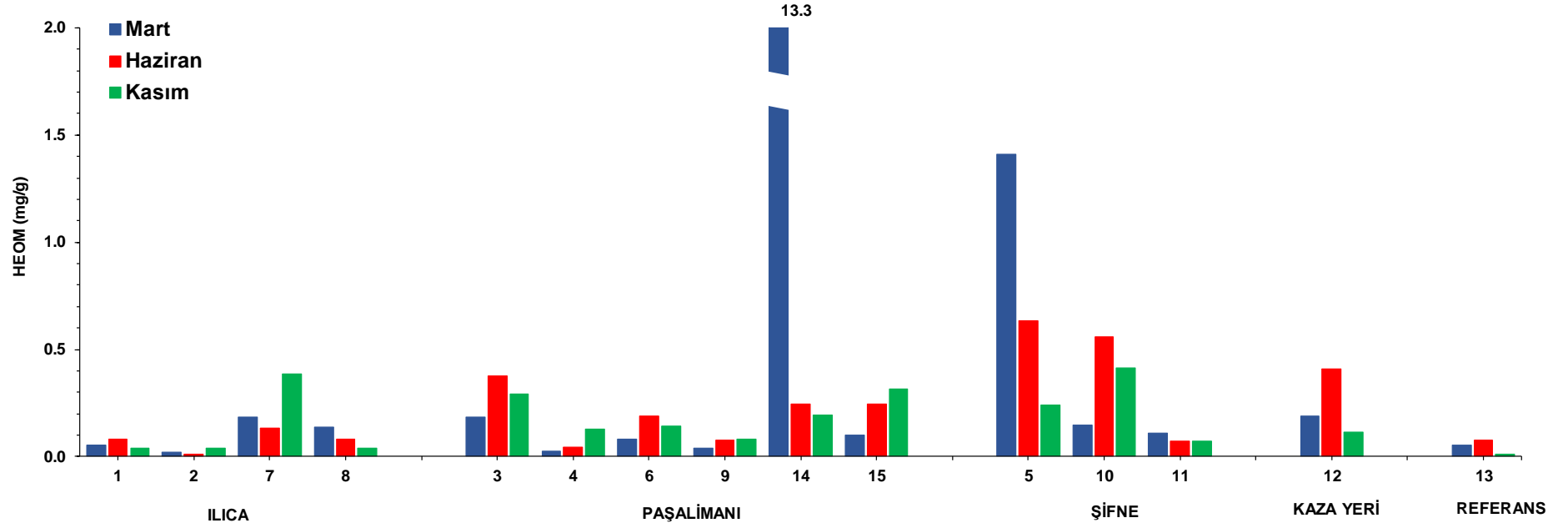
Şekil 3.22. Deniz suyunda BbF/BaP oranlarına karşı BkF/BaP oranlarının istasyonlara göre dağılımı.



Şekil 3.23. Deniz suyunda LMW/HMW oranlarına karşı IcdP/(IcdP+BghiP) oranlarının istasyonlara göre dağılımı.



Şekil 3.24. Sedimentte bulunan toplam organik karbon (TOK) düzeylerinin istasyonlara göre dağılımları.



Şekil 3.25. Sedimentte hegzanla ekstrakte olabilen madde (HEOM) miktarları.

3.4. Sedimentte Toplam Organik Karbon

Sedimentte bulunan toplam organik karbon (TOK) düzeylerinin istasyonlara göre değişimi Şekil 3.24'te verilmiştir. TOK değerleri Mart'ta nd-32164 mg/kg, Haziran'da nd-51851 mg/kg ve Kasım'da nd-705 mg/kg aralığında bulunmuştur. Kasım döneminde TOK konsantrasyonları Haziran dönemine göre tüm istasyonlarda azalmıştır. 7 ve 10 nolu istasyonlar hariç diğer istasyonlarda TOK düzeyleri ölçüm sınırı 1 mg/kg'ın altında bulunmuştur.

3.5. Sedimentte Hegzanla Ekstrakte Olabilen Organik Madde

Kasım'da sedimentte hegzanla ekstrakte olabilen madde (HEOM) düzeylerinin istasyonlara göre değişimi Şekil 3.25'te verilmiştir. HEOM değerleri Mart'ta 0.02-13.27 mg/g, Haziran'da 0.01-0.63 mg/g ve Kasım'da 0.01-0.41 mg/g aralığında bulunmuştur. Kasım'da en yüksek değerler sırasıyla 10, 7 ve 15 nolu istasyonlarda gözlenmiştir. Diğer istasyonlarda gözlenen değerler bu  istasyona kıyasla daha düşük bulunmuştur. 2, 4, 7, 9 ve 15 nolu istasyonlarda Mart ve Haziran aylarına göre artış gözlenmiştir.

3.6. Sedimentte Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar

Kasım'da sedimentte analiz edilen Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar ve spesifik bileşenleri (EPA'nın belirlediği 15 bileşen) Şekil 3.26-3.41 ve Tablo 3.6'da verilmiştir. Acenaphtylene: 6.9-25.6; Acenaphthene: 4.5-15.7; Fluorene: 17.3-47.9; Phenanthrene: 55.4-140.4; Anthracene: 2.0-14.6; Fluoranthene: 5.9-45.7; Pyrene: 4.1-340.3; Benzo(a)Anthracene: 0.3-179.6; Chrysene: 1.4-606.6; Benzo(b)Fluoranthene: 0.2-59.4; Benzo(k)Fluoranthene: 0.2-18.2; Benzo(a)Pyrene: 0.2-111.4; Indeno(1,2,3-c,d)Pyrene: 0.2-16.1; Dibenzo(ah)Anthracene: 0.2-54.8; Benzo(g,h,i)Perylene: 0.3-119.0 ng/g aralığında ölçülmüştür. Toplam PAH ise 104.6-1702.3 ng/g aralığında bulunmuştur. Sedimentteki PAH bileşenlerinin Mart, Haziran ve Kasım dönemlerindeki değişimleri Tablo 3.7'de verilmiştir.

Tablo 3.6. Kasım döneminde sedimentte ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon konsantrasyonları (ng/g).

PAH Bileşenleri	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Acenaphthylene	6.9	7.2	14.6	7.2	8.3	7.6	16.8	7.5	9.6	25.6	9.5	15.5	10.6	20.7	11.2
Acenaphthene	4.5	5.1	8.7	4.5	5.0	4.7	10.3	5.0	5.6	15.7	5.8	9.8	6.4	8.4	6.4
Fluorene	17.3	19.2	34.3	19.1	18.1	18.2	38.4	19.2	18.5	47.9	19.4	31.1	20.0	19.0	21.0
Phenanthrene	58.7	66.1	114.3	66.1	61.8	56.6	125.5	62.0	55.4	140.4	55.7	92.9	63.8	88.4	68.3
Anthracene	2.4	2.6	5.3	2.4	2.9	2.3	6.3	2.5	2.0	5.9	2.0	4.0	2.6	14.6	3.7
Fluoranthene	9.1	10.3	18.0	9.9	9.8	8.0	23.0	9.1	5.9	19.2	6.2	11.3	8.5	45.7	23.1
Pyrene	6.2	6.6	16.5	7.5	19.5	6.4	15.2	11.5	4.1	12.0	4.2	7.5	5.8	340.3	19.6
Benz(a)anthracene	0.3	0.4	3.8	0.9	9.6	1.4	3.0	3.1	0.3	1.7	0.3	0.8	0.9	179.6	12.1
Chrysene	1.9	2.1	19.8	4.5	32.8	6.9	9.7	11.7	1.4	7.2	1.4	3.9	3.6	606.6	20.9
Benzo(b)fluoranthene	0.3	0.5	4.1	0.6	4.6	1.4	5.3	1.3	0.2	5.5	0.3	2.0	2.2	59.4	7.3
Benzo(k)fluoranthene	0.2	0.2	1.9	0.3	1.6	0.6	4.9	0.8	0.3	2.4	0.3	1.9	2.1	18.2	7.8
Benzo(a)pyrene	0.4	0.3	4.9	0.8	8.2	2.1	2.9	1.8	0.3	2.2	0.2	1.0	0.8	111.4	8.0
Indeno (1,2,3-cd)pyrene	0.4	0.4	2.1	0.3	1.6	0.6	5.8	0.5	0.2	4.7	0.2	2.1	2.8	16.1	4.2
Dibenz(a,h)anthracene	0.3	0.3	4.1	0.5	3.8	1.4	1.4	0.8	0.2	0.9	0.2	0.4	0.6	54.8	2.7
Benzo(g,h,i)perylene	0.5	0.4	10.7	1.2	9.6	3.5	7.0	2.1	0.7	5.2	0.3	2.1	2.4	119.0	7.4
TOPLAM PAH	109.5	121.8	262.8	125.9	197.1	121.6	275.6	138.8	104.6	296.5	105.8	186.3	133.2	1702.3	223.7
ΣKarsinojen/ΣPAH (%)	3.6	3.5	15.4	6.4	31.5	11.7	12.0	14.4	2.7	8.3	2.6	6.5	9.8	61.4	28.2

Tablo 3.7. Sedimentteki PAH bileşenlerinin Mart, Haziran ve Kasım dönemlerindeki değişimleri.

PAH Bileşenleri	Sedimentteki Değişim
Acenaphthylene	Haziran'da 6, 12, 15 nolu istasyonlarda artmış, diğerlerinde azalmıştır. Kasım'da Haziran'a göre tüm istasyonlarda artmıştır.
Acenaphthene	Haziran'da 3, 12 nolu istasyonlarda artmış, diğerlerinde azalmıştır. Kasım'da Haziran'a göre 2, 6, 7, 8, 9, 10, 11 ve 15 nolu istasyonlarda artmış, diğerlerinde azalmıştır.
Fluorene	Haziran'da tüm istasyonlarda azalmıştır. Kasım'da Haziran'a göre tüm istasyonlarda artmıştır.
Phenanthrene	Haziran'da 12 nolu istasyon hariç diğerlerinde azalmıştır. Kasım'da 13 nolu istasyon hariç diğer istasyonlarda Haziran'a göre artmıştır.
Anthracene	Haziran'da 14 nolu istasyon hariç diğerlerinde artmıştır. Kasım'da 7 ve 14 nolu istasyonlarda Haziran'a göre artmış, diğer istasyonlarda azalmıştır.
Fluoranthene	Haziran'da tüm istasyonlarda azalmıştır. Kasım'da tüm istasyonlarda artmıştır.
Pyrene	Haziran'da 5,6,7,8,9 ve 14 nolu istasyonlarda azalmış, diğerlerinde artmıştır. Kasım'da 3, 6, 7, 8, 14 ve 15 nolu istasyonlarda artmış, diğerlerinde azalmıştır.
Benz(a)anthracene	Haziran'da 5 ve 14 nolu istasyonlarda azalmış, diğerlerinde artmıştır. Haziran'da 7, 8, 13, 14 ve 15 nolu istasyonlarda artmış, diğerlerinde azalmıştır.
Chrysene	Haziran'da 1,2,6,10,11,12 ve 15 nolu istasyonlarda artmış, diğerlerinde azalmıştır. Kasım'da 2, 5, 6, 10 ve 11 nolu istasyonlarda azalmış, diğerlerinde artmıştır.
Benzo(b)fluoranthene	Haziran'da 14 nolu istasyon hariç diğerlerinde artmıştır. Kasım'da 14 nolu istasyon hariç diğerlerinde azalmıştır.
Benzo(k)fluoranthene	Haziran'da 1,4,5,9,13 ve 14 nolu istasyonlarda azalmış, diğerlerinde artmıştır. Kasım'da 2,4,5,6,9 ve 11 nolu istasyonlarda azalmış, diğerlerinde artmıştır.
Benzo(a)pyrene	Haziran'da 5,9 ve 14 nolu istasyonlarda azalmış, diğerlerinde artmıştır. Kasım'da 3,8,13,14 ve 15 nolu istasyonlarda artmış, diğerlerinde azalmıştır.
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	Haziran'da 8,9,13 ve 14 nolu istasyonlarda azalmış, diğerlerinde artmıştır. Kasım'da 1, 7, 8, 10, 12, 13, 14 ve 15 nolu istasyonlarda artmış, diğerlerinde azalmıştır.
Dibenz(a,h)anthracene	Haziran'da 5 ve 14 nolu istasyonda azalmış, diğerlerinde artmıştır. Kasım'da 3, 14 ve 15 nolu istasyonda artmış, diğerlerinde azalmıştır.
Benzo(g,h,i)perylene	Haziran'da 6,7,10,12 ve 15 nolu istasyonlarda artmış, diğerlerinde azalmıştır. Kasım'da 5, 6, 11 ve 12 nolu istasyonlarda azalmış, diğerlerinde artmıştır.
TOPLAM PAH	Haziran'da 3 ,6, 11 ve 12 nolu istasyonlarda artmış, diğerlerinde azalmıştır. Kasım'da 5 ,6, 11 ve 12 nolu istasyonlarda azalmış, diğerlerinde artmıştır.
Karsinojenik PAH / Toplam PAH (%)	Haziran'da tüm istasyonlarda artmıştır. Kasım'da 13 ve 14 nolu istasyonlar hariç azalmıştır.

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 3.8’de verilen sediment kalite kriterlerine göre (SQAGs, 1994) Kasım’da sedimentte saptanan PAH konsantrasyonları:

- Acy: Tüm istasyonlarda ölçülen değerler TEL-PEL aralığında;
- Ace: 3, 7, 10, 12 ve 14 nolu istasyonlarda ölçülen değerler TEL-PEL aralığında; diğerleri TEL değerinden küçük;
- Flu: 3, 7, 10, 12, 13 ve 15 nolu istasyonlarda ölçülen değerler TEL-PEL aralığında; diğerleri TEL değerinden küçük;
- Phe: 3, 7, 10, 12 ve 14 nolu istasyonlarda ölçülen değerler TEL-PEL aralığında; diğerleri TEL değerinden küçük;
- Ant: Tüm istasyonlarda ölçülen değerler TEL değerinden küçük;
- Flt: Tüm istasyonlarda ölçülen değerler TEL değerinden küçük;
- Pyr: 14 nolu istasyonda TEL-PEL aralığında, diğer istasyonlarda ölçülen değerler TEL değerinden küçük;
- BaA: 14 nolu istasyonda TEL-PEL aralığında, diğer istasyonlarda ölçülen değerler TEL değerinden küçük;
- Chr: 14 nolu istasyonda TEL-PEL aralığında, diğer istasyonlarda ölçülen değerler TEL değerinden küçük;
- BaP: Tüm istasyonlarda ölçülen değerler TEL değerinden küçük;
- DahA: 14 nolu istasyonda TEL-PEL aralığında, diğer istasyonlarda ölçülen değerler TEL değerinden küçük;
- Toplam PAH: 14 nolu istasyonda TEL-PEL aralığında, diğer istasyonlarda ölçülen değerler TEL değerinden küçük.

Toplam PAH ve PAH bileşenlerinden Acy ve Ace 3, 7, 10, 12 ve 14 nolu istasyonlarda; Flu 3, 7, 10 ve 12 nolu istasyonlarda; Phe 3, 7 ve 10 nolu istasyonlarda; Ant, Flt, Pyr, BaA, Chr, BbF, BkF, BaP, IcdP, DahA, BghiP ve Toplam PAH 14 nolu istasyonda yüksek konsantrasyonlarda tespit edilmiştir (Şekil 3.41). Haziran’da Toplam PAH 14 nolu istasyonda azalmış, Kasım’da ise artmıştır. Toplam PAH, 5 nolu istasyonda Mart’tan Kasım’a doğru azalmıştır. Kasım’da toplam PAH diğer istasyonlarda daha düşük seviyelerde gözlenmiştir.

Sediment örnekleri için Toplam PAH içindeki karsinojen bileşik yüzdesi Mart'ta %1.8-37.3 aralığında iken, Haziran'da %11.8-80.8 ve Kasım'da ise %2.6-61.4 aralığında bulunmuştur (Şekil 3.42). En yüksek Toplam PAH içindeki karsinojen bileşik yüzdesi Mart ve Haziran'da 5 nolu istasyonda iken Kasım'da 14 nolu istasyonda gözlenmiştir. En düşük Toplam PAH içindeki karsinojen bileşik yüzdesi ise Mart ve Haziran'da sırasıyla 7 ve 1 nolu istasyonlarda; Kasım'da ise 11 nolu istasyonda saptanmıştır. Toplam PAH içindeki karsinojen bileşik yüzdesi Haziran'da 6, 11 ve 14 nolu istasyonlarda, Kasım'da ise sadece 14 nolu istasyonda %50'nin üzerinde olduğu görülmüştür.

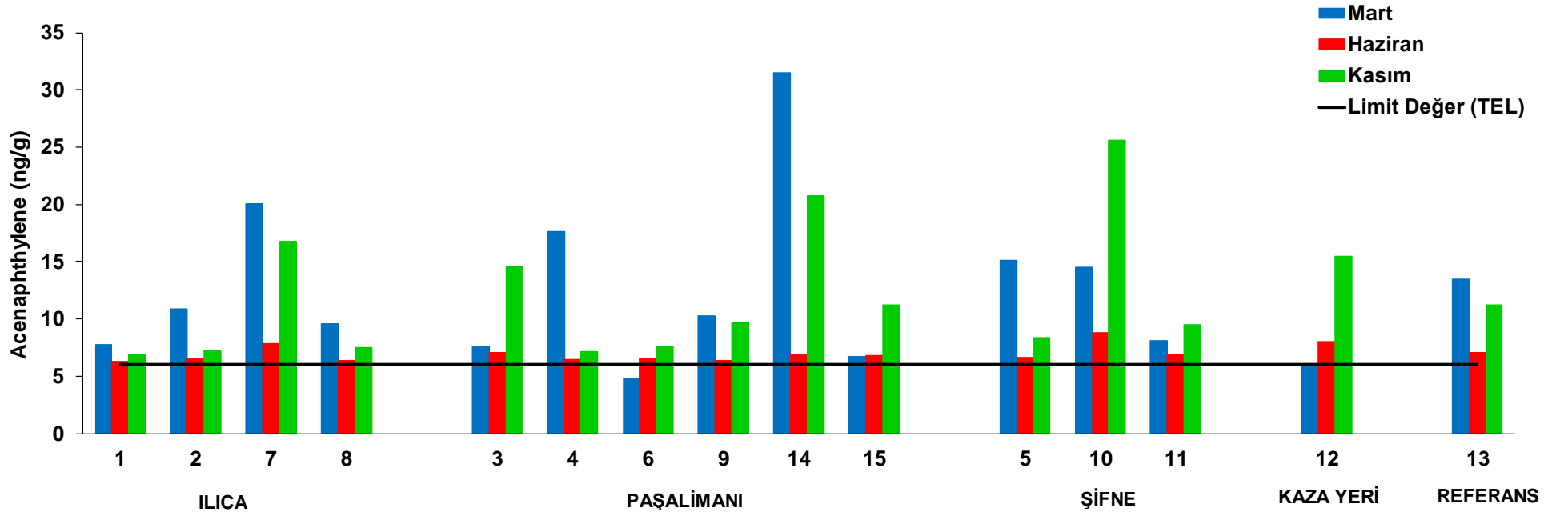
Tablo 3.8. Kasım'da çalışma bölgesi sedimentlerinde ölçülen PAH bileşikleri ile Toplam PAH konsantrasyon aralıkları (ng/g) ve TEL- PEL (ng/g) değerleri (SQAGs, 1994).

PAH Bileşikleri	Konsantrasyon aralığı	TEL	PEL
Acy	6.9-25.6	6	128
Ace	4.5-15.7	7	89
Flu	17.3-47.9	21	144
Phe	55.4-140.4	87	544
Ant	2.0-14.6	47	245
Flt	5.9-45.7	113	1494
Pyr	4.1-340.3	153	1398
BaA	0.3-179.6	75	693
Chr	1.4-606.6	108	846
BaP	0.2-111.4	89	763
DahA	0.2-54.8	6	135
ΣPAHs	104.6-1702.3	1684	16770

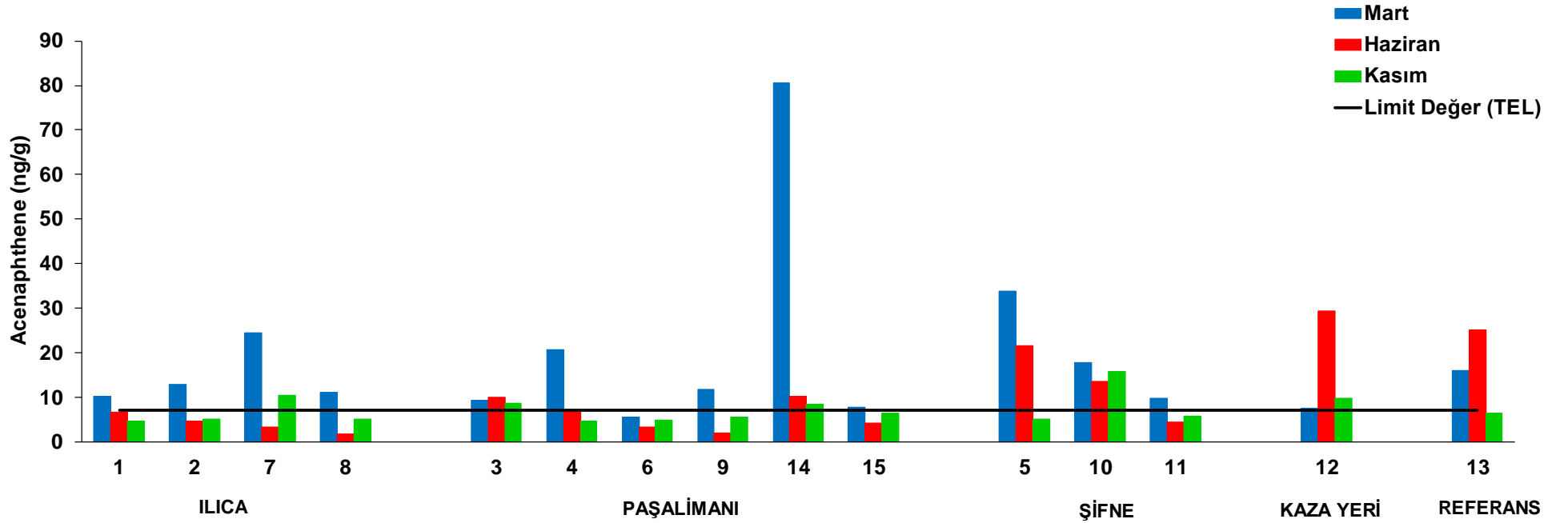
Baumard ve ark. (1998)'in oluşturduğu sediment kirlilik kriterlerine göre 0-100 ng/g düşük, 100-1000 ng/g orta, 1000-5000 ng/g yüksek ve >5000 ng/g çok yüksek olarak tanımlanmaktadır. Bu kriterlere göre, Kasım'da 14 hariç tüm istasyonların orta

seviyede PAH kirliliği taşıdığı, 14 nolu istasyonun yüksek kirlilik seviyesinde olduğu bulunmuştur (Şekil 3.41). Mart dönemine kıyasla, PAH seviyelerinin sadece 6 ve 12 nolu istasyonlarda düşük seviyeden orta seviyeye yükseldiği, öte yandan, 14 nolu istasyonun ise yüksek seviyeden orta seviyeye düştüğü belirlenmiştir. Kasım döneminde ise Haziran'a göre 5, 6, 11 ve 12 nolu istasyonlar hariç artış gözlenmiştir.

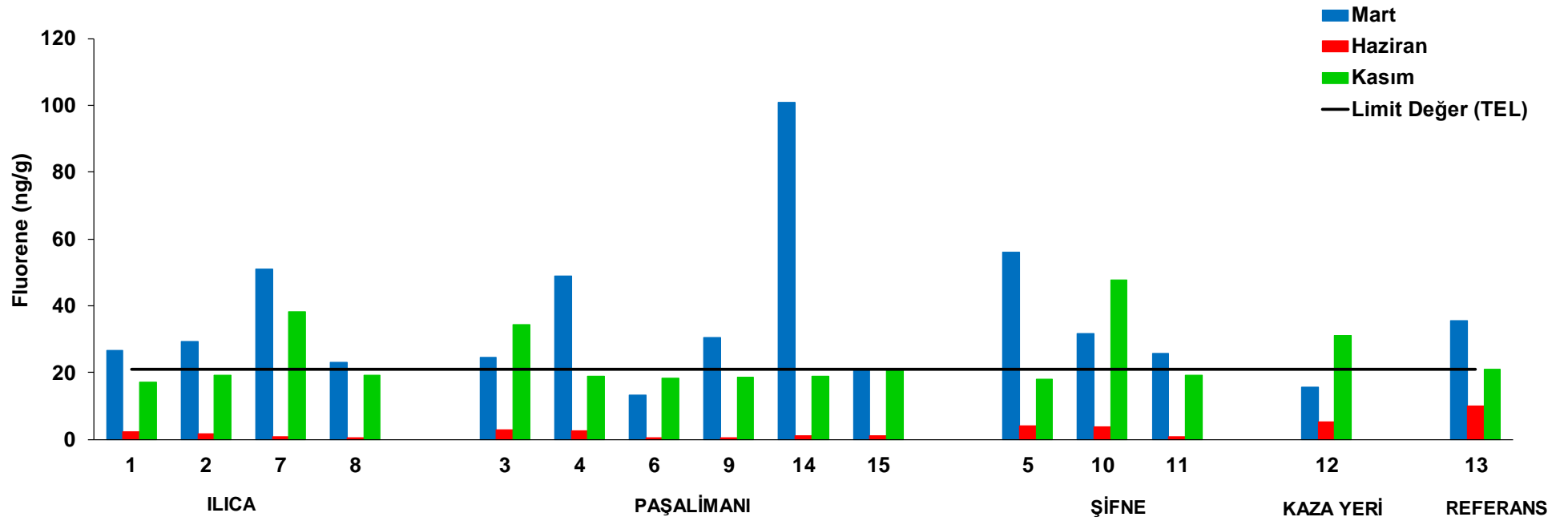
PAH bileşiklerine ait moleküler indislerden (Tablo 3.5) LMW/HMW, Phe/Ant ve Ant/(Ant+Phe) oranlarına göre 14 numaralı istasyon pirojenik, diğer istasyonların ise petrojenik kaynaklı olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.43-3.47). BaA/(BaA+Chr) oranına göre 15 nolu istasyonun pirojenik; 1, 2, 3, 4, 6, 9, 10, 11, 12 ve 13 nolu istasyonların petrojenik kaynaklı ve diğer istasyonların karışık kaynaklı olduğu belirlenmiştir. Flt/(Flt+Pyr) oranlarına göre 5 ve 14 nolu istasyonun petrojenik, diğer istasyonların pirojenik kaynaklı oldukları gözlenmiştir. Flt/Pyr oranına göre 5, 8 ve 14 nolu istasyonun petrojenik, diğer istasyonların pirojenik kaynaklı oldukları gözlenmiştir. BbF/BaP oranına göre tüm istasyonların petrojenik kaynaklı olduğu gözlenmiştir. BkF/BaP oranına göre 3, 4, 5, 6, 8 ve 14 nolu istasyonların pirojenik, diğer istasyonların petrojenik kaynaklı olduğu gözlenmiştir. IcdP/(IcdP+BghiP) oranına göre 3, 5, 6 ve 14 nolu istasyonlar petrojenik, diğer istasyonların ise pirojenik kaynaklı olduğu gözlenmiştir. Genel olarak hesaplanan tüm indislere göre Ildırı ve Ilıca Körfezi sediment örneklerindeki PAH'ların kaynağının pirojenik ve petrojenik olduğu bulunmuştur.



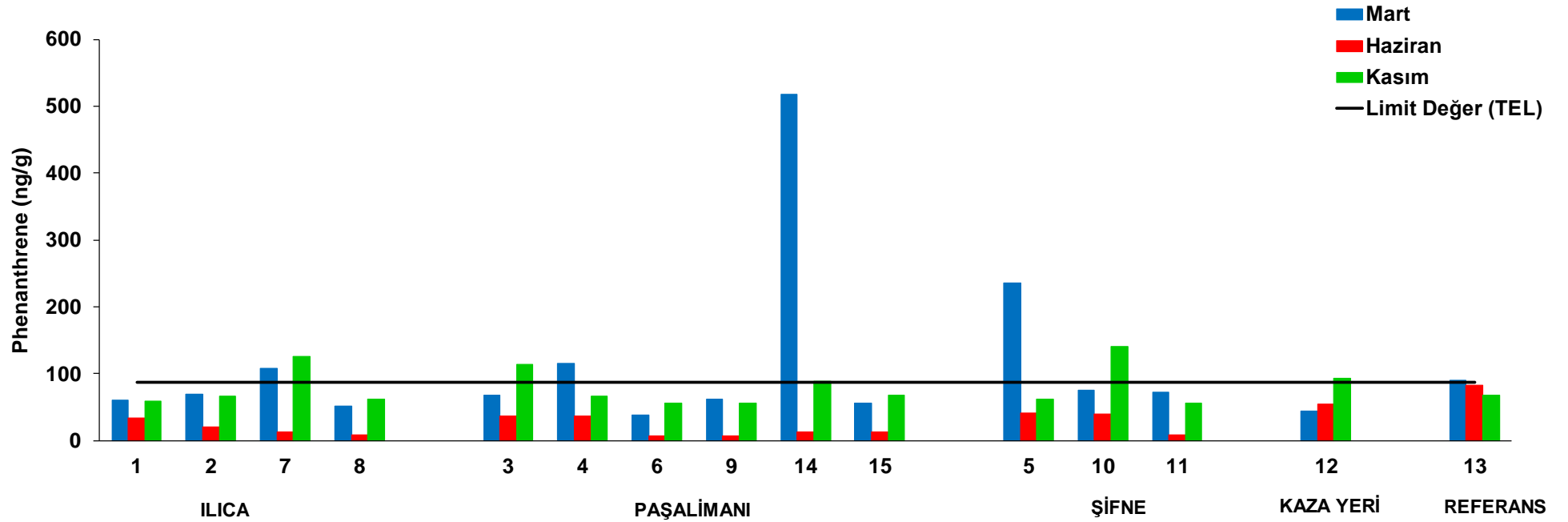
Şekil 3.26. Sedimentte Acenaphthylene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



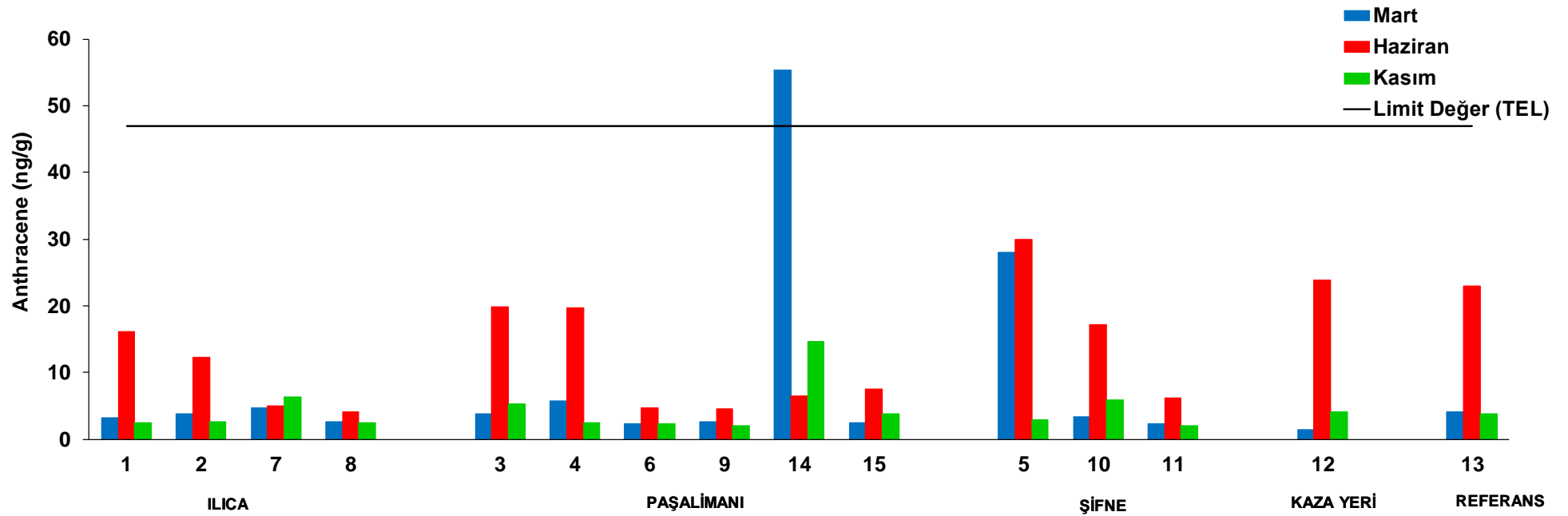
Şekil 3.27. Sedimentte Acenaphthene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



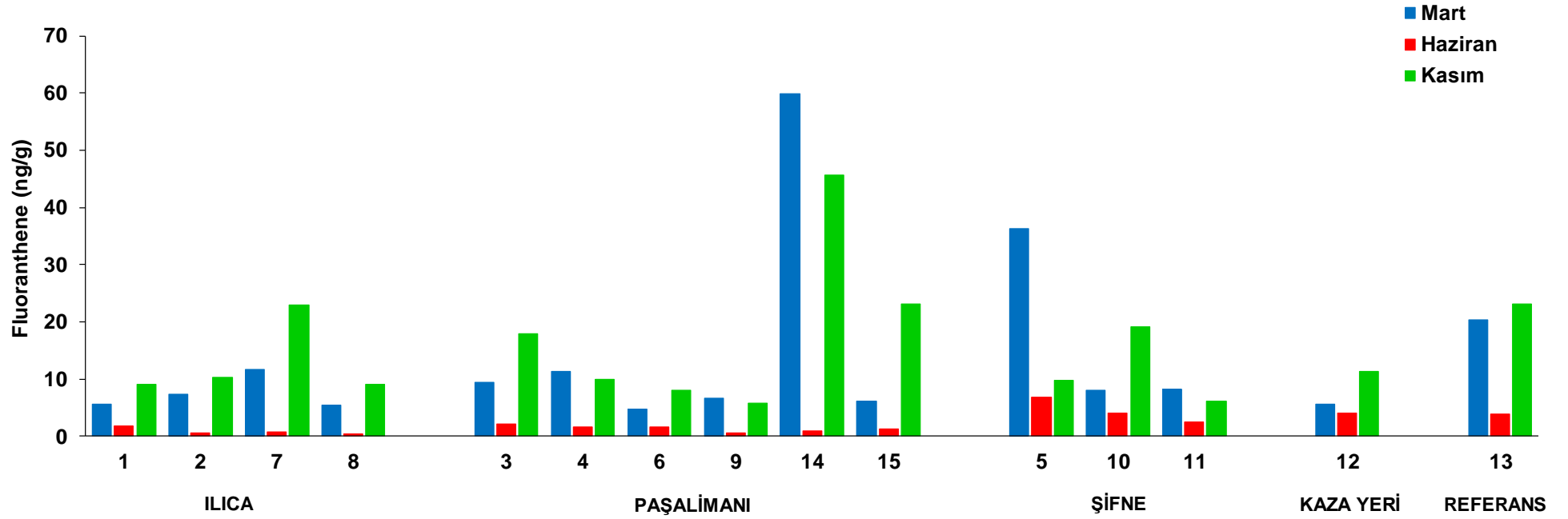
Şekil 3.28. Sedimentte Fluorene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



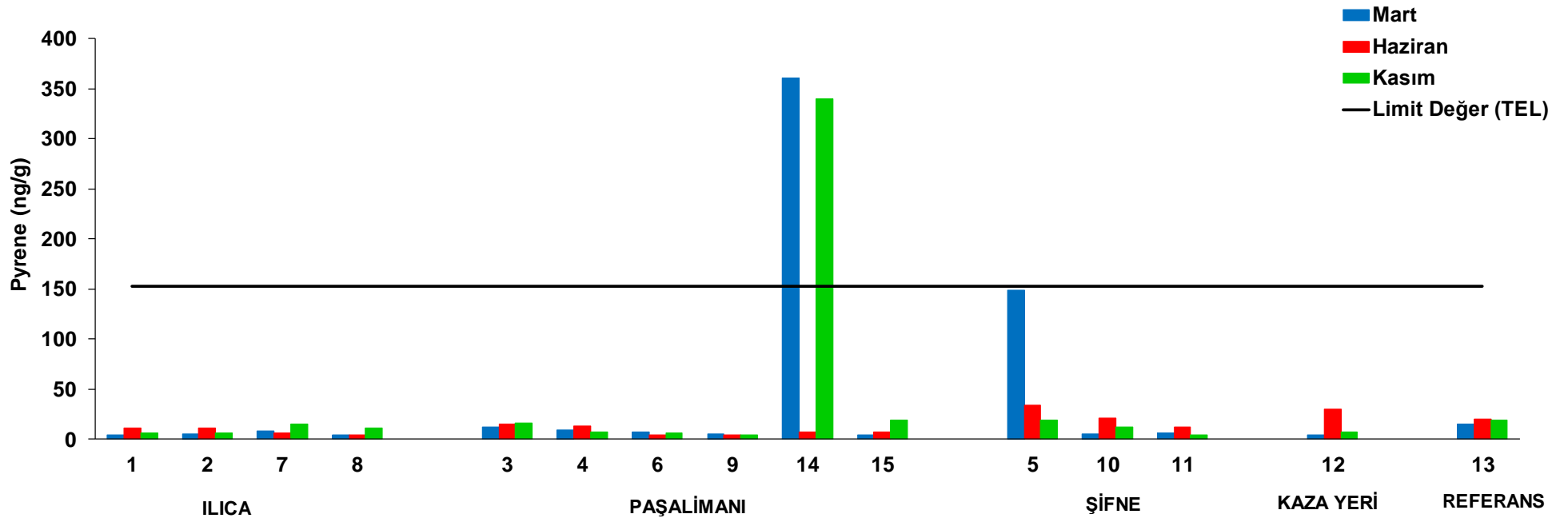
Şekil 3.29. Sedimentte Phenanthrene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



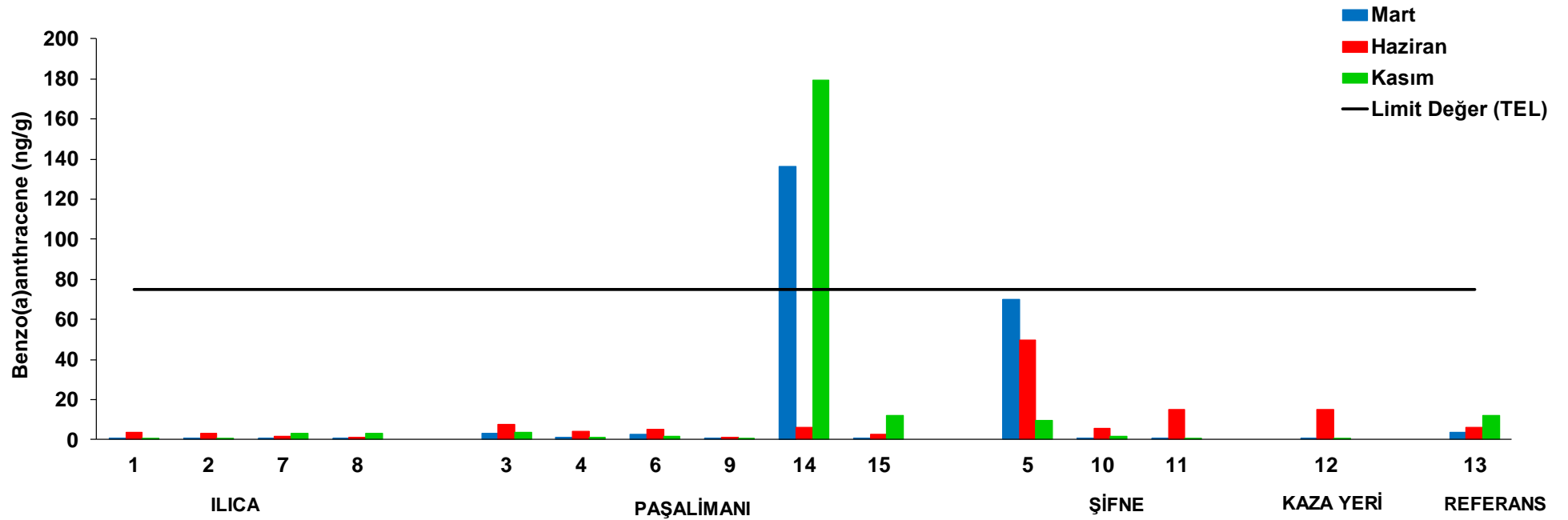
Şekil 3.30. Sedimentte Anthracene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



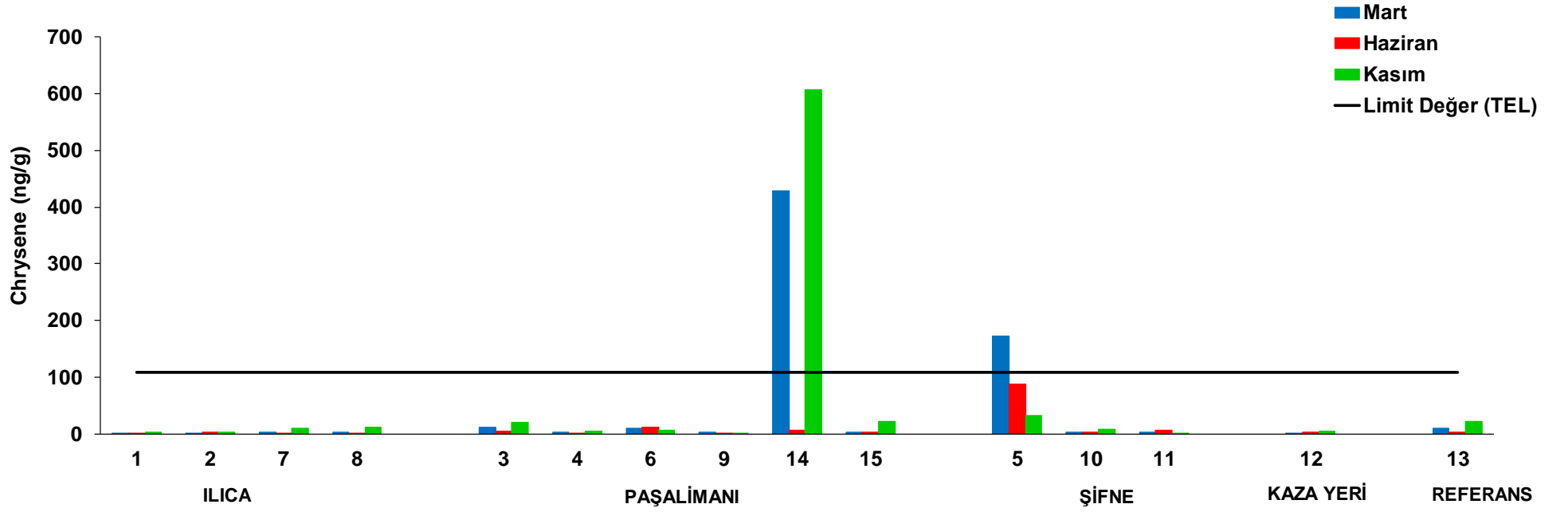
Şekil 3.31. Sedimentte Fluoranthene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



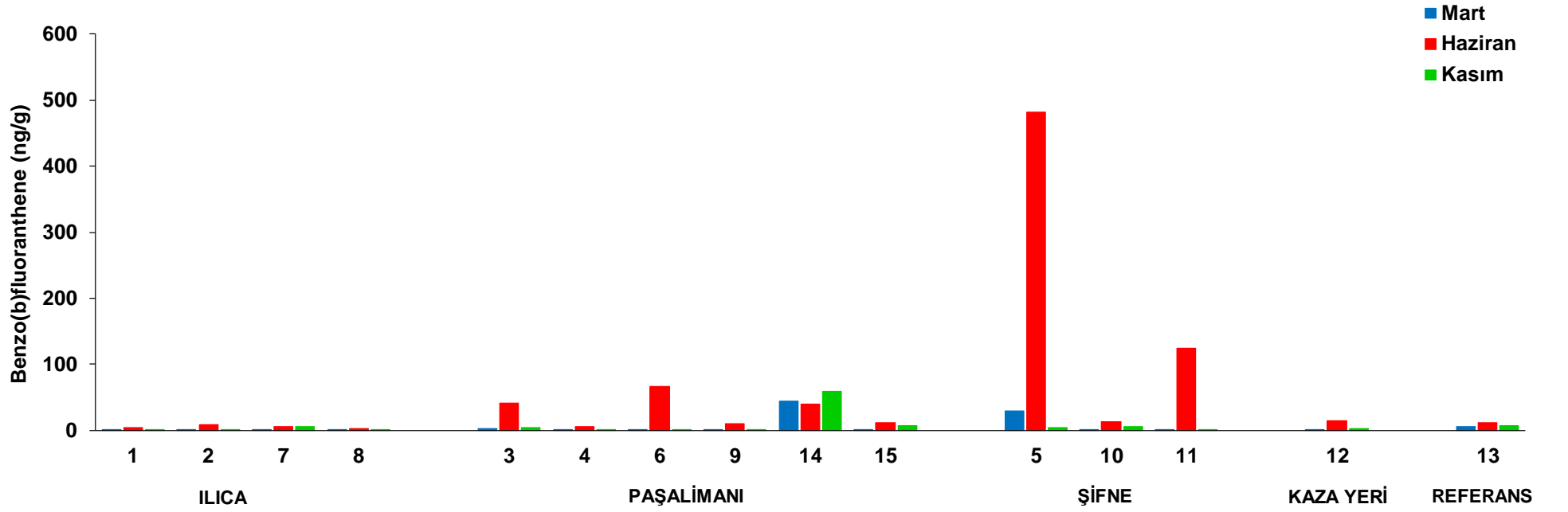
Şekil 3.32. Sedimentte Pyrene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



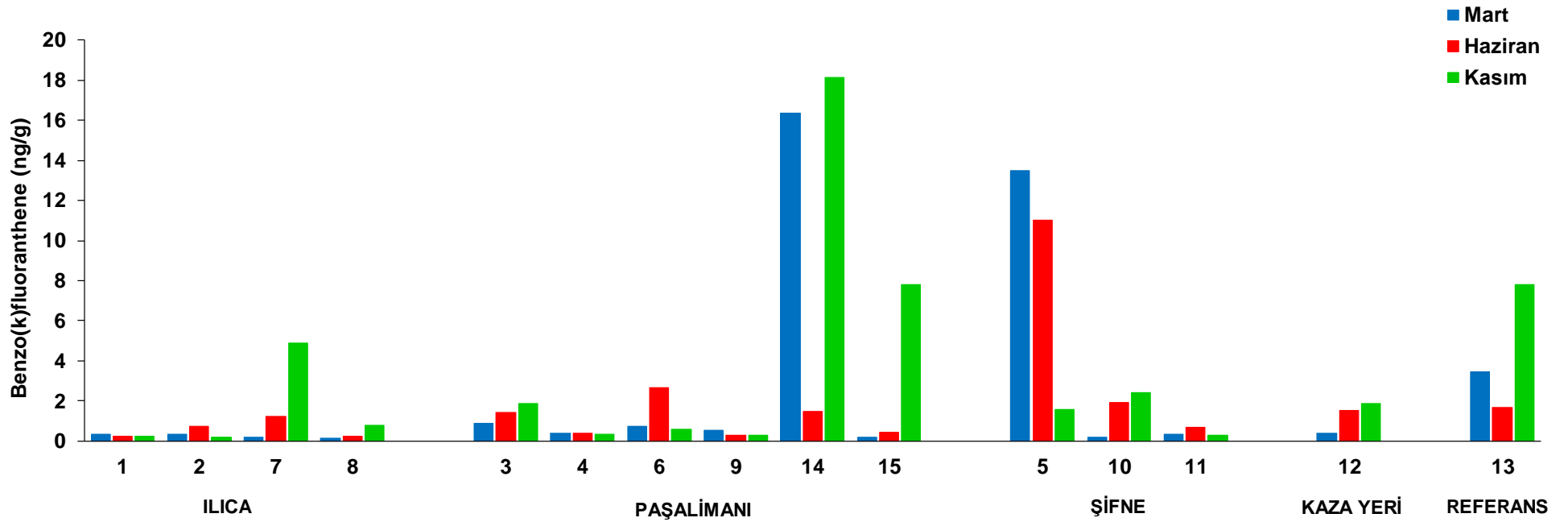
Şekil 3.33. Sedimentte Benzo(a)anthracene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



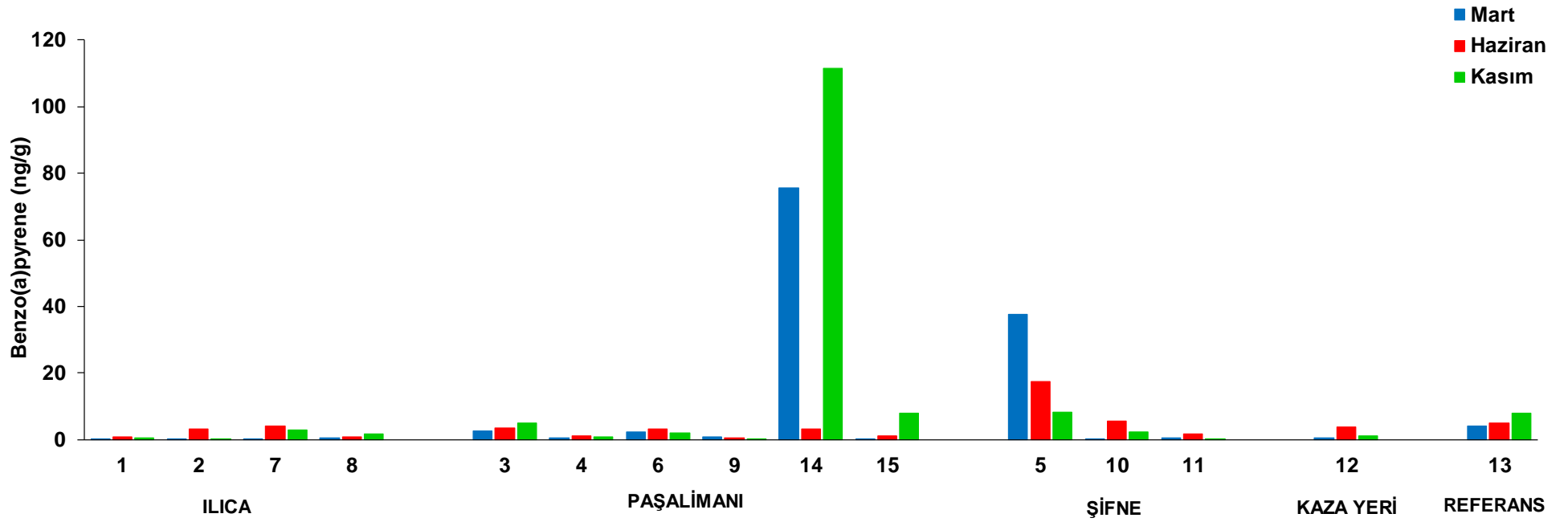
Şekil 3.34. Sedimentte Chrysene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



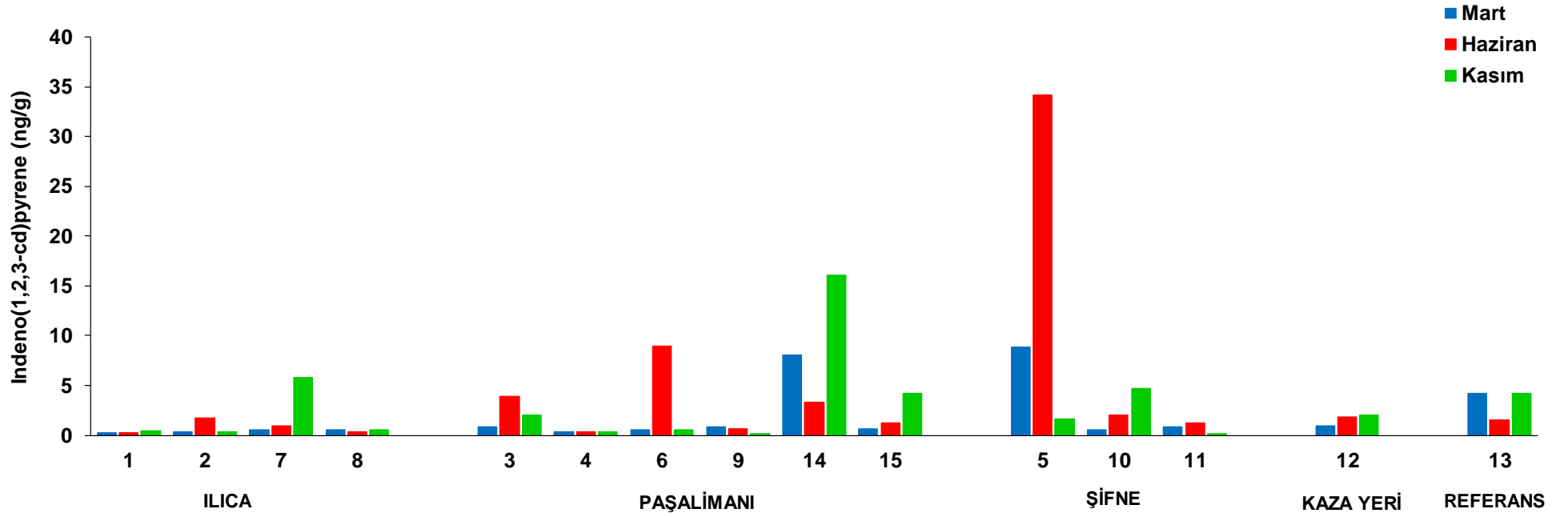
Şekil 3.35. Sedimentte Benzo(b)fluoranthene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



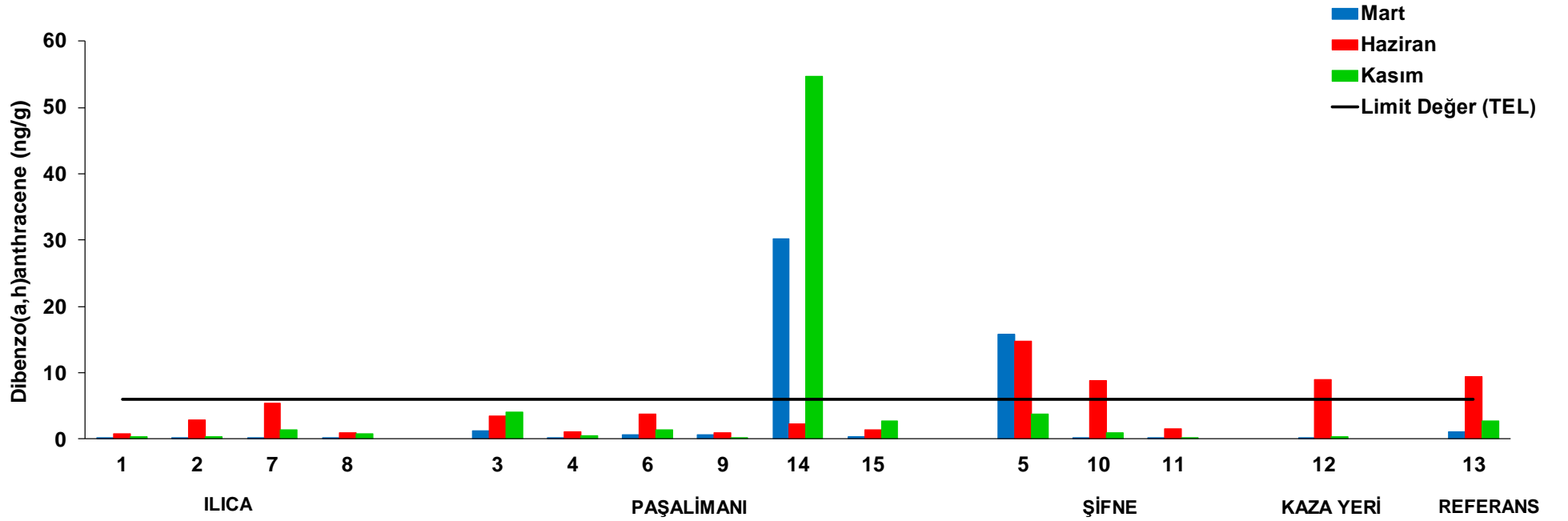
Şekil 3.36. Sedimentte Benzo(k)fluoranthene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



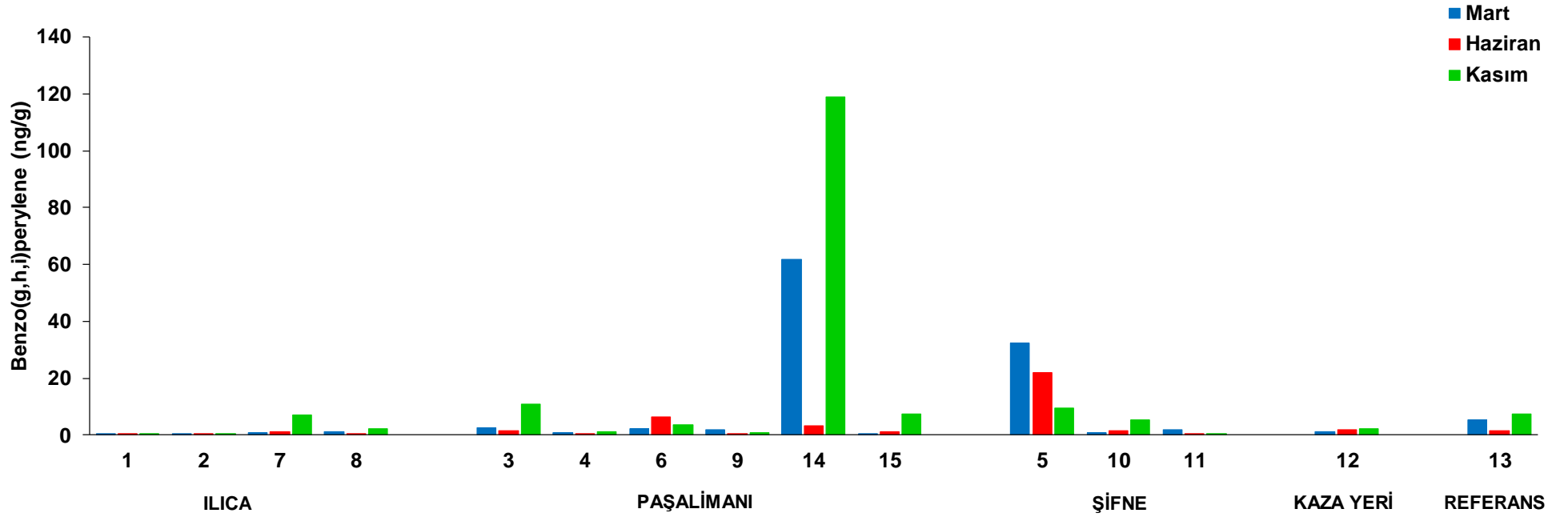
Şekil 3.37. Sedimentte Benzo(a)pyrene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



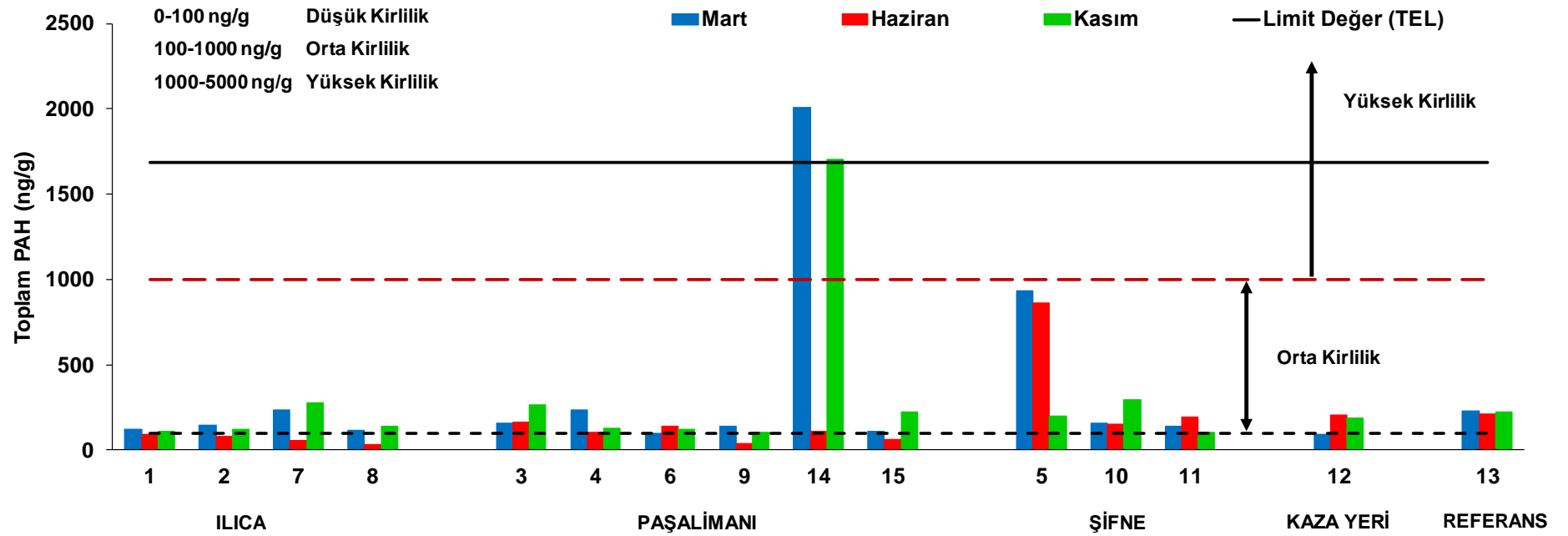
Şekil 3.38. Sedimentte Indeno(1,2,3-cd)pyrene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



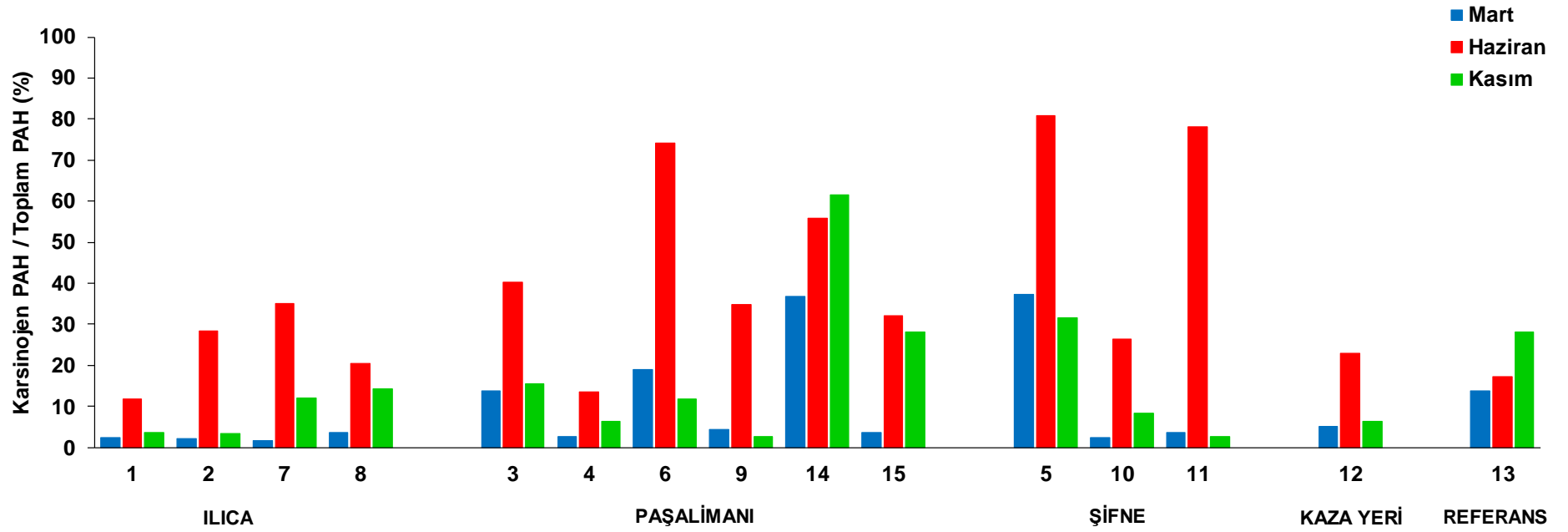
Şekil 3.39. Sedimentte Dibenzo(a,h)anthracene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



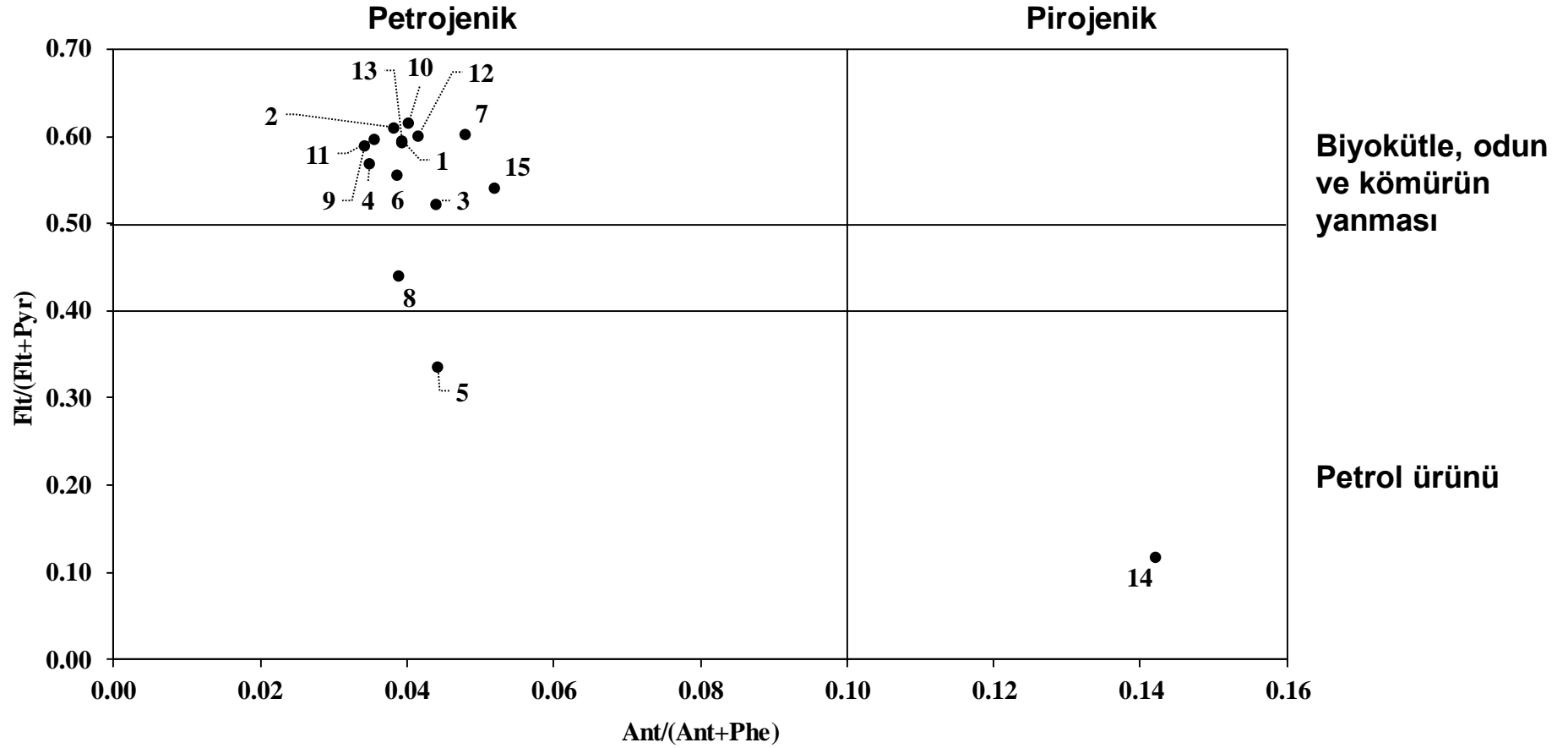
Şekil 3.40. Sedimentte Benzo(g,h,i)perylene konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



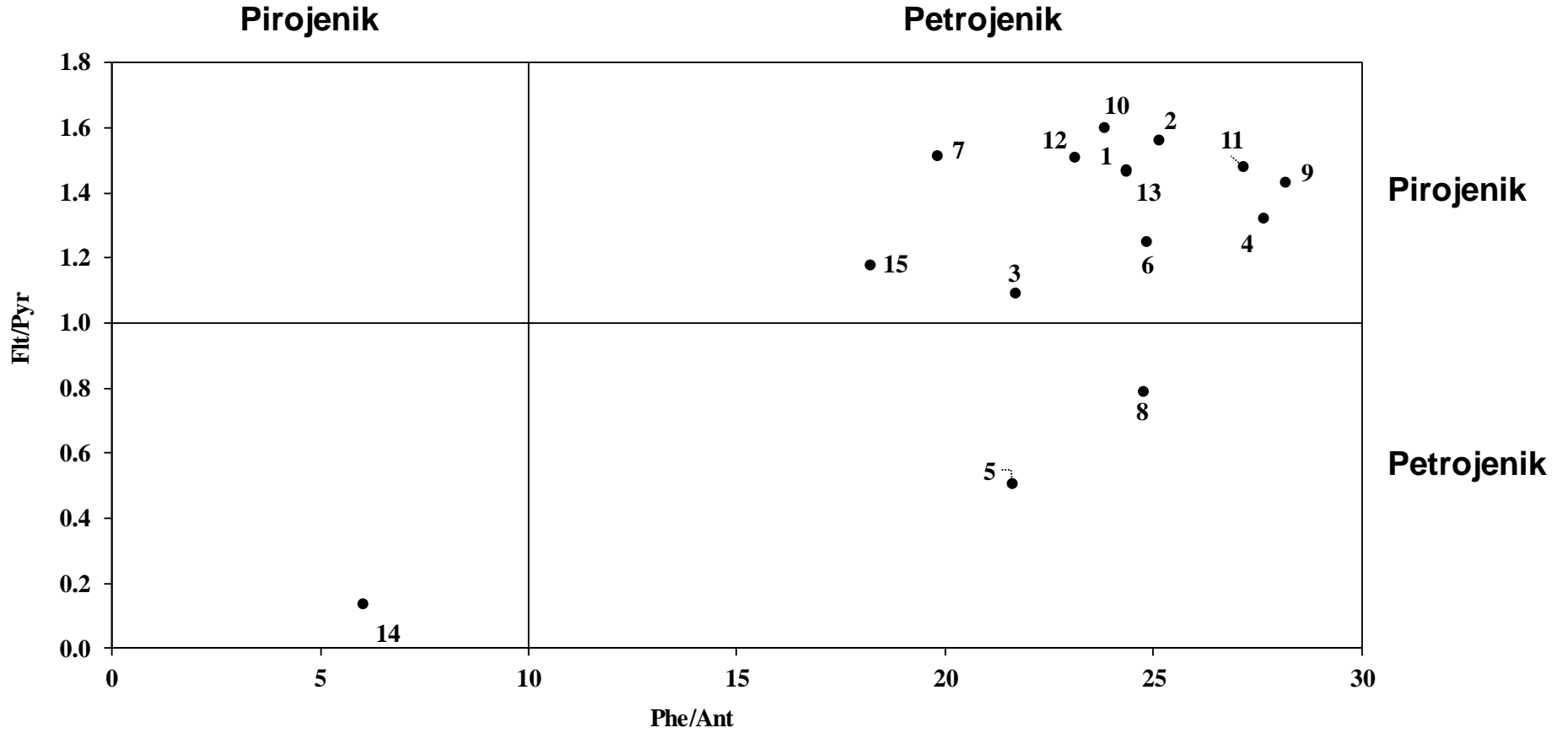
Şekil 3.41. Sedimentte Toplam PAH konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları.



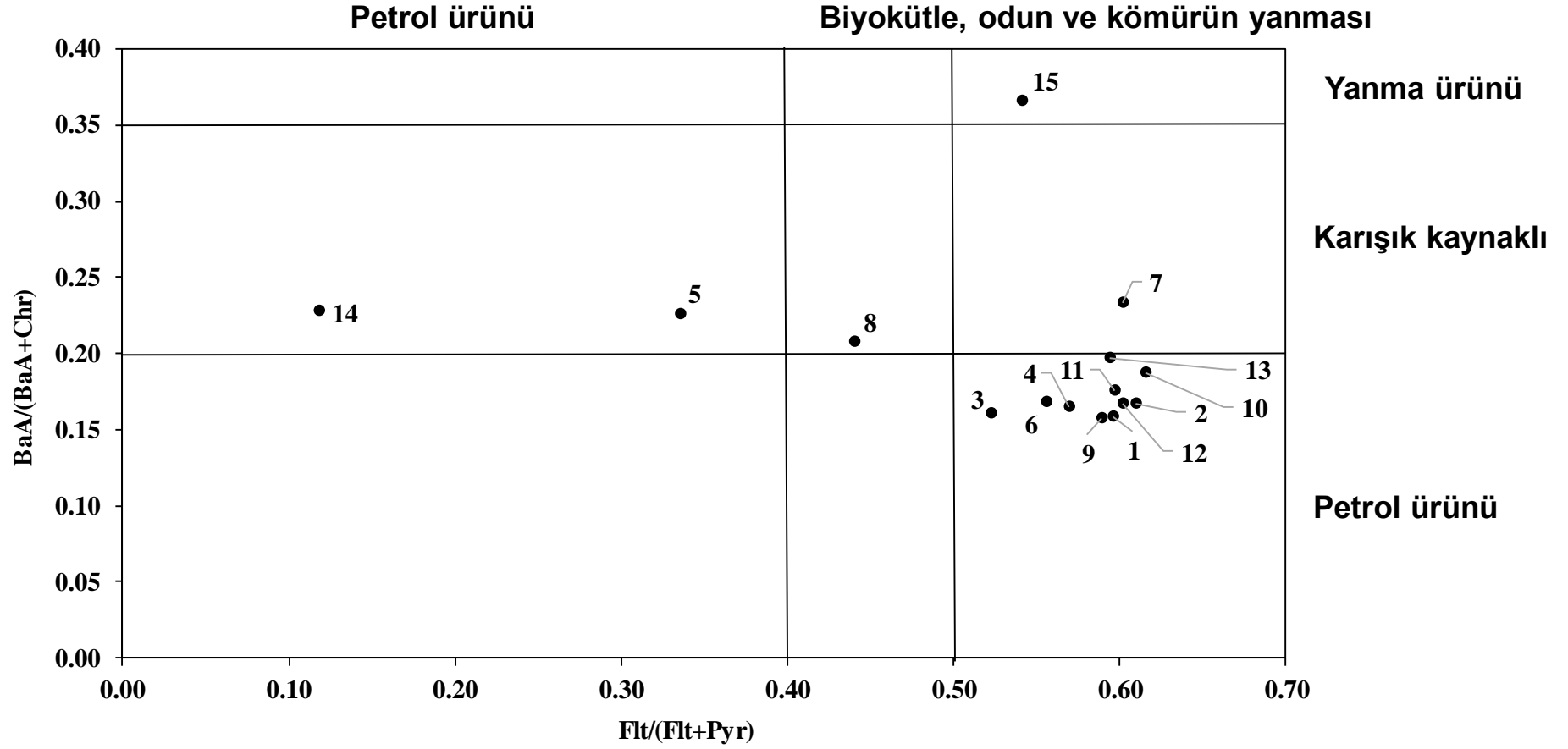
Şekil 3.42. Sedimentte Karsinojen PAH / Toplam PAH yüzdelerinin istasyonlara göre dağılımları.



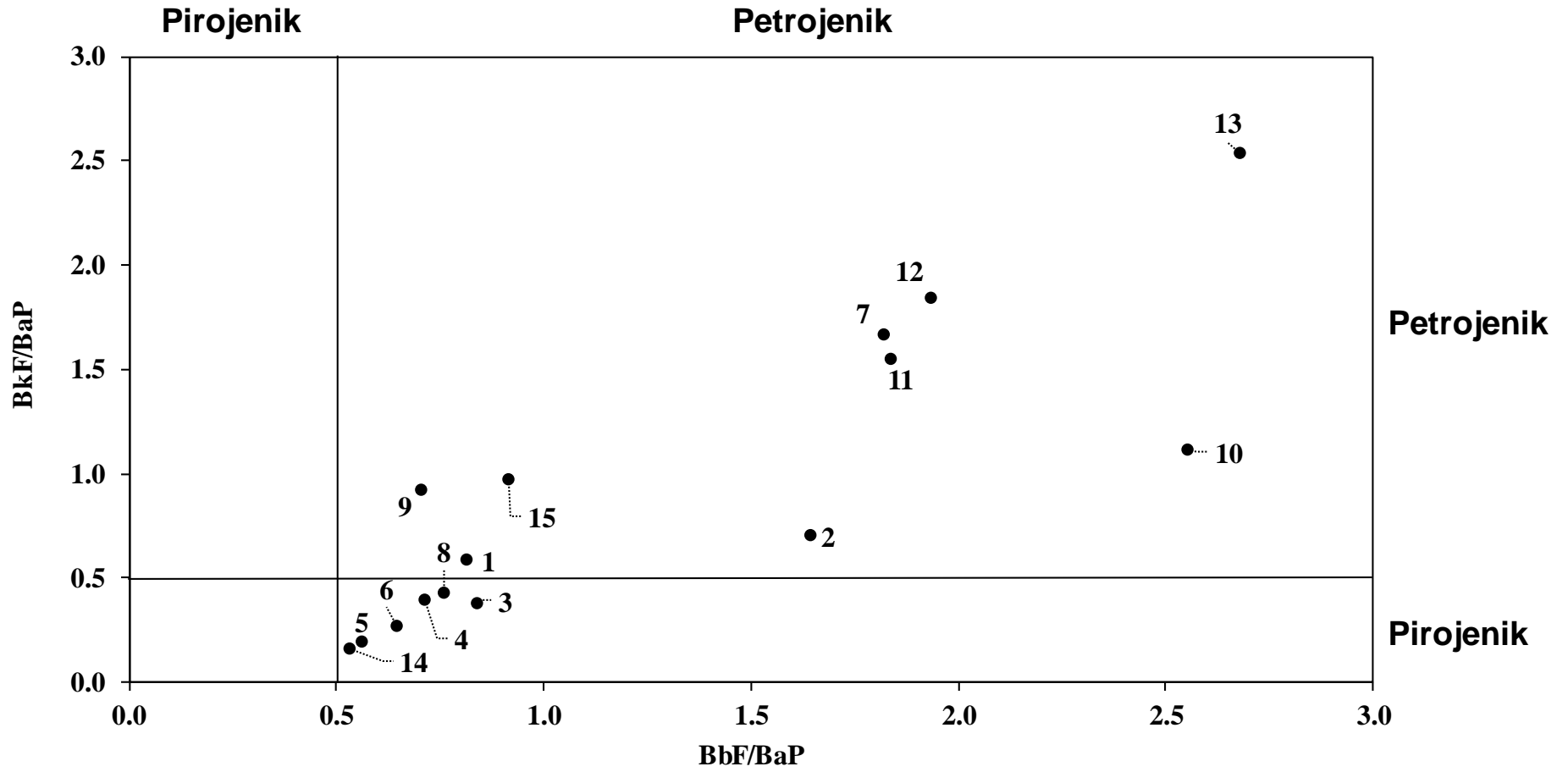
Şekil 3.43. Sedimentte $Ant/(Ant+Phe)$ oranlarına karşı $FIt/(FIt+Pyr)$ oranlarının istasyonlara göre dağılımı.



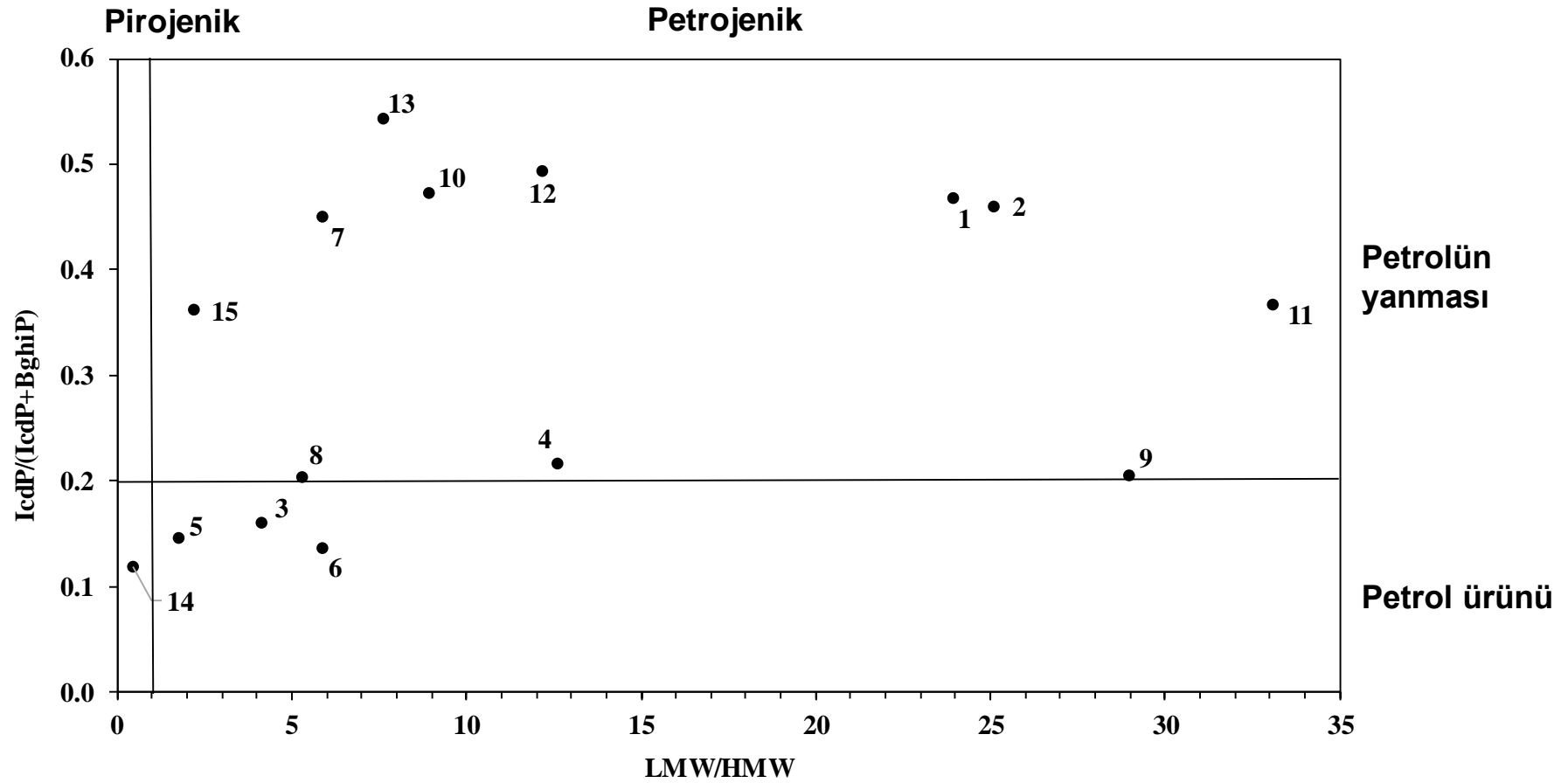
Şekil 3.44. Sedimentte Phe/Ant oranlarına karşı FIt/PyR oranlarının istasyonlara göre dağılımı.



Şekil 3.45. Sedimentte BaA/(BaA+Chr) oranlarına karşı Flt/(Flt+Pyr) oranlarının istasyonlara göre dağılımı.



Şekil 3.46. Sedimentte BbF/BaP oranlarına karşı BkF/BaP oranlarının istasyonlara göre dağılımı.



Şekil 3.47. Sedimentte LMW/HMW oranlarına karşı IcdP/(IcdP+BghiP) oranlarının istasyonlara göre dağılımı.

3.7. Organizmada Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar

Yakıt sızıntısından etkilendiği belirtilen Agromey ve Pınar ile etkilenmediği belirtilen Abalıoğlu balık çiftliklerinden Kasım döneminde midye örnekleri alınmıştır. Balık çiftliklerinden alınan midye örneklerinde ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (EPA'nın belirlediği 16 bileşen) konsantrasyonları Şekil 3.48-3.53 ve Tablo 3.9'da verilmiştir.

Midyede Nap: 11.2-11.7, Phe: 15.8-30.1, Ant: 1.6-2.3, Flt: 4.4-7.2 ve Pyr: 2.1-6.5 ng/g aralığında ölçülmüştür. Acy, Ace, Flu, BaA, Chr, BbF, BkF, Bap, IcdP, DahA ve BghiP saptanmamıştır. Toplam PAH ise 35.9-57.7 ng/g aralığında bulunmuştur.

Midye örneklerinde ise en yüksek Phe, Ant, Flt, Pyr ve toplam PAH konsantrasyonları Agromey'de ölçülmüştür. En düşük Phe, Flt, Pyr ve toplam PAH Abalıoğlu'nda ölçülürken, en düşük Ant ise Pınar'daki midyelerde saptanmıştır. Nap konsantrasyonları midyelerde birbirine yakın seviyelerde bulunmuştur.

Tablo 3.9. Kasım döneminde midyelerde ölçülen Polisiklik Aromatik Hidrokarbon konsantrasyonları (ng/g) (nd: saptanamadı).

PAH Bileşenleri	Pınar	Agromey	Abalıoğlu
Nap	11.2	11.6	11.7
Acy	nd	nd	nd
Ace	nd	nd	nd
Flu	nd	nd	nd
Phe	17.4	30.1	15.8
Ant	1.6	2.3	2.0
Flt	4.6	7.2	4.4
Pyr	3.1	6.5	2.1
BaA	nd	nd	nd
Chr	nd	nd	nd
BbF	nd	nd	nd
BkF	nd	nd	nd
BaP	nd	nd	nd
IcdP	nd	nd	nd
DahA	nd	nd	nd
BghiP	nd	nd	nd
∑PAHs	37.9	57.7	35.9

Analiz edilen midye örneklerinde en yüksek ve en düşük toplam PAH konsantrasyonları sırasıyla Agromey ve Abalioğlu'nda ölçülmüştür. Organizmalardaki PAH bileşenlerinin Mart, Haziran ve Kasım dönemlerindeki değişimleri Tablo 3.10'da verilmiştir.

Tablo 3.10. Midyelerdeki PAH bileşenlerinin Mart, Haziran ve Kasım dönemlerindeki değişimleri.

PAH Bileşenleri	Midyelerdeki Değişim
Naphthalene	Haziran'da Pınar ve Abalioğlu midyede artmış, Agromey'de azalmıştır. Kasım'da ise Agromey'de artmış, Pınar ve Abalioğlu'nda azalmıştır.
Fluorene	Sadece Haziran'da Pınar ve Abalioğlu midyede saptanmıştır.
Phenanthrene	Haziran'da tüm midyelerde artmış, Kasım'da ise Agromey'de artmış, Pınar ve Abalioğlu'nda azalmıştır.
Anthracene	Haziran'da tüm midyelerde artmış, Kasım'da ise Agromey'de artmış, Pınar ve Abalioğlu'nda azalmıştır.
Fluoranthene	Haziran'da Agromey ve Abalioğlu midyede azalmış, Pınar'de artmıştır. Kasım'da ise Agromey ve Abalioğlu'nda artmış, Pınar'da azalmıştır.
Pyrene	Haziran'da tüm midyelerde artmış, Kasım'da tüm midyelerde azalmıştır.
TOPLAM PAH	Haziran'da Pınar ve Abalioğlu midyede artmış, Agromey'de azalmıştır. Kasım'da ise Agromey'de artmış, Pınar ve Abalioğlu'nda azalmıştır.

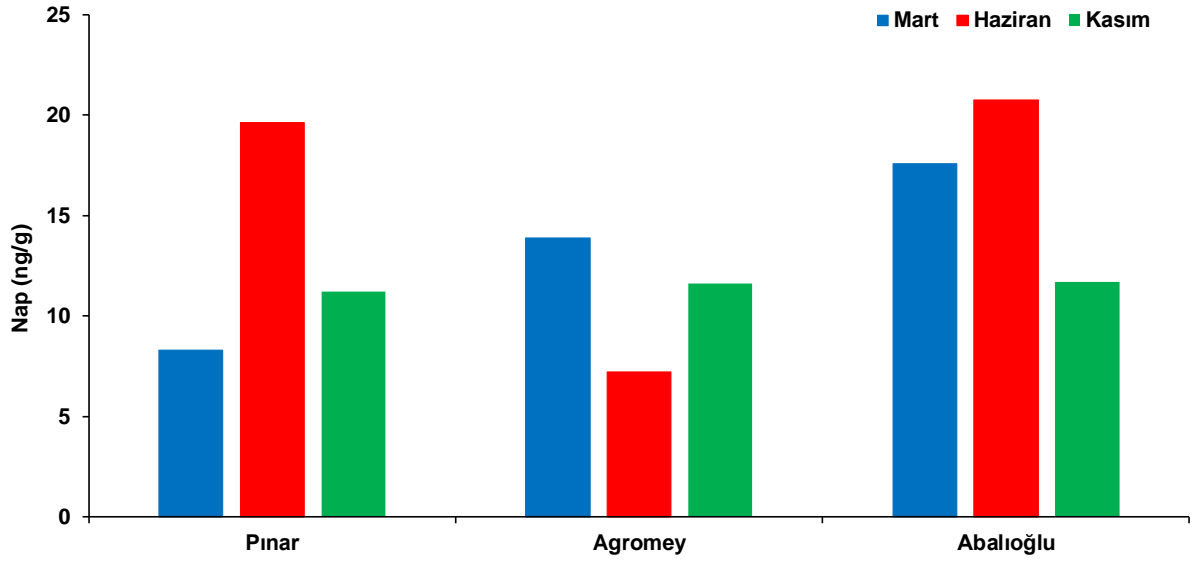
Midye için Phe/Ant oranları Abalioğlu, Pınar ve Agromey'de sırasıyla 7.9, 10.9 ve 13.1 olarak bulunmuştur. Bu oranlar Abalioğlu'ndaki midyelerde saptanan PAH bileşenlerinin pirojenik, Pınar ve Agromey'de ise petrojenik kaynaklı olabileceğini göstermektedir.

Midye için Flt/Pyr oranları Agromey, Pınar ve Abalioğlu'nda sırasıyla 1.1, 1.5 ve 2.1 olarak bulunmuştur. Bu oranlar tüm midyelerde saptanan PAH bileşenlerinin pirojenik kaynaklı olabileceğini göstermektedir.

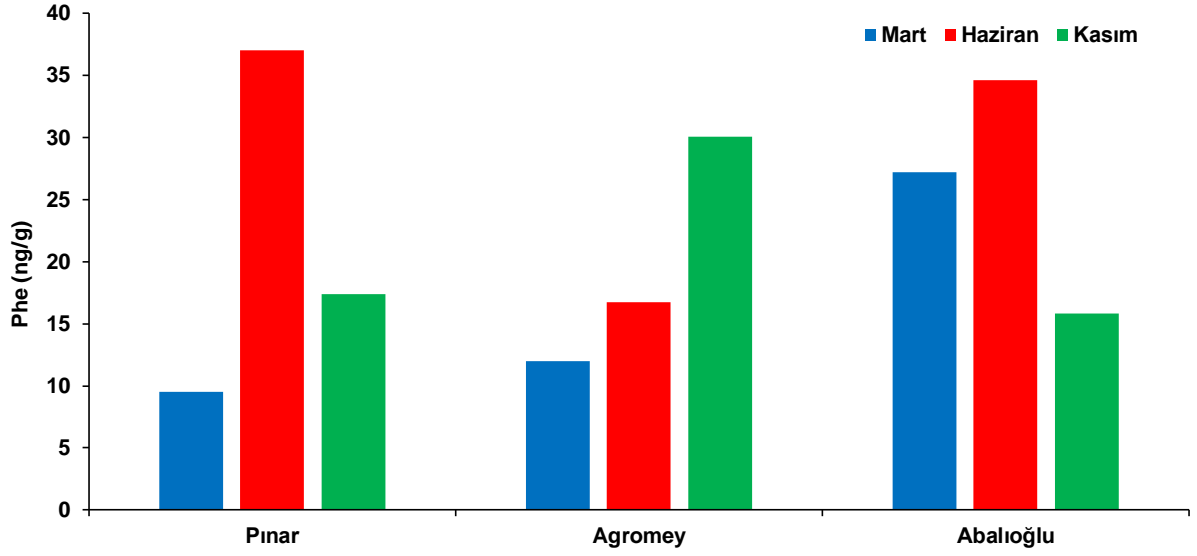
Mart, Haziran ve Kasım dönemlerinde balık çiftliklerinden alınan midyelerde bulunan toplam PAH seviyelerinin NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration)

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), ve aşırı kirli (>1000 ng/g) (Varanasi ve ark., 1993; Soares-Gomes ve ark., 2010).

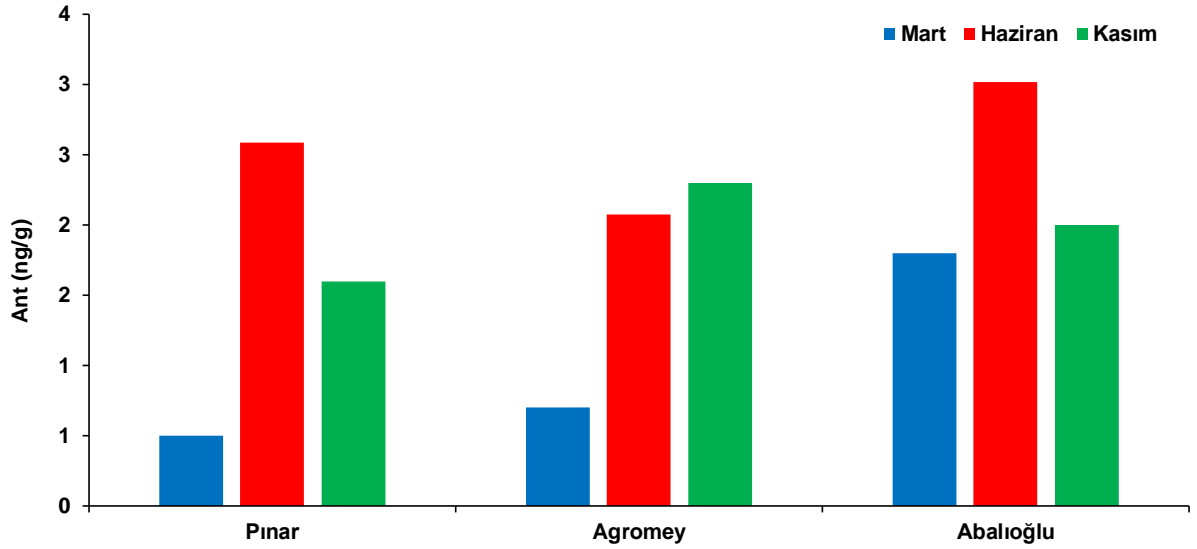
Mart, Haziran ve Kasım dönemlerinde balık çiftliklerinden alınan midyelerde karsinojen olarak sınıflandırılan bileşiklere rastlanmamıştır. Dolayısıyla incelenen midyelerde herhangi bir sağlık riski gözlenmemiştir.



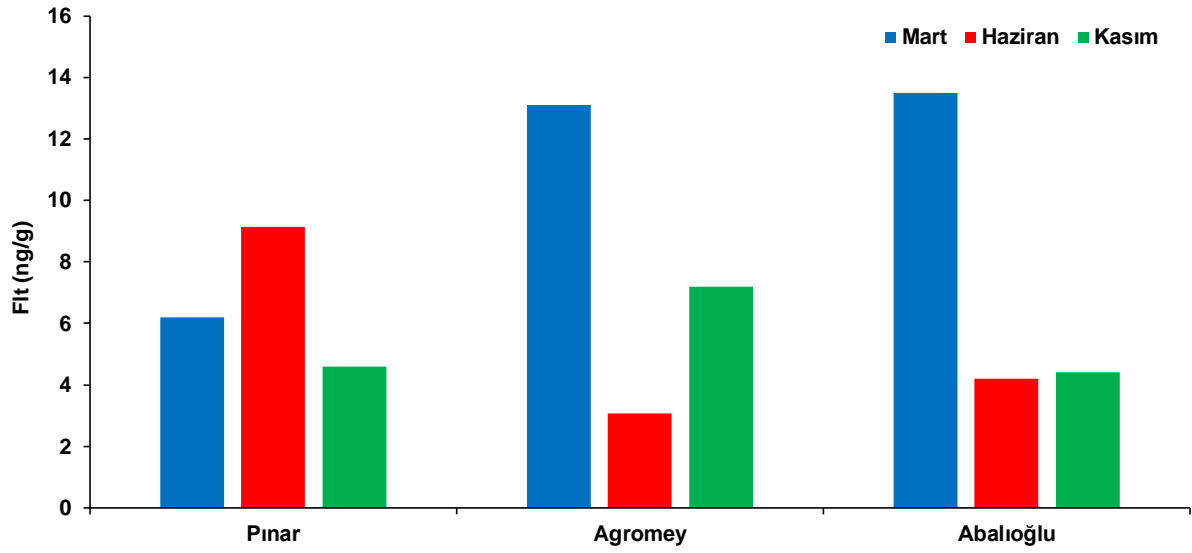
Şekil 3.48. Balık çiftliklerinden örneklenen midyelerdeki Naphtalene konsantrasyonları.



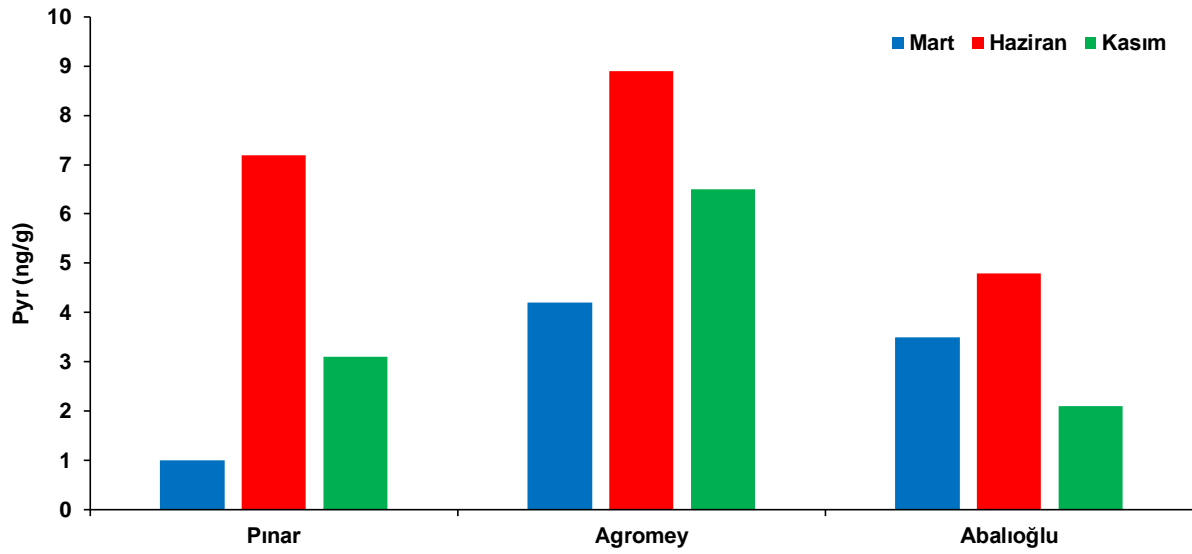
Şekil 3.49. Balık çiftliklerinden örneklenen midyelerdeki Phenanthrene konsantrasyonları.



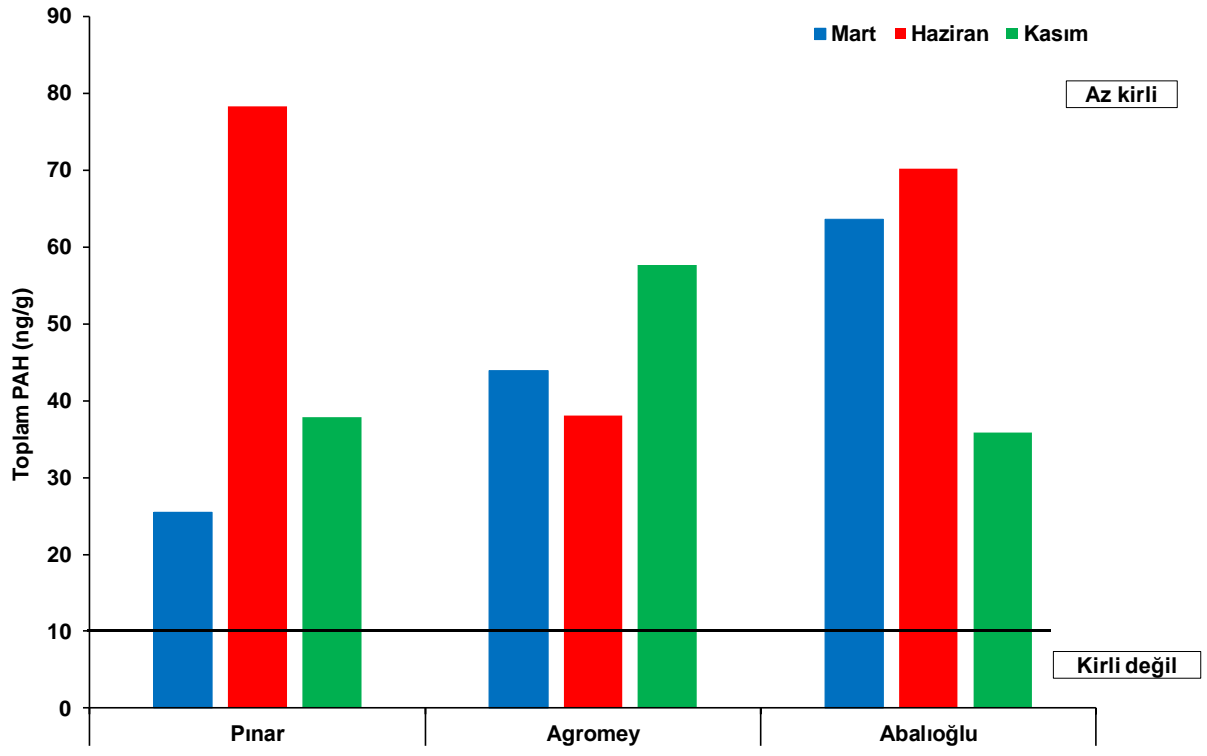
Şekil 3.50. Balık çiftliklerinden örneklenen midyelerdeki Anthracene konsantrasyonları.



Şekil 3.51. Balık çiftliklerinden örneklenen midyelerdeki Fluoranthene konsantrasyonları.



Şekil 3.52. Balık çiftliklerinden örneklenen midyelerdeki Pyrene konsantrasyonları.



Şekil 3.53. Balık çiftliklerinden örneklenen midyelerdeki Toplam PAH konsantrasyonları.

3.8. Bentik Türlerin Analizleri

Çeşme kıyılarında belirlenen 13 istasyondan (0-24 m) sonbahar döneminde alınan bentik örneklerin faunistik incelenmesi sonucunda, 14 sistematik gruba ait (Porifera, Plathelminthes, Cnidaria, Nemertea, Nematoda, Polychaeta, Oligochaeta, Sipuncula, Mollusca, Crustacea, Bryozoa, Echinodermata, Tunicata ve Cephalochordata) 249 tür ve bu türlere ait toplam 7452 birey tespit edilmiştir. İstasyonlarda saptanan türler ve türlere ait birey sayıları Tablo 3.11’de verilmiştir.

Tablo 3.11. Örnekleme istasyonlarında bulunan türler (Kasım 2017; *Yerleşik yabancı tür; **Koruma altında olan tür).

İSTASYONLAR	1	2	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	15
Sistematik Gruplara Ait Türler													
PORIFERA													
Porifera (spp.)	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	X	-
<i>Sycon</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
CNIDARIA													
Anthozoa (spp.)	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-
<i>Laomedea</i> sp.	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	X	-
PLATYHELMINTHES													
Plathelminthes (spp.)	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	2	-	2
NEMERTEA													
Nemertini (spp.)	-	-	-	-	-	12	-	14	2	3	23	5	1
NEMATODA													
Nematoda (spp.)	75	-	125	4	-	10	39	23	12	13	72	469	20
POLYCHAETA													
<i>Malmgrenia liliana</i> (Pettibone, 1993)	-	-	-	-	-	-	-	2	-	3	4	-	-
Amphinomidae (sp.)	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Phyllodoce</i> sp.	-	-	-	-	-	-	1	-	-	4	-	-	-
Phyllodocidae (sp.)	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1
<i>Paralacydonia paradoxa</i> Fauvel, 1913	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	17	-	-
Chrysopetalidae (sp.)	-	-	-	-	-	-	-	1	-	3	1	-	-
<i>Podarkeopsis galangai</i> Laubier, 1961	-	-	-	-	-	5	-	2	1	4	-	-	-
<i>Sigambra tentaculata</i> (Treadwell, 1941)	-	-	-	-	-	7	-	5	1	5	3	-	7
<i>Brania pusilla</i> (Dujardin, 1851)	-	-	6	-	1	2	6	3	-	3	14	-	-
<i>Exogone</i> sp.	-	-	-	-	-	12	-	13	12	7	12	-	3
<i>Syllis</i> sp.	-	-	-	-	-	15	-	17	2	33	35	42	3
<i>Nereis</i> sp.	-	-	-	-	-	4	-	24	-	-	-	-	-

Nereididae (sp.)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	19	37	5	21
<i>Glycera alba</i> (Müller, O.F., 1776)	-	-	2	13	1	-	-	2	19	2	1	-	10
<i>Glycera tridactyla</i> Schmarda, 1861	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Goniada</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-
<i>Micronephthys stammeri</i> (Augener, 1932)	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-
<i>Eunice vittata</i> (Delle Chiaje, 1828)	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	-	1	3
<i>Eunice</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Lysidice ninetta</i> Audouin & H Milne Edwards, 1833	-	-	-	-	-	11	-	19	-	2	12	-	-
<i>Lysidice unicornis</i> (Grube, 1840)	-	-	-	-	1	42	-	15	3	11	16	-	3
<i>Marphysa bellii</i> (Audouin & Milne Edwards, 1833)	-	-	-	1	-	11	-	3	-	-	14	-	-
<i>Lumbrineris</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Scoletoma</i> sp.	-	-	-	-	-	5	-	6	11	-	2	3	2
<i>Drilonereis filum</i> (Claparède, 1868)	-	-	-	-	1	-	-	2	-	2	3	-	-
<i>Protodorvillea kefersteini</i> (McIntosh, 1869)	12	-	6	-	-	5	82	2	6	1	20	24	35
<i>Schistomeringos rudolphi</i> (Delle Chiaje, 1828)	1	-	-	-	-	2	-	6	-	-	-	-	-
Orbiniidae (sp.)	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aricidea</i> sp.	-	-	1	-	-	-	-	-	-	2	-	15	17
<i>Cirrophorus furcatus</i> (Hartman, 1957)	-	-	-	-	-	21	-	-	-	4	1	-	-
<i>Levinsenia</i> sp.	-	-	-	-	-	2	1	8	-	12	8	-	-
<i>Paradoneis lyra</i> (Southern, 1914)	-	-	-	-	-	62	5	43	75	32	32	412	29
Scalibregmatidae (sp.)	-	-	-	-	-	2	3	-	-	-	-	-	-
<i>Prionospio steenstrupi</i> Malmgren, 1867	-	-	1	3	-	-	4	-	23	1	-	-	4
<i>Spio filicornis</i> (Müller, 1776)	6	-	11	7	10	9	10	10	-	-	4	67	4
Spionidae (sp.)	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Magelona</i> sp.	-	-	-	-	-	1	1	2	-	-	5	-	-
<i>Aphelochaeta</i> sp.	-	-	-	-	-	23	-	4	-	-	1	-	-
<i>Cauleriella</i> sp.	3	-	2	4	3	3	-	-	11	-	-	13	-
<i>Chaetozone</i> sp.	-	-	-	-	9	2	-	1	-	-	3	5	-
<i>Kirkegaardia</i> sp.	-	-	-	-	-	7	-	5	8	5	6	-	-
<i>Diplocirrus glaucus</i> (Malmgren, 1867)	-	-	-	-	-	-	-	5	-	2	-	-	-
<i>Cossura</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	2	-	6	4	-	-
<i>Heteromastus filiformis</i> (Claparède, 1864)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	88	-
<i>Notomastus</i> sp.	-	-	-	-	-	7	5	24	-	7	17	-	2
Capitellidae (sp.)	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Galathowenia oculata</i> (Zachs, 1923)	-	-	-	-	-	-	3	-	1	2	3	-	-
<i>Praxillella</i> sp.	-	-	-	-	-	8	-	6	-	5	3	1	1
<i>Rhodine</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	27	-
<i>Armandia cirrhosa</i> Filippi, 1861	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Polyopthalmus pictus</i> (Dujardin, 1839)	-	-	2	-	-	8	-	2	1	-	-	-	-
Ampharetidae (sp.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Terebellides stroemii</i> Sars, 1835	-	-	-	-	-	-	-	3	-	1	-	-	-
<i>Euchone</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-

<i>Fabricia stellaris</i> (Müller, 1774)	-	-	-	-	-	8	-	3	1	3	2	-	-
<i>Acromegalomma</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	1	-	4	-	-	-
<i>Vermiliopsis</i> sp.	-	-	-	-	-	4	-	-	-	2	-	-	-
<i>Ditrupea</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
<i>Polygordius</i> sp.	37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OLIGOCHAETA													
<i>Limnodrilus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	180	-
SIPUNCULA													
<i>Golfingia</i> (G.) <i>vulgaris vulgaris</i> (de Blainville, 1827)	-	-	-	-	-	1	-	2	-	1	6	-	-
<i>Aspidosiphon</i> (A.) <i>misakiensis</i> Ikeda, 1904	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-
ARTHROPODA													
CRUSTACEA													
Ostracoda (spp.)	-	-	1	1	-	-	-	12	1	21	43	-	4
<i>Ampelisca</i> (spp.)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-
<i>Ampelisca ledoyeri</i> Bellan-Santini & Kaim-Malka, 1977	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-
<i>Ampelisca pseudospinimana</i> Bellan-Santini & Kaim-Malka, 1977	-	-	-	-	-	-	-	3	-	1	-	-	6
<i>Ampithoe ramondi</i> Audouin, 1826	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Aora gracilis</i> (Spence Bate, 1857)	-	-	-	-	-	-	-	-	25	-	-	-	-
<i>Apherusa chierighinii</i> Giordani-Soika, 1949	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-
<i>Apherusa vexatrix</i> Krapp-Schickel, 1979	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i> (Spence Bate, 1857)	3	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Caprella acanthifera</i> Leach, 1814	-	-	-	-	-	8	-	14	-	-	1	-	2
<i>Caprella equilibra</i> Say, 1818	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Corophium</i> sp.	-	-	-	-	-	-	65	-	2	-	-	-	-
<i>Dexamine spinosa</i> (Montagu, 1813)	-	-	-	-	-	1	-	2	-	-	1	-	-
<i>Elasmopus brasiliensis</i> (Dana, 1855)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
<i>Erichthonius argenteus</i> Krapp-Schickel, 1993	-	-	1	-	-	-	-	-	33	-	-	-	-
<i>Erichthonius punctatus</i> (Spence Bate, 1857)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
<i>Erichthonius</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Gammarella fucicola</i> (Leach, 1814)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-
<i>Gammarus aequicauda</i> (Martynov, 1931)	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gitana sarsi</i> Boeck, 1871	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Harpinia crenulata</i> (Boeck, 1871)	-	-	-	1	-	-	-	4	-	-	6	-	-
<i>Iphimedia minuta</i> Sars, G. O., 1883	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Leptocheirus pectinatus</i> (Norman, 1869)	-	-	-	-	-	-	-	4	-	3	-	-	11
<i>Leucothoe lilljeborgi</i> Boeck, 1861	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Leucothoe</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Liljeborgia dellavallei</i> Stebbing, 1906	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-	-	-
<i>Lysianassa costae</i> (Milne Edwards, H., 1830)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Megaluropus massiliensis</i> Ledoyer, 1976	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Metaphoxus simplex</i> (Spence Bate, 1857)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1	-	-

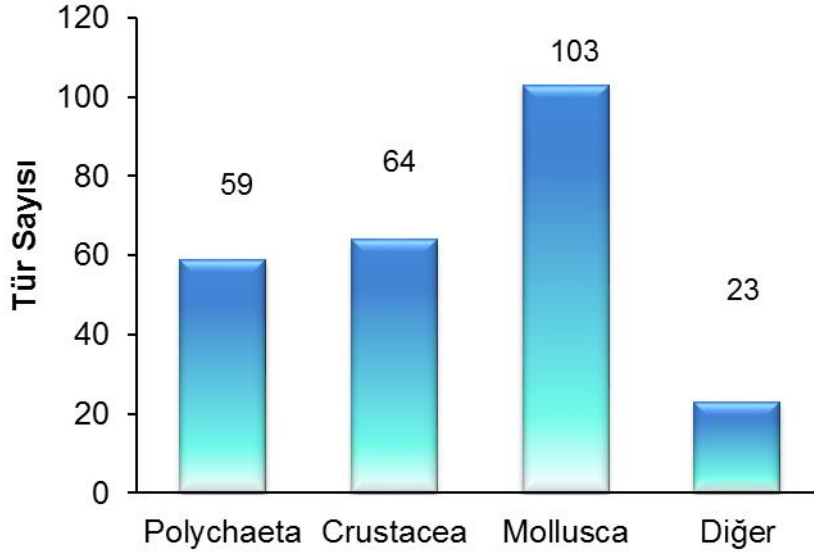
<i>Microdeutopus chelifera</i> (Spence Bate, 1862)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
<i>Microdeutopus</i> (spp.)	-	-	-	-	-	4	-	6	6	2	6	-	-
<i>Perioculodes aequimanus</i> (Korssman, 1880)	-	-	4	-	-	-	-	1	2	-	1	-	-
<i>Phtisica marina</i> Slabber, 1769	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Pseudoprotella phasma</i> (Montagu, 1804)	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Quadrimaera inaequipes</i> (Costa, A., 1857)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Dynamene</i> sp.	-	-	-	-	-	-	5	-	1	-	-	-	2
<i>Gnathia vorax</i> (Lucas, 1849)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-
<i>Gnathia</i> sp.	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-
<i>Janira maculosa</i> Leach, 1814	-	-	-	-	-	4	-	1	-	1	-	-	-
<i>Limnoria</i> sp.	-	-	-	-	-	3	-	-	-	1	2	-	-
<i>Paranthura</i> sp.	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1	-	-	-
<i>Apseudopsis</i> sp.	-	2	-	-	-	-	-	-	3	-	-	2	5
<i>Chondrochelia savignyi</i> (Kroyer, 1842)	-	-	-	2	-	18	2	44	11	29	41	-	3
Tanaidacea sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	1
<i>Cumella</i> (<i>Cumella</i>) (cf.) <i>limicola</i> Sars, 1879	-	-	3	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-
<i>Iphinoe douniae</i> Ledoyer, 1965	-	-	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Iphinoe serrata</i> Norman, 1867	-	-	-	-	-	1	-	-	6	2	1	1	2
<i>Iphinoe</i> sp.	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nannastacus unguiculatus</i> (Bate, 1859)	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
<i>Achaeus cranchii</i> Leach, 1817	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1	-	-
<i>Athanas nitescens</i> (Leach, 1813 [in Leach, 1813-1814])	-	-	-	-	-	4	-	3	-	11	-	-	-
<i>Cestopagurus timidus</i> (Roux, 1830)	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2	-	-
<i>Diogenes pugilator</i> (Roux, 1829)	-	-	8	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
<i>Eualus cranchii</i> (Leach, 1817 [in Leach, 1815-1875])	-	-	-	-	-	-	-	1	-	8	-	-	-
<i>Galathea intermedia</i> Lilljeborg, 1851	-	-	-	-	-	3	-	12	-	15	1	-	-
<i>Galathea squamifera</i> Leach, 1814	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	-	-	-
<i>Hippolyte inermis</i> Leach, 1816	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Liocarcinus navigator</i> (Herbst, 1794)	-	-	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-
<i>Macropodia tenuirostris</i> (Leach, 1814)	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-
<i>Pilumnus hirtellus</i> (Linnaeus, 1761)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Pisidia bluteli</i> (Risso, 1816)	-	-	-	-	-	2	-	-	-	3	-	-	-
<i>Pisidia longimana</i> (Risso, 1816)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
<i>Processa</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	1	1	1
<i>Upogebia pusilla</i> (Petagna, 1792)	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
MOLLUSCA													
<i>Ischnochiton rissoi</i> (Payraudeau, 1826)	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Lepidochitona cinerea</i> (Linnaeus, 1767)	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Gibbula ardens</i> (Salis Marschlin, 1793)	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gibbula divaricata</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Jujubinus exasperatus</i> (Pennant, 1777)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-
<i>Jujubinus striatus</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-

<i>Bolma rugosa</i> (Linnaeus, 1767)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1
<i>Bittium reticulatum</i> (da Costa, 1778)	69	1	5	21	22	40	1365	13	354	192	1	45	6
<i>Bittium submamillatum</i> (de Rayneval & Ponzi, 1854)	-	-	-	-	1	-	-	-	-	6	-	-	-
* <i>Cerithidium perparvulum</i> (Watson, 1886)	-	-	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-
** <i>Cerithium vulgatum</i> Bruguière, 1792	-	-	-	-	-	5	-	4	-	2	-	2	-
* <i>Finella pupoides</i> Adams A., 1860	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Marshallora adversa</i> (Montagu, 1803)	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cerithiopsis nana</i> Jeffreys, 1867	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cerithiopsis tubercularis</i> (Montagu, 1803)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-
<i>Epitonium muricatum</i> (Risso, 1826)	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Eulima bilineata</i> Alder, 1848	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Eulima glabra</i> (da Costa, 1778)	-	-	-	-	-	1	-	-	-	3	-	-	-
<i>Parvioris ibizenca</i> (Nordsieck, 1968)	-	-	-	-	-	6	-	-	-	5	-	-	-
<i>Vitreolina curva</i> (Monterosato, 1874)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Vitreolina philippi</i> (de Rayneval & Ponzi, 1854)	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Alvania cimex</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	2	-	-	2	-	3	-	6	-	1	-
<i>Alvania discors</i> (Allan, 1818)	-	-	6	-	-	-	5	-	-	-	-	2	-
<i>Alvania geryonia</i> (Nardo, 1847)	-	-	-	-	-	13	-	16	-	21	1	-	-
<i>Crisilla semistriata</i> (Montagu, 1808)	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Manzonina crassa</i> (Kanmacher, 1798)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Pusillina inconspicua</i> (Alder, 1844)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	1	-	-
<i>Pusillina lineolata</i> (Michaud, 1830)	-	-	-	-	1	6	-	-	-	10	-	-	-
<i>Pusillina marginata</i> (Michaud, 1830)	-	-	-	-	-	47	-	11	-	-	-	-	-
<i>Pusillina philippi</i> (Aradas & Maggiore, 1844)	-	-	1	-	19	12	-	-	-	3	-	-	-
<i>Pusillina radiata</i> (Philippi, 1836)	-	-	-	-	-	188	-	30	3	90	-	-	1
<i>Rissoa membranacea</i> (Adams J., 1800)	-	-	-	-	-	6	-	1	2	-	-	-	2
<i>Rissoa monodonta</i> Philippi, 1836	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Rissoa similis</i> Scacchi, 1836	-	-	-	1	51	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rissoa ventricosa</i> Desmarest, 1814	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-
<i>Rissoa violacea</i> Desmarest, 1814	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
<i>Setia fusca</i> (Philippi, 1841)	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Setia turriculata</i> Monterosato, 1884	4	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rissoina bruguieri</i> (Payraudeau, 1826)	-	-	-	-	-	-	-	6	-	1	-	-	-
<i>Barleeia unifasciata</i> (Montagu, 1803)	-	-	13	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Caecum subannulatum</i> de Folin, 1870	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Caecum trachea</i> (Montagu, 1803)	1	-	-	-	31	7	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hyalia vitrea</i> (Montagu, 1803)	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tomus subcarinatus</i> (Montagu, 1803)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Calyptrea chinensis</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
<i>Euspira nitida</i> (Donovan, 1804)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Muricopsis cristata</i> (Brocchi, 1814)	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ocinebrina aciculata</i> (Lamarck, 1822)	-	-	-	-	-	1	-	2	-	1	-	-	-

<i>Pusia tricolor</i> (Gmelin, 1791)	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
<i>Chauvetia turrifellata</i> (Deshayes, 1835)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-
<i>Tritia incrassata</i> (Strøm, 1768)	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Tritia neritea</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aptyxis syracusana</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	-	1	-	5	-	-	-	-	-
<i>Conus ventricosus</i> Gmelin, 1791	-	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Haedropleura septangularis</i> (Montagu, 1803)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
<i>Sorgenfreispira brachystoma</i> (Philippi, 1844)	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	1
<i>Bela nebula</i> (Montagu, 1803)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	3	-	-
<i>Mangelia attenuata</i> (Montagu, 1803)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Mangelia costulata</i> Risso, 1826	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Raphitoma echinata</i> (Brocchi, 1814)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	1
<i>Raphitoma linearis</i> (Montagu, 1803)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-
<i>Eulimella acicula</i> (Philippi, 1836)	-	-	-	-	-	10	-	-	-	5	-	-	-
<i>Odostomella doliolum</i> (Philippi, 1844)	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Odostomia plicata</i> (Montagu, 1803)	-	-	-	-	3	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Megastomia conoidea</i> (Brocchi, 1814)	-	-	-	-	-	2	-	1	-	20	-	-	-
<i>Ondina vitrea</i> (Brusina, 1866)	-	-	-	-	-	5	-	1	-	-	-	-	-
<i>Parthenina monozona</i> (Brusina, 1869)	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Parthenina suturalis</i> (Philippi, 1844)	-	-	-	2	3	8	1	-	-	6	-	-	-
<i>Parthenina terebellum</i> (Philippi, 1844)	-	-	-	-	-	19	-	-	-	-	-	-	-
* <i>Symola fasciata</i> Jickeli, 1882	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-
<i>Turbonilla acutissima</i> Monterosato, 1884	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Turbonilla gradata</i> Bucquoy, Dautzenberg & Dollfus, 1883	-	-	-	-	-	20	-	2	-	11	-	-	-
<i>Turbonilla pusilla</i> (Philippi, 1844)	-	-	-	1	-	14	-	1	-	-	-	-	-
<i>Pyrgiscus rufus</i> (Philippi, 1836)	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	2
<i>Ebala pointeli</i> (de Folin, 1868)	-	-	-	-	-	2	-	-	-	6	-	-	-
<i>Ebala gradata</i> (Monterosato, 1878)	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Retusa mammillata</i> (Philippi, 1836)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Retusa truncatula</i> (Bruguière, 1792)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-
Pleurobranchidae (sp.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
<i>Williamia gussoni</i> (Costa O. G., 1829)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
* <i>Anadara kagoshimensis</i> (Tokunaga, 1906)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Musculus costulatus</i> (Risso, 1826)	-	-	-	-	-	3	-	1	-	21	5	-	-
<i>Ctena decussata</i> (Costa O. G., 1829)	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-
<i>Loripinus fragilis</i> (Philippi, 1836)	-	-	-	-	-	2	-	1	4	8	1	-	-
<i>Lucinella divaricata</i> (Linnaeus, 1758)	-	4	-	1	-	-	3	-	3	-	-	-	14
<i>Myrtea spinifera</i> (Montagu, 1803)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-
<i>Thyasira flexuosa</i> (Montagu, 1803)	-	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Parvicardium exiguum</i> (Gmelin, 1791)	-	-	-	1	-	-	-	2	1	-	1	1	-
<i>Parvicardium scabrum</i> (Philippi, 1844)	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Papillicardium papillosum</i> (Poli, 1791)	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	1	-

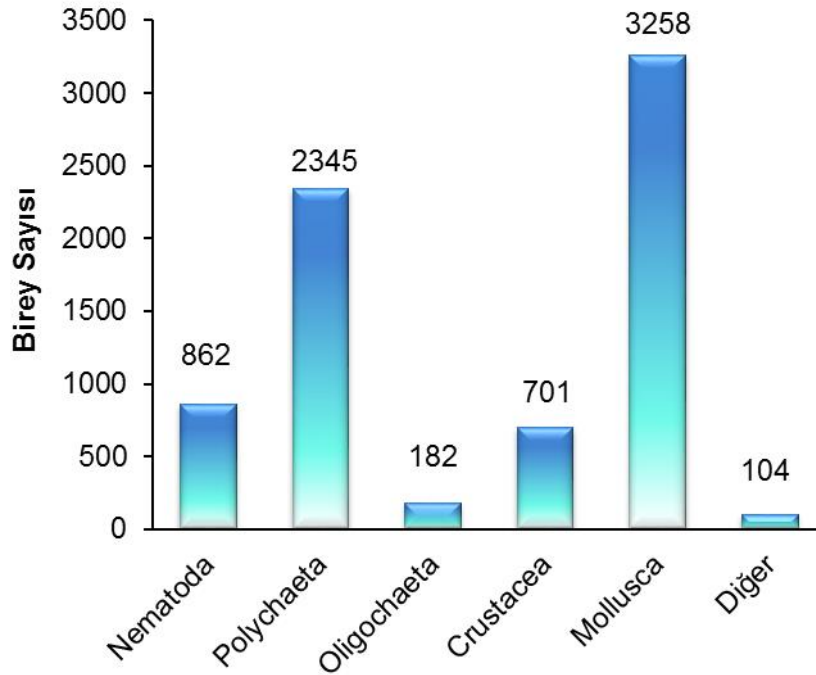
<i>Fabulina fabula</i> (Gmelin, 1791)	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
<i>Atlantella pulchella</i> (Lamarck, 1818)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Tellina pygmaea</i> Lovén, 1846	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Donax semistriatus</i> Poli, 1795	-	1	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chamelea gallina</i> (Linnaeus, 1758)	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Clausinella fasciata</i> (da Costa, 1778)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Dosinia lupinus</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gouldia minima</i> (Montagu, 1803)	-	-	-	-	-	10	-	1	-	6	1	-	1
<i>Pitar rudis</i> (Poli, 1795)	-	-	-	-	-	-	-	4	-	2	1	-	-
<i>Polititapes aureus</i> (Gmelin, 1791)	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	1	-
<i>Hiatella arctica</i> (Linnaeus, 1767)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	-	-
<i>Hiatella rugosa</i> (Linnaeus, 1767)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	-	-	-
<i>Fustiarina rubescens</i> (Deshayes, 1825)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
BRYOZOA													
<i>Nolella gigantea</i> (Busk, 1856)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Aetea truncata</i> (Landsborough, 1852)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Bantariella verticillata</i> (Heller, 1867)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Hagiosynodos kirchenpaueri</i> (Heller, 1867)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Microporella</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
ECHINODERMATA													
<i>Astropecten</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Amphiura chiajei</i> Forbes, 1843	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-
<i>Amphiura filiformis</i> (Müller, O. F., 1776)	-	-	-	-	-	1	-	1	-	2	-	-	1
<i>Amphiura</i> sp.	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	2	-	-
<i>Echinoidea</i> (sp.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Oestergrenia digitata</i> (Montagu, 1815)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
TUNICATA													
<i>Didemnum</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
CEPHALOCHORDATA													
<i>Branchiostoma</i> sp.	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-

Tür sayısı bakımından Mollusca sistematik gruplar içinde 103 türle ilk sırada yer almaktadır. Bu grubu 64 türle Crustacea ve 59 türle Polychaeta izlemektedir. Porifera, Cnidaria, Platyhelminthes, Nemertea, Nematoda, Oligochaeta, Sipuncula, Bryozoa, Echinodermata, Tunicata ve Cephalochordata'dan oluşan diğer sistematik gruplar toplam 23 tür ile temsil edilmektedir (Şekil 3.54).



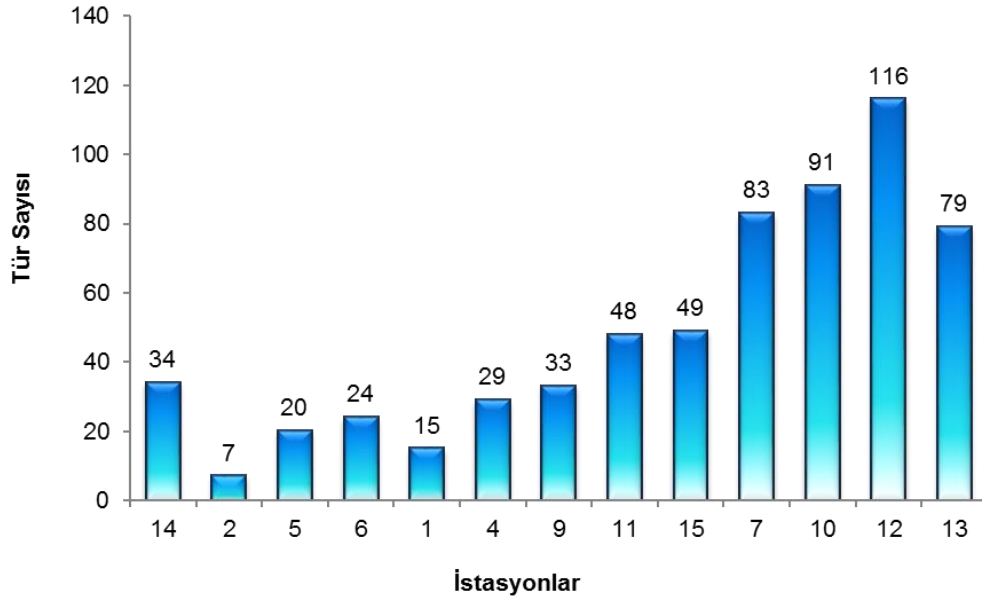
Şekil 3.54. Sistematik gruplara ait tür sayıları

Sistematik grupların içerdikleri birey sayıları istasyonlara bağlı olarak değişmektedir. Mollusca'nın 3258 birey ile ilk sırada (%43.7) yer aldığı, bu grubu 2345 bireyle Polychaeta (%31.5), 862 bireyle Nematoda (%11.6), 701 bireyle Crustacea (%9.4) ve 182 bireyle Oligochaeta (%2.4) gruplarının takip ettiği görülmektedir. Diğer olarak belirtilen grup içinde en yüksek birey sayısı Nemertea (60 birey) ve Echinodermata (19 birey) gruplarına aittir (Şekil 3.55).



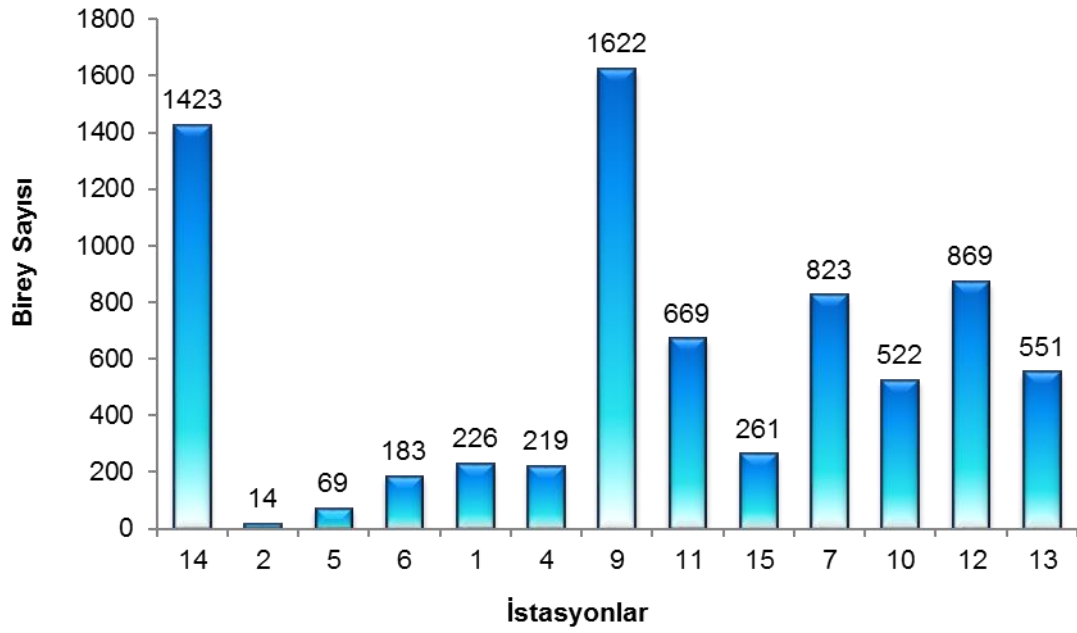
Şekil 3.55. Sistematik gruplara ait birey sayıları.

Araştırma bölgesinde en fazla tür (116 tür) 12 nolu istasyonda, en az tür ise 2 nolu (7 tür) kıyısız istasyonda tespit edilmiştir (Şekil 3.56). Kıyısız istasyonlarda saptanan tür sayıları daha derinde bulunan istasyonlara göre düşük bulunmuştur. Bölgede 15 nolu istasyon (49 tür) hariç yüksek tür sayısı ile temsil edilen derin istasyonlar (istasyon 7, 10, 12 ve 13) *Posidonia oceanica* çayırlarının bulunduğu habitatlarda yer almaktadır.



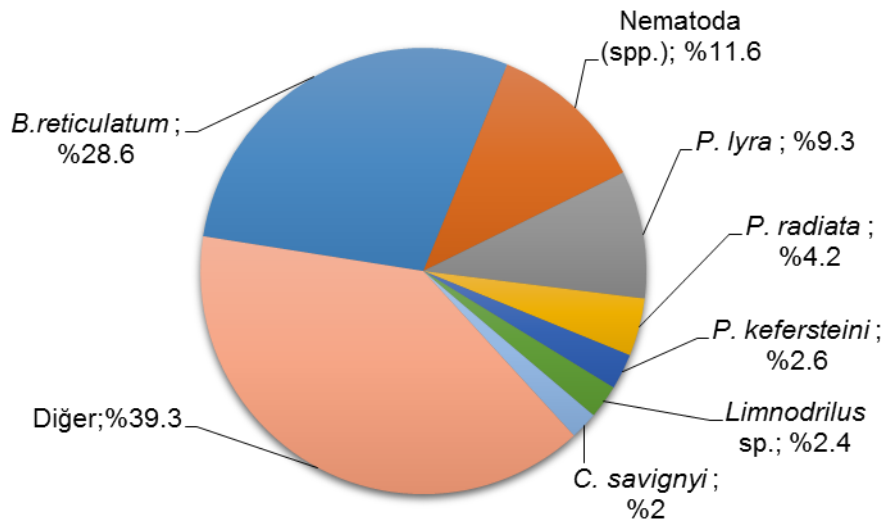
Şekil 3.56. İstasyonlarda bulunan tür sayıları.

İstasyonlarda tespit edilen birey sayılarına göre, en fazla birey (1622 birey) 9 numaralı istasyonda belirlenmiştir. Bu istasyonda *Bittium reticulatum* (Mollusca, 1365 birey), *Protodorvillea kefersteini* (Polychaeta, 82 birey) ve *Corophium* sp. (Crustacea, 64 birey) türlerine ait bireyler yoğun olarak bulunmuştur (Tablo 3.11). İstasyon 14 yüksek birey sayısı (1423 birey) ile temsil edilen bir diğer istasyon olup bu istasyonda Nematoda, Polychaeta (*Paradoneis lyra*, *Heteromastus filiformis* ve *Spio filicornis*), Oligochaeta (*Limnodrilus* sp.) ve Mollusca (*Bittium reticulatum*) grubuna ait türler komünitede önemli bir paya sahiptir. İstasyonlar içinde en az birey sayısı 2 numaralı istasyonda (14 birey) saptanmıştır (Şekil 3.57).



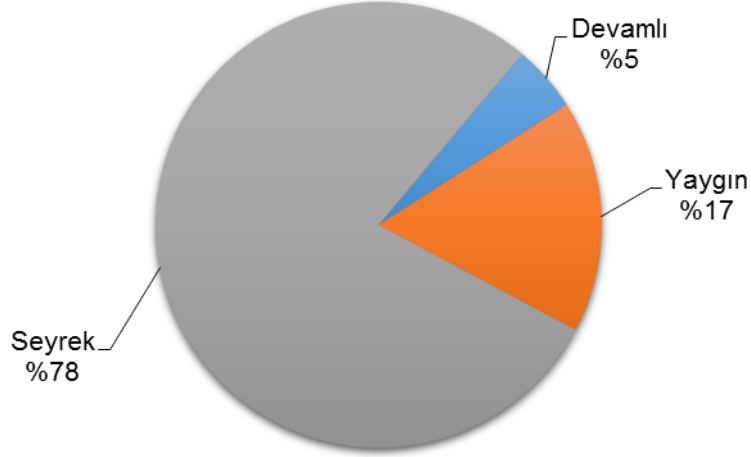
Şekil 3.57. İstasyonlarda bulunan birey sayıları.

Araştırma bölgesinde tespit edilen en baskın türler sırasıyla *Bittium reticulatum* (Mollusca, toplam birey sayısının %28.6'sı), *Nematoda* (spp.) (Nematoda, %11.6), *Paradoneis lyra* (Polychaeta, %9.3), *Pusillina radiata* (Mollusca, %4.2), *Protodorvillea kefersteini* (Polychaeta, %2.6), *Limnodrilus* sp. (Oligochaeta, %2.4), ve *Chondrochelia savignyi* (Crustacea, % 2)'dir (Şekil 3.58).



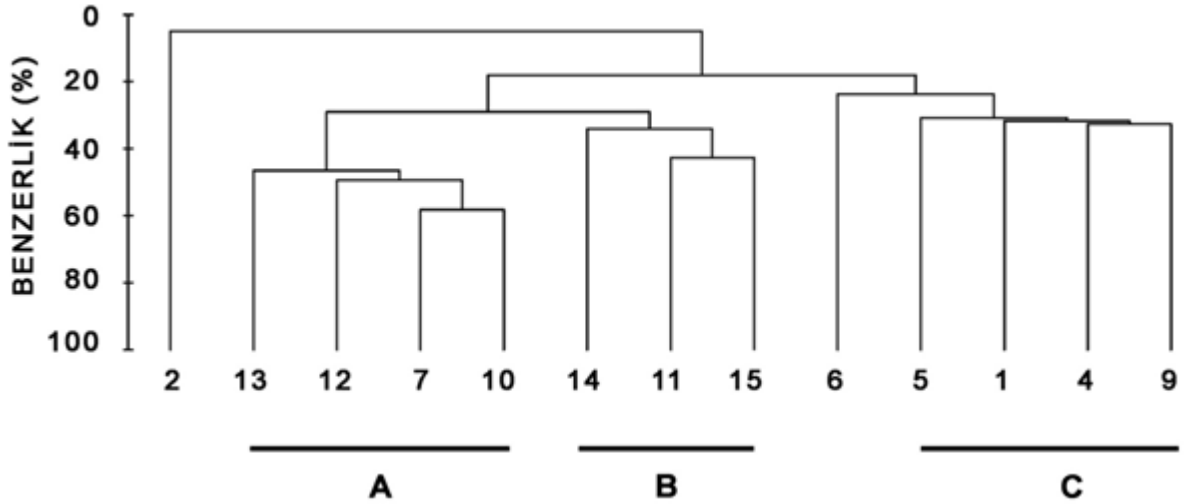
Şekil 3.58. İstasyonlarda bulunan baskın türler.

Frekans indeks değerlerine göre, bölgede saptanan türlerin 195'i (%78) “Seyrek”, 42'si (%17) “Yaygın” ve 12'si ise (%5) “Devamlı” kategoride yer almaktadır (Şekil 3.59). *Nematoda* (spp.), Polychaeta'dan *Brania pusilla*, *Syllis* sp., *Glycera alba*, *Lysidice unicornis*, *Protodorvillea kefersteini*, *Paradoneis lyra*, *Spio filicornis*, *Caulleriella* sp., Crustacea'den *Ostracoda* (spp.), *Chondrochelia savignyi* ve Mollusca'dan *Bittium reticulatum* türleri devamlı kategorisinde yer almaktadır.



Şekil 3.59. 3 Frekans indeks grubuna göre türlerin dağılımları.

Bray-Curtis benzerlik indeksine göre, istasyonlarda 3 ana grubun (%30) oluştuğu görülmektedir (Şekil 3.60). Bölgede en fazla tür sayısına sahip 4 derin istasyon (7, 10, 12 ve 13) %46'lık benzerlik ile ilk grubu (Grup A) oluşturmaktadır. Grup A içerisinde en yüksek benzerlik ile birbirine bağlanan istasyonlar 7 ve 10 nolu (%58) istasyonlardır. İkinci grubu (Grup B) %34'lk benzerlik ile 11, 14 ve 15 nolu istasyonlar, unc grubu (Grup C) ise %30'luk benzerlik ile 1, 4, 5 ve 9 nolu kıyısız istasyonlar oluşturmaktadır. İstasyon 2 az sayıda tür ve birey sayısına sahiptir.



Şekil 3.60. İstasyonlar arasındaki benzerliği gösteren dendrogram.

Sonbahar döneminde 4 yabancı Mollusca türü (*Cerithidium perparvulum*, *Finella pupoides*, *Syrnola fasciata* ve *Anadara kagoshimensis*) bulunmuştur. Bu türler Kızıldeniz, Indo-Pasifik ve Pasifik Okyanusu orijinli olup, Akdeniz'e gemiler ve Süveyş Kanalı yoluyla giriş yapmışlardır (Çınar ve diğ., 2011). Çalışma alanında 3 örnekleme periyodunda (ilkbahar, yaz ve sonbahar) toplam 9 yabancı Mollusca türü (*Cerithidium perparvulum*, *Cerithium scabridum*, *Ergalatax junionae*, *Acteocina mucronata*, *Pyrrunculus fourierii*, *Finella pupoides*, *Syrnola fasciata*, *Anadara kagoshimensis* ve *Mnestia girardi*) tespit edilmiştir. Çalışma bölgesinde bulunan *Cerithium vulgatum* koruma altına alınmış bir mollusk türü olup tüm örnekleme dönemlerinde rastlanmıştır.

Çalışma alanında ilkbahar, yaz ve sonbahar dönemlerinde Mollusca en yüksek tür sayısı ile temsil edilen gruptur. Yaz (%32.2) ve sonbahar döneminde (%43.7) tespit edilen Mollusca grubuna ait birey sayılarının ilkbahar dönemine (%81.8) göre daha düşük bulunmasının nedeni *Bittium reticulatum* türünün yoğunluğu ile ilişkilidir. Araştırma bölgesinde tüm örnekleme dönemlerinde kıyasal istasyonlardaki tür sayıları, daha derinde bulunan istasyonlara (istasyon 7, 10, 12 ve 13) göre daha düşük olarak bulunmuştur. Bunun en önemli nedenleri istasyonlar arasındaki derinlik ve biyotop farklılıklarıdır. Çalışma bölgesinde tüm örnekleme dönemlerinde en düşük tür sayısı 2 nolu istasyonda belirlenirken, en yüksek tür sayısına 12 nolu istasyonda rastlanmıştır. Bununla birlikte, ilkbahar ve yaz döneminde en düşük birey sayısı 6

nolu istasyonda bulunurken, sonbahar döneminde en düşük birey sayısı 2 nolu istasyonda belirlenmiştir.

Petrol ve türevleri, hem sucul hem de karasal ekosistemleri tehlikeye sokan en önemli kirleticilerden biridir. Sediment-su ara yüzeyinde hidrokarbonların veya petrolün depolanması bentik substratların biyojeokimyasal yapısını önemli derecede değiştirebilir ve bu substratlarla yakın ilişkide olan organizmaları etkileyebilir (Rivero ve diğ., 2005; Massara Paletto ve diğ., 2008). Daha önce yapılan çalışmalarda kontamine olmuş sedimentteki makrobentik organizmaların çeşitliliğinde azalma, fırsatçı türlere geçiş ve türlere ait bireylerin boyutlarında küçülmeler rapor edilmiştir (Gonzalez Egres ve diğ. 2012; Yu ve diğ. 2013; Seo ve diğ. 2014; Zabbey ve Uyi 2014). Fırsatçı grup olan oligochaeta ve nematoda bireylerinin, sedimentte düşük konsantrasyonlardaki hidrokarbon kirliliği ile arttığı tespit edilmiştir (Blackburn ve diğ., 2014; Ferrando ve diğ., 2015). Bu çalışmada, petrol kirliliğinin gözlendiği 14 nolu istasyonda oligochaeta ve nematoda bireylerinde tüm örnekleme periyotlarında belirgin artışlar saptanmıştır. El-Serehy ve diğerleri (2016) petrol kirliliğinin nematoda grubuna ait birey sayılarının artışını teşvik ettiğini ve bu grubun toplam fauna yoğunluğunun %67'sini oluşturan baskın bir grup olduğunu rapor etmişlerdir. Çalışmamızda tüm örnekleme dönemlerinde ortalama nematodların birey sayısı toplam faunal yoğunluğunun %9.7'sini oluşturmaktadır. Petrol kirliliğinin yoğun olarak gözlendiği istasyon 14'de nematodların faunal kompozisyon içindeki payı ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde sırasıyla %33 ve %40.7 arasında değişmektedir.

Petrol kirliliği crustacea grubundaki türleri de etkilemektedir. Bu türlerden bazıları özellikle amphipodlar biyolojik ve kimyasal izleme çalışmalarının hedef organizmaları olan indiktor türler olarak kullanılmaktadır. Amphipodlar arasında *Ampelisca* generu sedimentteki toksinlere yüksek duyarlılık göstermektedir (Gesteira ve Dauvin, 2000). Bu çalışmada *Ampelisca* türleri 6 istasyonda (9, 10, 11, 12, 13 ve 15) farklı örnekleme periyotlarında belirlenmiştir.

Bölgede 13 istasyondan toplanan bentik örneklerin detaylı olarak incelenmesi sonucunda istasyonlarda farklı bentik kommünite yapıları belirlenmiştir. Ortamda meydana gelen çevresel değişimlerin anlaşılması için petrol kirliliği öncesinde bölgede dağılım gösteren bentik omurgasızlara ait kommünite yapılarının belirlenmiş

olması önemlidir. Bölgedeki daha önce yapılmış çalışmalara dayalı bir veri tabanı bulunmamasına rağmen, bu çalışmada tespit edilen kommünite yapısı, fırsatçı ve duyarlı türler bölge hakkında aydınlatıcı bir bilgi sağlayabilir.

3.11. Sualtı Gözlemleri

Ilica bölgesinde gerçekleştirilen çalışmada 15 metre derinlikten başlayarak 2 metre derinliklere kadar tarama yapılmıştır. Bu bölgede kıyıya dik 2 hat üzerinde gözlem gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.61). Hatların yaklaşık uzunlukları 1600-1300 metre arasında değişmektedir. Taranan hatlarda fuel-oil kalıntısına rastlanmamıştır. Çalışma yapılan bölgede *Posidonia oceanica* çayırları ve kumluk alanlar yoğunluktadır (Bkz. Ilica Kasım 2017 Videosu). Ayrıca bölgede lesepsiyen göçmen yabancı – yayılcı deniz çayırı türü *Halophila stipulacea* topluluklarında da rastlanılmıştır (Şekil 3.62).



Şekil 3.61. Ilica bölgesindeki aletli dalış ile yapılan tarama hatları.

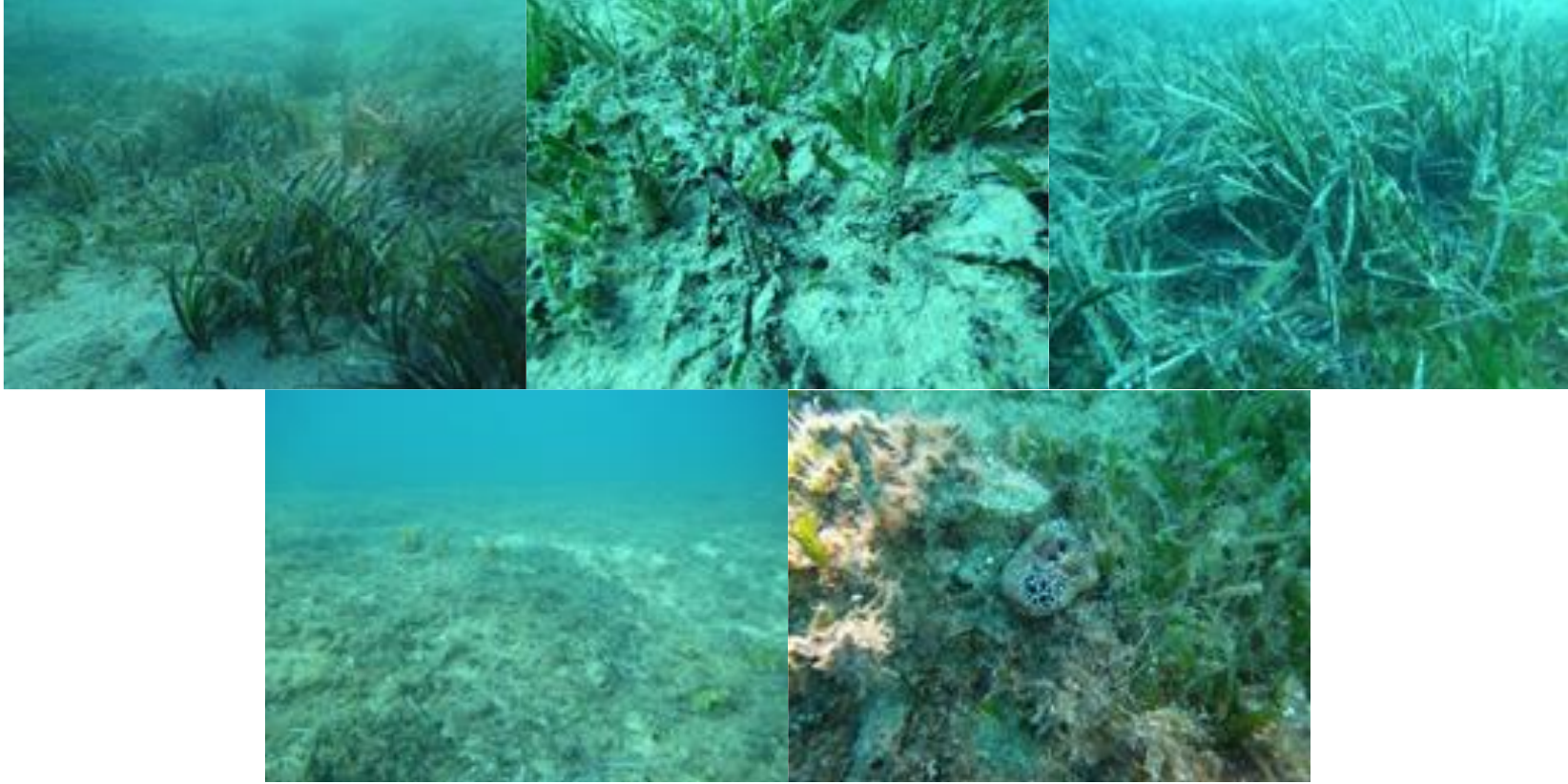


Şekil 3.62. Üst resimler soldan sağa; Kumluk alanlar, Anemon ve Süngerler. Alttaki resimler; *H. stipulacea* topluluğu, kayalık alanlar *P. oenica* çayırları, süngerler.

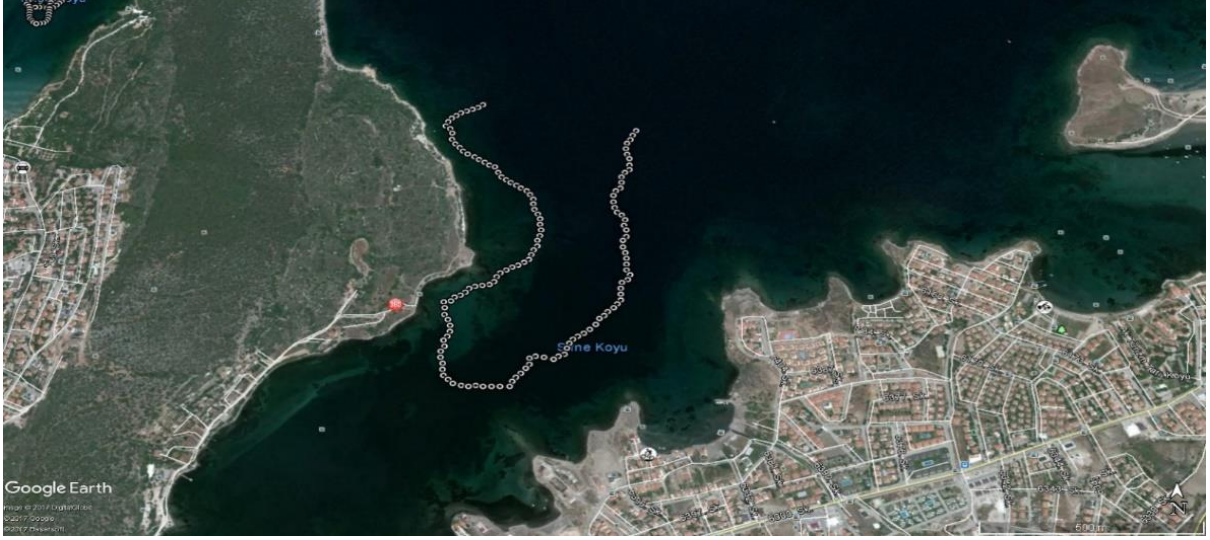


Şekil 3.63. Paşalimanı bölgesindeki aletli dalış ile yapılan tarama hattı.

Paşalimanı koyunda aletli dalış yöntemiyle 15 metreden 2 metre derinliğe kadar olan alan 2 dalışta taranmıştır (Şekil 3.63). Bu bölgede açıktan koy içine doğru iki hat yapılmıştır. Hatların yaklaşık uzunlukları 1450-1600 metre arasında değişmektedir. Aletli dalış ile taranan alanda daha önceden tespit edilmiş olan yakıt parçalarına bu sefer rastlanılmamıştır. Alanın genelinde *Posidonia oceanica* çayırlarına rastlanmaktadır. Ayrıca alanda diğer bir deniz çayırı türü olan *Cymodocea nodosa*, yabancı yayılımcı bitkilerden *Halophila stipulacea* ve *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* topluluklarına rastlanmıştır. Koyun girişinde güneydoğuya doğru kıyıya yakın alanda sıcak su çıkışları tespit edilmiştir (Şekil 3.64) (Bkz. Paşalimanı Hat 1 Kasım 2017 ve Paşalimanı Hat 2 Kasım 2017 Videoları).

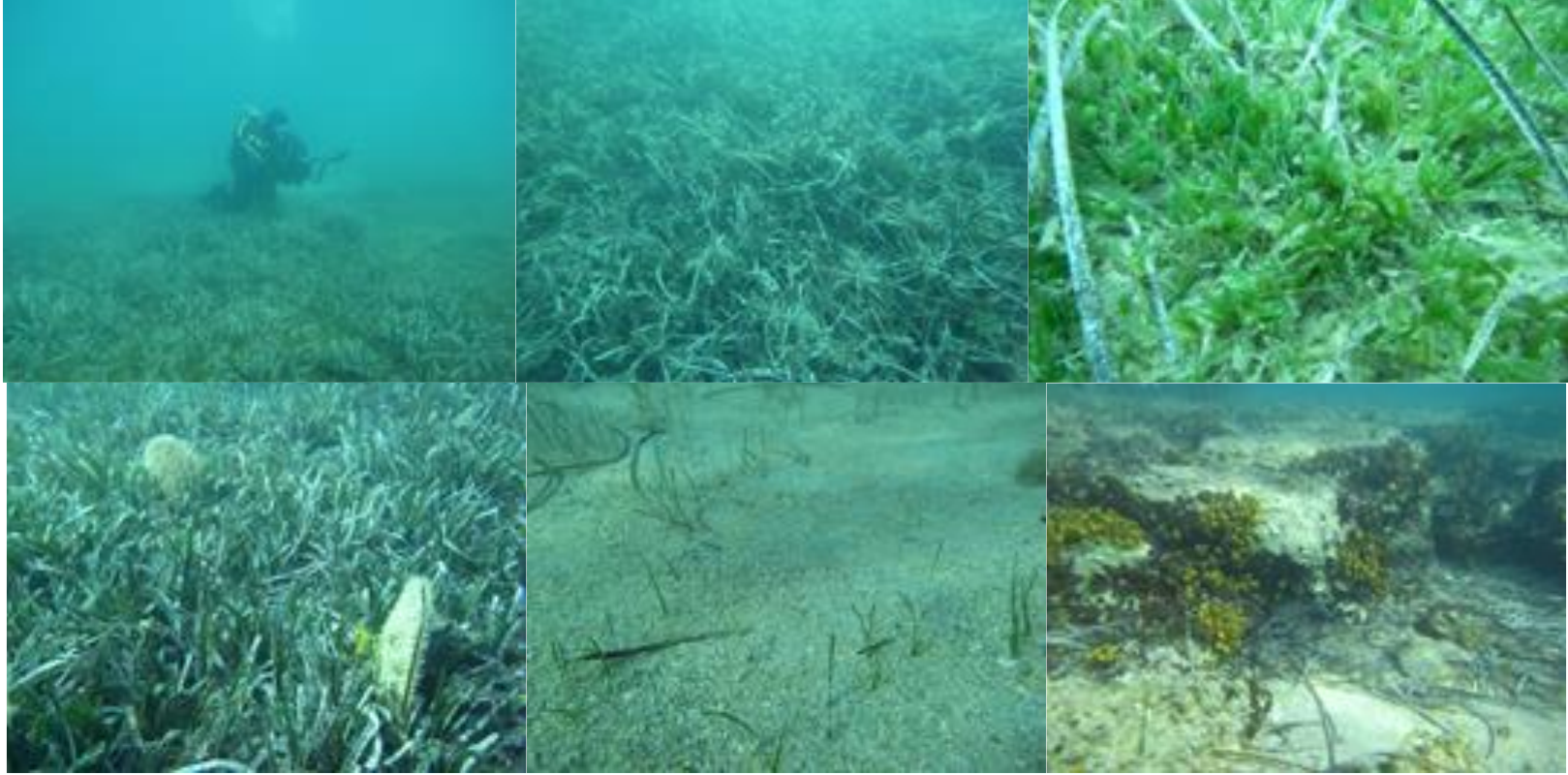


Şekil 3.64. Üst satır Soldan sağa; *P.oceanica* çayırları, *H. stipulacea* çayırları.



Şekil 3.65. Şifne bölgesindeki aletli dalış ile yapılan tarama hatları.

Şifne bölgesinde açıktan körfez içine doğru 16 metre derinlikten orta kısımdan ilerleyerek körfezin batısından dışarı doğru giden bir hat üzerinde yaklaşık 2150 metre uzunlukta bir dalış gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.65). Şifne bölgesinde açıktan körfezin iç kısmına uzanan 2150 metrelik hat boyunca dalışlar yapılmıştır. Bu hat açıktan başlayarak körfezin içine doğru 16 metrede orta kısımdan ilerleyerek körfezin batısında dışarıda son bulmaktadır. Dalışlar 16 metre derinlikten kıyıya kadar olan alanda yapılmıştır. Bu hatlarda yoğun *P. oceanica* çayırları tespit edilmiştir. Alanda yabancı yayılcı deniz çayırlarından *Halophila stipulacea* topluluklarına rastlanmıştır. Kıyı alanları kayalık ve diğer bir deniz çayırı türü olan *Cymodocea nodosa* ile kaplı olduğu görülmüştür (Şekil 3.66) (Bkz. Şifne Kasım 2017 Videosu). Alanda herhangi bir fuel oil kirliliğine görsel olarak rastlanılmamıştır. Ancak kıyı zonundaki kumulların altında fuel oil parçalarının zaman zaman insanların ayağına bulaştığı bildirilmiştir.



Şekil 3.66. Şifne koyu girişinde aletli dalışlarda çekilen görüntüler. Üst sıra; *P. oceanica* çayırları, *H. stipulacea*, Alt sıra; *P. oceanica* çayırları arasında *Pina nobilis*, kumluk alanda *Cymodocea nodosa*, kayalık zon üzerinde sünger toplulukları.

4. SONUÇLAR

- ✓ Çözünmüş Oksijen, Mart döneminde 4.45-9.28, Haziran döneminde 3.25-7.84 ve Kasım döneminde 6.54-9.52 mg/L aralığında ölçülmüştür. Oksijen doygunluğu ise Mart döneminde % 59.1-121.3, Haziran döneminde % 51-116.9 ve Kasım döneminde % 86.1-124.3 aralığında bulunmuştur.
- ✓ **Kasım döneminde** deniz suyunda **Acy, Ace, Phe ve Ant** konsantrasyonları genel olarak artış göstermiş, **Flu, BaA, Pyr, Chr, BkF, BaP, IcdP, BghiP ve Karsinojen PAH yüzdesi** ise tüm istasyonlarda azalmıştır. **Flt, BbF, DahA ve Toplam PAH** ise istasyonların büyük bir kısmında azalma gösterdiği görülmüştür.
- ✓ Su örnekleri için Toplam PAH içindeki karsinojen bileşik yüzdesi **Mart'ta %2.9-24.1, Haziran'da %7.5-29.5 ve Kasım'da %2.0-11.6** aralığında bulunmuştur. Kasım'da diğer dönemlere kıyasla karsinojen bileşik yüzdesinin azaldığı görülmüştür.
- ✓ **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;
 - **Flt** düzeyleri 1, 7-D, 9, 10-Y, 12-Y, 12-D ve 13-Y nolu istasyonlar hariç diğer istasyonlar/derinliklerde Yıllık Ortalama (YO) - Maksimum (MAK) ÇKS değerleri **arasında** bulunmuştur.
 - **BaP** düzeyleri tüm istasyonlarda Yıllık Ortalama (YO) - Maksimum (MAK) ÇKS değerleri **arasında** bulunmuştur.
 - **BghiP** düzeyleri 1 ve 2 nolu istasyonlarda Maksimum (MAK) ÇKS değerinin **üzerinde**, diğer istasyonlarda ise Maksimum (MAK) ÇKS değerinin **altında** bulunmuştur.
 - **Ace, Flu, Phe, Ant, Pyr, Chr, BbF** ve **BkF**'nin konsantrasyonları Yıllık Ortalama (YO)-ÇKS değerlerinin **altında** bulunmuştur.
- ✓ Moleküler indislere göre Ildırı ve Ilica Körfezi **deniz suyu** örneklerindeki PAH'ların kaynağının genel olarak **petrojenik** olabileceği bulunmuştur.
- ✓ **Kasım döneminde** sedimentteki PAH bileşenlerinden **Acy, Flu ve Flt** tüm istasyonlarda **artmıştır**.

- ✓ **Kasım döneminde** sedimentteki PAH bileşenlerinden **Ace, Phe, Chr, BkF, IcdP, BghiP** ve **Toplam PAH** genel olarak **artış** gösterirken, **Ant, Pyr, BaA, BbF, BaP** ve **DahA** genel olarak **azalmıştır**.
- ✓ Sediment örnekleri için **Toplam PAH içindeki karsinojen bileşik yüzdesi** Mart'ta **%1.8-37.3** aralığında iken, Haziran'da **%11.8-80.8** ve Kasım'da ise **%2.6-61.4** aralığında bulunmuştur.
- ✓ En yüksek Toplam PAH içindeki karsinojen bileşik yüzdesi Mart ve Haziran'da 5 nolu istasyonda iken Kasım'da 14 nolu istasyonda gözlenmiştir. Toplam PAH içindeki karsinojen bileşik yüzdesi Haziran'da 6, 11 ve 14 nolu istasyonlarda, Kasım'da ise sadece 14 nolu istasyonda %50'nin üzerinde olduğu görülmüştür.
- ✓ **Sedimentte saptanan PAH bileşiklerinin konsantrasyonları**, TEL-PEL limit değerleri ile karşılaştırıldığında;
 - **Ant, Flt ve BaP**: Tüm istasyonlarda ölçülen değerler TEL değerinden küçük;
 - **Pyr, BaA, Chr, DahA ve Toplam PAH**: 14 nolu istasyonda TEL-PEL aralığında, diğer istasyonlarda ölçülen değerler TEL değerinden küçük;
 - **Ace ve Phe**: 3, 7, 10, 12 ve 14 nolu istasyonlarda ölçülen değerler TEL-PEL aralığında; diğerleri TEL değerinden küçük;
 - **Flu**: 3, 7, 10, 12, 13 ve 15 nolu istasyonlarda ölçülen değerler TEL-PEL aralığında; diğerleri TEL değerinden küçük;
 - **Acy**: Tüm istasyonlarda ölçülen değerlerin TEL-PEL aralığında olduğu görülmüştür.
- ✓ Hesaplanan tüm indislere göre Ildırı ve Ilıca Körfezi **sediment** örneklerindeki PAH'ların kaynağının genel olarak **pirojenik ve petrojenik** olabileceği bulunmuştur.
- ✓ Sediment kirlilik kriterlerine göre, Kasım'da 14 hariç tüm istasyonların **orta** seviyede PAH kirliliği taşıdığı, sadece **14** nolu istasyonun **yüksek** kirlilik seviyesinde olduğu bulunmuştur.
- ✓ **Phe/Ant** oranlarına göre, Abalıoğlu'ndaki midyelerde saptanan PAH bileşenlerinin pirojenik, Pınar ve Agromey'de ise petrojenik kaynaklı; **Flt/Pyr** oranlarına göre tüm midyelerde saptanan PAH bileşenlerinin pirojenik kaynaklı olabileceğini göstermektedir.

- ✓ Mart, Haziran ve Kasım dönemlerinde balık çiftliklerinden alınan **midyelerde** bulunan toplam **PAH seviyelerinin** NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) kriterlerine göre tamamının “**az kirli**” olduğu görülmüştür.
- ✓ Mart, Haziran ve Kasım dönemlerinde balık çiftliklerinden alınan **midyelerde** **karsinojen PAH bileşiklerine rastlanmamıştır.** Dolayısıyla incelenen organizmalarda insan sağlığını olumsuz etkileyecek herhangi bir sağlık riski gözlenmemiştir.
- ✓ **Bentik örneklerin faunistik incelenmesi sonucunda,**
 - i. **Mart** döneminde **258 tür** ve bu türlere ait **toplam 12597 birey;**
 - ii. **Haziran** döneminde **243 tür** ve bu türlere ait **toplam 3995 birey** tespit edilmiştir.
 - iii. **Kasım** döneminde **249 tür** ve bu türlere ait **toplam 7452 birey** tespit edilmiştir.
- ✓ Örnekleme istasyonlarında, **Mart** döneminde **123**, **Haziran** döneminde **99** ve **Kasım** döneminde **103** tür ile **Mollusca** tür sayısı bakımından ilk sırada yer almıştır.
- ✓ **Mart** döneminde **Mollusca 10299** birey; **Haziran** döneminde **Polychaeta 1622** birey ve **Kasım** döneminde **Mollusca 3258** birey ile ilk sırada yer almıştır.
- ✓ **Mart** döneminde araştırma bölgesinde **en yüksek tür sayısı** (116 tür) **13** nolu istasyon (referans)’da, **en az tür sayısı** ise (3 tür) **6** nolu istasyonda belirlenmiştir. **Haziran** döneminde araştırma bölgesinde **en fazla tür** (92 tür) **12** nolu istasyonda, **en az tür** ise **4** nolu (8 tür) kıyasal istasyonda tespit edilmiştir. **Kasım** döneminde ise araştırma bölgesinde en fazla tür (116 tür) **12** nolu istasyonda, en az tür ise **2** nolu (7 tür) kıyasal istasyonda tespit edilmiştir.
- ✓ **Mart** döneminde devamlı kategoride yer alan **Bittium reticulatum** (Mollusca, toplam birey sayısının %56’sı) bölgedeki **en dominant tür** iken, **Haziran** döneminde **en baskın tür Nematoda (spp.)** (Nematoda, toplam birey sayısının %12.1’i) ve **Kasım**’da ise en baskın tür yeniden **Bittium reticulatum** (toplam birey sayısının %28.6’sı) olmuştur.
- ✓ Sedimentte Mart döneminde **yüksek**, Haziran’da ise **orta** ve Kasım’da **yüksek** seviyede **PAH kirliliği** tespit edilen **14** nolu istasyonda, üç dönemde de **oligochaeta ve nematode** gruplarında **yüksek birey sayıları** gözlenmiştir.

- ✓ Sualtı dalışlarında, **Ilıca** bölgesinde Mart, Haziran ve Kasım'da yakıt kalıntısına **rastlanmamıştır**. *Posidonia oceanica* çayırları ve kumluk alanlar yoğunluktadır.
- ✓ **Paşalimanı** bölgesinde, Mart ve Haziran'da yaygın ve geniş olmamakla beraber **bazı noktalarda** değişen büyüklüklerde fuel-oil kalıntılarına **rastlanmıştır**. **Kasım**'da ise **kalıntıya rastlanmamıştır**.
- ✓ **Şifne** koyu girişinde, **Mart** döneminde kıyıdaki taşların üzerinde yakıt kalıntıları **tespit edilmişken**, **su kesiminde** herhangi bir kalıntı **gözlenmemiştir**. **Haziran** ve **Kasım**'da ise bölgede görsel olarak herhangi bir fuel-oil kalıntısına **rastlanmamıştır**. Ancak, kıyıda kumulların altında fuel oil parçalarının zaman zaman insanların ayağına bulaştığı bildirilmiştir.

Mart, Haziran ve Kasım dönemlerine ait su ve sedimentteki PAH bileşenlerinin istasyonlara ve örnekleme dönemine göre farklılık gösterdiği; her üç dönemde de su ve sedimentteki PAH bileşenlerinden bazılarının limit değerlerin üzerinde oldukları tespit edilmiştir.

Mart, Haziran ve Kasım dönemlerine ait sedimentteki bentik türlerin faunistik incelemesi sonucu tür ve toplam birey sayılarının istasyonlara ve örnekleme dönemine göre farklılık gösterdiği saptanmıştır.

Mart döneminde, İldırı Körfezi'nde meydana gelen kaza sonrası yakıt sızıntısının lokal olarak Paşalimanı, Şifne ve Ilıca Körfezi'nin belirli bölgelerinde etkili olduğu görülmüştür. Mart ve Haziran dönemlerindeki dalış çalışmaları sırasında Paşalimanı bölgesinde, yaygın ve geniş olmamakla beraber bazı noktalarda değişen büyüklüklerde fuel-oil kalıntılarına rastlanmıştır. Kasım döneminde ise Ilıca, Paşalimanı ve Şifne'de yapılan dalışlarda herhangi bir yakıt kalıntısına rastlanmamıştır. Ayrıca, bu dönemde de Şifne'de kıyıda fuel oil parçalarının zaman zaman insanların ayağına bulaştığı duyumu alınmıştır.

5. REFERANSLAR

- 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).
- Blackburn M., Mazzacano C.A.S., Fallon C., Black S.H., *Oil in Our Oceans. A Review of the Impacts of Oil Spills on Marine Invertebrates*. 152 pp. Portland, OR: The Xerces Society for Invertebrate Conservation (2014).
- 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).
- Çinar M.E., Bilecenoglu M., Öztürk B., Katagan T., Yokes, M.B., Aysel V., Dagli E., Açık S., Ozcan T. and Erdogan H., An updated review of alien species on the coasts of Turkey, *Mediterranean Marine Science*, 12, 257–315, (2011).
- El Deeb K.Z., Said T.O., El Naggar 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).
- El-Serehy H. A., Al-Rasheid K. A., Al-Misned F. A., Al-Talasat, A.A.R., Gewik, M.M., Microbial–meiofaunal interrelationships in coastal sediments of the Red Sea. *Saudi Journal of Biological Sciences* 23, 327–334, (2016).
- EPA, Method 3510C, Separatory Funnel Liquid-Liquid Extraction, Revision 3, (1996).
- 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).
- Ferrando A., Gonzalez E., Franco M., Commendatore M., Nievas M. Milton C., Stora, G., Gilbert F., Esteves J.L., Cuny P., Oil spill effects on macrofaunal communities and bioturbation of pristine marine sediments (Caleta Valdés, Patagonia, Argentina): experimental evidence of low resistance capacities of benthic systems

- without history of pollution, *Environmental Science and Pollution Research*, 22, 15294–15306, (2015).
- Fleeger J.W., Chandler G.T., Meiofauna responses to an experimental oil spill in a Louisiana salt marsh, *Marine Ecology Progress Series*, 11, 257-264, (1983).
- 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).
- Gomez Gesteira, J.L., Dauvin, J.-C., Amphipods are Good Bioindicators of the Impact of Oil Spills on Soft-Bottom Macrobenthic Communities. *Marine Pollution Bulletin* 40(11), 1017–1027, (2000).
- Gonzalez Egres A., Martins C.C., Oliveira V.M., Cunha Lana P., Effects of an experimental in situ diesel oil spill on the benthic community of unvegetated tidal flats in a subtropical estuary (Paranagua Bay, Brazil). *Marine Pollution Bulletin* 64, 2681–2691, (2012).
- 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).
- Massara Paletto V., Commendatore M.G., Esteves J.L., Hydrocarbon levels in sediments and bivalve mollusks from Bahía Nueva (Patagonia, Argentina): an assessment of probable origin and bioaccumulation factors. *Marine Pollution Bulletin* 56(12), 2100–2105, (2008).
- Resmi Gazete, 2016, Sayı: 29797, Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği, Ek-5, Tablo-2, (10.08.2016).
- Rivero M.S., Elías R., Vallarino E.A., First survey of macroinfauna in the Mar del Plata Harbor (Argentina), and the use of polychaetes as pollution indicators. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 40(2), 101–108, (2005).
- Seo J-Y., Kim M., Lim H-S., Choi J-W., The macrofaunal communities in the shallow subtidal areas for the first 3 years after the Hebei Spirit oil spill. *Marine Pollution Bulletin* 82, 208–220, (2014).

- 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).
- 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).
- Yu O.H., Lee H-G., Shim W.J., Kim M. and Park H.S., Initial impacts of the Hebei Spirit oil spill on the sandy beach macrobenthic community west coast of Korea. *Marine Pollution Bulletin* 70, 189–196, (2013).

- 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).
- Zabbey N., Uyi H., Community responses of intertidal soft-bottom macrozoobenthos to oil pollution in a tropical mangrove ecosystem, Niger Delta, Nigeria. *Marine Pollution Bulletin* 82, 167–174, (2014).