

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

GÜNEYDOĞU KARADENİZ'DE PİGMENT KONSANTRASYONU VE BİRİNCİL
ÜRETİMİN ÇEVRE KOŞULLARI İLE ETKİLEŞİMİ

DOKTORA TEZİ

Ertuğrul AĞIRBAŞ

EYLÜL 2010

TRABZON

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

GÜNEYDOĞU KARADENİZ'DE PİGMENT KONSANTRASYONU VE BİRİNCİL
ÜRETİMİN ÇEVRE KOŞULLARI İLE ETKİLEŞİMİ

Ertuğrul AĞIRBAŞ

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“Doktor (Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği)”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 31.08.2010
Tezin Savunma Tarihi : 22.09.2010

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Ali Muzaffer FEYZİOĞLU
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Ercan KÖSE
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Asım KADIOĞLU
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Muhammet BORAN
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Hasan Baha BÜYÜKİŞİK

Enstitü Müdürü: Prof. Dr. Salih TERZİOĞLU

Trabzon 2010

ÖNSÖZ

Doğu Karadeniz kıyusal ekosisteminde pigment konsantrasyonu ve birincil üretimin çevre koşulları ile etkileşiminin belirlenmesi amacıyla yürütülen bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı'nda doktora tezi olarak hazırlanmıştır. Çalışma 108Y241 numaralı TÜBİTAK ve Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Fonu 2007.117.01.4 numaralı projeler ile desteklenmiştir. Araştırma süresince R/V KTÜ DENAR-I araştırma gemisi ve Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi araştırma laboratuvar imkanları kullanılmıştır.

Doktora eğitimim süresince her türlü desteği sağlayan doktora tez danışmanım Doç. Dr. Ali Muzaffer FEYZİOĞLU' una ve değerli katkılarını esirgemeyen tez izleme jüri üyelerim Prof. Dr. Ercan KÖSE ve Prof. Dr. Asım KADIOĞLU'na teşekkür ederim. Verilerin değerlendirilmesi ve yorumlanması noktasında yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Muhammet BORAN ve Yrd. Doç. Dr. Coşkun ERÜZ'e teşekkürlerimi sunarım. C-14 deneylerinde her türlü desteği sağlayan Prof. Dr. Ayşen YILMAZ ve Dr. Hüseyin TÜFEKÇİ'ye, HPLC konusunda değerli bilgilerine başvurduğum Doç. Dr. Dilek EDİGER'e, HPLC analizlerinde her türlü laboratuvar imkânını sağlayan Prof. Dr. Sevim KÖSE ve Arş. Gör. Serkan KORAL'a teşekkür ederim. Ekip çalışması gerektiren bu süreç içerisinde her aşamada yardımlarını sürekli yanımda hissettiğim başta Arş. Gör. Ülgen KOPUZ olmak üzere, Arş. Gör. Kenan GEDİK, Arş. Gör. Ertuğrul TERZİ ve Arş. Gör. Recep PARLAK'a, R/V DENAR-I, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi ve Rize Su Ürünleri Fakültesi'nin akademik ve idari personeline teşekkür ederim.

Bu zorlu süreç içerisinde maddi ve manevi desteklerini sürekli yanımda gördüğüm aileme şükranlarımı sunarım.

Ertuğrul AĞIRBAŞ

Trabzon 2010

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	II
İÇİNDEKİLER	III
ÖZET	VI
SUMMARY	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
TABLolar DİZİNİ	XIV
SEMBOLLER DİZİNİ.....	XVI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
1.2. Fotosentez ve Birincil Üretim	1
1.3. Fotosentetik Pigmentler	3
1.4. Işık	5
1.5. Besleyici Elementler.....	6
1.6. Birincil Üretim Ölçüm Yöntemleri	8
1.7. Çalışmanın Önemi ve Önceki Çalışmalar.....	10
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	16
2.1. Materyal ve Metot	16
2.1.1. Deniz Çalışmaları	16
2. 1. 2. Laboratuar Çalışmaları	17
2. 1. 2. 1. Fitoplankton Örneklerinin Teşhisi.....	17
2. 1. 2. 2. Pigment Analizleri.....	17
2. 1. 2. 3. Besin Elementlerinin Belirlenmesi.....	19
2. 1. 2. 3. 1. Nitrat.....	19
2. 1. 2. 3. 2. Nitrit.....	19
2. 1. 2. 3. 3. Fosfat	19

2. 1. 2. 3. 4.	Silikat.....	19
2. 1. 2. 4.	Birincil Üretimin Belirlenmesi.....	20
2. 1. 2. 5.	Çözünmüş Oksijen	22
2. 1. 2. 6.	Veri Analizi.....	22
3.	BULGULAR.....	23
3. 1.	Fiziksel ve Kimyasal Ortam.....	23
3.1. 1.	Besin Elementleri	31
3.1. 1. 1.	Nitrat.....	31
3.1. 1. 2.	Nitrit.....	32
3.1. 1. 3.	Fosfat	32
3.1. 1. 4.	Silikat.....	33
3.1.2.	Çözünmüş Oksijen	40
3.1.3.	Işık	41
3.2.	Fitoplankton	43
3.3.	Pigment	60
3.4.	Birincil Üretim	89
4.	TARTIŞMA	101
4. 1.	Fiziksel ve Kimyasal Ortam.....	101
4. 2.	Besin Elementleri	104
4. 2. 1.	Nitrat.....	104
4. 2. 2.	Nitrit.....	106
4. 2. 3.	Fosfat	107
4. 2. 4.	Silikat.....	108
4. 3.	Fitoplankton	109
4. 4.	Işık	114
4. 5.	Pigment	115
4.6.	Birincil Üretim	119
5.	SONUÇLAR.....	122

6.	ÖNERİLER.....	125
7.	KAYNAKLAR	127
8.	EKLER	136

ÖZGEÇMİŞ

ÖZET

Şubat-Aralık 2009 tarihleri arasında Güney Doğu Karadeniz kıyusal ekosisteminde yürütülen bu çalışmada, fitoplanktonun kalitatif ve kantitatif değişimi, fotosentetik pigment konsantrasyonu, birincil üretim miktarı ve bunların çevre koşulları ile etkileşimi araştırılmıştır.

Yapılan CTD ölçümlerinde elde edilen sıcaklık ve tuzluluk profilleri Karadeniz'in genel karakteristiğine uyan eğilimler göstermiştir. Oksijence zengin üst tabakanın kalınlığı yılın sıcak dönemlerinde 40-60 m arasında değişim gösterirken soğuk dönemlerinde ise 60-80 m'ye kadar inmiştir. 140 m'den sonra anoksik bölge belirlenmiştir. PAR derinliğinin ortalama 27-30 m arasında değiştiği belirlenmiştir. Sönümlenme katsayıları (K_d) kıyı ve açık sular için sırasıyla $0.18 \pm 0.07 \text{ m}^{-1}$ ve $0.18 \pm 0.06 \text{ m}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır.

Besin elementlerinden nitrat değerleri Karadeniz için belirtilen değerlerin üst sınırlarında tespit edilmiştir ($2,3 \text{ } \mu\text{g-at/L}$). Ortalama nitrat konsantrasyonu kıyı ve açık sularda sırasıyla $2.18-2.21 \text{ } \mu\text{g-at/L}$ olarak ölçülmüştür. Nitrit konsantrasyonları ise sırasıyla $0.07-0.09 \text{ } \mu\text{g-at/L}$ olarak ölçülmüştür. Kıyı sularda ortalama fosfat konsantrasyonu $0.018 \text{ } \mu\text{g-at/L}$ iken açık sularda ise bu değişim $0.023 \text{ } \mu\text{g-at/L}$ olarak belirlenmiştir. Silikat değeri Karadeniz'in batı bölgelerinde tespit edilen değerleri ($0.8-1.5 \text{ } \mu\text{g-at/L}$) aşmamıştır. Silikat konsantrasyonları ise kıyı ve açık sularda $0.13 \text{ } \mu\text{g-at/L}$ olarak belirlenmiştir.

Çalışma sahasında fitoplankton bloomları Mayıs ve Eylül aylarında gözlenmiştir. Bunlara ek olarak Kasım ayında kokkolitoforların neden olduğu üçüncü bir bloom da tespit edilmiştir. HPLC sonuçlarına göre pigment konsantrasyonları ile hücre sayıları arasında tespit edilen yüksek oranlardaki ilişki fukoksantin pigmenti diatom grupları için, peridinin dinoflagellat grupları için ve 19-heksanoloksifukoksantin ise kokkolitofor için marker pigment olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

C-14 deneylerinde kıyı sularda birincil üretim miktarları kıyı sularda $431-1392 \text{ mgCm}^{-2}\text{gün}^{-1}$ arasında değişim gösterirken, açık sularda $126-1332 \text{ mgCm}^{-2}\text{gün}^{-1}$ arasında değişim göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Karadeniz, Fitoplankton, Klorofil-a, Peridinin, Fukoksantin, 19'-Heksanoloksifukoksantin, Birincil Üretim

SUMMARY

Interaction of Pigment Concentration and Primary Production with Environmental Condition in the Southeastern Black Sea

In the present study, qualitative and quantitative changing of phytoplankton, photosynthetic pigment ratios, primary production and related to environmental conditions were evaluated from February 2009 to December 2009 in the South Eastern Black Sea.

In the CTD profiles, temperature and salinity values showed similar pattern of Black Sea characteristics. When the oxygenated layer was observed at depths of 40-60 meters during warm season, it was extent to 60-80 meters depths. The anoxic zone was determined at depth of 140 m. PAR was measured at depths of 27-30 meters. Light attenuation coefficient was calculated as $0.18 \pm 0.07 \text{ m}^{-1}$ and $0.18 \pm 0.06 \text{ m}^{-1}$ in the coastal and offshore waters, respectively.

According to nutrients results, nitrate concentrations were higher than upper limit of the Black Sea (2,3 $\mu\text{g-at/L}$). Mean nitrate values ranged from 2.18-2.21 $\mu\text{g-at/L}$ in coastal and offshore waters, respectively. Mean nitrite values ranged from 0.07–0.09 $\mu\text{g-at/L}$ in coastal and offshore waters, respectively. Mean phosphate values ranged from 0.018-0.023 $\mu\text{g-at/L}$ and $\mu\text{g-at/L}$ in coastal and offshore waters, respectively. Silicate values determined at area did not higher than western part of the Black Sea (0.8-1.5 $\mu\text{g-at/L}$). Silicate concentrations ranged from 0.13 $\mu\text{g-at/L}$ in coastal and offshore waters, respectively.

At the study area, the phytoplankton blooms were observed in May and September. In addition to these blooms, a third bloom that caused by coccolithophore was also detected on November. The relationship between cell number and pigment concentrations showed that fucoxanthin, peridinin and 19'-hexanoyloxfucoxanthin ratios can be used as a marker for diatom, dinoflagellates and coccolithophore groups, respectively.

In the C-14 experiment, production rate varied between 431 and 1392 $\text{mgCm}^{-2}\text{day}^{-1}$ in the coastal waters, and between 126 and 1332 $\text{mgCm}^{-2}\text{day}^{-1}$ in the offshore waters.

Key Words: Black Sea, Phytoplankton, Chlorophyll-a, Fucoxanthin, 19-Hexanoyloxfucoxanthin, Primary Production

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Fotosentez ışık ilişkisi (P&I Curve)	5
Şekil 2. Çalışma sahası ve istasyonlar	16
Şekil 3. Şubat 2009 döneminde açık ve kıyı istasyonlarında sıcaklık, tuzluluk ve pH'ın derinlikle değişimi	24
Şekil 4. Mart 2009 döneminde açık ve kıyı istasyonlarında sıcaklık, tuzluluk, oksijen ve pH'ın derinlikle değişimi	24
Şekil 5. Nisan 2009 döneminde açık ve kıyı istasyonlarında sıcaklık, tuzluluk, oksijen ve pH'ın derinlikle değişimi.....	25
Şekil 6. Mayıs 2009 döneminde açık ve kıyı istasyonlarında sıcaklık, tuzluluk, oksijen ve pH'ın derinlikle değişimi.....	26
Şekil 7. Haziran 2009 döneminde açık ve kıyı istasyonlarında sıcaklık, tuzluluk, oksijen ve pH'ın derinlikle değişimi.....	26
Şekil 8. Temmuz 2009 döneminde açık ve kıyı istasyonlarında sıcaklık, tuzluluk, oksijen ve pH'ın derinlikle değişimi.....	27
Şekil 9. Ağustos 2009 döneminde açık ve kıyı istasyonlarında sıcaklık, tuzluluk, oksijen ve pH'ın derinlikle değişimi.....	28
Şekil 10. Eylül 2009 döneminde açık ve kıyı istasyonlarında sıcaklık, tuzluluk, oksijen ve pH'ın derinlikle değişimi.....	28
Şekil 11. Ekim 2009 döneminde açık ve kıyı istasyonlarında sıcaklık, tuzluluk, oksijen ve pH'ın derinlikle değişimi.....	29
Şekil 12. Kasım 2009 döneminde açık ve kıyı istasyonlarında sıcaklık, tuzluluk, oksijen ve pH'ın derinlikle değişimi.....	30
Şekil 13. Aralık 2009 döneminde açık ve kıyı istasyonlarında sıcaklık, tuzluluk, oksijen ve pH'ın derinlikle değişimi.....	30
Şekil 14. Şubat 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında besin tuzlarının (NO ₃ -N, NO ₂ -N, SiO ₂) derinlikle değişimi	34

Şekil 15.	Mart 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında besin tuzlarının (NO ₃ -N, NO ₂ -N, SiO ₂) derinlikle değişimi	35
Şekil 16.	Nisan 2009 döneminde açık istasyonda besin tuzlarının (NO ₃ -N, NO ₂ -N, SiO ₂) derinlikle değişimi	35
Şekil 17.	Mayıs 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında besin tuzlarının (NO ₃ -N, NO ₂ -N, SiO ₂) derinlikle değişimi	36
Şekil 18.	Haziran 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında besin tuzlarının (NO ₃ -N, NO ₂ -N, PO ₄ -P, SiO ₂) derinlikle değişimi	36
Şekil 19.	Temmuz 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında besin tuzlarının (NO ₃ -N, NO ₂ -N, PO ₄ -P, SiO ₂) derinlikle değişimi	37
Şekil 20.	Ağustos 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında besin tuzlarının (NO ₃ -N, NO ₂ -N, PO ₄ -P, SiO ₂) derinlikle değişimi	37
Şekil 21.	Eylül 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında besin tuzlarının (NO ₃ -N, NO ₂ -N, PO ₄ -P, SiO ₂) derinlikle değişimi	38
Şekil 22.	Ekim 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında besin tuzlarının (NO ₃ -N, NO ₂ -N, PO ₄ -P, SiO ₂) derinlikle değişimi	38
Şekil 23.	Kasım 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında besin tuzlarının (NO ₃ -N, NO ₂ -N, PO ₄ -P, SiO ₂) derinlikle değişimi	39
Şekil 24.	Aralık 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında besin tuzlarının (NO ₃ -N, NO ₂ -N, PO ₄ -P, SiO ₂) derinlikle değişimi	39
Şekil 25.	Şubat-Aralık 2009 örnekleme döneminde çözünmüş oksijen değerlerinin kıyı ve açık istasyonlardaki derinlikle değişimi	40
Şekil 26.	Şubat-Aralık 2009 örnekleme dönemi Fotosentetik Aktif Radyasyon (PAR) değerlerinin ($\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) kıyı ve açık istasyonlardaki derinlikle değişimi	42
Şekil 27.	Işık spektrumunun derinlikle değişimi.....	43
Şekil 28.	Örnekleme süresince tespit edilen fitoplanktonik grupların tür sayılarının aylara göre dağılımı.....	47
Şekil 29.	Şubat 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında fitoplankton (Diatom, Dinoflagellat, Diğer Taksonomik Gruplar) yoğunluğunun derinlikle değişimi	50

Şekil 30.	Mart 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında fitoplankton (Diatom, Dinoflagellat, Diğer Taksonomik Gruplar) yoğunluğunun derinlikle değişimi	51
Şekil 31.	Nisan 2009 döneminde açık istasyonunda fitoplankton (Diatom, Dinoflagellat, Diğer Taksonomik Gruplar) yoğunluğunun derinlikle değişimi	52
Şekil 32.	Mayıs 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında fitoplankton (Diatom, Dinoflagellat, Diğer Taksonomik Gruplar) yoğunluğunun derinlikle değişimi	53
Şekil 33.	Haziran 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında fitoplankton (Diatom, Dinoflagellat, Diğer Taksonomik Gruplar) yoğunluğunun derinlikle değişimi	54
Şekil 34.	Temmuz 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında fitoplankton (Diatom, Dinoflagellat, Diğer Taksonomik Gruplar) yoğunluğunun derinlikle değişimi	55
Şekil 35.	Ağustos 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında fitoplankton (Diatom, Dinoflagellat, Diğer Taksonomik Gruplar) yoğunluğunun derinlikle değişimi	56
Şekil 36.	Eylül 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında fitoplankton (Diatom, Dinoflagellat, Diğer Taksonomik Gruplar) yoğunluğunun derinlikle değişimi	57
Şekil 37.	Ekim 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında fitoplankton (Diatom, Dinoflagellat, Diğer Taksonomik Gruplar) yoğunluğunun derinlikle değişimi	58
Şekil 38.	Kasım 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında fitoplankton (Diatom, Dinoflagellat, Diğer Taksonomik Gruplar) yoğunluğunun derinlikle değişimi	59
Şekil 39.	Aralık 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında fitoplankton (Diatom, Dinoflagellat, Diğer Taksonomik Gruplar) yoğunluğunun derinlikle değişimi	60
Şekil 40.	Peridinin pigment standardına ait kromatogram	61
Şekil 41.	Fukoksantin pigment standardına ait kromatogram	61
Şekil 42.	19-Heksanoloksifukoksantin pigment standardına ait kromatogram	62

Şekil 43.	Diadinoksantin pigment standardına ait kromatogram.....	62
Şekil 44.	Zeaksantin pigment standardına ait kromatogram.....	63
Şekil 45.	Klorofil-b pigment standardına ait kromatogram.....	63
Şekil 46.	Klorofil-a pigment standardına ait kromatogram.....	64
Şekil 47.	β - Karoten pigment standardına ait kromatogram.....	64
Şekil 48.	Mix pigment standardına ait kromatogram.....	65
Şekil 49.	Peridinin pigmentinin kıyı ve açık istasyonlardaki derinliğe bağlı değişimi	66
Şekil 50.	Kıyı ve Açık istasyonlarda ortalama Peridinin konsantrasyonunun aylık değişimi	67
Şekil 51.	Dinoflagellat-Peridinin korelasyon eğri ve denklemi.....	68
Şekil 52.	Fukoksantin konsantrasyonunun kıyı ve açık istasyonda derinliğe bağlı değişimi.....	69
Şekil 53.	Kıyı ve Açık istasyonlarda ortalama Fukoksantin konsantrasyonunun aylık değişimi	70
Şekil 54.	Kıyı ve açık istasyonlardaki Diatom-Fukoksantin korelasyon eğri ve denklemleri.....	72
Şekil 55.	Aylık 19-Heksanoloksifukoksantin konsantrasyonunun kıyı ve açık istasyonda derinliğe bağlı değişimi.....	73
Şekil 56.	Kıyı ve Açık istasyonlarda ortalama 19-Heks., konsantrasyonunun aylık değişimi	74
Şekil 57.	Kıyı ve açık istasyonlardaki Kokkolitofor-19-Heks. korelasyon eğri ve denklemleri.....	75
Şekil 58.	Aylık Diadinoksantin konsantrasyonunun kıyı ve açık istasyonda derinliğe bağlı değişimi	76
Şekil 59.	Aylık Diadinoksantin konsantrasyonunun kıyı ve açık istasyonda derinliğe bağlı değişimi	78
Şekil 60.	Aylık Zeaksantin konsantrasyonunun kıyı ve açık istasyonda derinliğe bağlı değişimi	79

Şekil 61.	Aylık Klorofil-a konsantrasyonunun kıyı ve açık istasyonda derinliğe bağlı değişimi	81
Şekil 62.	Kıyı ve Açık istasyonlarda ortalama Klorofil-a konsantrasyonunun aylık değişimi	82
Şekil 63.	Kıyı ve Açık istasyonlarda fitoplankton gruplarının ortalama hücre sayılarının (L) aylık değişimi	82
Şekil 64.	Kıyı İstasyonunda fitoplanktonik grupların hücre sayılarının derinliğe bağlı değişim	84
Şekil 65.	Açık İstasyonunda fitoplanktonik grupların hücre sayılarının derinliğe bağlı değişim	84
Şekil 66.	Kıyı İstasyonunda marker pigment konsantrasyonlarının derinliğe bağlı değişimi	85
Şekil 67.	Açık İstasyonunda marker pigment konsantrasyonlarının derinliğe bağlı değişimi	86
Şekil 68.	β -Karoten konsantrasyonunun kıyı ve açık istasyonda derinliğe bağlı değişimi	87
Şekil 69.	Su kolonundaki günlük birincil üretim miktarının kıyı ve açık istasyonlarda zamana bağlı değişimi.....	89
Şekil 70.	C-14 deneylerinin yapıldığı dönemlerde kıyı ve açık istasyonlara ait PAR profilleri	90
Şekil 71.	Ağustos 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarda birincil üretim miktarının derinlikle değişimi	92
Şekil 72.	Mart 2010 döneminde kıyı ve açık istasyonlarda birincil üretim miktarının derinlikle değişimi	93
Şekil 73.	Mayıs 2010 döneminde kıyı ve açık istasyonlarda birincil üretim miktarının derinlikle değişimi	94
Şekil 74.	Temmuz 2010 döneminde kıyı ve açık istasyonlarda birincil üretim miktarının derinlikle değişimi	94
Şekil 75.	Kıyı istasyonunda farklı ışık yoğunluklarındaki birincil üretim oranının zamansal değişimi	95

Şekil 76.	Açık istasyonda farklı ışık yoğunluklarındaki birincil üretim oranının zamansal değişimi	95
Şekil 77.	Kıyı istasyonunda farklı ışık yoğunluklarındaki klorofil-a konsantrasyonunun zamansal değişimi.....	96
Şekil 78.	Açık istasyonda farklı ışık yoğunluklarındaki klorofil-a konsantrasyonunun zamansal değişimi.....	96
Şekil 79.	Kıyı istasyonuna ait birincil üretim-ışık şiddeti ilişkisi (PI Eğrisi)	97
Şekil 80.	Açık istasyona ait birincil üretim-ışık şiddeti ilişkisi (PI Eğrisi)	97
Şekil 81.	Ağustos 2009 dönemine ait birincil üretim-klorofil-a ilişkisi.....	98
Şekil 82.	Mart 2010 dönemine ait birincil üretim-klorofil-a ilişkisi	98
Şekil 83.	Mayıs 2010 dönemine ait birincil üretim-klorofil-a ilişkisi.....	99
Şekil 84.	Temmuz 2010 dönemine ait birincil üretim-klorofil-a ilişkisi.....	99

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1.	Global ölçekte birincil üretim miktarları (Lalli ve Parson, 1993).	3
Tablo 2.	Alg gruplarının sahip oldukları fotosentetik pigmentler (Millie vd., 1993).	4
Tablo 3.	Alg hücrelerinin sahip olduğu biyokimyasal ve elemental kompozisyonu (Kaiser vd., 2005).	8
Tablo 4.	Besin elementleri için örnekleme dönemler arasında yapılan varyans analiz tablosu	33
Tablo 5.	Besin elementleri için derinlikler arasında yapılan varyans analiz tablosu	34
Tablo 6.	Örnekleme döneminde belirlenen türlerin aylara göre dağılımı	44
Tablo 7.	Dönemler arası yapılan varyans analiz tablosu	49
Tablo 8.	Derinlikler arası yapılan varyans analiz tablosu	49
Tablo 9.	Dönemler arası yapılan varyans analiz tablosu	67
Tablo 10.	Derinlikler arası yapılan varyans analiz tablosu	68
Tablo 11.	Dönemler arası yapılan varyans analiz tablosu	71
Tablo 12.	Derinlikler arası yapılan varyans analiz tablosu	71
Tablo 13.	Dönemler arası yapılan varyans analiz tablosu	74
Tablo 14.	Derinlikler arası yapılan varyans analiz tablosu	75
Tablo 15.	Dönemler arası yapılan varyans analiz tablosu	77
Tablo 16.	Derinlikler arası yapılan varyans analiz tablosu	77
Tablo 17.	Dönemler arası yapılan varyans analiz tablosu	80
Tablo 18.	Derinlikler arası yapılan varyans analiz tablosu	80
Tablo 19.	Dönemler arası yapılan varyans analiz tablosu	83
Tablo 20.	Derinlikler arası yapılan varyans analiz tablosu	83
Tablo 21.	Dönemler arası yapılan varyans analiz tablosu	88

Tablo 22.	Derinlikler arası yapılan varyans analiz tablosu.....	88
Tablo 23.	İstasyonların farklı dönemlerdeki K_d değerleri (\pm standart sapma)	91
Tablo 24.	Örnekleme dönemleri arasında yapılan varyans analiz tablosu	99
Tablo 25.	İstasyonlar arasında yapılan varyans analiz tablosu	100
Tablo 26.	Farklı ışık yoğunlukları için yapılan varyans analiz tablosu.....	100
Tablo 27.	Karadeniz’de yapılan çalışmaların fitoplankton bolluğu açısından kıyaslanması (Bat vd., 2007’den)	111
Tablo 28.	Karadeniz’de yapılan fitoplanktonik çalışmaların tür sayısı bakımından karşılaştırılması(Bat vd., 2007’den)	113

SEMBOLLER DİZİNİ

CTD	İletkenlik, sıcaklık ve derinlik
dpm	Dakikadaki parçalanma oranı
Gt	10^9 g
HPLC	Yüksek basınçlı sıvı kromatografisi
I	Işık şiddeti (Wm^{-2})
I_0	Yüzeydeki radyasyon (Wm^{-2})
I_D	Verilen derinlikteki radyasyon (Wm^{-2})
K_d	Işık sönüm katsayısı
PAR	Fotosentetik aktif radyasyon
P	Fotosentez ($mgCm^{-3}h^{-1}$)
P_{max}	Maksimum fotosentez

1.GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Plankton, denizlerin vazgeçilmez en önemli üyeleridir. Tüm ekosistemlerde besin zinciri yolu ile balıklardan kuşlara ve memeli hayvanlara kadar enerjinin aktarılmasında kilit rol oynarlar. Planktonik organizmalardan özellikle fitoplankton grupları birincil üretimi oluşturmalarından dolayı bir ekosistemin taşıma kapasitesinin belirlenmesinde birinci adım olarak kullanılabilirler. Denizlerde mikro-florayı oluşturan bu canlılar yüksek metabolizmaları, bollukları ve hem dikey hem de yatay olarak dağılım göstermelerinden dolayı yıllık ortalama 40-50 Gt birincil üretim miktarı ile yaklaşık olarak karasal ekosistemlerden elde edilen organik maddeye eşit organik madde sentezlerler. Bundan dolayı ekosistem için son derece önemli olan karbon döngüsünde anahtar role sahiptirler (Antoine vd., 1996; Platt ve Sathyendranath, 2005; Falkowski ve Raven, 2007).

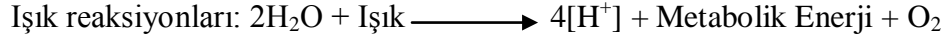
Fitoplankton toplulukları besin elementleri miktarını, besin zincirinin etkinliğini ve yapısını etkilediğinden ekosistem içerisinde önemli rol oynamaktadırlar (Smith ve Sakshaug, 1990). Bundan dolayı pelajik ekosistemin dinamiklerini ve yapısını anlayabilmek için fitoplankton kompozisyonunun ve canlı kütlesinin tahmin edilmesi oldukça önem arz etmektedir.

1.2. Fotosentez ve Birincil Üretim

Birincil üretim genel anlamda fotosentez sonucu oluşan birim organik karbon için tutulan inorganik karbon miktarı olarak tanımlanır (Kaiser vd., 2005). Denizel canlılığın devam etmesi karbon döngüsü ve organik madde üretimine bağlıdır. Denizlerde organik madde üretimi ışık, nütrient ve diğer çevresel faktörlerin mevcut olduğu durumlarda fotosentez mekanizması ile ortaya çıkar. Fotosentez hızı veya derecesi denizlerde birincil üretimi ortaya koyar. Birincil üretim ile ilgili olarak fotosentez hızının tahmin edilmesi, fotosentez hızını etkileyen parametrelerin ortaya konması gibi konular başlıca merak ve araştırma konusu olan alanlardır. Öyle ki birincil üretimi modellemeye yönelik tüm

yaklaşımlar bu iki temel üzerine oturtulmuştur. Ayrıca fitoplankton ekolojisi ve fizyolojisi ile ilgili çalışmalara da bu bağlamda ihtiyaç duyulur (Lalli ve Parson, 1993).

Fotosentez elektron taşınım safhası (ETS) ve karbon indirgemesi olmak üzere iki aşamada gerçekleşir. Reaksiyon kabaca aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Lalli ve Parsons, 1993; Kaiser vd., 2005);



Fotosentetik reaksiyonlar sadece yukarıdaki gibi basit bir işleyişten ibaret değildir. Fotosentez temelde aşağıdaki gibi açıklanabilir;

Güneş enerjisinin klorofil ve diğer yardımcı fotosentetik pigmentler tarafından tutulması ile pigment moleküllerindeki elektronlar yüksek enerjili hale geçerler. Elde edilen enerji bir seri reaksiyonlar ile ADP (adenozin difosfat)'nin ATP (adenozin trifosfat) ve NADPH+H (nikotinamid adenin denükleotid fosfat)'ye yükseltgenmesini içerir. Bu reaksiyonlar tamamen güneş enerjisine bağlı olduğu için ışıklı reaksiyonlar olarak adlandırılır. Işık reaksiyonlarından sonra karbon indirgeme reaksiyonları devreye girer. Bu aşamada ATP ve NADP+H kullanılarak CO₂ indirgenerek temelde karbonhidrat (genellikle polisakkaritler) ve lipid gibi diğer organik bileşikler oluşturulur. Denizel ortamlarda çözülmüş inorganik karbon, karbondioksit (CO₂), bikarbonat (HCO₃⁻) ve karbonik asit (H₂CO₃) formunda bulunmaktadır. Denizlerin toplam karbondioksit içeriği 90 mgCO₂/L olarak tahmin edilmektedir ve mevcut inorganik karbonun % 90'ı ise bikarbonat iyonları halinde bulunur. Denizel ortamdaki bu oran yeterince yüksek olup birincil üretim için sınırlayıcı değildir (Lalli ve Parsons, 1993; Kaiser vd., 2005).

Global ölçekte okyanusların birincil üretim miktarının 40-50 PgCyl⁻¹ olduğu tahmin edilmektedir (P=peta, 1Pg=10¹⁵ g) ve bu miktarın karalardan elde edilen üretime kabaca eşit olduğu düşünülmektedir. Denizel sistemlerde ışık (sadece su kolonun üst tabakasının belli derinliklerine kadar inebilir, maksimum 200 m), nütrient (su kolonun üst tabakalarında tüketilir) ve karışım (nütrientlerin daha derinlerden yüzey tabakalara taşınımını sağlar) gibi faktörler birincil üretimi kontrol eden temel faktörler arasında sayılabilir (Falkowski vd., 1998).

Global ölçekte birincil üretim miktarları mevsimsel ve bölgesel anlamda farklılık göstermektedir. En yüksek üretime (>1 gCm⁻²gün⁻¹) upwelling alanlarında rastlanırken en

düşük üretime ($<0.1 \text{ gCm}^{-2}\text{gün}^{-1}$) ise subtropikal konvergent akıntı alanlarında rastlanmaktadır (Lalli ve Parson, 1993). Bu durum Tablo 1’de ayrıntılı olarak verilmiştir.

Tablo 1. Global ölçekte birincil üretim miktarları (Lalli ve Parson, 1993).

Bölge	Ortalama yıllık üretim ($\text{gCm}^{-2}\text{yıl}^{-1}$)
Kıtasal Upwelling (Peru ve Benguela akıntısı)	500-600
Kıtasal Kenar	300-500
Subarktik Okyanuslar (Kuzey Atlantik, Kuzey Pasifik)	150-300
Antisiklonik gyre (Sarogosa, Subtropikal Pasifik)	50-150
Arktik Okyanus	< 50

1.3. Fotosentetik Pigmentler

Fotosentetik pigmentler, fotosentezde sahip oldukları önemli rollerinden dolayı yıllardır birçok araştırmacı için ilgi konusu olmuştur (Vollenweider, 1974). Güneş enerjisinin kimyasal enerjiye dönüştürülmesi alglerin kloroplastlarında bulunan klorofil ve diğer yardımcı pigmentler sayesinde olur. Dominant pigment klorofil-a olmasına rağmen klorofil b, c, d ve yardımcı pigmentler (karotenler, ksantofiller ve fikobilinler)’de birçok türde bulunabilir. Bütün bu fotosentetik pigmentler 400-700 nm arasındaki görünür ışığı absorblar fakat her pigment farklı ışık spektrumuna sahiptir. Örneğin klorofil-a en çok mavi (430 nm) ve kırmızı dalga boyundaki (680 nm) ışığı absorblarken yeşil ışığı yansır. β -Karoten ve fukokasantin gibi karotenoid pigmentler ve klorofil-b 400-520 nm spektral aralıktaki ışığı absorblarken fikoeitrin 490-570 nm spektral aralıktaki ışığı en iyi şekilde absorblar. Fikosiyanin ve allofikosiyanin ise 550-630 nm spektral aralıktaki ışığı en iyi şekilde kullanırlar. Farklı pigment kompozisyonuna sahip olan fotosentetik organizmalar ışığı en iyi şekilde kullanabilmek için derinliğe bağlı olarak ışık adaptasyonu gösterirler (Kaiser vd., 2005).

Deniz suyundaki fotosentetik pigmentlerin konsantrasyonunun bilinmesi fitoplankton popülasyonlarının alg grupları hakkında bilgi verebilmektedir. Bu bilgiyi basit klorofil ve feopigment analizlerinden elde etmek mümkün olamamaktadır (Wright vd., 1987). Bu nedenle fotosentetik pigmentleri daha detaylı araştırıp incelemek amacıyla çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Alg grupları mevcut marker pigmentler kullanılarak teşhis

edilebilmektedir. Fitoplankton gruplarının teşhisi için kullanılan karakteristik pigmentler çeşitli çalışmalarda özetlenmiştir (Jeffrey ve Hallegraeff, 1987; Gieskes, 1991; Milli vd., 1993), fakat marker pigmentler kullanılarak taksonomik yaklaşım yapmak yeteri kadar çalışılmamıştır (Ediger vd., 2006). Alg grupları için marker özellik taşıyan fotosentetik pigmentler Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. Alg gruplarının sahip oldukları fotosentetik pigmentler (Millie vd., 1993).

Pigment	Alg Grupları												
	Cyanophyta	Prochlorophyta	Rhodophyta	Cryptophyta	Chlorophyceae	Prasinophyceae	Euglenophyta	Eustigmatophyta	Bacillariophyta	Dinophyta	Prymnesiophyceae	Chrysophyceae	Raphidophyceae
Klorofiller													
<i>a</i>	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>β</i>					●	●	●						
<i>c₁</i>									●		●		●
<i>c₂</i>				●					●	●	●	●	●
<i>c₃</i>											●	●	
Karotenler													
A		●	●	●		●	●				●		
β	●	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●
Γ					●								
E				●								●	
Ksantofiller													
Alloksantin				●									
Diadinoksanin							●		●	●	●	●	●
Fukoksantin									●		●	●	●
19'-Heksanoloksifukoksantin											●		
Lutein					●	●							
Peridinin										●			
Viaoloksantin					●	●		●					
Zeaksantin	●	●	●		●		●						
Biliproteinler													
Allofikosiyenin	●		●										
Fikosiyenin	●		●	●									
Fikoeritrin	●		●	●									

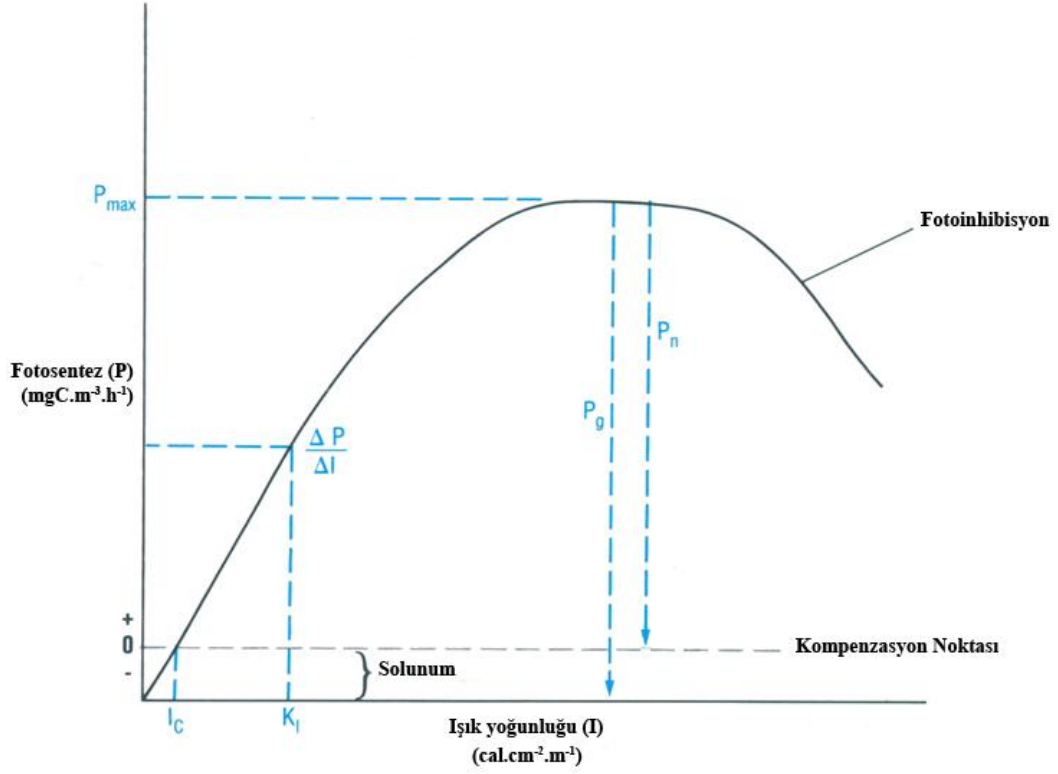
(●) majör pigment (toplam pigment >% 10)

(◐) minör pigment (toplam pigment % 1-10)

(◑) iz pigment (toplam pigment < %1)

1.4. Işık

Işık, fotosentez hızını ve miktarını etkileyen en önemli faktördür (Kirk., 1994). Fotosentez kritik derinliğinin karışım derinliğinin üstünde olduğu durumlarda birincil üretim ışık tarafından sınırlanır (Lalli ve Parson, 1993; Falkowski ve Raven., 2007). Fotosentez ve ışık arasındaki ilişki karakteristik P/I eğrisi ile açıklanmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Fotosentez ışık ilişkisi (P&I Curve)

Grafikten de anlaşılacağı üzere düşük ışık altında fotosentez hızı ışığın artışıyla beraber lineer bir şekilde artmaktadır, ancak ışık şiddeti artmaya devam ettiğinde fotosentez hızının artmayıp durağan kaldığı ve maksimum düzeye ulaştığı (P_{max}) görülmektedir. Maksimum ışık yoğunluğuna ulaşma noktası türlere özgü olarak farklılık gösterebildiği gibi mevsime göre de değişiklik gösterebilmektedir. Örneğin bu değer diatomlar için 10000-20000 lüks arasında iken dinoflagellatlar için 25000-30000 lüks civarındadır (Fog, 1975). Işık şiddetinin artmasına paralel olarak bazı gruplarda fotosentez hızı azalmaktadır. Bu durum fotoinhibisyonun bir sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Denizel ortamda birincil üretimi birçok faktör etkilemektedir ancak bu faktörlerden en önemlisi ışıktır. Işık, fotosentetik aktivitenin derecesini ve hızını etkileyen dominant faktördür (Kirk, 1994). Bu sebepten dolayı ortamın besin tuzu konsantrasyonu ne olursa olsun eğer yeterli ışık mevcut değilse hem fotosentez hızı hem de büyüme sınırlı oranda gerçekleşmektedir. Bunun aksine ortamda yeterli ışığın var olması halinde yeterli miktarda nütrient olmasa dahi büyüme ve üretim devam etmektedir. Bu durum mevsimsel termal tabakalaşmanın görüldüğü orta enlemlerde mevsimsel ölçekte fitoplankton gelişimini ve üretimini etkileyen bir unsurdur.

Kış mevsiminde güneşten gelen ışık miktarı yeterince yüksek olmadığı için su kolonu içerisinde herhangi bir tabakalaşma görülmez. Bundan dolayı ortamın besin tuzları dağılımı su kolonu içerisinde daha eşit olmaktadır. Günlerin kısa olması ve güneşten gelen ışığın yeterli olmaması algal büyümenin ve fotosentezin sınırlı oranda meydana gelmesine neden olur. İlkbahar mevsiminde ise durum daha farklıdır. Güneşten gelen ışık miktarı arttığı gibi güneş ışınlarının açısı da arttığından fotosentezi olumlu yönde etkilemektedir. Ancak bu durum aynı zamanda mevsimsel termoklinin de oluşmasına yol açmaktadır. Böyle durumlarda ışığın ve nütrientlerin yeterli olduğu karışım derinliğinin kritik derinlikten daha yukarıda olması maksimum fitoplankton gelişiminin meydana gelmesine imkân tanır. Yaz mevsimine girildiğinde ise mevsimsel termoklin tabakası daha da belirginleşir ve yüzey suları ile termoklin altında kalan tabakalar arasında meydana gelecek karışımları engeller. Bu dönemde ışık yeterli olmasına rağmen mevsimsel termoklinden dolayı sınırlı orandaki nütrient konsantrasyonu fotosentez ve büyüme sınırlar. Sonbahar mevsiminde ise suların soğuması ile mevsimsel termoklin kaybolmaya başlarken derin sulardan yüzeye doğru nütrient girişleri olur. Bu durumda fitoplankton gelişimi ışığın elverdiği ölçüde yüksek olur ancak ilkbahar mevsimindeki gibi yüksek oranda gerçekleşmez (Webber ve Thurman, 1991, Kaiser vd., 2005).

1.5. Besleyici Elementler

Denizel ortamda fitoplankton gelişimini etkileyen ana faktörlerden biri de besin elementleridir. Fotoototroflar dengeli bir büyüme için çeşitli elementlere ihtiyaç duyarlar. Bunlardan azot, fosfor, silisyum, sülfür, potasyum ve sodyum makro nütrientler olarak bilinmektedirler. Bunların yanı sıra iz element olarak adlandırılan demir, çinko, bakır ve manganez gibi mikro elementlere de ihtiyaç duyabildikleri gibi B₁₂, biotin ve tiamin gibi

vitaminlere de gereksinim duyarlar. Aslında her nütrient fotoototroflar için potansiyel olarak büyümeyi sınırlayıcı etkiye sahip olmakla beraber denizel ortamda genel anlamda azot ve fosfor temel sınırlayıcı element olarak değerlendirilmektedir.

Denizel ortamı sahip olduğu nütrient konsantrasyonuna göre sınıflandırmak mümkündür. Eğer ortam algal büyüme için gerekli olan nütrient bakımından düşük konsantrasyona sahipse bu ortamlar “oligotrofik” olarak adlandırılırlar ve genellikle düşük birincil üretime sahip bölgeler olarak bilinirler. Bunun aksine “ötrofik” sular ise yüksek oranda nütrient konsantrasyonuna sahip olup genellikle birincil üretim bakımından verimli yerlerdir. Oligotrofik ve ötrofik arasında kalan sular ise “mesotrofik” olarak adlandırılmakta ve bu ortamlar orta derecede birincil üretimi desteklemektedirler. Besin elementleri su ortamında bolca bulunmasına rağmen eşit biçimde dağılım göstermezler. Özellikle öfotik zonla bağlantılı olarak konsantrasyonları azalır. Yüzey suları ve üst tabakalarda, yüksek enlemlerden alçak enlemlere doğru gidildikçe gelen ışık miktarının fotosentezi olumlu yönde etkilemesi sonucu bu bölgelerde sürekli düşük konsantrasyonlar gösterirler (Kaiser vd., 2005).

Yukarıda da ifade edildiği üzere denizel sistemlerde büyümeyi sınırlayan temel nütrientler azot ve fosfordur. Bu elementler deniz suyunda çeşitli şekillerde bulunabilirler;

Deniz suyunda azot; nitrat (NO_3^-), nitrit (NO_2^-), amonyum (NH_4^+), amonyak (NH_3), çözülmüş azot (N_2) ve organik azot (üre, aminoasit) şeklinde bulunabilir. Deniz suyunda amonyak daha çok amonyum iyonları ile karışık bir halde bulunurken, pH'sı 8 olan sularda % 95 oranında bulunan amonyum konsantrasyonunda pH'ın yükselmesi ile % 75'e varan oranlarda azalma gerçekleşir. Algler tarafından kullanılan temel azot kaynağı nitrattır. Ancak amonyumun hücre metabolizmasında direkt olarak kullanılması bu bileşiği temel azot kaynağı haline getirmektedir. Çünkü nitrat ve nitrit hücre içerisinde çeşitli enzimlerle (nitrat ve nitrit reduktaz) indirgendikten sonra kullanılabilir. Ortamda birden fazla azot kaynağı mevcutsa bunlardan ilk olarak amonyum kullanılır. Nitrat ve nitrit ortamda birlikte mevcutsa eş zamanlı olarak asimile edilir (Lalli ve Parson, 1993; Kaiser vd., 2005).

Fosfor denizel ortamda azottan sonra büyümeyi sınırlayan bir elementtir. Hücre içi protein moleküllerinin ve hücre duvarının yapısına girdiği için önemli konumdadır. Deniz suyunda genellikle HPO_4^{2-} , PO_4^{3-} ve $\text{H}_2\text{PO}_4^{-1}$ gibi iyonlar ve organik fosfor formunda bulunur.

Sülfür nadiren sınırlayıcı element olmakla beraber, aminoasitler ve protein sentezi için yapısal fonksiyonu olan önemli bir elementtir. Aynı zamanda enzim aktivitesinde de

önemli görevleri vardır. Özellikle bazı makro-algler için çoğu zaman sınırlayıcı olmasa da sülfür önemlidir (Kaiser vd., 2005). Deniz suyunda sülfür SO_4^{-2} , H_2S formunda bulunmaktadır.

Karbon denizel ortamlarda çözülmüş inorganik karbon, karbondioksit (CO_2), bikarbonat (HCO_3^-) ve karbonik asit (H_2CO_3) formunda bulunmaktadır. Denizel ekosistem atmosferik karbon içeriğinin 60 katı, karasal ekosistemin ise 17 katı kadar inorganik karbon içermektedir. Bundan dolayı karbon gerek alg büyümesi ve gerekse fotosentez için sınırlayıcı bir element durumunda değildir.

Besin elementlerinin algal büyümeye etkisi ve fonksiyonları yukarıda açıklanmıştır. Tablo 3’de alg hücrelerinin hücre içi element kompozisyonu ve biyokimyasal bileşimi verilmiştir. Tablo 3 incelendiğinde alg büyümesi için gerekli olan elementlerin % katkıları rahatlıkla görülebilir. Tipik bir denizel fitoplankton hücresinin % 40’dan fazlası protein, % 5’i nükleik asit ve nükleotid, % 40’ı karbonhidrat ve % 15’i de lipitlerden oluşur. Bu oranlar inorganik nütrient miktarına, organizmanın yaşına, sıcaklık ve ışık koşullarına bağlı olarak tamamıyla değişiklik gösterebilir.

Tablo 3. Alg hücrelerinin biyokimyasal ve elemental kompozisyonu (Kaiser vd., 2005).

Kimyasal bileşik	%	% C	% O	% H	% N	% P	% S
Karbonhidrat	40	44	49	6			
Protein	40	53	23	7	16		1
Lipit	15	69	18	10	1	2	
Nükleik asit & Nükleotidler	5	36	33	4	17	10	

1.6. Birincil Üretim Ölçüm Yöntemleri

Birincil üretim, fotosentez hızına ve fitoplankton gelişimi için gerekli olan besin tuzlarının miktarındaki değişime bağlı olarak tahmin edilebilir. Karbondioksit, su, makro ve mikro besin maddeleri gibi inorganik bileşiklerden organik maddelerin meydana gelmesi olarak da tanımlanan birincil üretimde temel proses karbondioksin indirgenmesine dayanır. Algler tarafından meydana getirilen organik üretim; CO_2 ’in alınımı, farklı zamanlarda yapılan biyokütle ölçümleri ve üretilen çözülmüş oksijen

miktarı ve tüketilen besin maddelerinin miktarının ölçülmesi şeklinde temel hesaplamalarla belirlenebilmektedir (Gargas, 1975).

Birincil üretimi belirlemeye yönelik yaygın olarak kullanılan yöntemlerin başında radyoaktif C-14 metodu gelmektedir. Bu yöntemin yanı sıra klorofil-a, oksijen ve nütrient asimilasyon yöntemleri de birincil üretim oranının belirlenmesinde kullanılmaktadır. Primer prodüksiyon üzerindeki araştırmalar Steemann, Nielsen (1951, 1952) tarafından radyoaktif C-14'ün kullanılmasıyla yeni boyutlar kazanmıştır. Daha sonraları ise yöntemin detayları değişik araştırmacılar tarafından (Vollenweider, 1974) tanımlanmış ve Gargas (1975) tarafından metod geliştirilmiştir. Bu yöntemde, örnek deniz suyuna sodyum bikarbonat ($\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$) formunda miktarı belirli $^{14}\text{CO}_2$ ilave edilir. Belirli bir ışıklandırma süresinden sonra örnek içerisindeki plankton filtre kâğıdı ile toplanır ve sintilasyon sayaçla radyoaktivitesi ölçülür. Şayet ortamın karbon mineral konsantrasyonu biliniyorsa fitoplankton tarafından oluşturulan organik karbon miktarı diğer bir ifadeyle birincil üretim miktarı hesaplanabilir. Birincil üretimi belirlemeye yönelik yapılacak çalışmalarda, örnekleme zamanı ile örneğin bekleme süresi ve çalışılan türün fotosentetik aktivitesi gibi değişkenler göz önünde bulundurulmalıdır. Organik madde üretimi denizlerde aydınlanma oranı, CO_2 konsantrasyonu, nütrient miktarı ve fitoplankton yoğunluğuna bağlı olarak değişir (Fogg, 1975; Miller, 2004; Kaiser vd., 2005).

Diğer bir yöntem olan klorofil-a yönteminde ise fotosentez hızı temelde klorofile bağlı olduğundan deniz suyu örneğinin klorofil içeriği onun potansiyel fotosentetik indeksi olarak kabul edilebilir. Deniz suyunun klorofil içeriği kolayca ölçülebildiği için birincil üretimin tahmininde kullanılmaktadır. Ryther ve Yentsch (1957) tarafından geliştirilen bu metod birincil üretimin hesaplanması için geliştirilmiş olmakla beraber daha çok biyomas hesaplanmalarında kullanılır (Fogg, 1975).

Oksijen metodu incelendiğinde, temelinde Winkler titrasyon yöntemi ile su örneğindeki oksijen miktarının belirlenmesi esasına dayanır. Bu yöntem aydınlık karanlık şişe teknikleri ile üretim hızlarının ölçülmesi esasına dayanır. Eğer yöntem dikkatli bir şekilde uygulanırsa birincil üretim miktarını hesaplamak mümkün olabilir (Vollenweider, 1974; Kaiser vd., 2005). Eğer organik üretim düşük, oksijen üretimi ve tüketimi arasındaki fark az ise oksijen metoduyla birincil üretimin ölçümü mümkün değildir. Yani düşük birincil üretime sahip sularda iyi sonuç vermez. Ayrıca bakteri solunumu elde edilecek sonuçları etkileyebilmektedir. Metodun bir başka sakıncası da şişedeki hareketsiz ortamın, hareket

halindeki doğal ortamları yeterince yansıtması ve yapay olarak gerçekleştirilen karanlık ortamın bir kısım algilerin ölümüne neden olmasıdır (Tüfekçi, 1999).

Yukarıda bahsedilen yöntemlerin yanı sıra organik madde üretimi, gelişen teknolojiyle birlikte farklı cihazlar kullanılarak hesaplanabilmektedir. Bu amaç doğrultusunda elektrotlar kullanılarak pH, oksijen, karbondioksit veya sülfür ve azot gibi değişkenler yerinde ölçülerek bunlar üzerinden hesaplamalar yapılabilmektedir. Yine floresans ölçme özelliğinde olan ve 20 µm'den daha düşük duyarlılıkta olan mikro-optodlar kullanılmaktadır. Benzer şekilde, gerçek zamanlı olarak fotosentez hızını ölçen ve buna bağlı olarak birincil üretimin hesaplanmasında kullanılan cihazlarda mevcuttur (FRRF; Fast Repetition Rate Fluorimeters). Yine teknolojinin gelişmesine paralel olarak uzaktan algılayıcılar ile birincil üretim miktarı uygun algoritma ve modeller ile hesaplanabilmektedir (Kaiser vd., 2005).

1.7. Çalışmanın Önemi ve Önceki Çalışmalar

Karadeniz; yüzey alanı $4.2 \times 10^5 \text{ km}^2$ ve hacmi $5.3 \times 10^5 \text{ km}^3$ olan, 40° - 46° N enlemleri ile 27° - 41° E boylamları arasında bulunan yarı kapalı bir iç denizdir. Güneybatıda Türk Boğazlar Sisteminin olanak verdiği miktarda dünya denizleriyle bağlantısı bulunur. Bu kısıtlı su değişimi, sadece yüzeyden 150 m derinliğe kadar (toplam hacmin % 15'i) oksijen içeren, daha derinde ise hidrojen sülfür bulunduran neredeyse tamamı oksijensiz bir ortamın oluşmasına yol açar. Kapalı denizler su dengelerine göre temelde 2 kısma ayrılırlar. İlk kategoriye giren denizler negatif su dengesine sahiptir. Bu tip su kütlelerinde yüzeyden buharlaşan su miktarı sisteme giren su miktarından fazladır. İkinci kategoride bulunanlarda ise pozitif su dengesi mevcuttur. Bunun anlamı tatlı su girişinin yüzeyden buharlaşan su miktarından fazla olmasıdır. Karadeniz bu kategoriye iyi bir örnek oluşturmaktadır. Karadeniz'deki pozitif su dengesi nedeni ile yüzeydeki düşük tuzluluğa sahip suların altındaki derin sularda yüksek tuzluluktaki su kütlesi bulunur (Baraley ve Murray, 1995). Karadeniz'i diğer denizlerden farklı kılan en önemli özelliği, oksijenli yüzey tabakalarının altında yer alan ve basenin derinlerine doğru inildikçe artış gösteren, yüksek derişimde hidrojen sülfür (H_2S) içermesidir (Yılmaz, 2002). Bu yapısı ile Karadeniz dünya üzerindeki en büyük anoksik basen olma özelliğine de sahiptir (Mee, 1992; Turgut vd., 1992).

Fotosentez için yeterli ışığın bulunduğu tabaka fotik zon olarak isimlendirilir (Parson, 1990). Bu bölge Karadeniz'de H_2S tabakasının üzerinde yer alır. Fotik zonda

pigment içeren bitkisel organizmalar ışık enerjisini kullanarak fotosentez yolu ile basit moleküllerden karmaşık yapıları organik moleküller sentezlerler. Fitoplankton, pelajik sistem içerisinde organik üretimin büyük bir bölümünü gerçekleştiren en önemli gruptur (Tait ve Dipper, 2001). Bütün denizlerde olduğu gibi Karadeniz’de de fitoplanktonun yapısal ve fonksiyonel karakteristikleri ekosistem ile yakından ilgilidir. Bu nedenle planktonik organizmalar ekosistemin içinde bulunduğu durumu tanımlamak için indikatör olarak kullanılabilir (Yunev vd., 2002). Denizlerdeki döngüler içerisinde önemli bir yere sahip olan fitoplanktonik organizmaların biyokütlelerinin ve gruplarının belirlenmesi ekosistemin anlaşılması ve yönetilmesinde önem taşımaktadır.

Biyokütle ölçümleri için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden en çok uygulananlar; periyodik olarak yapılan tür takipleri, karbon içeriklerinin ölçülmesi, pigment miktarlarının belirlenmesidir. En iyi bilinen ve çok kullanılan pigmentler, konsantrasyonlarının yüksek olması ve analiz yöntemlerinin nispeten diğer pigmentlere göre daha kolay olması nedeniyle klorofil a, b, c ve karotenoidler gibi pigmentlerdir. Bu pigmentler hemen hemen bütün alg gruplarında bulunurlar. Açık denizlerde ve kıyusal sistemlerde çeşitli yöntemler kullanılarak bu pigmentlerin ölçümleri, birim hacimdeki miktarlarındaki değişimlerinin belirlenmesi, toplam biyokütle ve ekosistem durumu hakkında bir fikir verebilmektedir (Stumpf ve Tyler, 1988; Okuş ve Uysal, 1988; Jeffrey vd., 1997; Tait ve Dipper, 2001).

Fitoplankton türlerinin teşhisinde kullanılan en ideal yöntemler ışık mikroskobu, floresan ve elektron mikroskopları kullanılarak yapılan çalışmalar olmasına karşılık, hem deneyimli elemana ihtiyaç göstermesi hem de zaman açısından uzun süre alması nedeniyle değerlendirmelerde zorluklar içermektedir (Utermohl, 1958; Booth, 1993). Bunun yanında prochlorofit gibi denizlerin verimliliğinde yüksek katkıya sahip olan pikoplanktonik grupları mikroskopta belirlemek de çok zordur (Chisholm vd., 1988).

Mikroskop çalışmalarının yetersiz kaldığı durumlarda, deniz ortamındaki fitoplankton komünitelerinin kompozisyonunun belirlenmesinde son yıllarda en çok uygulanan yöntemlerin başında gelen yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (HPLC) kullanımı artmıştır (Mantoura & Llewellyn, 1983; Wright & Shearer, 1984; Trees vd., 2000). Bu metodun temelinde farklı alg sınıflarının imza niteliğinde özel pigmentlere sahip olmaları yatmaktadır. Bu pigmentler marker pigment olarak isimlendirilirler. Örneğin Bacillariophyta (diatom) (Stauber ve Jeffrey, 1988), Cyanophyta (mavi-yeşil algler) (Guillard vd., 1985; Millie vd., 1993) ve Chlorophyta (yeşil algler) (Jeffrey ve Vest, 1997)

için sırasıyla fukoksantin, zeaksantin ve klorofil-b marker pigment olarak seçilebilmektedir. Bunun ötesinde her bir marker pigmentin klorofil a pigmentine oranları uygun faktörler ile kıyaslanarak deniz suyu örneğindeki alg sınıflarının oransal dağılımı da belirlenebilir (Gieskes ve Kraay, 1983; Wright vd., 1987; Wright vd., 1996; Obayashi vd., 2001, Ediger vd., 2006.).

Klorofil ve pigment analizleri ile ilgili olarak yapılan uygulamalara bakıldığında Meksika körfezinin kuzey batısında yapılan bir çalışmada klorofil-a ve feopigmentlerin dağılımı fluorometrik ve HPLC yöntemleriyle kıyaslanarak türlere ait pigment oranları bulunmaya çalışılmıştır (Bianchi vd., 1995). İspanyada yapılan başka bir çalışmada ise karotenoid ve klorofil oranları indikatör olarak kullanılarak farklı ışık ve nütrient koşulları altında *Heterocapsa sp.* (dinoflagellat) ve *Thalassiosira weissflogii* (diatom) türlerinin hücre içi pigment kompozisyonunda meydana gelen değişimler HPLC tekniği ile incelenerek, adaptasyon mekanizmaları anlaşılmaya çalışılmıştır. İsrail’de Kinneret gölünde yapılan başka bir çalışmada fotosentetik pigmentler üç yıl boyunca HPLC ile analiz edilmiş ve *Peridinium gatunense* (dinoflagellat)’nin pigment kompozisyonu ve klorofil bozulma ürünleri tespit edilmeye çalışılmıştır (Yacobi vd., 1996). İngiltere’de yapılan bir çalışmada ise ters faz C-8 kolonu kullanılarak mono ve divinil klorofil-a, b, zeaksantin ve lutein pigmentleri analiz edilmiş ve yöntem yeniden tanımlanmıştır (Barlow vd., 1997).

Karadeniz’de yapılan planktonla ilgili çalışmalara bakıldığında, araştırmaların ağırlıklı olarak Rusya ve Romanya kaynaklı olup, daha çok mikroskobik hücre sayımları ve türlerin tespitine yönelik olduğu görülmektedir. Karadeniz planktonik açıdan son derece verimli bir deniz olmasına karşın, özellikle Karadeniz’in Anadolu sahillerine ait süreklilik arz eden bir izleme programı oluşturulamamıştır. Yapılan çalışmalar ise daha çok geniş alanlarda mevsimlik ya da lokal alanlarda fitoplankton türlerini izlemeye yönelik programlar şeklindedir. Ancak pigment-fitoplankton ilişkisi üzerine olan çalışmaların azınlıkta olduğu görülmektedir. Son zamanlarda ise spektrofotometrik ve flourometrik çalışmalar önem kazanmaya başlamıştır (Wright vd., 1991).

Karadeniz’in öfotik bölgesi pigment karakterizasyonu çalışmaları için ideal bir çevre sağlamaktadır. Öfotik bölgede yıl boyunca iki belirgin bloom dikkat çekmektedir. Bunlar diatomların neden olduğu ilkbahar bloomu ve kokkolitoforid *Emiliania huxleyii* ve dinoflagellat ağırlıklı sonbahar bloomudur (Honjo vd., 1987). Son zamanlarda ise bunlara

gerek kıyısız gerekse açık deniz ortamındaki yaz bloomları da eklenmiştir (Hay vd., 1990; Sur vd., 1996).

Karadeniz’de plankton biyokütlesi tespitine ait yapılan çalışmalarda, analiz hassasiyetlerinin artmasına bağlı olarak pigment, karbon içeriklerinin belirlenmesi ve birincil üretime yönelik çalışmalar son 15 yıl içerisinde hız kazanmıştır. Çeşitli araştırma grupları Karadeniz ekosisteminde meydana gelen hızlı değişimleri ve olumsuz yöndeki etkileri ortaya koyabilmek amacıyla klorofil-a’nın mevsimsel değişimini yerinde ve uzaktan algılama tekniği ile takip etmişlerdir (Chu vd., 2005). Yine bu amaç doğrultusunda Rus araştırmacılar tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada kış ve sonbahar sezonlarında klorofil miktarlarındaki değişimler karşılaştırılmıştır (Krupatkina ve Berseneva, 1995). Ukrayna kıyılarında yapılan başka bir çalışmada ise yüzey fitoplanktonundaki fotosentetik parametrelerin değişimi 4 yıl boyunca çalışılmıştır (Finenko vd., 2002). Kopelevich vd., (2002) Karadeniz’de yüzey klorofil değişimini uydu ve yerinde ölçüm tekniği ile 8 yıllık periyotta incelemiş, klorofil-a değerlerinin alansal ve mevsimsel dağılımını ortaya koymuşlardır. Ayrıca bunların yanında Karadeniz’in 1997-2008 yıllarına ait aylık dönemde klorofil verileri de ODTÜ deniz bilimleri enstitüsü tarafından hazırlanarak internet üzerinden kullanıma sunulmuştur (URL-1).

Ülkemiz araştırmacıları tarafından HPLC tekniği ile pigment ölçümlerinin yapıldığı ve kemotaksonomik yaklaşımlar içeren ilk ve tek araştırma Ediger vd.,’nin (2006) Güney Batı Karadeniz kıyılarında yaptıkları çalışma olarak görülmektedir. Adı geçen çalışmada tek mevsimde alınan örneklerde HPLC tekniği ile pigment analizi yapılmış ve fitoplankton popülasyonunun yapısı ortaya konmaya çalışılmıştır.

Birincil üretimin belirlenmesine yönelik dünya denizlerinde yapılan çalışmalar incelendiğinde; Antarktik okyanusunda yapılan bir çalışmada birincil üretim miktarı ¹³C izotop yöntemi kullanılarak belirlenmiş ve üretim oranının klorofil, ışık ve fitoplankton tür kompozisyonu ile olan ilişkisi ortaya konmuştur (Yamaguchi vd., 1985). Japonya’da 1987-1988 dönemleri arasında yapılan başka bir çalışmada ise fotosentetik üretim-ışık yoğunluğu ilişkisi göl ve deniz ortamında kıyaslanmıştır (Satoh vd., 1989). Kuzeybatı İspanya kıyılarında yapılan başka bir çalışmada fitoplankton tür kompozisyonu ve klorofil-a ile birincil üretim miktarları kıyaslanmış ve mevsimsel döngüler ortaya konmuştur (Bode vd., 1998). 1991-2000 yılları arasında Antartika kıyılarında yürütülen bir çalışmada ise birincil üretimin değişimi yerinde ve uzaktan algılama teknikleri ile belirlenmiş, fitoplankton biyoması ile olan ilişkisi zamansal ve alansal olarak değerlendirilmiştir (Smith

vd., 2001). Yine Antartika kıyılarında yapılan başka bir çalışmada ise Aralık 1995-Ocak 1996 tarihleri arasında birincil üretimin ışık ve fitoplankton büyüme oranı ile olan ilişkisi değerlendirilmiştir (Lorenzo vd., 2002). Kuzey Carolina'da yapılan bir çalışmada ise birincil üretim, klorofil-a ve fitoplankton büyüklüğünün hidrografik koşullara bağlı değişimi incelenmiş, birbirleri ile olan ilişkileri ortaya konmuştur (Lohrenz vd., 2002). Amerika'nın kuzeyinde yapılan başka bir çalışmada ise 2001-2002 yaz döneminde C-14 tekniği ile belirlenen birincil üretim miktarı besin elementleri ve klorofil-a değişimi ile ilişkilendirilmiştir (Mordy vd., 2005). Kuzeybatı Akdeniz'de yapılan başka bir çalışmada ise bölgeye ait birincil üretim değerleri 5 yıllık bir periyotta incelenmiş, besin elementleri ve balıkçılıkla olan ilişkisi ve bölgesel farklılıklar ortaya konmuştur (Estrada., 1996).

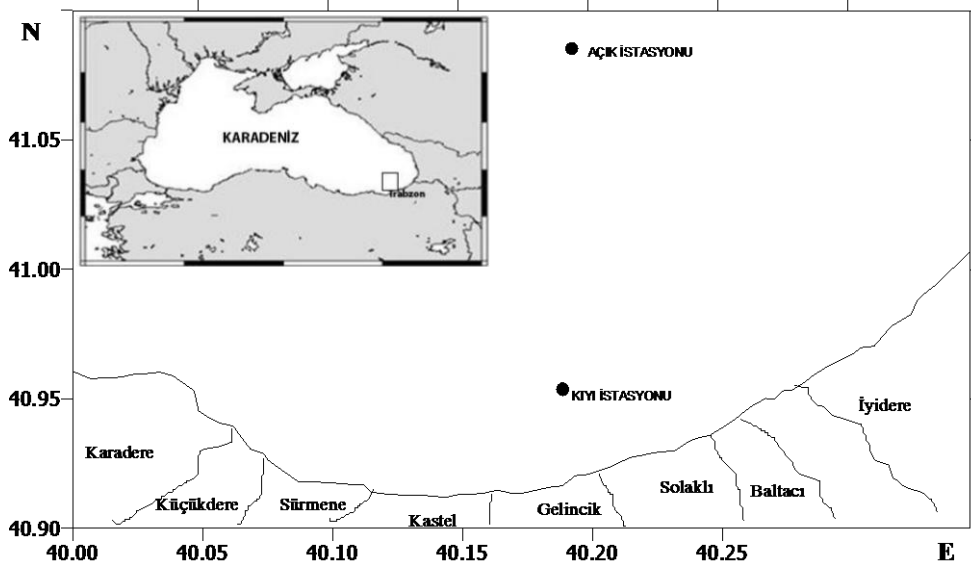
Karadeniz'de yapılan birincil üretim çalışmaları incelendiğinde ise ağırlıklı olarak Rus araştırmacıların çalışmaları dikkat çekmektedir. Ağustos-Eylül 1960 döneminde Karadeniz'in kuzeybatı bölgesinde, İstanbul Boğazı ve Kerç Boğazı etrafında yapılan çalışmada C-14 tekniği kullanılmıştır (Stelmakh vd., 1998; Güneroğlu, 2007'den). Özellikle 80'li yıllardan sonra bu tür çalışmaların sayısı artmıştır (Bologa vd., 1980; 1981; Bologa ve Frangopol, 1982, Krupatkin ve Berseneva, 1995; Yılmaz vd., 1998; Bologa vd., 1999; Stelmakh 1998, Yayla vd., 2001; Güneroğlu, 2007; Finenko 2010). Çalışmalar daha çok Karadeniz'in kuzeybatısında yoğunlaşmıştır. Bunun temel nedeni ise yoğun sanayi ve tarımsal faaliyetlerin bölgede bazı biyolojik problemleri beraberinde getirmesidir (Bologa, 1984). Karadeniz'in birincil üretiminde kıyısularda bahar mevsiminde diatomların ağırlıklı olduğu ve güz mevsiminde kokkolitofor yoğunluklu olmak üzere iki maksimum ile son dönemlerde dinoflagellat ve *Emiliana huxleyii* yoğunluklu yaz maksimumu rapor edilmiştir. Bunun yanında Batı Anadolu kıyılarında yoğun kış patlamaları da belirtilmiştir (Bologa vd., 1999).

Karadeniz'in Anadolu sahillerinde plankton biomasının zamana bağlı değişimi konusunda düzenli olarak yapılan örneklemeler sınırlıdır. Özellikle pigment konsantrasyonlarında yıl içerisinde meydana gelen değişimler, fitoplankton gruplarına göre dağılımı ve batimetrik değişimlerinin belirlenmesi daha seyrek rastlanan çalışmalardır. Bu nedenlerden dolayı gerçekleştirilen bu çalışma ile Karadeniz'de klorofil a, b, peridinin, fukoksantin, 19'-Heksanoloksifukoksantin, diadinoksantin, zeaksantin ve β -karoten marker pigment olarak belirlenerek temel fitoplankton grupları ile ilişkilendirilmiş ve kemotaksonomik yaklaşımlar yapılmaya çalışılmıştır. Bunun yanında güneş radyasyonu da dahil olmak üzere çevre parametreleri ile ilişkilendirilerek zamana bağlı değişimleri

irdelenmiştir. Aynı zamanda iki aylık dönemler halinde *In-Situ* olarak yürütülen C-14 deneyleri ile gerek kıyısız ve gerekse açık suların üretim miktarları belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonuçları, Karadeniz'in kıyı ve açık deniz geçiş zonundaki pigment içerikleri, birincil üretim ve çevresel parametreleri kapsayan bir veri tabanı olması yanında, fotik su kolonunda hayati öneme sahip olan fitoplankton ve fitoplanktonik yapıdaki pigment dağılımının anlaşılmasına ve üretim oranlarının da belirlenmesine yardımcı olacaktır. Gerçekleştirilen bu çalışma, birincil üretim, pigment konsantrasyonu ve çevresel parametrelerle olan ilişkisi açısından basenin Güneydoğu bölümü için yapılan ilk çalışma olma niteliğindedir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu çalışma, Trabzon sahillerinde seçilen ($40^{\circ} 57' 19''$ N; $40^{\circ} 11' 35''$ E; 2 mil, 400 m; $41^{\circ} 03' 12''$ N; $40^{\circ} 09' 07''$ E; 8 mil, 730 m) iki istasyonda, aylık dönemlerde (Şubat-Ocak 2010) yürütülmüştür. Dönemin son örnekleme olan Ocak 2010 seferi deniz koşullarının elverişli olmamasından dolayı gerçekleştirilememiştir. Çalışmada seçilen istasyonlar Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Çalışma sahası ve istasyonlar

2.1. Materyal ve Metot

2.1.1. Deniz Çalışmaları

Örnekleme ve ölçümler Karadeniz Teknik Üniversitesi'ne ait R/V DENAR- I araştırma gemisi kullanılarak yapılmıştır. Öfotik zonda, deniz suyu örnekleri yüzeyden itibaren beşer metre aralıklar ile alınmıştır. Çalışmalar sırasında, sıcaklık $^{\circ}\text{C}$ olarak 0.0001, tuzluluk ‰ 0.0001, pH 0.001, oksijen kuru tip oksijen probu ile 0.001 mg/L hassasiyetle General Oceanic Idronaut 316 marka CTD kullanılarak birer metre aralıklarla ölçülmüştür. Ayrıca alınan su örneklerinin çözülmüş oksijen konsantrasyonları Winkler yöntemi

kullanılarak doğrulanmıştır. Deniz suyu içerisindeki Fotosentetik Aktif Radyasyon (PAR) $\mu\text{Em}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ cinsinden Li-Cor LI-193SA Spherical Quantum Sensor ve LI-190SA Quantum Sensorları kullanılarak ölçülmüştür. Işık spektrum profili SATLANTIC Hiperspektral Radyospektrometre kullanılarak oluşturulmuştur. Besin tuzları, fitoplanktonun kalitatif ve kantitatif dağılımı, klorofil ve diğer pigment analizleri için kullanılacak olan su örnekleri SBE 32 Carousel 12 şişeli rosette tipi su örnekleme cihazı ile alınmıştır. Deniz suyu örnekleri gemi üzerinde filtre kâğıtlarına ($0,45 \mu\text{m}$ GF/F) süzildükten sonra analiz aşamasına kadar -196°C 'de muhafaza edilmiştir.

2. 1. 2. Laboratuvar Çalışmaları

2. 1. 2. 1. Fitoplankton Örneklerinin Teşhisi

Deniz çalışmalarında aylık olarak yüzeyden itibaren 60 m derinliğe kadar 5 m aralıklarla alınan fitoplankton örnekleri 1 L lik polietilen şişelere alınarak, son konsantrasyonu % 4 olacak şekilde formaldehit ile fikse edilmiştir. Laboratuara getirilen örnekler çöktürülmüştür. Çöken kısım konsantre edilerek 50 ml'lik örnekleme şişelerine alınmıştır. Bu işleme son konsantrasyon hacmi 7.5 ml olana kadar devam edilmiştir. Plankton örneklerinde tür teşhisleri Olympos BH-2 aydınlık alan ve Nikon E600 flouresan mikroskobu kullanılarak yapılmıştır. Diatom, dinoflagellat ve kokkolitler olmak üzere tüm gruplara ait hücreler tür düzeyinde tanımlanmaya çalışılmış (Drebes 1974; Ramphi ve Bernhard 1978; Spector 1984, Balech 1988, Fukuyo vd., 1990; Tomas 1993, 1996) ve her bir grubun litredeki bolluk miktarları tespit edilmiştir.

2. 1. 2. 2. Pigment Analizleri

Laboratuvar çalışmaları kapsamında fitoplankton gruplarına özgü olan klorofil-a, b, fukoksantin, peridinin, diadinoksantin, zeaksantin, β -karoten, 19'-heksanoloksifukoksantin pigmentlerinin konsantrasyonları belirlenmiştir. Bu amaç doğrultusunda KTÜ Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi laboratuvarında bulunan SHIMADZU LC-20 AT/ Prominence HPLC cihazı kullanılmıştır. HPLC yöntemi ile pigment analizleri için fotik zonda, yüzeyden itibaren 5'er m aralıklarla alınan deniz suyu örneklerinden 1 L ayrılarak koyu

renkli polietilen şişelere aktarılmıştır. Örnekler 0,5 atm den daha az vakum basıncında 25 mm GF/F filtreden süzölmüş ve filtreler analiz edilene kadar sıvı azot içerisinde (-196°C) muhafaza edilmiştir. Analiz öncesinde filtreler % 90'lık 5 ml HPLC cinsi aseton içerisinde alınmış ve Bandelin Sono Puls Ultrasonikatör (1 dakika için 60 Hz) ile hücreler parçalanmıştır. Bu işlemde sonra örnekler karanlık ortamda +4°C' de bir gece buzdolabında saklanarak pigmentlerin asetona nüfuz etmesi sağlanmıştır. Daha sonra örnek, içerisindeki katı parçacıkları çöktürmek amacıyla 3500 rpm devirde 10 dakika süreyle santrifüj edilmiştir (Mantoura ve Llewelyn 1983).

Daha küçük partikülleri uzaklaştırmak için santrifüj edilmiş örnek içerisinde 500 µL alınarak 0,2 µm lik filtrelerden süzölmüş ve içerisinde 500 µL 1M Amonyum Asetat iyon çözeltisi ilave edilmiştir. Tamponlu ekstraktan 100 µl alınarak Thermo Hypersil MOS-2 C8 kolonuna (150 x 4,6 mm, 3 µm particle size, 120 Å pore size ve % 6,5 carbon loading) 100 µL hacme sahip otoörnekleyici ile enjekte edilmiştir. Pigmentler LC Solution paket programı kullanılarak akış hızı; 1,0 ml/dk ve çift mobil faz sistemi (A: % 100 Metanol ve 1 M Amonyum Asetat (80:20 v/v), B: % 100 Metanol (0; 75; 25), (1; 50; 50), (20; 30; 70), (25; 0; 100), 32; 0; 100) kullanılarak 440 nm dalga boyunda DAD detektörde (SPD-M20A, Shimadzu, Japan) analiz edilmiştir.

HPLC sistemi, her pigment için ticari standartlar (klorofil a, b: Sigma Kolonu; peridinin, fukoksantin, 19-heksanolokifukoksantin, diadinoksantin, zeaksantin ve β-karoten: VKI, Danimarka) kullanılarak kalibre edilmiştir. Klorofil-a ve belirleyici pigmentler için belirleme sınırı 0,005-0,007 µg/L dir.

Pigment konsantrasyonları aşağıdaki denkleme göre hesaplanmıştır,

$$C_p = \frac{A_p \times V_{ext} \times 10}{B \times V_{filt} \times V_{inj} \times 1000 \times R_f} \quad (1)$$

C_p (µgL⁻¹) = Pigment konsantrasyonu

A_p (mAU*s)= Pik alanı

R_f (ngmAU⁻¹)= Kalibrasyon eğrisinin eğimi (ng kolon⁻¹)

V_{filt} (l)= Süzölen su hacmi

V_{ext} (ml)= Ekstraksiyon için kullanılan çözücü hacmi

V_{inj} (µl)= Kromatografi sistemine enjekte edilen örnek hacmi

B= Tampon seyreltme faktörü (1)

2. 1. 2. 3. Besin Elementlerinin Belirlenmesi

2. 1. 2. 3. 1. Nitrat

Nitrat analizi için 100 ml deniz suyu Cd-Cu kolonundan geçirilerek nitratın, nitrite indirgenmesi sağlanmış ve indirgenen örnekten 50 ml alınarak üzerine 1ml sufanilamid ve 1 ml etilendiamin çözeltisi ilave edilmiştir. Daha sonra örneklerin absorbansı 543 nm dalga boyunda Shimadzu 2250 model spektrofotometre ile okunarak nitrat miktarları ($\mu\text{at/L}$) hesaplanmıştır (Parsons vd., 1984).

2. 1. 2. 3. 2. Nitrit

Nitrit tayininde 50 ml deniz suyu örneği alınarak üzerine 1 ml Sülfanilamid ve 1 ml Etilendiamin çözeltileri ilave edilmiştir. Daha sonra absorbans değerleri Shimadzu 2250 model spektrofotometre kullanılarak ölçülmüş ve nitrit değerleri ($\mu\text{at/L}$) hesaplanmıştır (Parsons vd., 1984).

2. 1. 2. 3. 3. Fosfat

Orto fosfat analizi için su örnekleri 47 mm GF/F filtre kağıdı kullanılarak süzölmüş, 100 ml deniz suyu örneğine amonyum molibdat, sülfürik asit, askorbik asit ve potasyum antimol tartarat çözeltilerinin belirli oranlarda karıştırılmasıyla elde edilen çözeltiden 10 ml ilave edilmiştir. Sonrasında 885 nm dalga boyunda Shimadzu 2250 model spektrofotometre ile absorbans okunarak fosfat miktarları ($\mu\text{at/L}$) hesaplanmıştır (Parsons vd., 1984).

2. 1. 2. 3. 4. Silikat

Silikat analizi için, 50 ml'lik ölçü silindirine 10 ml molibdat solüsyonu eklenmiş, üzerine oda sıcaklığına getirilen 25 ml'lik su örneği eklenip karıştırıldıktan sonra 10 dk beklenip üzerine 50 ml'ye tamamlanacak şekilde indirgenme reaktifi eklenerek karıştırılmıştır. 2-3 saatlik indirgenme süresi sonrasında Shimadzu 2250 model

spektrofotometre ile 810 nm dalga boyunda absorbans okunarak ölçüm yapılmış ve silikat değerleri ($\mu\text{at/L}$) hesaplanmıştır (Parsons vd., 1984).

2. 1. 2. 4. Birincil Üretimin Belirlenmesi

Birincil üretim C-14 tekniği kullanılarak belirlenmiştir. ^{14}C metodu olarak bilinen, Nielsen tarafından geliştirilen ve Gargas'ın bazı düzenlemeler yaptığı metot uygulanmıştır. Bu metotta su örneğine $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$ formundaki $^{14}\text{CO}_2$ ilave edilir. Burada fotosentez süresince organik madde içine ^{14}CO izleyici olarak katılır. Deney sonunda alg radyoaktivitesi ölçülür. Deney suyundaki (bilinen) CO_2 konsantrasyonu ve $^{14}\text{CO}_2$ konsantrasyonundan birincil üretim hesaplanır.

Bu amaçla yüzey ışık şiddetinin %75; % 25; %10 ve %1'e indiği derinliklerden alınan örnekler ışık geçirmez koyu renkli polietilen şişelere alınarak vakit geçirilmeden deneye başlanmıştır. Her derinlik için 25 mL'lik cam şişelere 2+2 paralel olacak şekilde deniz suyu örneği hava kabarcığı kalmayacak şekilde şişenin boğumuna kadar doldurularak şişelere 50 μL (2220000 dpm) C-14 ilave edilmiştir. 2 adet şişe aydınlık için, diğer 2 adet şişe ise karanlık için kullanılmıştır. Birincil üretim örnekleri aşılama yapıldıktan sonra yüzdürücüler kullanılarak örneklerin alındıkları derinliklerde 2 saat süreyle inkübasyona bırakılmıştır. İki saatlik inkübasyondan sonra deniz suyu örnekleri 0,2 μm göz açıklığındaki membran filtreler (selüloz asetat veya selüloz nitrat) üzerine düşük basınç altında süzölmüştür. Süzme işleminden sonra membran filtreler pensler yardımıyla özel kartujlara alınarak 2 dk süreli derişik formaldehit buharına tabi tutularak canlı yaşama son verilmiştir. Bu işlemden sonra da örnekler 5 dk süre ile konsantre HCl buharına tutularak kullanılmayan, ancak filtre kağıdında kalan ^{14}C işaretli karbonatlar uzaklaştırılmıştır. Daha sonra örnekler sayım aşamasına kadar içinde silika jel bulunan desikatörde bekletilerek HCl'in fazlasının absorblanması sağlanmıştır. İşaretli ^{14}C 'lü örneklerin sıvı sayaçta (likit sintilasyon, Perkin Elmer TriCarb 1550 Model) sayımına başlamadan önce filtre kâğıtları toluen kökenli çözücüler yardımıyla 20 ml hacimli özel kapaklı cam kaplarda (vial) bekletilerek çözünmesi sağlanmıştır. Bu işlemi takiben sintilasyon cihazında fitoplankton tarafından alınan ^{14}C miktarı saydırılmıştır. Bu teknikte fitoplankton örneklerinde ve ampullerinde toplam radyoaktivite aynı sayım şartlarında ve direkt olarak sayılır. Aktivite dpm (dakikadaki parçalanma) olarak ifade edilir.

Elde edilen sonuçlara göre birincil üretim aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanmıştır;

$$Pt = \frac{\text{dpm (a)} * \text{toplam } ^{12}\text{CO}_2 \text{ (c)} * 12 \text{ (d)} * 1,05 \text{ (e)} * 1,06 \text{ (f)} * k1 * k2 * k3}{\text{dpm (b)}} \quad (2)$$

Pt = Karbon kullanımı, mgC/m³/saat

(a) = Örnek (dpm) – karanlık (dpm) = net dpm

(b) = İlave edilen ¹⁴C standardındaki aktivite (dpm)

(c) = Deneysel suyun toplam CO₂ konsantrasyonu mM/L

(d) = 12: karbon atom ağırlığı, mM/L'yi mg/L'e çevirir

(e) = ¹⁴C için düzeltme faktörü

(f) = Deneysel süresince üretilen organik maddelerin solunum için tüketilen miktarı

(k1) = Alt örnekleme için düzeltme faktörü

(k2) = Zaman faktörü

(k3) = 10³, Birim dönüştürme faktörü, mgC/L'yi mgC/m³'e çevirir.

Elde edilen sayım sonuçlarından (dpm) ve ışık şiddeti değerlerinden fotosentez-ışık eğrileri (P&I Curve) çizilmiştir. Işık şiddetinin, örnekleme noktasındaki gün boyunca yüzeyde ve derinlikle olan değişimi saatlik olarak kaydedilmiştir. Oluşturulan fotosentez-ışık eğrisinden günün farklı saatlerindeki ışık değerlerine karşılık gelen potansiyel üretim değerleri okunmuş ve daha sonra trapez integrasyonu kullanılarak mgC/m³/gün olarak hesaplanan üretim değerleri mgC/m²/gün'e çevrilip su kolonundaki üretim belirlenmiştir (Gargas, 1975).

Su içerisinde ışık derinlikle beraber üssel (exponential) olarak azalır. Işık miktarındaki bu azalmayı ifade etmek için sönüm katsayısı (K_d, extinction coefficient) kullanılır. Deniz suyunun sönüm katsayısı verilen derinlikteki ışık yoğunluğu ile yüzeydeki ışık yoğunluğu arasındaki oran olarak da tanımlanabilir ve aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmıştır;

$$K_d = \frac{\text{Loge}(I_0) - \text{Loge}(I_D)}{\text{Derinlik (m)}} \quad (3)$$

I₀ = Yüzeydeki radyasyon

I_D = Verilen derinlikteki radyasyon

2. 1. 2. 5. Çözünmüş Oksijen

Çözünmüş oksijen tayini Winkler yöntemine göre yapılmıştır. Bu amaçla belirlenen standart derinliklerden SBE 32 Carousel 12 şişeli rosette tipi su örnekleme cihazı ile deniz suyu örnekleri alınmıştır. Daha sonra vakit geçirmeden deniz suyu örnekleri 300 ml lik BOI şişelerine alınır. Bu işlemde su örneği örnekleme şişesinin musluğuna ince, şeffaf ve yumuşak bir hortum takılıp, hortumun diğer ucunun oksijen şişesinin dip kısmına gelmesi sağlanarak yavaşça doldurulmuştur. Yaklaşık 100 ml kadar suyun akması ve şişeden taşması sağlanmıştır. Doldurma sırasında hava kabarcıklarının oluşmamasına dikkat edilmiştir. Hortumda su akışı devam ederken yavaşça çekilip ve hiç zaman kaybetmeden 2 ml mangan sülfat ve 2 ml alkali azid iyodür çözeltileri pipet yardımıyla oksijen şişesinin dip kısmına yakın olacak şekilde ilave edilmiştir. 15 kez ters yüz edilerek iyi bir karışım sağlanmıştır. Çökelek şişenin dibine inip $Mn(OH)_2$ tabakasının üzerinde berrak bir kısım kaldığında tekrar şişe çalkalanmıştır. En az 100 mL berrak sıvı meydana gelene kadar beklenmiştir. Çökme tamamen bittikten sonra 2 mL derişik H_2SO_4 şişenin boynundan aşağıya bırakılıp, kapağı kapatılıp, birkaç kez ters yüz edilip ve hemen titre edilmiştir. Orijinal numunenin 200 mL sine eşit miktarda çözelti titrasyon için erlene alınmıştır. Çözeltinin rengi açık saman rengi olana kadar tiyosülfat ilave edilmiştir. 1-2 ml nişasta çözeltisi eklenmiş ve mavi rengin kaybolduğu noktaya kadar tiyosülfat ile titre edilmiştir.

$$\text{Çözünmüş Oksijen (mg/L Oksijen)} = \frac{S \times N \times 8 \times 1000}{V_{\text{num}}} \quad (4)$$

S= Sodyum tiyosülfat sarfiyatı (ml)

N= Sodyum tiyosülfat normalitesi (0.025N)

V_{num} = Titrasyonda kullanılan örnek hacmi (ml)

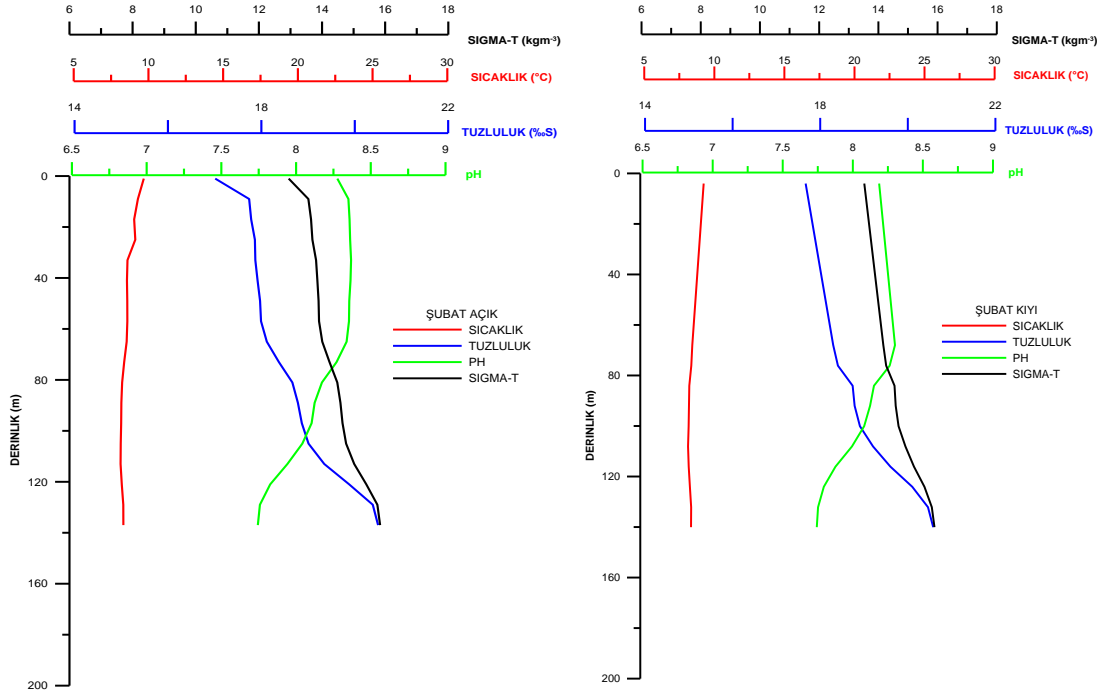
2. 1. 2. 6. Veri Analizi

Veriler, “Office 2007 EXCELL ve Golden Software GRAFER 7” programları kullanılarak düzenlenmiş ve STATISTICA 7” istatistik paket programı kullanılarak % 95 güven aralığında tek yönlü varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuştur. Sonuçlar tablolar halinde hazırlanarak sunulmuştur.

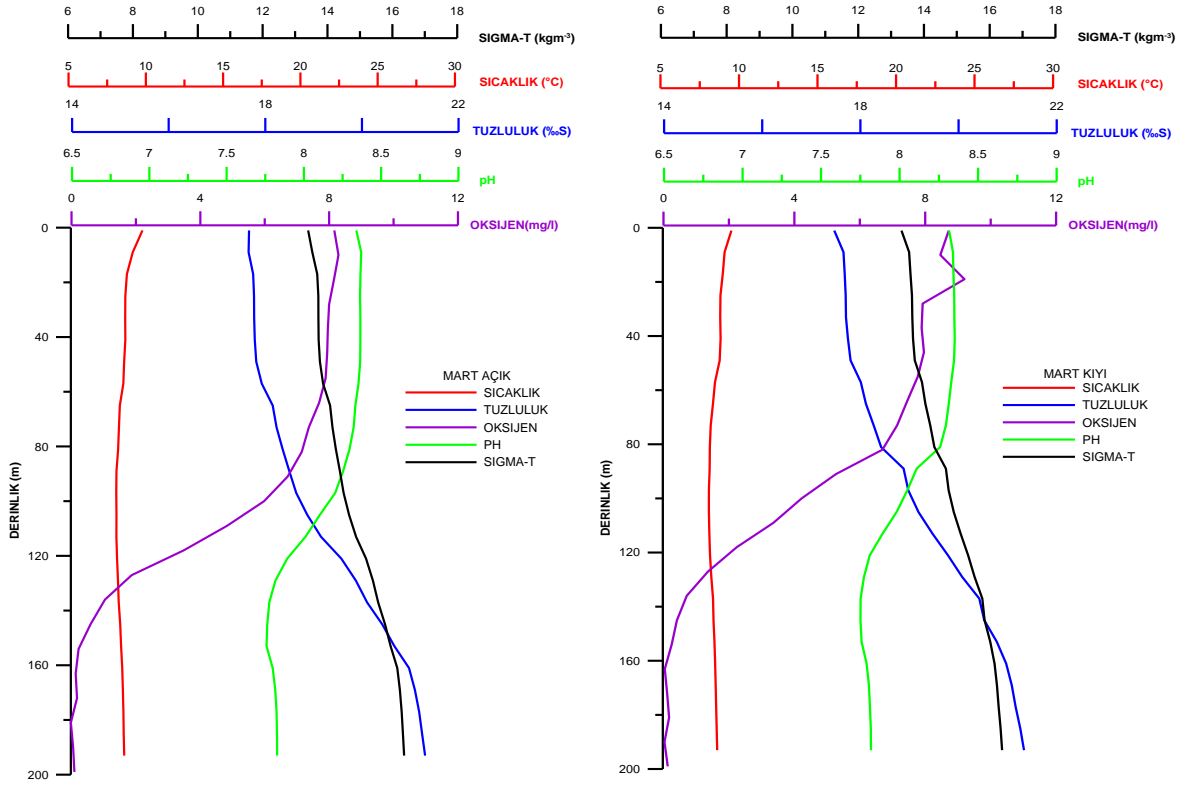
3. BULGULAR

3. 1. Fiziksel ve Kimyasal Ortam

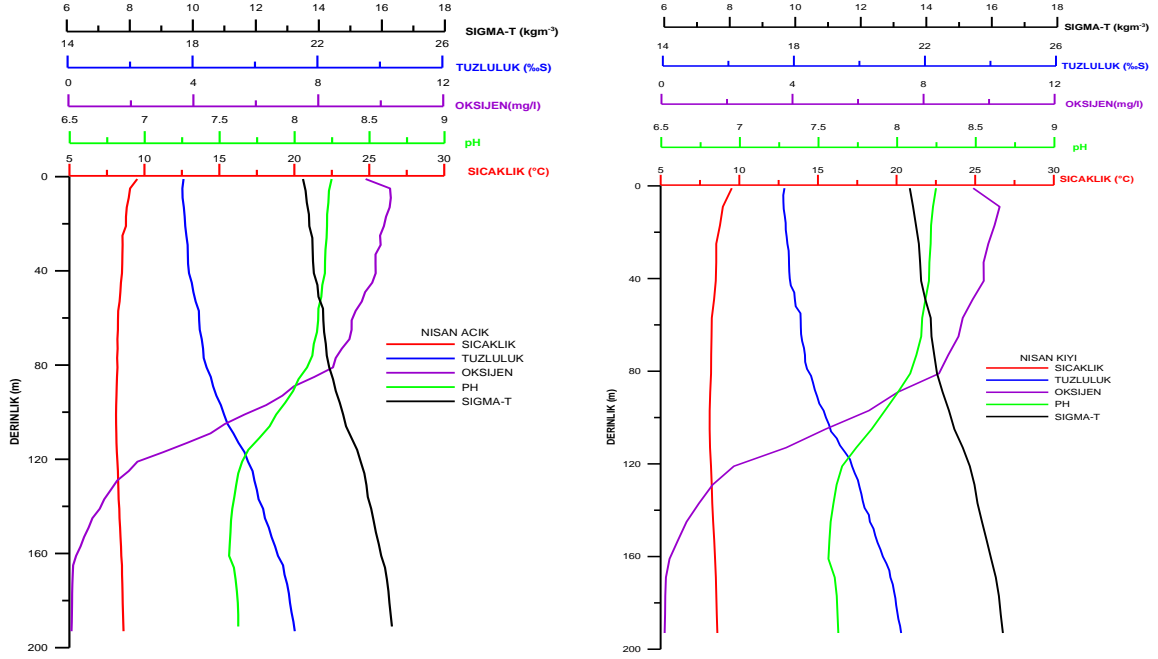
Hava sıcaklığının en düşük değerlerinin görüldüğü ve soğumanın maksimuma ulaştığı Şubat ve Mart ayları ve de kısmen nisan ayında su sıcaklığı kıyı ve açık deniz istasyonlarında yüzeyde 9.516°C ve 100 m civarında ise 8.071°C ye düşmüştür (Şekil 3-4-5). Yoğun ve soğuk yüzey sularının batması sonucu 100 m civarında oluşan soğuk su tabakasından sonra, daha sıcak dip sularının etkisi ile sıcaklık artmıştır. Bu dönemde tuzluluk profili, Karadeniz'in genelinde olduğu gibi yüzeyden itibaren derinlikle birlikte artış göstermiştir. Bu dönemde yüzeyde ‰17.467 iken 200 m'de ‰21.385 olmuştur. Bu dönemde sıcaklıkta belirgin bir tabakalaşma görölmezken, tuzlulukta 3 tabaka ayırt edilmiştir. Bu tabakalar, 0-50 m arasındaki karışım tabakası, 50-150 m arasındaki haloklin tabakası ve bu tabakanın altında yer alan derin su tabakasıdır. Suyun sıcaklığı, yoğunluğu, sudaki biyolojik ve kimyasal aktivitelere bağlı olarak değişim gösteren çözünmüş oksijen konsantrasyonu yüzeyden derine inildikçe azalma göstermiş ve 132 m'de (sigma Φ 15.6) 1 mg/L; 170 m'de (sigma Φ 16.2) ise 0.01 mg/L seviyesine düşmüştür. Bu derinlikten sonra ise su kütlesi anoksik bir yapı göstermiştir.



Şekil 3. Şubat 2009 döneminde açık ve kıyı istasyonlarında sıcaklık, tuzluluk ve pH'nın derinlikle değişimi



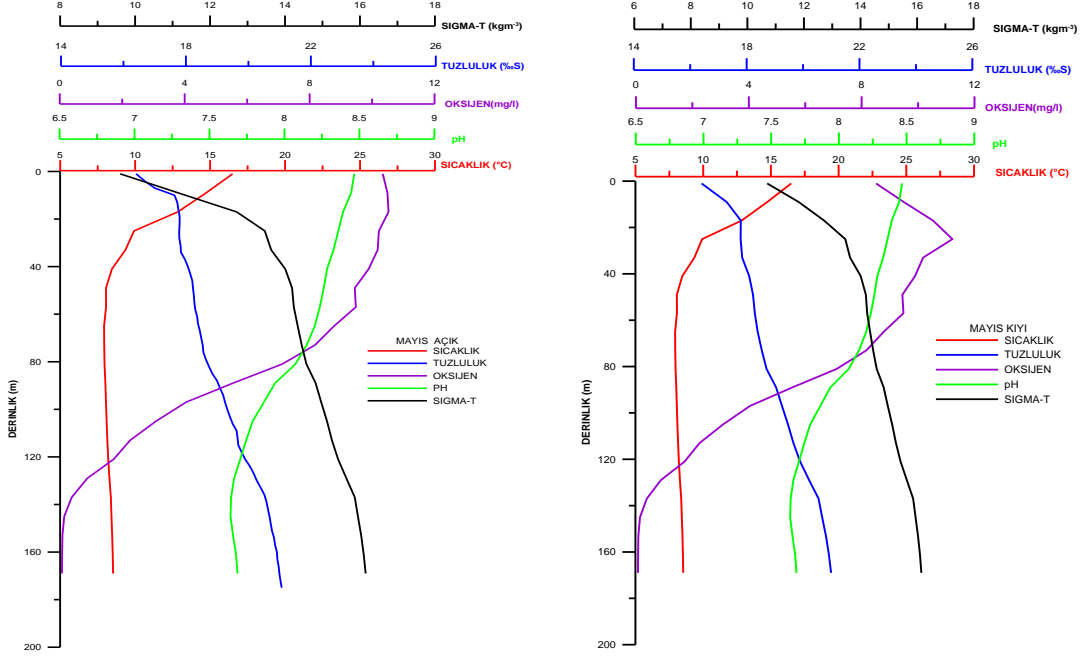
Şekil 4. Mart 2009 döneminde açık ve kıyı istasyonlarında sıcaklık, tuzluluk, oksijen ve pH'nın derinlikle değişimi



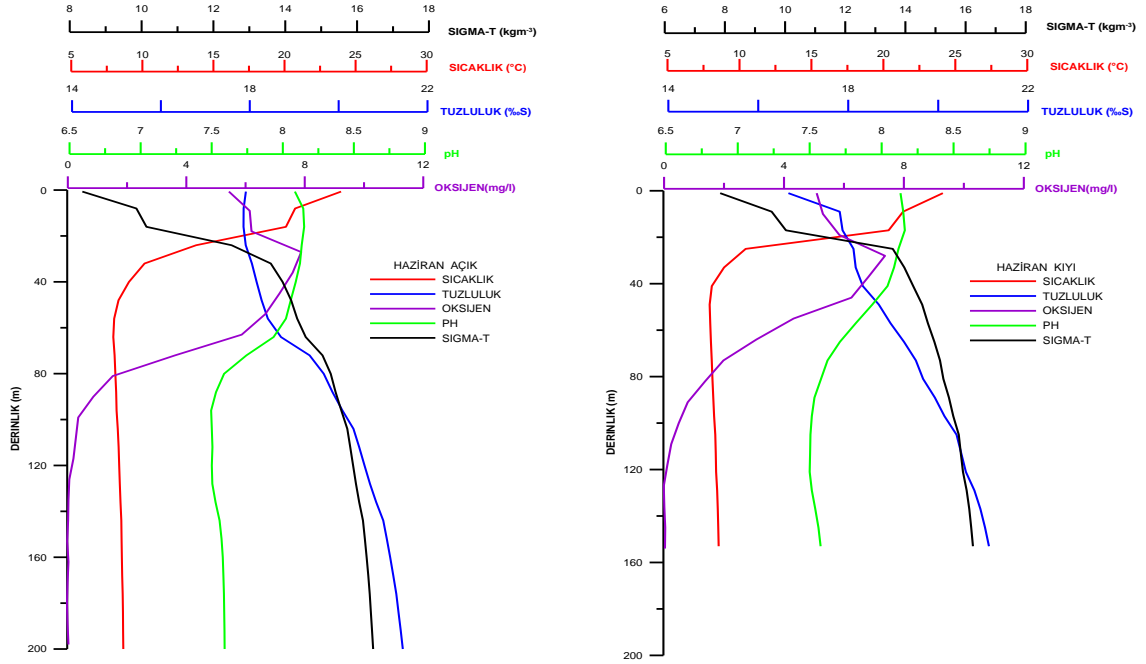
Şekil 5. Nisan 2009 döneminde açık ve kıyı istasyonlarında sıcaklık, tuzluluk, oksijen ve pH'nin derinlikle değişimi

Hava sıcaklığının arttığı ve ısınmanın başladığı 2009 Nisan sonrasında, Mayıs ve Haziran aylarında su sıcaklığı kıyı ve açık deniz istasyonlarında hızla artarak belirgin bir tabakalaşma göstermiştir. Bu dönemde yüzey karışım ve termoklin tabakaları belirgin bir şekilde dip tabakasında farklılık göstermiştir. Yüzey suyu sıcaklığı Mayıs ayında 16.5°C'ye, Haziranda ise 24°C'ye çıkmıştır (Şekil 6-7). Karışım tabakasında (ilk 20 m) 19°C'ye düşen sıcaklık termoklin tabakasında belirgin bir azalma göstererek 35 m de 10°C olarak ölçülmüştür. Termoklin tabakasının altında, 8°C'lik sıcaklık ile derin su tabakası gözlenmiştir. Sıcaklık, 100 m den sonra daha sıcak dip sularıyla etkileşime bağlı olarak tekrar artmaya başlamıştır. Bu dönemde gözlenen ‰16.48'lik tuzluluk, çalışma dönemince belirlenen en düşük değerdir. Bunun nedeni Haziran ayında yağış ve karalardan tatlı su girdisinin fazla olmasıdır. Derinliğin artmasına paralel olarak artan tuzluluk, 50 m de ‰18.225'ye ve 200 m de ‰21.451'e çıkmıştır. Tuzlulukta ilk 20 m'deki karışım tabakası dip tabakadan ayrılmıştır. Çözünmüş oksijen konsantrasyonu yüzeyden derine inildikçe azalma göstermekle birlikte özellikle sudaki biyolojik ve kimyasal aktivitelere bağlı olarak 25-50 m arasında en yüksek değer olan 8.01 mg/L'ye ulaşmıştır. Bu tabakanın altında O₂ konsantrasyonu hızla azalarak ve 90 m'de (sigma Φ 15.4) 1 mg/L, 149 m'de (sigma Φ

16.2) ise 0.01 mg/L seviyesine düşmüştür. Bu derinlikten sonra ise su kütlesi anoksik bir yapı göstermiştir.

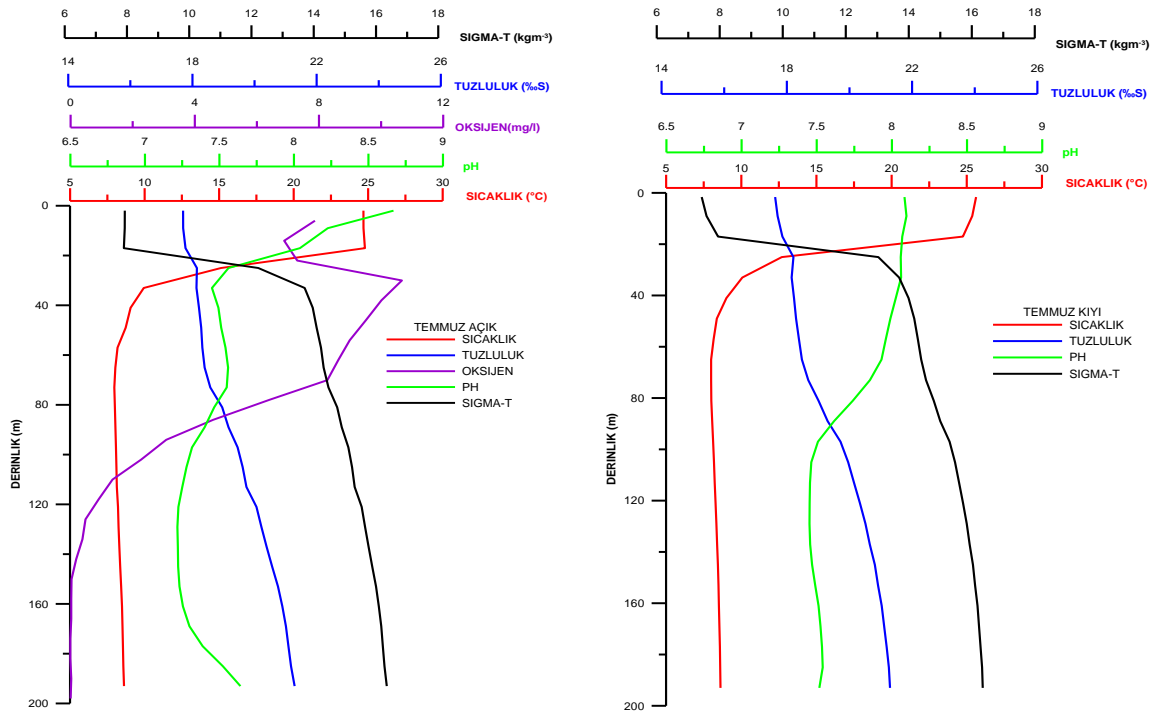


Şekil 6. Mayıs 2009 döneminde açık ve kıyı istasyonlarında sıcaklık, tuzluluk, oksijen ve pH'nın derinlikle değişimi

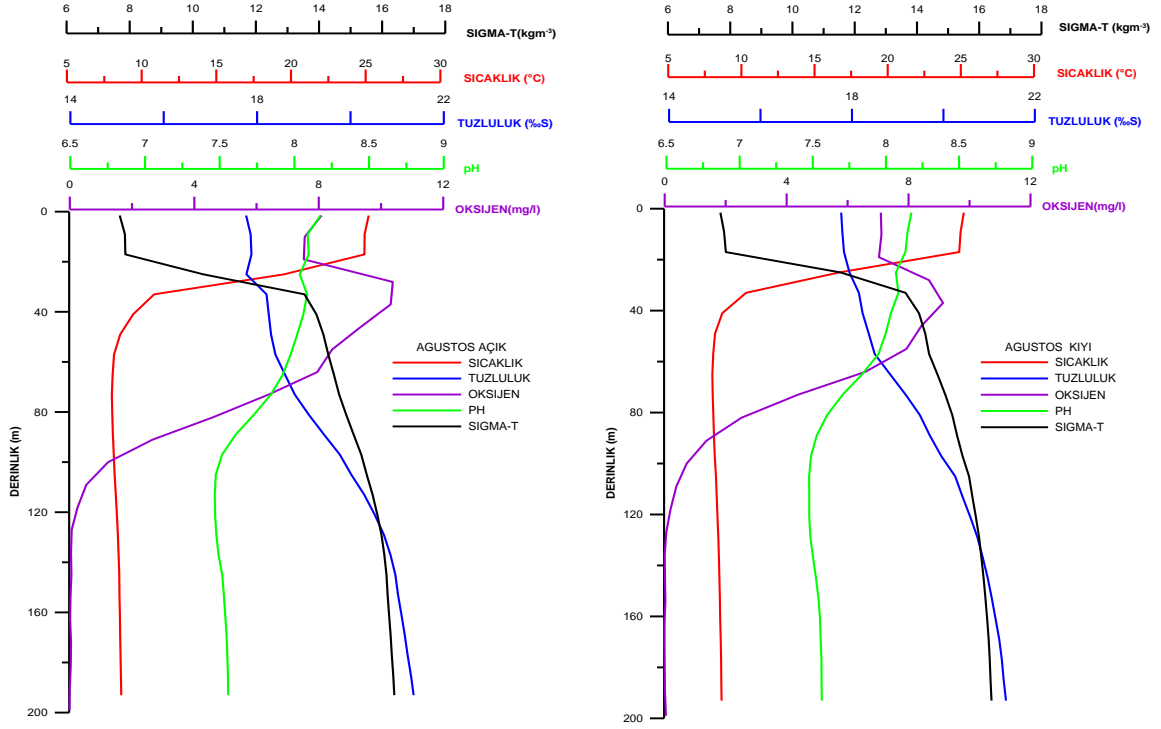


Şekil 7. Haziran 2009 döneminde açık ve kıyı istasyonlarında sıcaklık, tuzluluk, oksijen ve pH'nın derinlikle değişimi

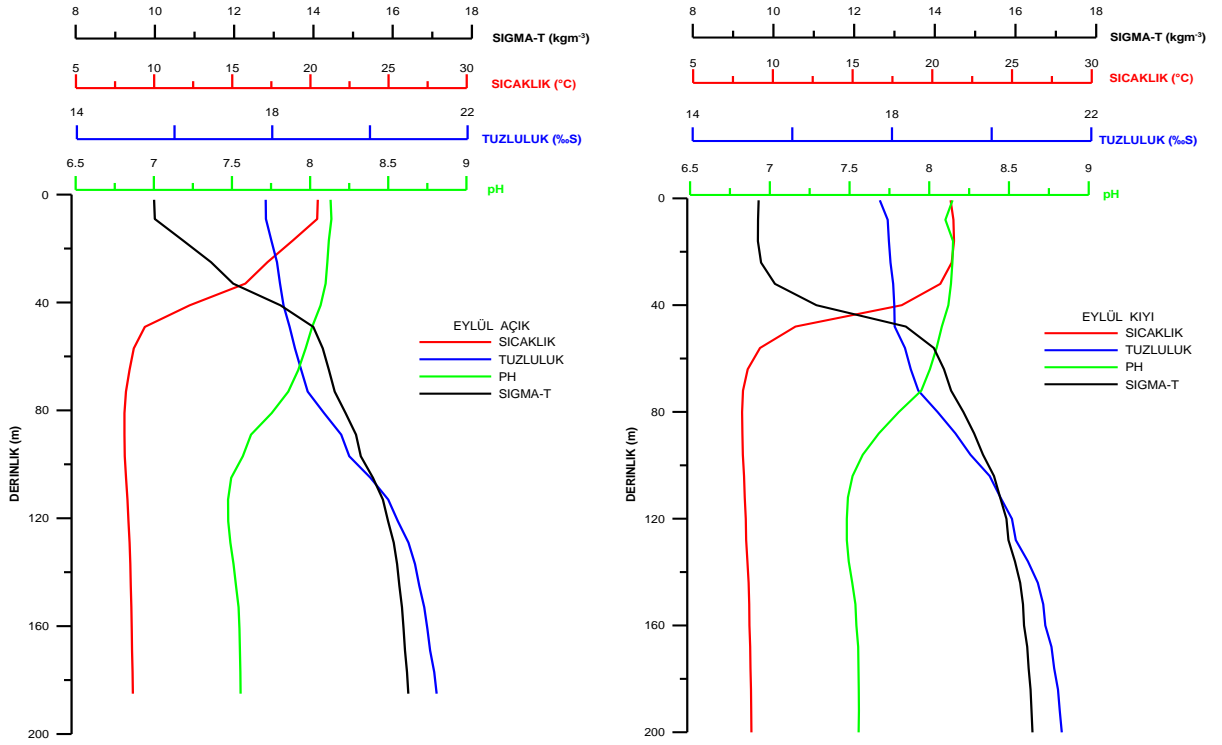
Hava sıcaklığının artışının devam ettiği Temmuz ve Ağustos ayı ve kısmen Eylül ayında su sıcaklığı kıyı ve açık deniz istasyonlarında artmaya devam ederek keskin bir tabakalaşma yapısı göstermiştir. Bu dönemde yüzey karışım ve termoklin tabakası belirgin bir şekilde farklılaşmıştır. Stagnasyon özelliği gösteren 25 m derinliğe sahip yüzey karışım tabakasında sıcaklık 25.20°C ile 22.5°C arasında değişmiştir (Şekil 8-9). Termoklin tabakasında sıcaklık 25 m’de 22.5°C iken 50 m de 8.566°C ye düşmüştür. Termoklin tabakasından daha derin suların sıcaklığı ise kısmen sabit olup, 90 m den sonra ise kısmi bir artış mevcuttur. Bu dönemde tuzluluk, yüzeyde ‰17.765 iken derinliğin artışına paralel olarak, 50 m de ‰20.4 ve 200 m de ‰23.62 olarak ölçülmüştür. Tuzlulukta ilk 20 m deki karışım tabakası dip tabakadan ayrılırken, özellikle 50-200 m arasındaki haloklin tabakası belirgin bir yapılaşma göstermiştir. Bu dönemde oksijen konsantrasyonu yüzeyden derine inildikçe azalma göstermekle birlikte özellikle sudaki biyolojik ve kimyasal aktivitelere bağlı olarak 25-50 m arasında yükselmiş ve 30 m de en yüksek değer olan 10.78 mg/L ye ulaşmıştır. Bu tabakanın altında O₂ konsantrasyonu hızla azalarak ve 105 m’de (sigma Φ 15.2) 1 mg/L ve 150 m’de (sigma Φ 15.98) ise 0.01 mg/L seviyesine düşmüştür. Bu derinlikten sonra ise su kütlesi anoksik bir yapı göstermiştir (Şekil 10).



Şekil 8. Temmuz 2009 döneminde açık ve kıyı istasyonlarında sıcaklık, tuzluluk, oksijen ve pH'nin derinlikle değişimi

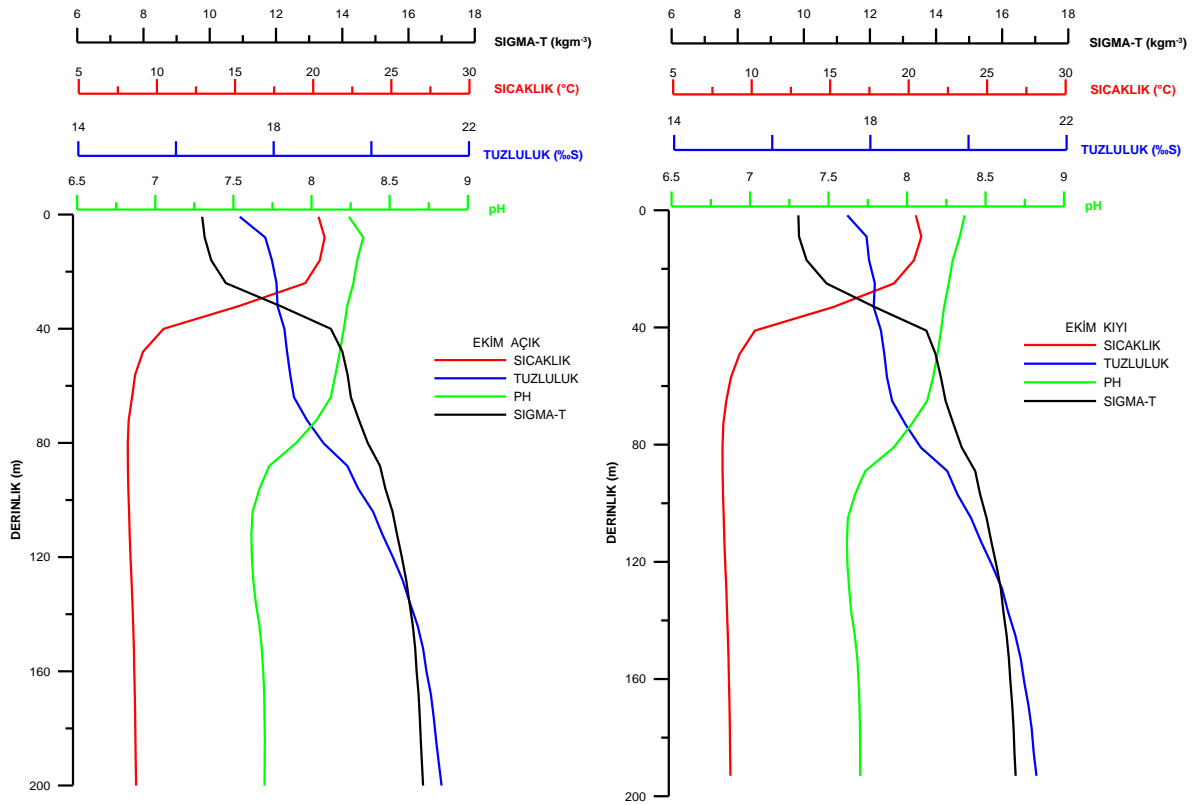


Şekil 9. Ağustos 2009 döneminde açık ve kıyı istasyonlarında sıcaklık, tuzluluk, oksijen ve pH'nın derinlikle değişimi

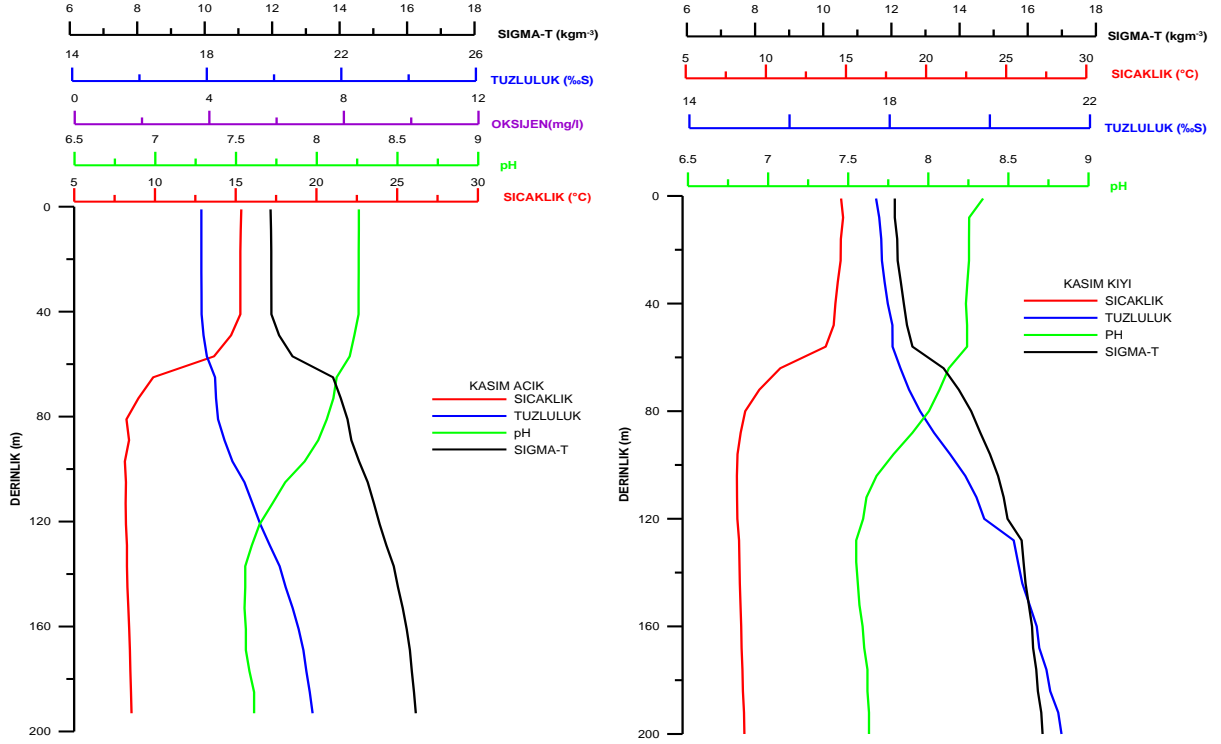


Şekil 10. Eylül 2009 döneminde açık ve kıyı istasyonlarında sıcaklık, tuzluluk ve pH'nın derinlikle değişimi

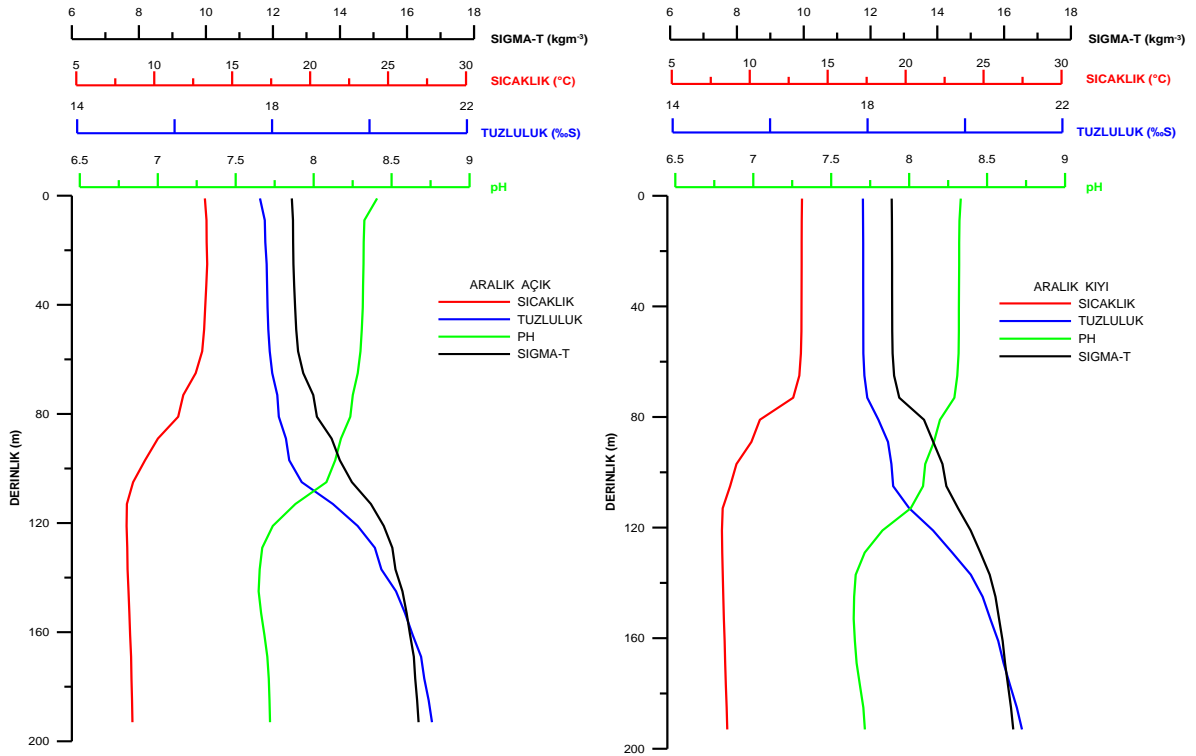
Hava sıcaklığının azalmaya başladığı ve mevsimsel hava akımlarının etkin olduğu Ekim-Aralık döneminde su sıcaklığı kıyı ve açık deniz istasyonlarında azalmaya başlayarak keskin bir tabakalaşma yapısı göstermeye başlamıştır. Bu dönemde yüzey karışım ve termoklin tabakası belirgin bir şekilde farklılaşmıştır. Aralık ayında 50 m ye kadar inen karışım tabakasında belirgin bir stagnasyon meydana gelmiş ve yüzeyden 60 m ye kadar sıcaklık 13°C olarak ölçülmüştür. 60 m den sonra sıcaklık hızla düşerek 60-120 m arasında termoklin tabakası teşekkül etmiştir. 120 m den sonra derin su tabakası bulunmaktadır. Bu dönemde tuzluluk, yüzeyde ‰17.752 lik değere sahip olup, yüzey-60 m arasındaki karışım tabakası, meteorolojik etkiye bağlı olarak mevsimsel termokline ile örtüşmektedir. 60-200 m arasında haloklin tabakası oluşmuş ve bu derinlikten sonra derin su tabakası yapılanmıştır (Şekil 11-12-13).



Şekil 11. Ekim 2009 döneminde açık ve kıyı istasyonlarında sıcaklık, tuzluluk ve pH'ın derinlikle değişimi



Şekil 12. Kasım 2009 döneminde açık ve kıyı istasyonlarında sıcaklık, tuzluluk ve pH'nin derinlikle değişimi



Şekil 13. Aralık 2009 döneminde açık ve kıyı istasyonlarında sıcaklık, tuzluluk ve pH'nin derinlikle değişimi

3.1.1. Besin Elementleri

3.1.1.1. Nitrat

Nitrat denizlerde biyolojik açıdan önemli olan ve bitkisel formlar tarafından kullanılan bir bileşiktir. Nitratın bitkisel formlar tarafından kullanılması deniz suyundaki nitrat konsantrasyonunu azaltırken, karasal girdiler ve biyokimyasal parçalanma denizlerdeki miktarını artırmaktadır. Nitrat iyonlarının denizlerdeki konsantrasyonun mevsimsel olarak değiştiği, kış aylarında yüksek olan nitrat miktarının ilkbaharda azalmaya başladığı, yazın minimuma düştüğü ve sonbaharda tekrar artmaya başladığı bildirilmiştir (Kocataş, 1986). Bu çalışmada da düşük nitrat değerlerinin Temmuz 2009 ayında belirlendiği görülmektedir. Ayrıca Mayıs 2009'da birincil üretimdeki artıştan dolayı nitrat miktarının düşük olması gerekirken, oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Bunun Karadeniz'de fındık ve çay tarımında yoğun şekilde nitratlı gübrelere kullanılmasıyla ilgili olduğu söylenebilir. Ayrıca genelde kıyı istasyonunda ölçülen nitrat değerlerinin açıktaki istasyonda ölçülen değerlerden daha yüksek olduğu görülmektedir.

Şubat-Aralık 2009 tarihleri arasında aylık dönemlerle alınan su örneklerinde ölçülen nitrat değerlerinin derinlik profilleri Şekil 14-24'de verilmiştir. Ölçüm yapılan kıyı ve açık deniz istasyonlarının yüzey sularında en yüksek nitrat değerleri Eylül 2009 da sırasıyla 5.64 ve 3.61 $\mu\text{g-at N/L}$ olarak belirlenmiştir. Örneklem dönemi boyunca kıyı istasyonunda nitrat değeri 0.19 (Ekim, 5 m) ile 5.64 $\mu\text{g-at N/L}$ (Eylül, yüzey) arasında değişim göstermiştir. Bu değişim açık istasyonda ise 0.21 (Ekim, 10 m) ile 5.92 $\mu\text{g-at N/L}$ (Aralık, 10 m) arasında gerçekleşmiştir. Genel olarak bir değerlendirme yapıldığında kıyı istasyonunda ölçülen nitrat değerlerinin açık deniz istasyonu değerlerine göre daha yüksek olduğu saptanmış ancak nitratın mevsimsel ve derinliğe göre dağılımının düzensiz olduğu belirlenmiştir. Yapılan istatistikî değerlendirmede, nitratın derinliğe göre değişiminin önemli olmadığı ancak zamansal değişiminin ise önemli olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4-5, $p < 0.05$). Nitratın derinliğe bağlı olarak dağılımını belirlemek amacıyla aylık ölçülen değerlerin ortalaması alındığında kıyı istasyonunda en düşük nitrat değerinin 35 m'de 1.75 $\mu\text{g-at N/L}$, en yüksek değer ise yüzeyde 2.59 $\mu\text{g-at N/L}$ olduğu belirlenmiştir. Açık istasyonda ise en düşük değer 50 m'de 2.12 $\mu\text{g-at N/L}$, en yüksek değer 30 m'de 2.42 $\mu\text{g-at N/L}$ olduğu belirlenmiştir.

3.1.1.2. Nitrit

Nitritin aylara göre değişimi Şekil 14-24'de gösterilmiştir. Kıyı istasyonunda en yüksek nitrit değeri 0.29 $\mu\text{g-at N/L}$ olarak Mart 2009'da 45 m derinlikte, en düşük değer ise Mayıs 2009'da yüzeyde ve 60 m derinlikte $<0.001 \mu\text{g-at N/L}$ olarak belirlenmiştir. Açık deniz istasyonunda ise en yüksek değer 0.46 $\mu\text{g-at N/L}$ Mart 2009 döneminde 50 m'de belirlenmiŐken en düşük nitrit değeri 0.006 $\mu\text{g-at N/L}$ ile Mayıs 2009 döneminde 20 m de belirlenmiştir. Nitritin aylara ve derinliğe göre dağılımında belirgin bir düzensizlik olduğu saptanmıştır. Ancak nitritin derinliğe göre değişimindeki farklılığın istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır ($p<0.05$). Aylara göre değişimde ise Şubat, Mart, Mayıs ve Temmuz 2009 aylarında ölçülen değerlerin diğer aylardaki nitrit değerlerinden istatistiksel olarak farklı olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4-5, $p<0.05$). Kıyı ve açıktaki istasyonların yüzey suyunda ölçülen nitrit değerlerine bakılığında alansal değişimin düzensiz olduğu, bazı aylarda kıyı istasyonunda, bazı aylarda açıktaki istasyonda nitrit miktarlarının yüksek olduğu saptanmıştır. Aylara göre ortalamalar alınarak iki istasyona ait derinliklerde hesaplanan nitrit değerleri göz önüne alındığında, kıyı istasyonunda en yüksek nitrit değeri 35 m derinlikte 0.120 $\mu\text{g-at N/L}$ olarak belirlenirken, açıktaki istasyonda en yüksek değer 60 m'de 0.132 $\mu\text{g-at N/L}$ olarak tespit edilmiştir.

3.1.1.3. Fosfat

Fosfor canlı maddenin yapısına giren besleyici elementtir. Denizlerde organik ve inorganik bileşikler halinde bulunur. Fosfatın denizlerdeki konsantrasyonunun daha çok karasal girdilerden ve fitoplanktonik aktivitelere etkilendiği birçok araŐtırıcı tarafından vurgulanmıŐtır (Brewer ve Murray, 1973; Bologna, 1986; Zaitsev, 1991).

Örnekleme dönemi içerisinde yüzey suyunda kıyı ve açıkta istasyonda en yüksek fosfat değerleri Haziran 2009'da sırasıyla 0.013-0.012 $\mu\text{g-at P/L}$ olarak ölçülürken, en düşük değerler Aralık 2009'da $<0.001 \mu\text{g-at P/L}$ olarak saptanmıştır (Şekil 14-24). Fosfat değerlerinin aylara ve derinliğe göre dağılımında bir düzensizliğin varlığı ve yaz aylarında fosfat değerlerinin genelde yüksek, kiŐ aylarında ise düşük olduğu belirlenmiştir ve derinliğe bağlı olarak istatistiki açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir (Tablo 4-5, $p<0.05$).

3.1.1.4. Silikat

Silikat diğer besleyici elementler gibi canlıların yapısına girmemekle beraber, silisli sünger ve kabuklu birçok denizel formun iskelet yapısında, denizlerde özellikle birincil üretime önemli katkısı bulunan diatomelerin kabuk yapısına girmesi nedeniyle sınırlayıcı element olduğu bilinmektedir. Bu nedenle besin elementleri kapsamında değerlendirilmektedir.

Çalışmada elde edilen silikat değerleri Şekil 14-24'de gösterilmiştir. En yüksek silikat miktarları kıyı istasyonunda yüzey suyunda Mart 2009 da (yüzey, 0.58 $\mu\text{g-at Si/L}$) ve en düşük silikat değeri ise Ağustos 2009 da (5 m, $<0.01 \mu\text{g-at Si/L}$) ölçülmüştür. Açık deniz istasyonunda ise en yüksek silikat değeri Mart 2009 döneminde 30 m derinlikte (0.57 $\mu\text{g-at Si/L}$) ölçülmüşken en düşük değer Temmuz 2009 döneminde ($<0.01 \mu\text{g-at Si/L}$) belirlenmiştir. Silikatın derinliğe göre değişimi incelendiğinde derinlikle beraber arttığı görülmektedir. Her iki istasyonda genelde yüksek silikat değerleri 60 m derinlikte belirlenmiştir.

Silikat değerlerinin aylara göre değişiminin bir düzensizlik gösterdiği ve yaz aylarında düşük olduğu gözlenmiştir (Tablo 4-5, $p<0.05$).

Tablo 4. Besin elementleri için örnekleme dönemler arasında yapılan varyans analiz tablosu

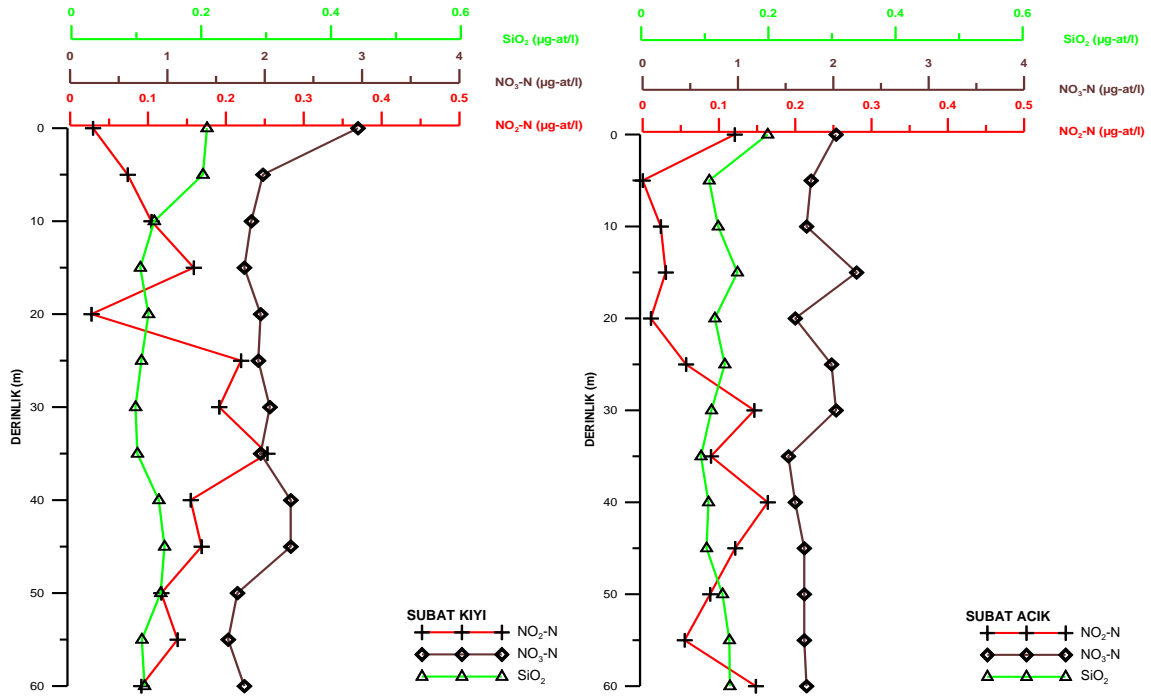
Aylar	Nitrat	1	2	3	4	5	6	7	Aylar	Nitrit	1	2	3	4	5	Aylar	Silikat	1	2	3	4	5	6	
9	0,332089							****	4	0,004725				****		6	0,035696	****						
6	1,031191	****							6	0,016074			****	****		5	0,054312	****	****					
5	1,344082	****	****						10	0,052209	****		****	****		11	0,062964	****	****	****				
2	1,671665	****		****					5	0,060063	****	****	****			10	0,071581	****	****	****	****			
10	1,741398	****							9	0,067203	****	****				9	0,081901	****	****	****	****	****		
1	1,902198	****			****				7	0,067407	****	****				3	0,103044	****	****	****	****	****		
3	2,224544				****				3	0,068496	****	****	****			4	0,107093		****	****	****	****		
7	2,693136					****			8	0,073544	****	****				7	0,115396			****	****	****		
4	2,815607					****			11	0,085374	****	****				1	0,128891				****	****		
11	4,078112						****		1	0,106981		****				8	0,135360					****		
8	4,304680						****		2	0,276511					****	2	0,518137							****

1: Şubat; 2: Mart; 3: Nisan; 4: Mayıs; 5: Haziran; 6: Temmuz; 7: Ağustos; 8: Eylül; 9: Ekim; 10: Kasım; 11: Aralık

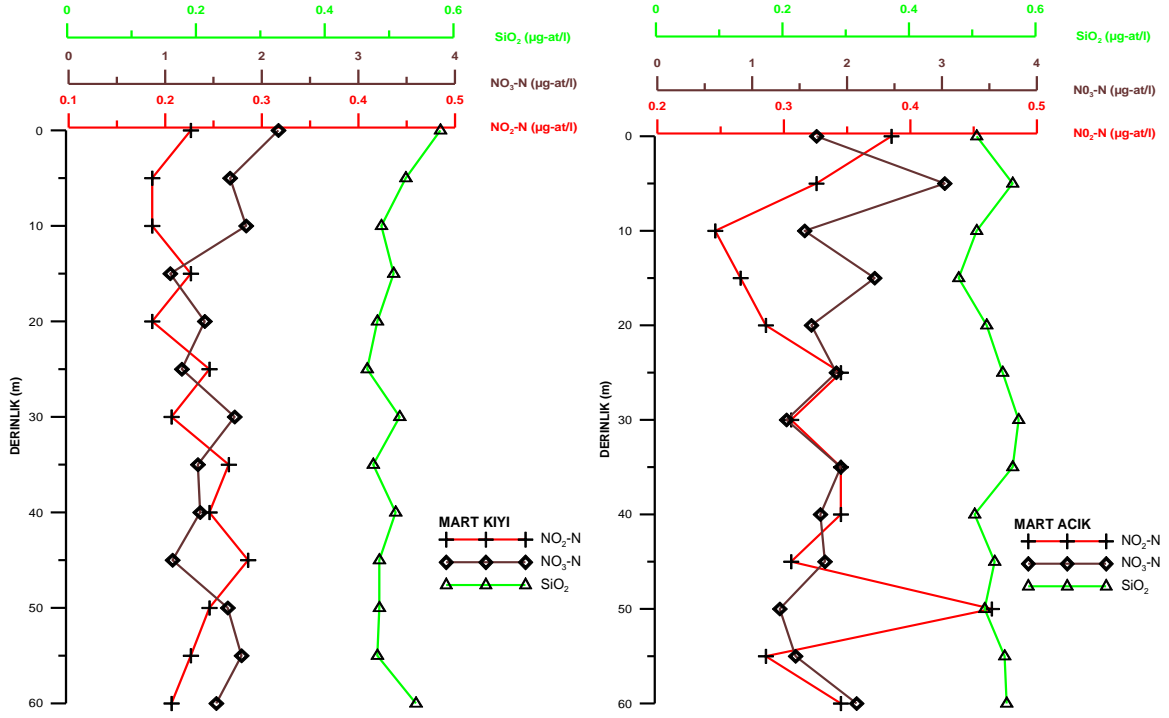
Tablo 5. Besin elementleri için derinlikler arasında yapılan varyans analiz tablosu

Derinlik	Nitrat	1	Derinlik	Nitrit	1	Derinlik	Fosfat	1	Derinlik	Silikat	1
4	2,037759	****	3	0,053218	****	9	0,006463	****	3	0,083281	****
8	2,105945	****	5	0,054375	****	8	0,010270	****	4	0,094306	****
12	2,114103	****	2	0,054773	****	3	0,010406	****	2	0,103773	****
5	2,126821	****	4	0,058578	****	1	0,015078	****	6	0,103955	****
10	2,134090	****	12	0,075031	****	2	0,015251	****	5	0,105309	****
9	2,144909	****	6	0,079143	****	10	0,017085	****	7	0,112985	****
6	2,181456	****	9	0,082075	****	12	0,018210	****	8	0,116756	****
3	2,198215	****	10	0,085299	****	11	0,018417	****	1	0,125847	****
11	2,206005	****	7	0,089823	****	5	0,021518	****	9	0,130036	****
2	2,212809	****	1	0,093006	****	4	0,022276	****	10	0,143421	****
13	2,277759	****	11	0,097905	****	13	0,033733	****	11	0,155646	****
7	2,344704	****	13	0,103588	****	7	0,035242	****	12	0,194416	****
1	2,424338	****	8	0,118558	****	6	0,039825	****	13	0,217613	****

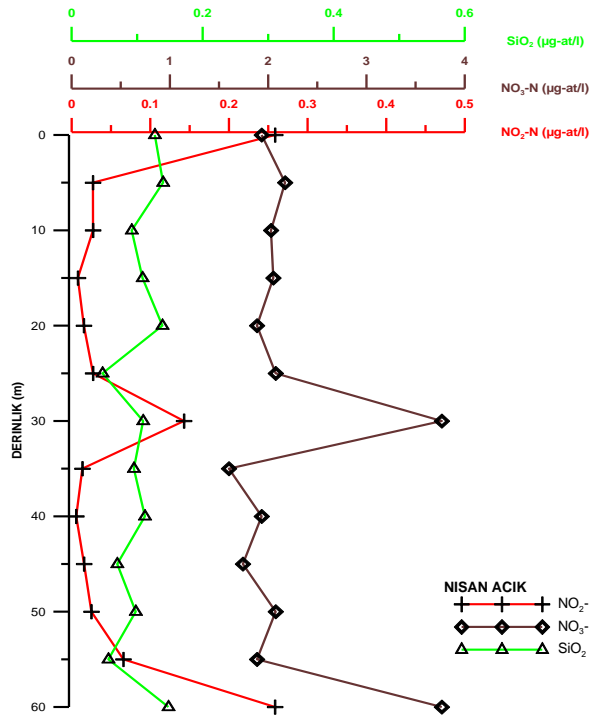
1: yüzey; 2: 5 m; 3: 10 m; 4: 15 m; 5: 20; 6: 25 m; 7: 30 m; 8: 35 m; 9: 40 m; 10: 45 m; 11: 50 m; 12: 55 m; 13: 60 m



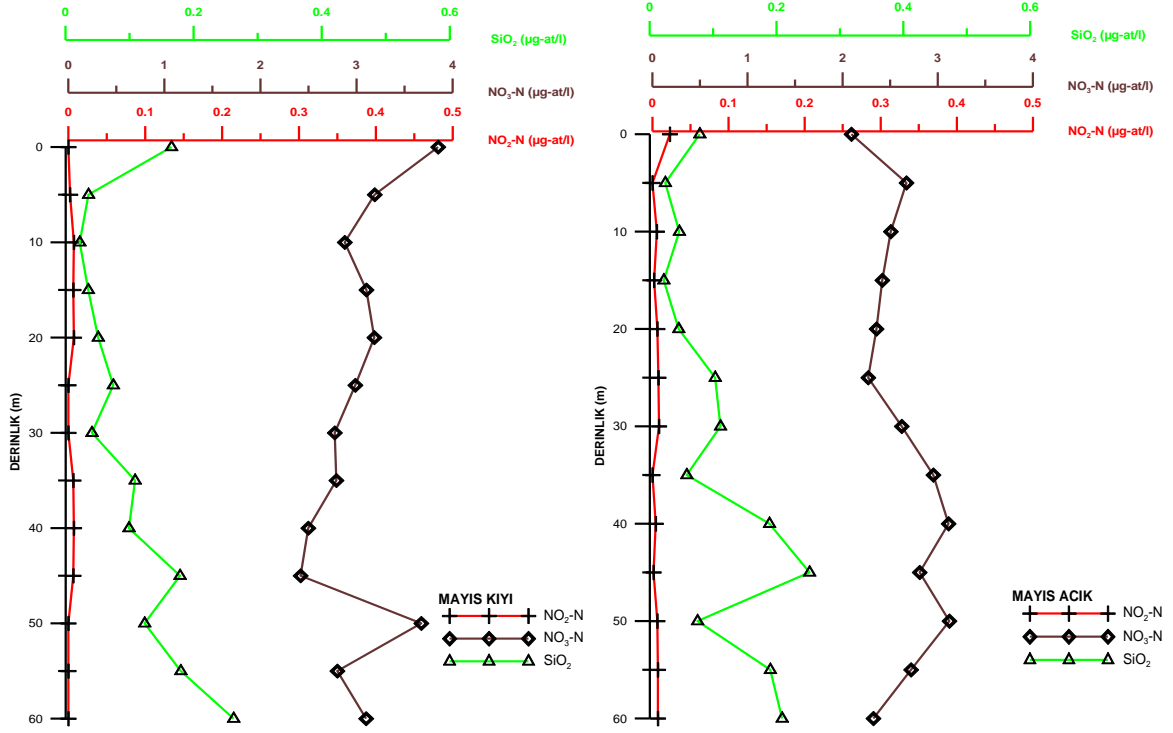
Şekil 14. Şubat 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında besin tuzlarının (NO₃-N, NO₂-N, SiO₂) derinlikle değişimi



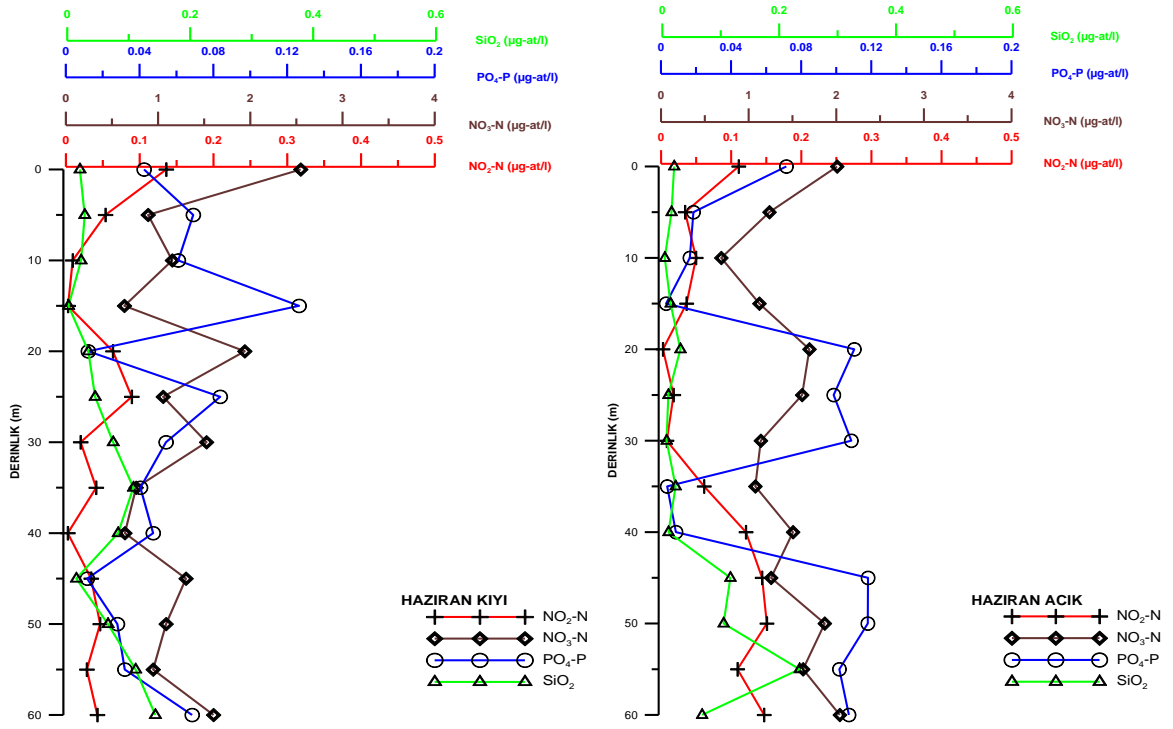
Şekil 15. Mart 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında besin tuzlarının ($\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, SiO_2) derinlikle değişimi



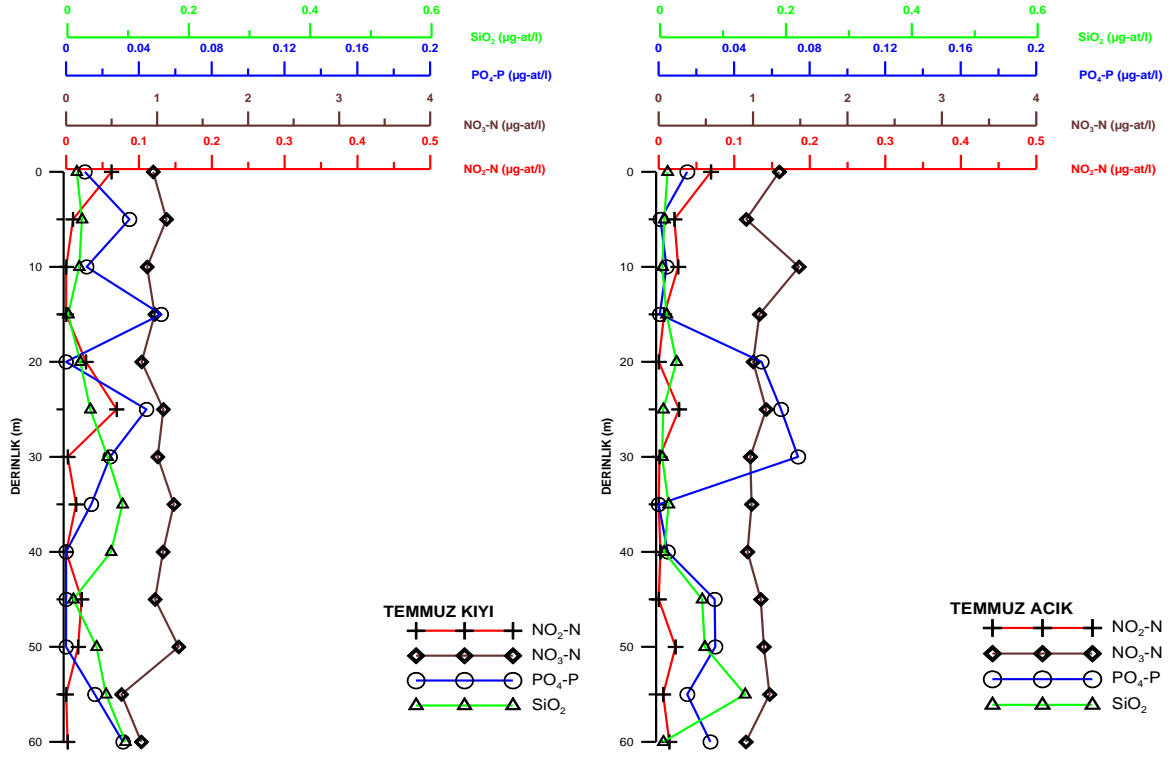
Şekil 16. Nisan 2009 döneminde açık istasyonda besin tuzlarının ($\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, SiO_2) derinlikle değişimi



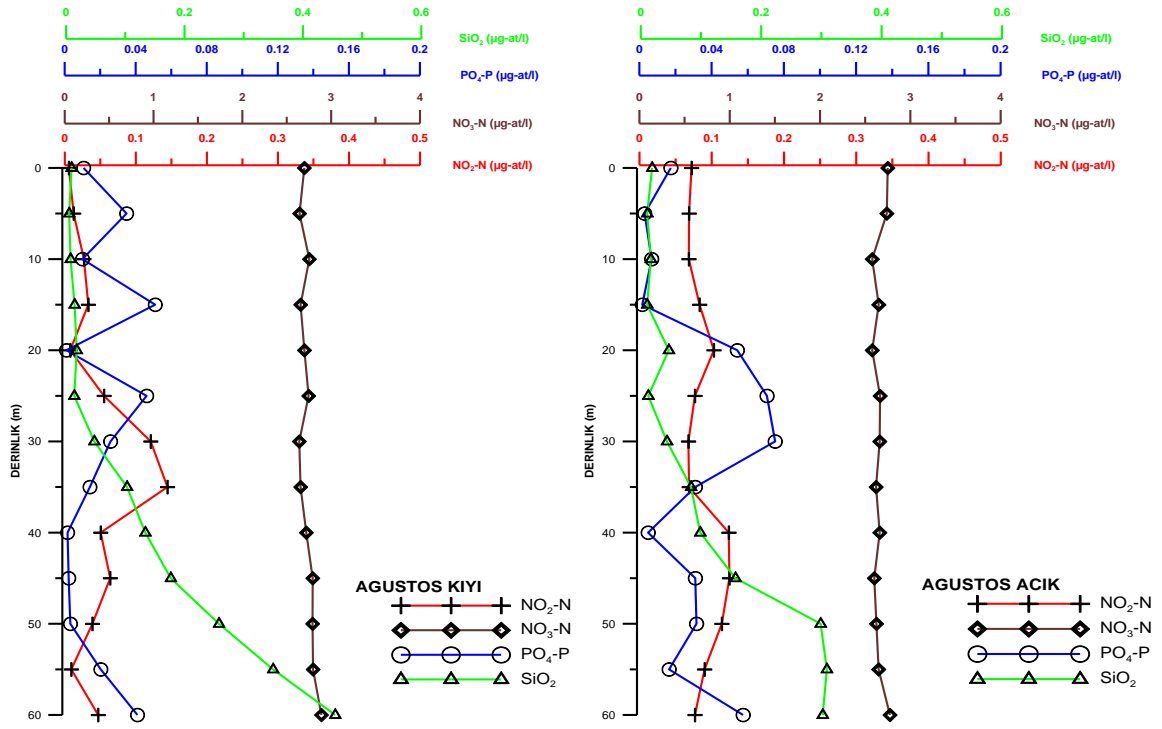
Şekil 17. Mayıs 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında besin tuzlarının ($\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, SiO_2) derinlikle değişimi



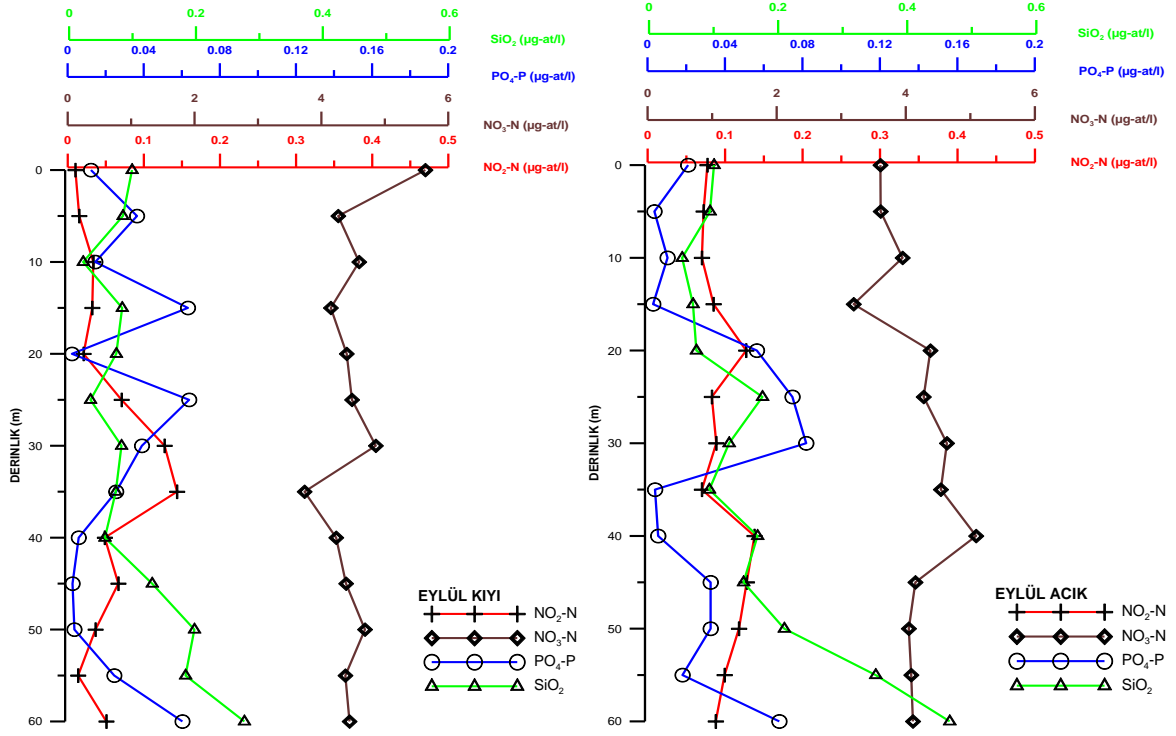
Şekil 18. Haziran 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında besin tuzlarının ($\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$, SiO_2) derinlikle değişimi



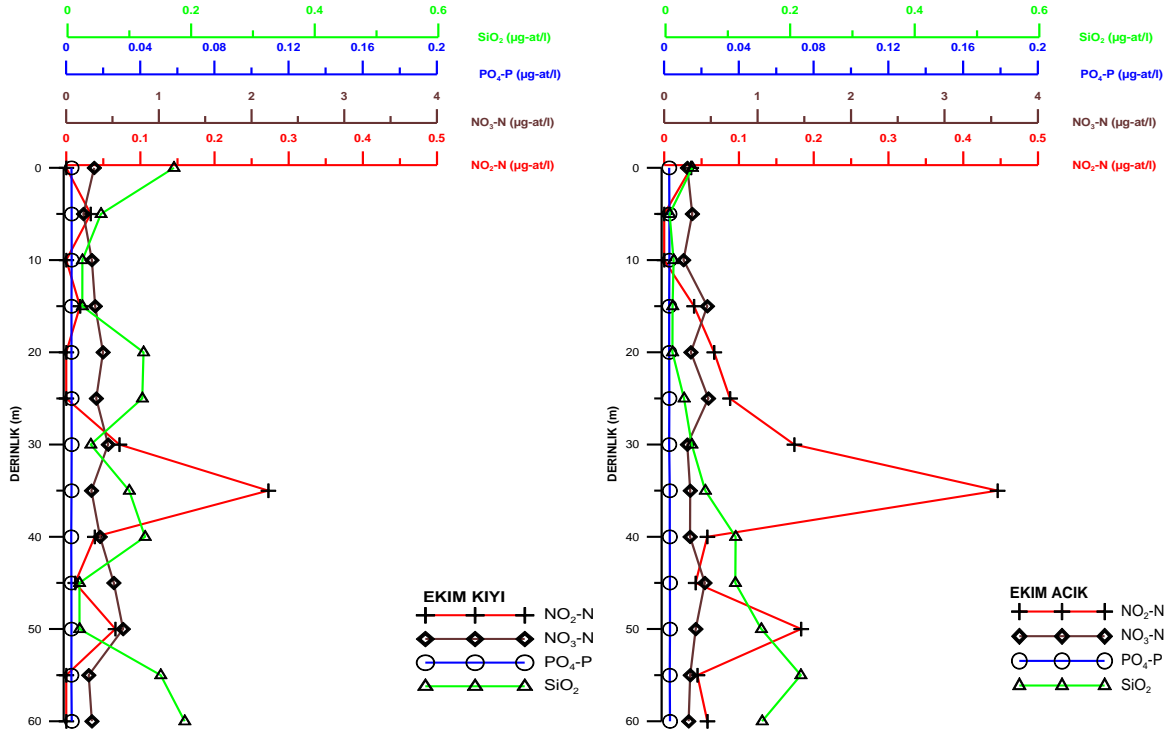
Şekil 19. Temmuz 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında besin tuzlarının (NO₃-N, NO₂-N, PO₄-P, SiO₂) derinlikle değişimi



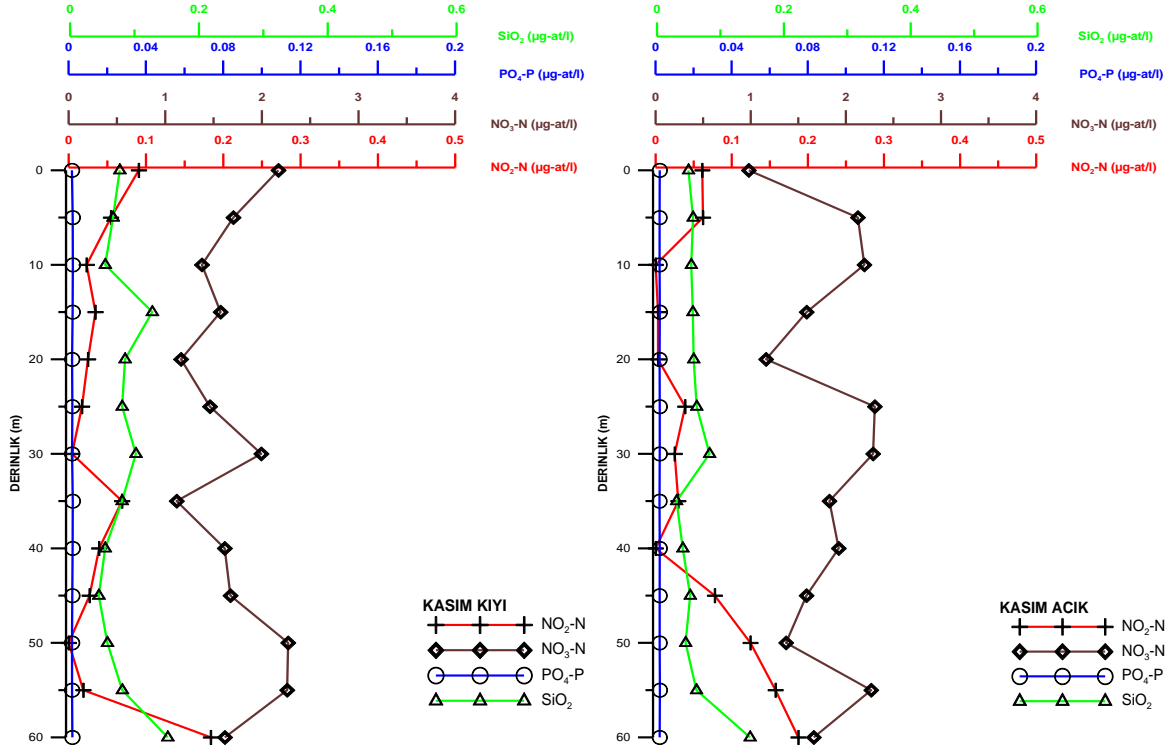
Şekil 20. Ağustos 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında besin tuzlarının (NO₃-N, NO₂-N, PO₄-P, SiO₂) derinlikle değişimi



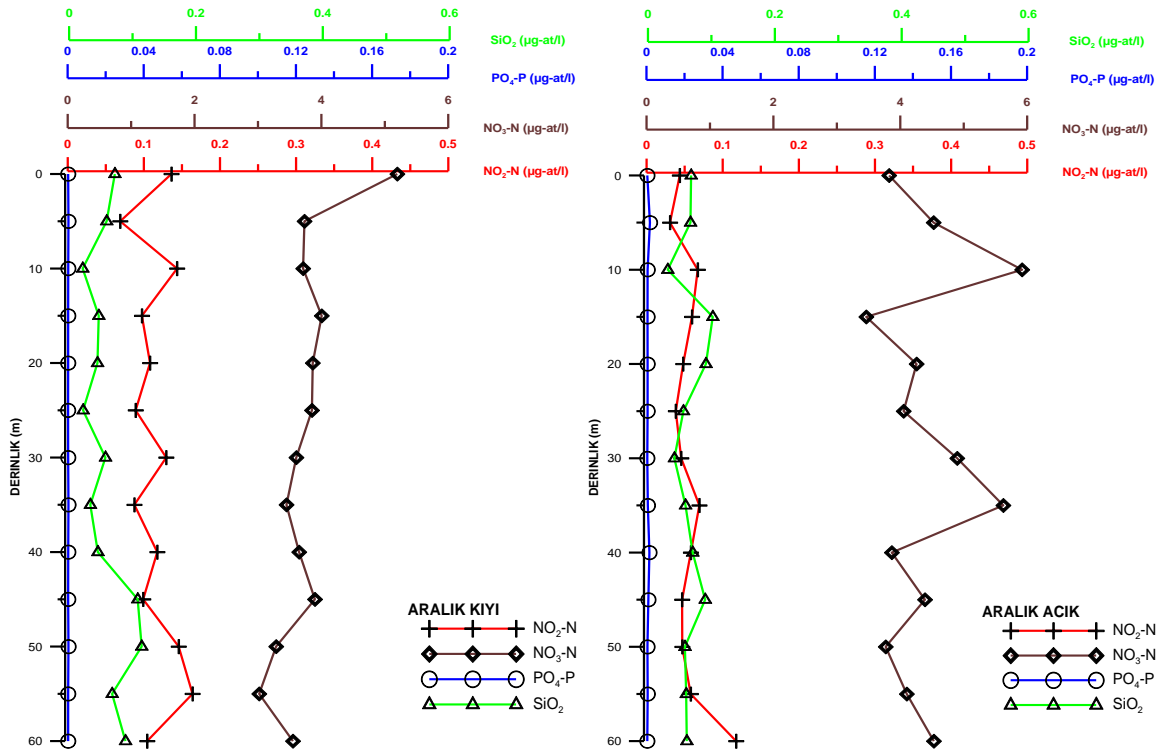
Şekil 21. Eylül 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında besin tuzlarının (NO₃-N, NO₂-N, PO₄-P, SiO₂) derinlikle değişimi



Şekil 22. Ekim 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında besin tuzlarının (NO₃-N, NO₂-N, PO₄-P, SiO₂) derinlikle değişimi



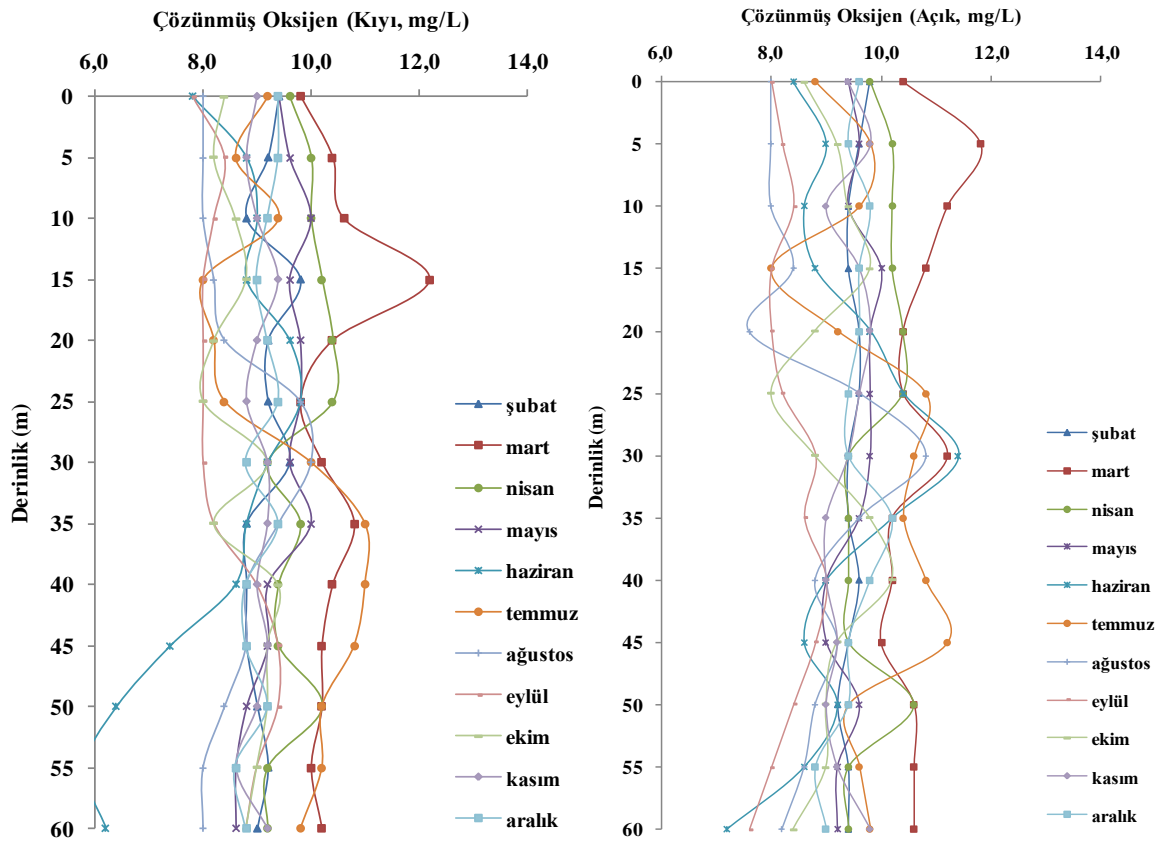
Şekil 23. Kasım 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında besin tuzlarının (NO₃-N, NO₂-N, PO₄-P, SiO₂) derinlikle değişimi



Şekil 24. Aralık 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında besin tuzlarının (NO₃-N, NO₂-N, PO₄-P, SiO₂) derinlikle değişimi

3.1.2. Çözünmüş Oksijen

Winkler yöntemi ile kullanılarak okunan çözünmüş oksijen konsantrasyonları, araştırma süresince kıyı istasyonunda en düşük 5.8 mg/L (Haziran 2009, 55 m), en yüksek ise 12.2 mg/L (Mart 2009, 15 m) olarak ölçülmüştür. Açık istasyonda ise en düşük 7.2 mg/L (Haziran 2009, 60 m), en yüksek 11.8 mg/L (Mart 2009, 30 m) olarak ölçülmüştür (Şekil 25). Öfotik zonda Winkler yöntemi ile okunan çözünmüş oksijen değerleri CTD oksijen verileri ile karşılaştırılmıştır ve değerlerin uyum içerisinde olduğu görülmüştür.



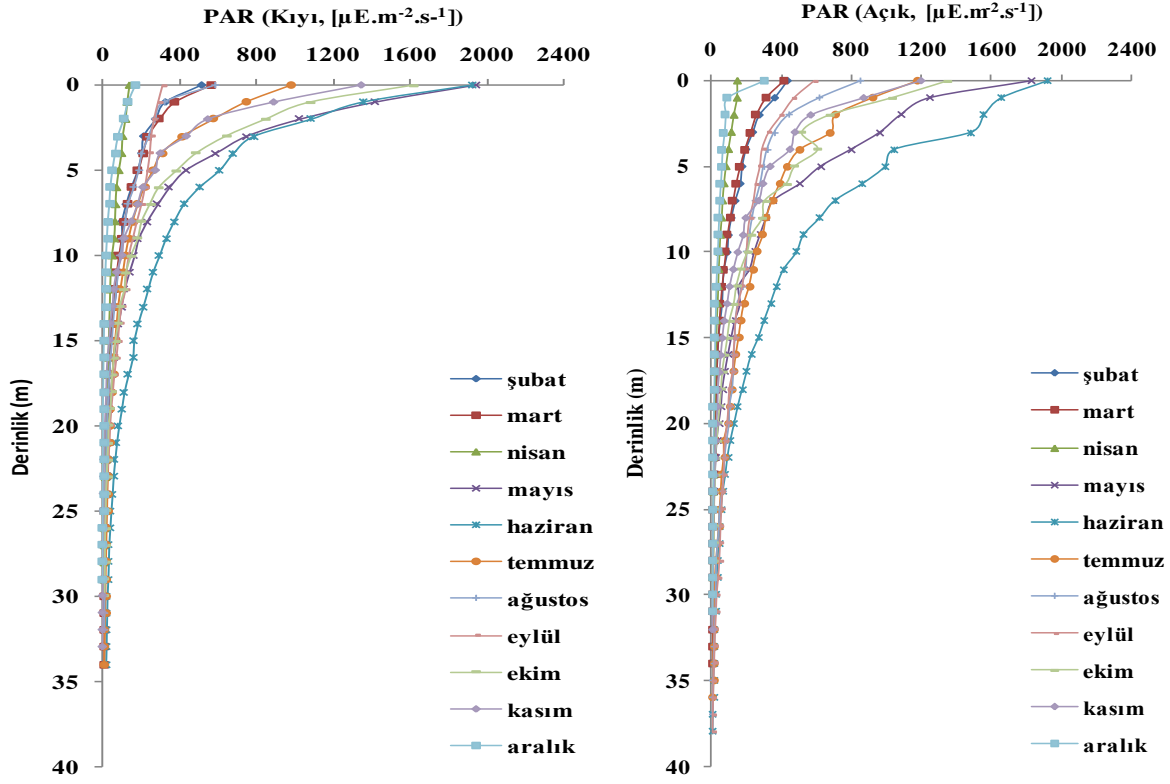
Şekil 25. Şubat-Aralık 2009 örnekleme döneminde çözünmüş oksijen değerlerinin kıyı ve açık istasyonlardaki derinlikle değişimi

Çözünmüş oksijenin derinlikle beraber değişimi incelendiğinde kıyı istasyonunda Mart 2009 döneminde 15 derinlikte en yüksek konsantrasyonda tespit edilmiş ve 35 m derinlikten sonra sabit kalmıştır. Bunun bahsedilen derinliklerdeki biyolojik aktivitenin yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer bir eğilim Temmuz ve Ağustos 2009 dönemlerinde de gözlenmiştir. Açık istasyonun oksijen konsantrasyonunun derinlikle

değişimi incelendiğinde ise benzer eğilimler gözlenmiştir. Mart 2009 örnekleme döneminde 5 m derinlikte en yüksek konsantrasyonda belirlenmiştir. Özellikle Mart 2009, Haziran 2009, Temmuz 2009 ve Ağustos 2009 dönemleri içerisinde çözünmüş oksijen 30-45 m derinlikler arasında artmıştır.

3.1.3. Işık

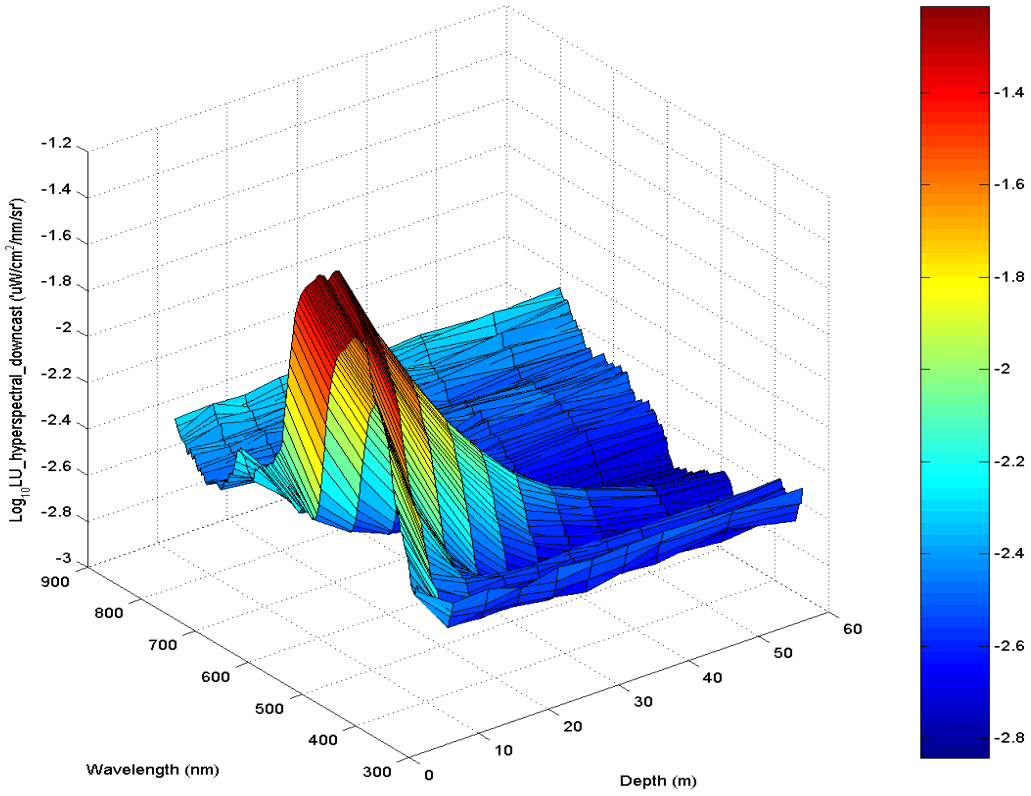
Yeryüzündeki ışığın kaynağı güneştir. Dünya'ya ulaşan ışık ilk olarak atmosferin dış tabakası daha sonra bulutlar ve deniz yüzeyinden yansır. Işık enerjisinin geriye kalan kısmı ise su içerisinde emilme ve saçılma gibi fiziksel olayların etkisiyle ilerler ve oligotrofotik zondan sonra tamamen kaybolur. 400-700 nm spektral aralıktaki ışık görünür ışık olarak adlandırılır ve fotosentezde kullanılır. Bu spektral aralıkta yer alan kırmızı ışık (659 nm) yüzeyin hemen altında emilirken, mavi (450 nm) ve yeşil (546 nm) ışık daha derinlere inebilir. Yüzeydeki radyasyon cinsinden ışık enerjisinin % 1'e düştüğü nokta PAR derinliği olarak isimlendirilir. PAR geçirgenliği direkt güneş ışığında $2000 \mu\text{Em}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ olup bu değer güneş ışınlarının açısıyla değişir. Çalışmanın yapıldığı dönem içerisinde kıyı sularda PAR derinliği 21-33 m arasında değişirken, açık sularda ise 22-38 m arasında değişmiştir. Bu değişimdeki en önemli etken güneşin deniz yüzeyine geliş açısıdır. Ilıman bölgelerde yaz aylarında güneş radyasyonunun daha dik açı ile deniz yüzeyine ulaşması ışığın daha derinlere inmesine sebep olur. Kış aylarında ise açının azalması ışık enerjisinin düşmesine ve daha sığ sularda emilimine neden olur. Bu nedenle PAR derinliği kış aylarında azdır. Yerinde (*in-situ*) ölçülen PAR değerlerine ait profiller Şekil 26'da verilmiştir.



Şekil 26. Şubat-Aralık 2009 örnekleme dönemi Fotosentetik Aktif Radyasyon (PAR) değerlerinin ($\mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) kıyı ve açık istasyonlardaki derinlikle değişimi

En yüksek PAR değerleri Mayıs ve Haziran 2009 aylarında ölçülmüştür. Bu dönemlerde kıyı istasyonunda açık istasyona oranla yüzeyden itibaren ışık Emilimi daha hızlı olduğu görülmektedir. Ağustos 2009 ve Eylül 2009 aylarında bölgede bulutluluk oranının yüksek olması deniz yüzeyine gelen güneş radyasyonunun azalmasına ve dolayısıyla PAR değerlerinin düşmesine neden olmaktadır. Bunun yanında sonbahar ortası ve sonunda bulutluluk oranının son derece düşük olması ve meteorolojik koşulların iyi gitmesi güneş radyasyonundan bölgenin azami derecede yararlanmasına ve dolayısıyla PAR değerlerinin yaz sonunda artışına neden olmuştur.

Güneş radyasyonunun hiperspektral enerji dağılımı Şekil 27'de sunulmuştur. Şekilden de anlaşılacağı gibi en yüksek enerji 500-600 nm arasındaki dalga boyuna sahip yeşil ışığın 40 m derinlikten sonra enerjisi iyice azalmaktadır.



Şekil 27. Işık spektrumunun derinliğe bağlı değişimi

3.2. Fitoplankton

Pelajik sistem içerisinde yaygın olarak bulunan fotosentetik organizmalar fitoplanktonik olarak isimlendirilir. Bu organizma grubu içerisinde diatom, dinoflagellat, tek hücreli klorofitler, pikoplanktonik grupları oluşturan mavi-yeşil bakteriler (cyanophyta) girer. Saha çalışmaları sırasında toplanan örneklerde temel planktonik gruplar (diatom, dinoflagellata, silikoflagellata, chlorophyta) birlikte verilirken, örnekleme dönemleri süresince bol olarak bulunan *Emiliana huxleyii* türü ayrı olarak değerlendirilmiştir. 2009 yılı boyunca gözlenen fitoplankton gruplarına ait tür sayılarının değişimi Şekil 28’de verilmiştir. Fotik zonda örnekleme dönemi boyunca yapılan hücre sayım sonuçları, hücre/litre cinsinden logaritmik transformasyon yapılarak Şekil 29-39’da sunulmuştur.

Çalışmada, diatom ve Haptophyta filumuna ait *Emiliana huxleyii* türü en yüksek sayıda gözlenen organizma grupları olmuştur. Diatom, en yüksek hücre sayısına (9.3×10^5 hücre/L) Mayıs 2009 döneminde kıyı istasyonu yüzey örneğinde ulaşmıştır. Bu döneme ait en baskın tür *Pseudo-nitzshia delicatissima* olarak tespit edilmiştir. *Emiliana huxleyii* türü ise her dönem gözlenmesine karşılık, Mayıs 2009 tarihinde açık istasyonda 10 metre

Tablo 6'nin devamı

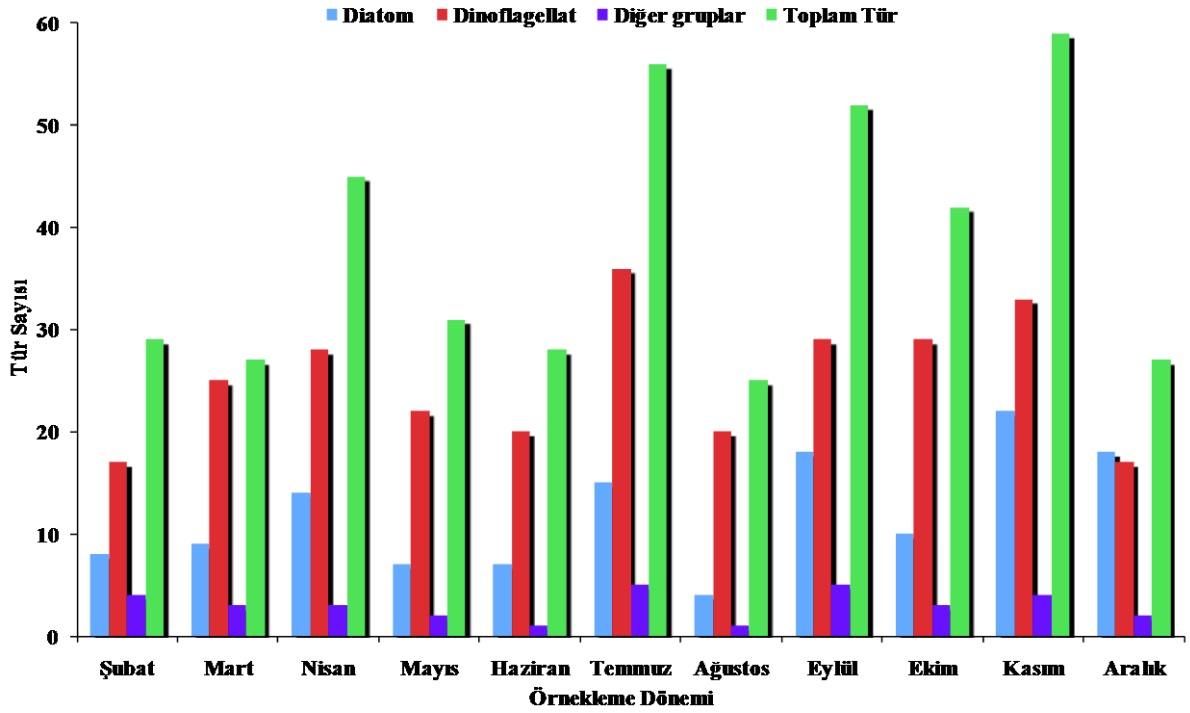
Fitoplankton Türleri	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
<i>Rhizosolenia calcaravis</i> Schultze			+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Striatella</i> sp.		+						+		+	
<i>Surirella</i> sp.								+			
<i>Thalassiosira</i> sp.						+					
<i>Thalassiosira anguste-linata</i> G. Fryxell et Hasle											+
<i>Thalassionema nitzschioides</i> Mereschkowsky		+	+	+		+	+	+	+	+	+
<i>Thalassionema</i> sp.	+	+	+			+		+	+	+	
<i>Triceratium</i> sp.	+	+	+			+			+	+	+
Tanımlanamayan diatom	+			+	+	+	+	+	+	+	+
Dinophyceae											
<i>Alexandrium minutum</i> Halim		+		+	+	+	+	+			
<i>Alexandrium ostenfeldii</i> Balech and Tangen		+	+		+			+	+		+
<i>Alexandrium</i> sp.	+	+	+		+	+		+	+	+	
<i>Amphidinium</i> sp.			+		+	+	+	+	+		+
<i>Amphidinium sphonoides</i>				+	+	+			+		
<i>Ceratium furca</i> Claparède et Lachmann	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ceratium fusus</i> (Ehrenberg) Dujardin	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ceratium tripos</i> (O. F. Müller) Nitzsch	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Dinoflagellat geçici kist	+	+	+	+		+	+	+	+	+	
<i>Dinophysis acuminata</i> Claparède et Lachmann	+	+	+	+		+		+	+	+	
<i>Dinophysis acuta</i> Ehrenberg		+	+	+	+	+			+		
<i>Dinophysis fortii</i> Pavillard		+	+		+	+		+	+	+	
<i>Dinophysis rodundata</i> Claparède et Lachmann			+	+		+	+	+	+	+	
<i>Dinophysis hastata</i> Stein		+	+	+	+	+		+	+	+	
<i>Dinophysis caudata</i> Saville-Kent					+	+	+		+	+	
<i>Diplopsalis lenticula</i> Bergh						+					
<i>Dinophysis</i> sp.				+		+		+	+	+	
<i>Diplopsalis</i> sp.		+				+		+			
<i>Dissodinium pseudolunaata</i>			+				+	+			
<i>Gonyaulax africana</i> Schiller							+				
<i>Gonyaulax spinifera</i> Diesing		+	+	+		+	+	+	+	+	+
<i>Gonyaulax</i> sp.					+						
<i>Gymnodium</i> sp.		+	+		+	+	+	+		+	+
<i>Gymnodium sanguenum</i> Hirasaka				+							
<i>Gyrodinium</i> sp.		+	+	+	+	+		+	+	+	+
<i>Heterocapsa ratundata</i> G. Hansen			+		+			+			+
<i>Heterocapsa triquetra</i> (Ehrenberg) Stein	+	+	+		+	+	+	+	+	+	
<i>Heterodinium</i> sp.						+					
<i>Noctiluca scintillans</i> Kofoid et Swezy	+	+	+		+	+		+		+	
<i>Peridinium</i> sp.		+	+						+		

Tablo 6'nin devamı

Fitoplankton Türleri	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
<i>Prorocentrum compressum</i> Abé ex Dodge	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Prorocentrum minimum</i> (Pavillard) Schiller	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Prorocentrum sigmoides</i> Böhm									+		
<i>Protoceratium</i> sp.		+				+		+	+	+	+
<i>Protoperdinium bipes</i> (Paulsen) Balech			+							+	
<i>Protoperdinium brevipes</i> (Paulsen) Balech						+					
<i>Protoperdinium conicum</i> (Gran) Balech			+								+
<i>Protoperdinium curtipes</i> (Jørgensen) Balech											+
<i>Protoperdinium crassipes</i> Balech				+							
<i>Protoperdinium depressum</i> (Bailey) Balech	+					+	+			+	+
<i>Protoperdinium divergens</i> (Ehrenberg) Balech				+		+		+	+	+	+
<i>Protoperdinium oblongum</i> Parke et Dodge	+	+	+			+		+	+	+	+
<i>Protoperdinium pallidum</i> (Ostenfeld) Balech	+	+	+			+		+	+	+	
<i>Protoperdinium pellucidum</i> Bergh							+	+			
<i>Protoperdinium rotundata</i>											+
<i>Protoperdinium</i> sp.	+	+	+	+		+		+	+	+	
<i>Protoperdinium steni</i> (Jørgensen) Balech	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Pyrophacus steinii</i>						+					
<i>Protoproctella</i> sp.											+
<i>Scrippsiella trochoidea</i> (Stein) Loeblich III	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Scrippsiella trochoidea</i> kist											+
Tanımlanamayan Dinoflagellat		+		+		+	+				+
Diğer grup											
<i>Dictyocha speculum</i> Ehrenberg	+	+	+	+		+		+	+	+	
<i>Emiliana huxleyii</i> Hay & Mohler	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Euglena</i> sp.	+		+			+		+	+	+	
<i>Eutreptia lanovii</i> Steuer						+		+			
<i>Octonaria octatis</i>	+	+				+		+		+	+

Tür çeşitliliğinin en yüksek olduğu dönemler Temmuz, Eylül ve Kasım 2009 örnekleme dönemleri olup, bu dönemlerdeki tür sayıları sırasıyla 56, 52 ve 59 olarak tespit edilmiştir. Genel olarak bakıldığında tür çeşitliliği açısından dinoflagellatların bütün gruplara oranla daha zengin bir varyasyonla temsil edildikleri gözlenmektedir. Dinoflagellatların en yüksek çeşitliliğe sahip oldukları dönem Temmuz 2009 dönemi olup bu dönemde 36 tür ile temsil edilmişlerdir. Bu dönemden sonra en yüksek çeşitliliğe 33 tür ile Kasım 2009 ayında rastlanmıştır. En düşük tür sayısı ise (17 tür) Şubat 2009 döneminde

belirlenmiştir. Diatom ise en yüksek çeşitliliğe 22 tür ile Kasım 2009 da ulaşmıştır. Hücre sayısının en yüksek olduğu dönemlerden biri olan Ağustos 2009 da ise tür çeşitliliği en düşük düzeyde tespit edilmiştir. Bu dönemde alınan örneklerde diatoma ait 4 tür gözlenmiştir. Ağustos 2009'dan sonra en düşük çeşitlilik ise Mayıs ve Haziran 2009 tarihinde tespit edilmiştir. Buna karşılık Mayıs dönemi en yüksek diatom sayısının belirlendiği dönem olup, bu dönemde tek türün baskınlığı göze çarpmaktadır (Şekil 28).



Şekil 28. Örnekleme süresince tespit edilen fitoplanktonik grupların tür sayılarının aylara göre dağılımı

Diatomelere ait litredeki hücre sayılarının aylara göre karşılaştırılması amacı ile yapılan varyans analizi sonucunda 6 homojen grup belirlenmiştir. En yüksek diatom sayıları sırasıyla Mayıs, Haziran, Temmuz, Eylül, Ekim ve Kasım 2009 aylarında belirlenmiştir (Tablo 7, $p < 0.05$). Aylar her ne kadar aynı homojen grup içerisinde yer alsada, Mayıs ayı dışındakiler diğer homojen gruplar içerisinde de yer aldıklarından uygulamada diatom sayıları açısından Mayıs ayı en yüksek canlı kütleye sahip ay olarak belirlenmektedir. Mart 2009 en düşük diatom sayısına sahip olarak en düşük grubu oluşturmuştur. Kış ve erken ilkbahar dönemleri diatomların en düşük biyokütleye sahip oldukları dönem olarak belirlenmiştir.

Derinlikler arasında yapılan karşılaştırmalarda ise farkın istatistikî açıdan önemli olduğu görülmektedir. Özellikle yüzey suları farklı ve derin sular kendi başına bir grup oluşturabilirken, 10-60 m arasındaki derinlikler diğer bir grup altında toplanabilir. Yüzey tabakası ile benzer olan diatome yapısı 20 metre derinliğe kadar olan tabakada yer almaktadır. 25–55 metre aralığı hem fotik zon altı ile benzerken hem de fotik zon ile aynı grup içinde yer almaktadır. Fakat 55 metrenin altındaki örnekler tamamen farklı bir homojen grup oluşturmaktadır (Tablo 8, $p<0.05$).

Dinoflagellatların en yüksek hücre sayısına sırasıyla Haziran ve Ekim 2009 döneminde rastlanırken en düşük Şubat, Mart ve Nisan 2009 aylarında rastlanmıştır. Dinoflagellatların yıl içerisindeki dağılımlarında Şubat, Mart ve Nisan 2009 ayları birbirine benzer bir yapıda olup uygulanan istatistik testinde aynı homojen grup içerisinde yer almışlardır. Fakat diğer bütün dönemlerden istatistiki açıdan farklıdır. Ekim ve Kasım 2009 ise yine ilkbahar dönemi örneklerinden farklılık gösterirken, Yaz dönemi dinoflagellat popülasyonu ile aynı homojen grupta yer almasına rağmen bu dönemlerinde birbirleri ile etkileşmeleri ile oluşan yaz popülasyonunun da dışında kalarak özel bir geç sonbahar dinoflagellat yapısı oluştuğu düşünülmektedir (Tablo 7, $p<0.05$).

Dinoflagellatlarında derinliğe bağlı değişimleri diatom ile benzer bir yapı göstermektedir. Derinlikler birbiri ile karşılaştırıldığında iki homojen grubun varlığı dikkat çekmektedir. Bu gruplar yüzeyden itibaren 40 metre derinliğe kadar olan ve diğeri ise 30 metreden itibaren 60 metre derinliğe kadar olan dinoflagellatları içeren planktonik yapıdır. Bu gruplar incelendiğinde, yüzeyden 25 metreye kadar olan ve öfotik zonda bulunan yüzey dinoflagellat yapısı; 30-40 metrede ise öfotik zon ve bu bölgenin altı ile aynı grupta yer alan geçiş bölgesi ve 50-60 metre derinde bulunan dinoflagellat popülasyonlarıdır. İlk 5 m ve 50-60 metre derinlikler birbirlerinden tamamen farklı bir yapı göstermektedir (Tablo 8, $p<0.05$).

Yıl içerisinde diğer fitoplanktonik grupların durumuna bakıldığında baskın olan türün *E. huxleyii* olduğu görülmektedir. Bu türün yıl içerisindeki dağılımında Ağustos 2009 örnekleme döneminin tüm istasyon ve derinliklerde en düşük sayıya sahip olması nedeni ile diğer bütün dönemlerden farklılık göstermektedir (Tablo 7, $p<0.05$). Bunun dışındaki aylar kendi aralarında 5 homojen grup oluşturmaktadırlar. Bu gruplar ise kendi içlerinde kıyaslandığında kendi homojen grubu dışında başka hiçbir grup ile etkileşmemesi nedeni ile Kasım 2009 ve Mayıs 2009 örnekleme dönemlerinin de özel bir yapı gösterdiği söylenebilir. Bu türün dikey dağılımında ise yüzey ve 60 m derinliklerin birbirinden

tamamen farklı bir yapıda oldu görülmektedir ($p<0.05$). Yapılan istatistiki karşılaştırmalarda 20 metre ile 55 m arasında kalan su kütlelerinin ise benzer yapıya sahip olduğunu göstermektedir (Tablo 8).

Tablo 7. Dönemler arası yapılan varyans analiz tablosu

Aylar	Diatom	1	2	3	4	5	6	Aylar	Dinoflagellat	1	2	3	4	Aylar	Diğer	1	2	3	4	5
2	2,159567					****		1	2,682938		****			7	3,040003					****
1	2,245050					****		3	2,871466		****			4	3,709144				****	****
11	3,278334						****	2	3,031824		****	****		3	4,216298	****	****	****	****	
3	3,541350				****		****	7	3,456832			****	****	6	4,257869	****			****	
7	4,063729			****	****			6	3,739655	****			****	5	4,261968	****	****		****	
6	4,266703	****		****	****			5	3,918722	****				1	4,483511	****	****	****		
10	4,456515	****	****	****				11	3,944659	****				11	4,574893	****	****	****		
5	4,602234	****	****	****				4	3,960824	****				9	4,736157	****	****	****		
8	4,766420	****	****					8	3,970224	****				2	4,933555	****	****	****		
9	4,852554	****	****					9	4,133456	****				8	4,975476		****	****		
4	5,070297		****					10	4,172652	****				10	5,081916			****		

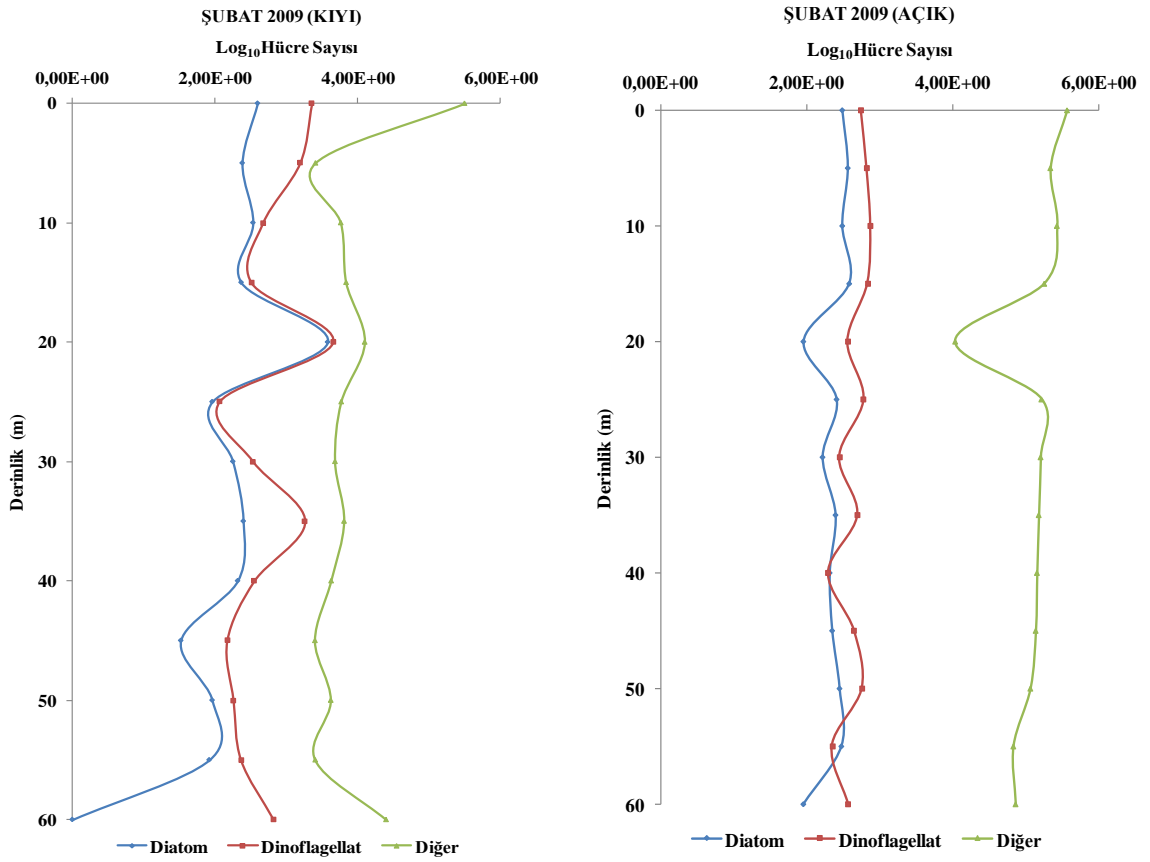
1: Şubat; 2: Mart; 3: Nisan; 4: Mayıs; 5: Haziran; 6: Temmuz; 7: Ağustos; 8: Eylül; 9: Ekim; 10: Kasım; 11: Aralık

Tablo 8. Derinlikler arası yapılan varyans analiz tablosu

Derinlik	Diatom	1	2	Derinlik	Dinoflagellat	1	2	3	4	5	Derinlik	Diğer	1	2
13	2,999071	****		13	3,057001	****					13	3,615931	****	
12	3,396149	****	****	12	3,200022	****	****				12	4,029372	****	****
11	3,466357	****	****	11	3,296246	****	****	****			11	4,131351	****	****
10	3,623776	****	****	10	3,418035	****	****	****	****		9	4,163709	****	****
9	3,798149	****	****	9	3,546529	****	****	****	****	****	7	4,232442	****	****
8	3,891114	****	****	7	3,641526	****	****	****	****	****	10	4,288399	****	****
7	3,955151	****	****	8	3,672273	****	****	****	****	****	8	4,450155	****	****
6	4,099446	****	****	6	3,762668		****	****	****	****	6	4,564303	****	****
5	4,276135		****	4	3,906692			****	****	****	5	4,578309		****
4	4,361665		****	5	3,917444			****	****	****	2	4,756320		****
3	4,478998		****	3	3,987839				****	****	4	4,763094		****
2	4,509683		****	1	4,092843					****	1	4,786676		****
1	4,564974		****	2	4,102573					****	3	4,793684		****

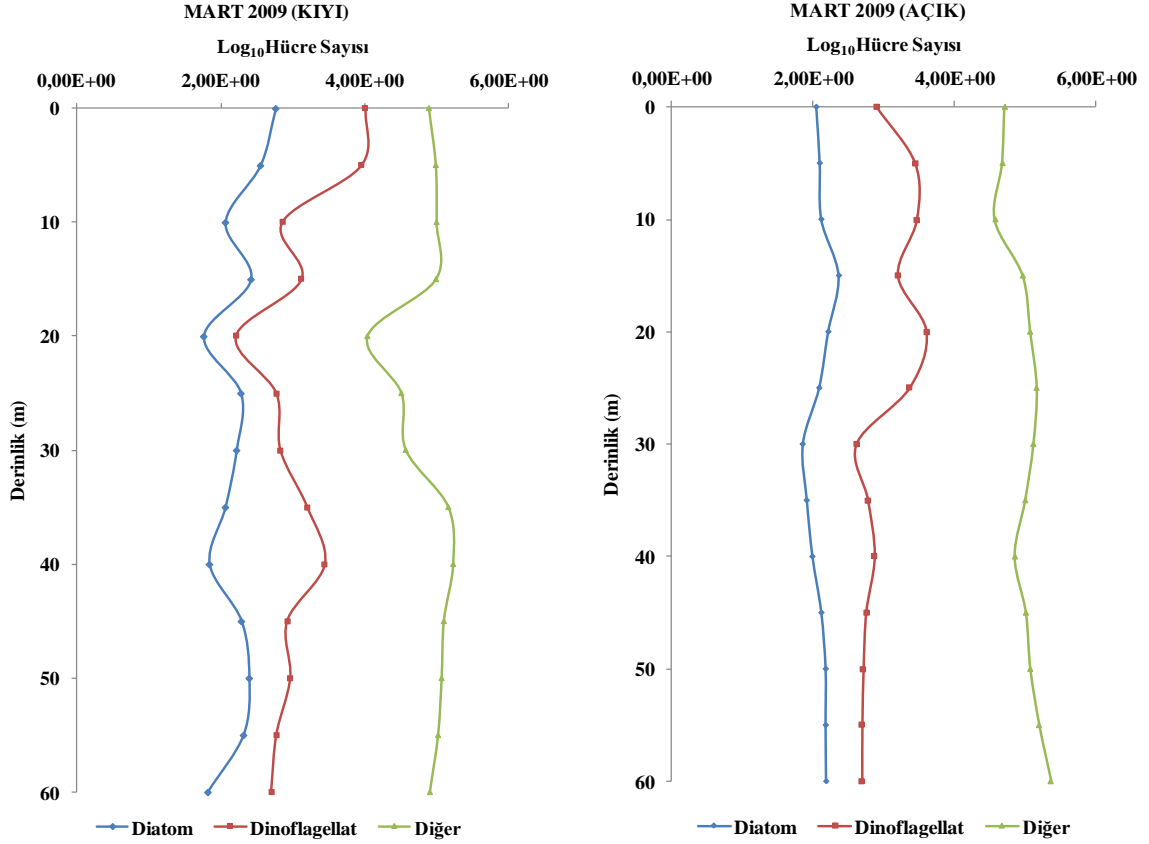
1: yüzey; 2: 5 m; 3: 10 m; 4: 15 m; 5: 20; 6: 25 m; 7: 30 m; 8: 35 m; 9: 40 m; 10: 45 m; 11: 50 m; 12: 55 m; 13: 60 m

Şubat 2009 örneklerinde hem kıyıda hem de açık istasyonda diğer türlere göre *E. huxleyii* baskın olarak bulunmaktadır. Fakat kıyı istasyonunda sadece yüzey suyunda *E. huxleyii*'nin yüksek sayılara ulaştığı gözlenirken açıkta bulunan istasyonda yüzeyden itibaren 50 metreye kadar $\times 10^5$ seviyelerinde bulunduğu gözlenmektedir. Dinoflagellat ise bu dönemde birim hacimdeki sayıları bakımından kıyı istasyonunda diatomlardan daha yüksek sayılara ulaşmışlardır (Şekil 29).



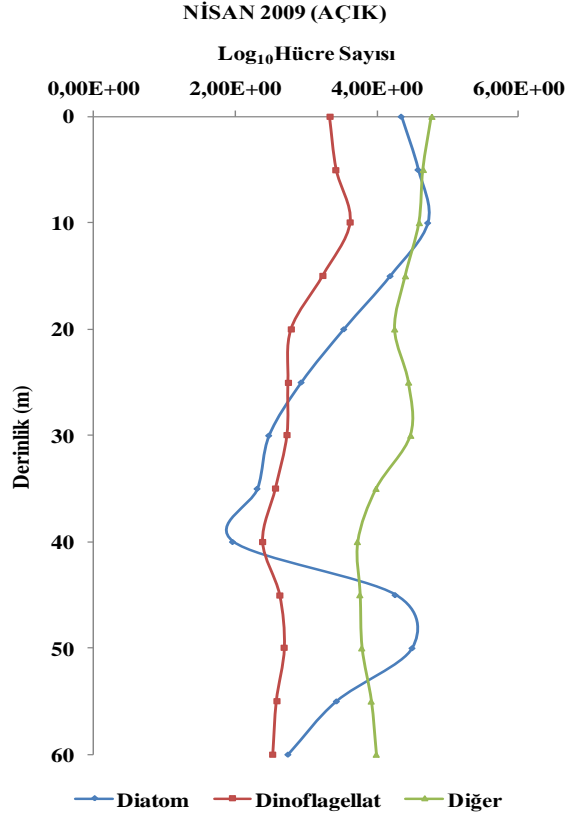
Şekil 29. Şubat 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında fitoplankton (Diatom, Dinoflagellat, Diğer Taksonomik Gruplar) yoğunluğunun derinlikle değişimi

Mart döneminin en karakteristik özelliği olarak her iki istasyonda da *E. huxleyii* türünün özellikle 40-60 metrelerde diğer türlere oranla ulaştığı daha yüksek sayı söylenebilir. Bu derinlikte yetersiz ışık koşullarında gözlenen artış bir adaptasyon mekanizması sonucu gelişmiş olabilir. Bu dönemde Diatomlar düşük sayılarda gözlenirken dinoflagellatlar sadece kıyı istasyonunda yüzeyde birim hacimde belirgin bir şekilde yüksek sayıda gözlenmişlerdir (Şekil 30).



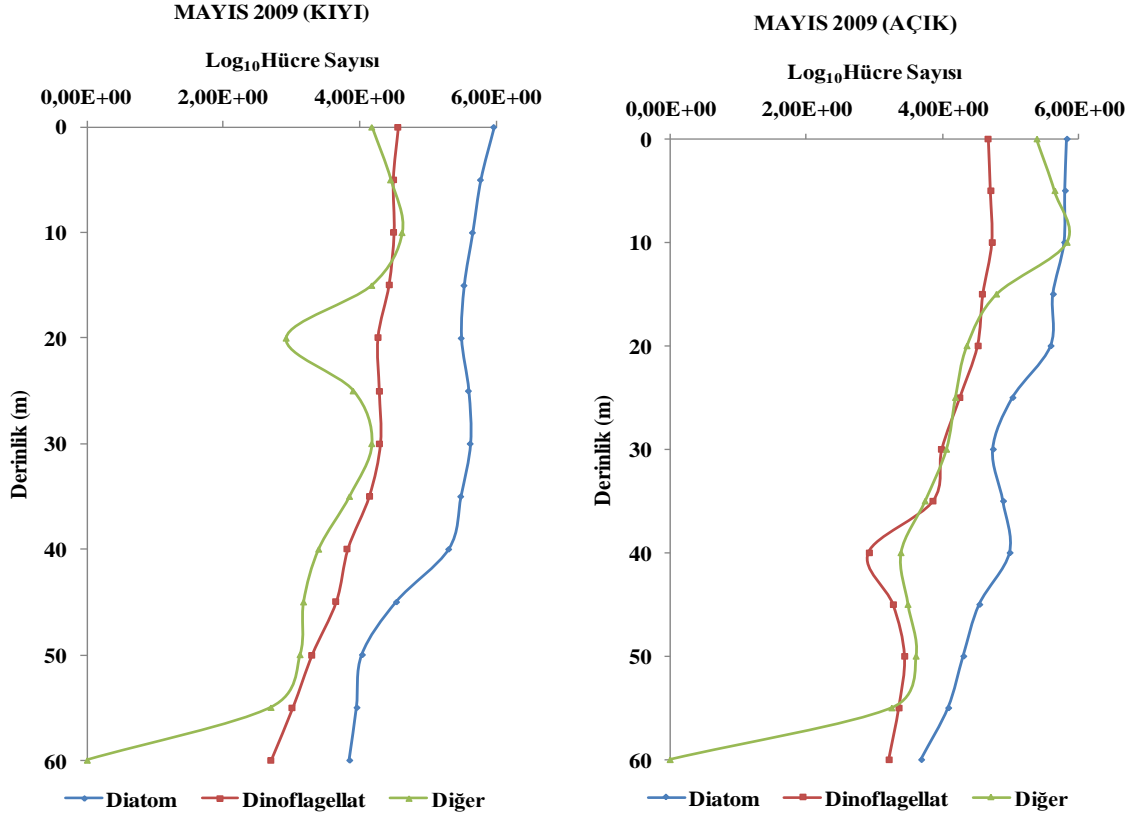
Şekil 30. Mart 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında fitoplankton (Diatom, Dinoflagellat, Diğer Taksonomik Gruplar) yoğunluğunun derinlikle değişimi

Nisan 2009 döneminde hava koşullarının uygun olmaması nedeni ile kıyı istasyondan örnekleme yapılamamıştır. Sadece açık istasyona ait örnekler değerlendirilmiştir. *E.huxleyii* yüzey suyunda baskın tür olup hücre sayısı 6×10^4 hücre/L olarak belirlenmiştir. Diatom ise aynı hücre sayısına 10 m derinlikte ulaşmış olup daha sonra derinliğe doğru azalarak 50 m de tekrar yüzeye yakın seviyelere çıkmıştır. *E. huxleyii* 10 m ve 50 m derinlikler dışında baskın tür olarak tespit edilmiştir (Şekil 31).



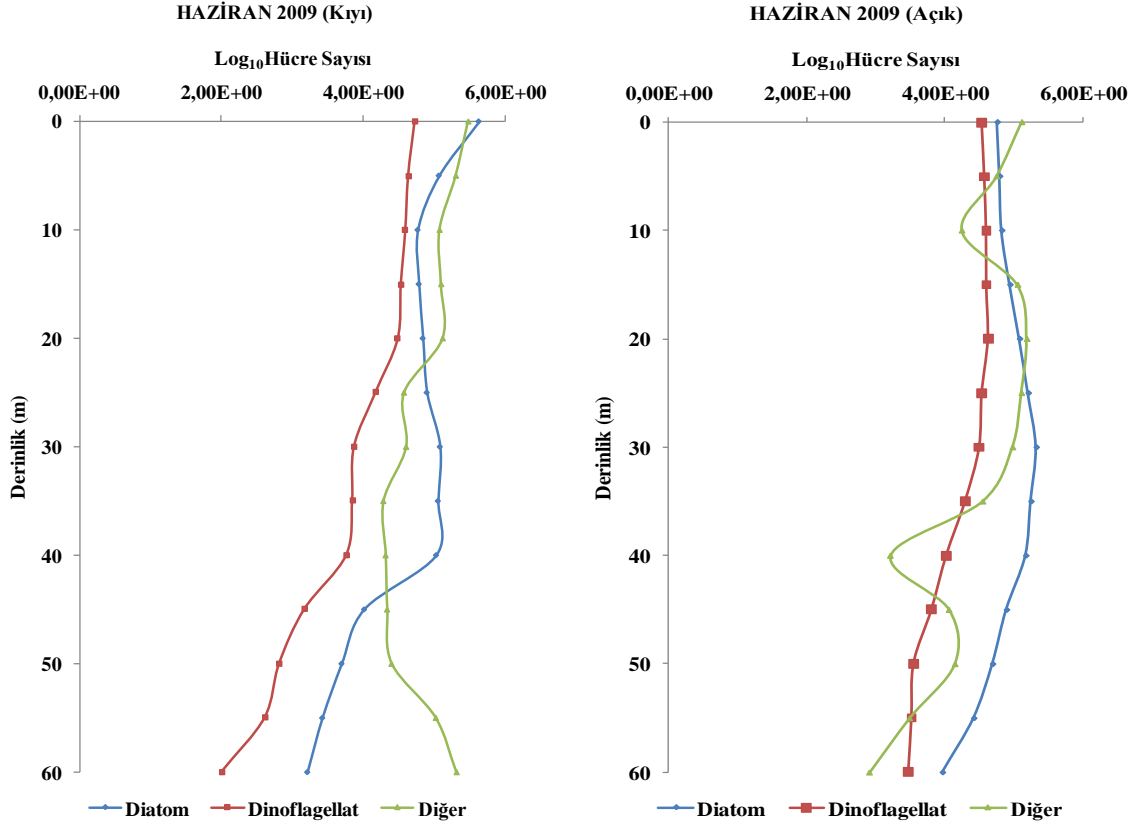
Şekil 31. Nisan 2009 döneminde açık istasyonda fitoplankton (Diatom, Dinoflagellat, Diğer Taksonomik Gruplar) yoğunluğunun derinlikle değişimi

Çalışma süresince en yüksek diatom sayısının gözleendiği dönem Mayıs 2009 dönemi olup, ilkbahar patlamasına denk gelmektedir. Diatomlar Mayıs dönemi örneklemelerinde hem kıyı hem de açık istasyonda baskın durumda gözlenmiştir. Derinlere doğru gidildikçe sayıları azalmaktadır. Her iki istasyonda da 50 m den sonra çok az sayıda belirlenmiştir. Mayıs döneminde diatomları yüzeyde en bol belirlendiği dönem olup bu dönemde *Pseudo-nitzschia delicatissima* türünün baskın olduğu planktonik kominitenin sayısal biyokütle değeri 9.3×10^5 olarak belirlenmiştir. *E. huxleyii* aynı dönemde kıyı istasyonda çok az sayıda ölçülürken Açık istasyonda sayıları yüzeyde 3×10^5 hücre/L ve 10 m de 6.8×10^5 hücre/L seviyelerine ulaşırken 20 m den sonra sayı çok düşmüş olup ölü ve yüzeye yakın kısımlardan çöken yaşlı hücreler toplanabilmiştir. Dinoflagellatların ise her 2 istasyonda da ilk 10 m de yoğun olarak gözlenirken 20 m den sonra sayılarının azaldığı tespit edilmiştir. Yüzey ve 10 m derinlikteki konsantrasyonları ise Kıyı istasyonunda 3.6×10^4 hücre/L açık istasyonda 5×10^4 hücre/L olarak belirlenmiştir (Şekil 32).



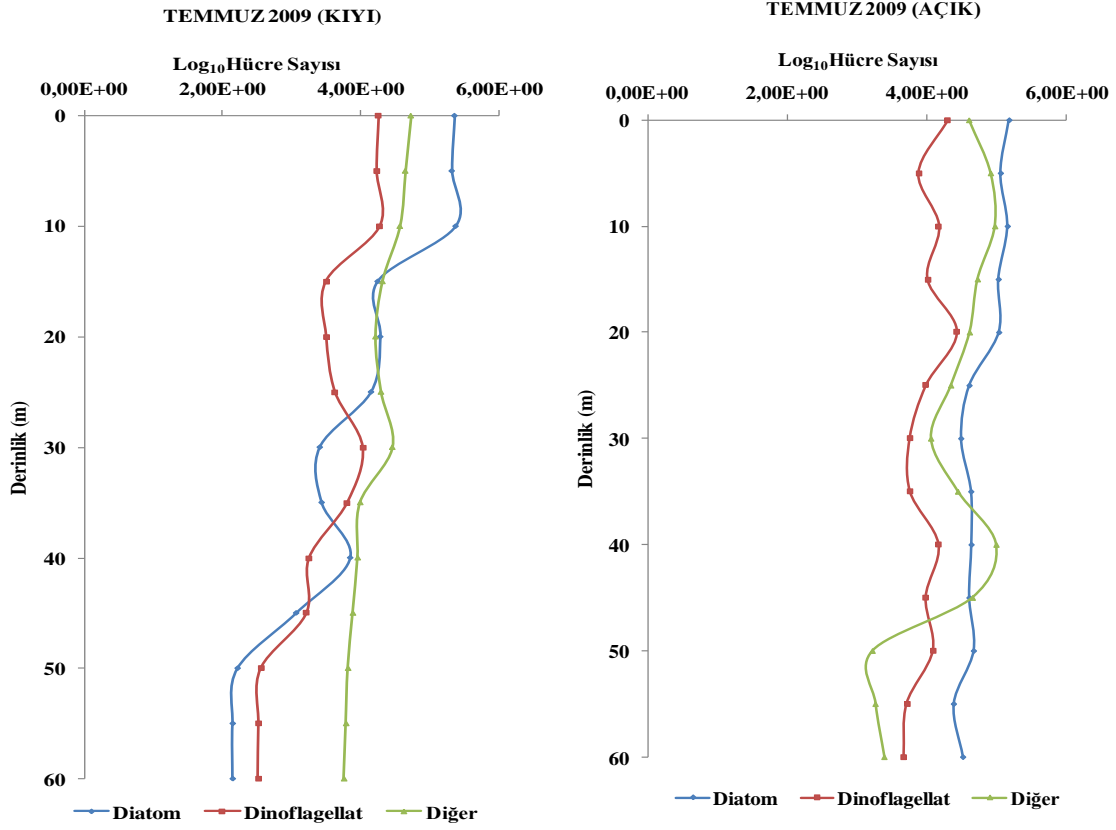
Şekil 32. Mayıs 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında fitoplankton (Diatom, Dinoflagellat, Diğer Taksonomik Gruplar) yoğunluğunun derinlikle değişimi

Bir önceki döneme göre Haziran 2009 örneklerinde kıyı istasyonunda 4.3×10^5 hücre/L diatom gözlenirken açık istasyonda aynı gruba ait hücre sayıları daha düşük oranda tespit edilmiştir. Açık istasyonda diatomların hücre sayısı *E. huxleyii* türünden daha fazla sayıda gözlenmiştir. Bununla beraber 10 m derinlikte açık ve kıyı istasyonlarında diatom sayıları eşitlenirken 20 m den itibaren diatom sayısı her 2 istasyonda da aynı oranda artarak 30 m ve 40 m de tekrar 10^5 seviyelerine çıkarken Şekil 33'de de görüleceği gibi açık istasyonda hücre miktarı daha yüksek sayılara ulaşmaktadır. *E. huxleyii* türü kıyı istasyonunda 10 m ve 20 m derinliklerde en yüksek değerlere ulaşmıştır.



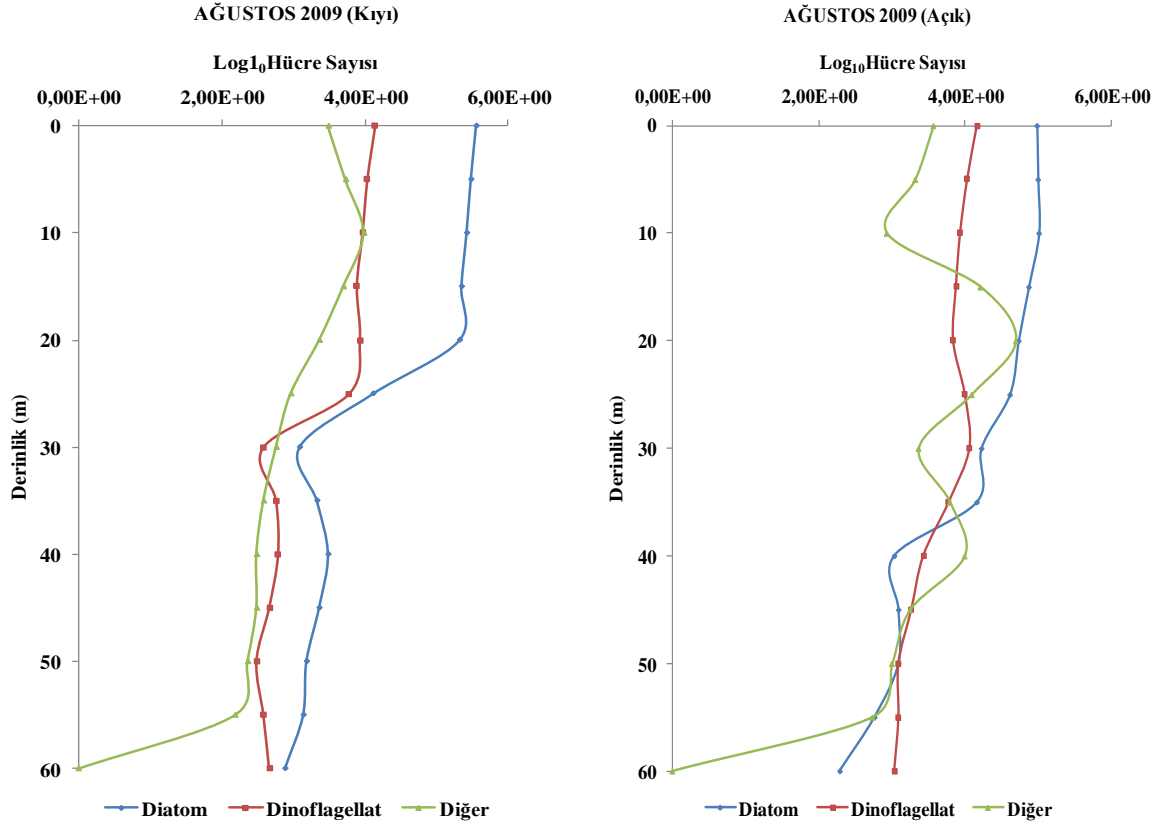
Şekil 33. Haziran 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında fitoplankton (Diatom, Dinoflagellat, Diğer Taksonomik Gruplar) yoğunluğunun derinlikle değişimi

Temmuz dönemi örneklerinde kıyı istasyonunda yüzey ve 10 m, açık istasyonda yüzey ile 20 m arasında diatomların baskınlığı baskınlığından söz etmek mümkündür. Bu istasyonlarda diatom hücre sayısı kıyıda 2.3×10^5 hücre/L ve açıkta 1.9×10^5 hücre/L olarak belirlenmiştir. Dinoflagellat sayıları ise kıyı istasyonda 10 m de en yüksek sayıya ulaşırken açık istasyonda 20 m de ulaşmıştır. *E. huxleyii* ise açık istasyonda daha yüksek sayılarda gözlenirken bu dönem için en yüksek sayısal biyokütleyle açık istasyonda 40 m derinlikte 9.9×10^4 hücre/l olarak belirlenmiştir (Şekil 34).



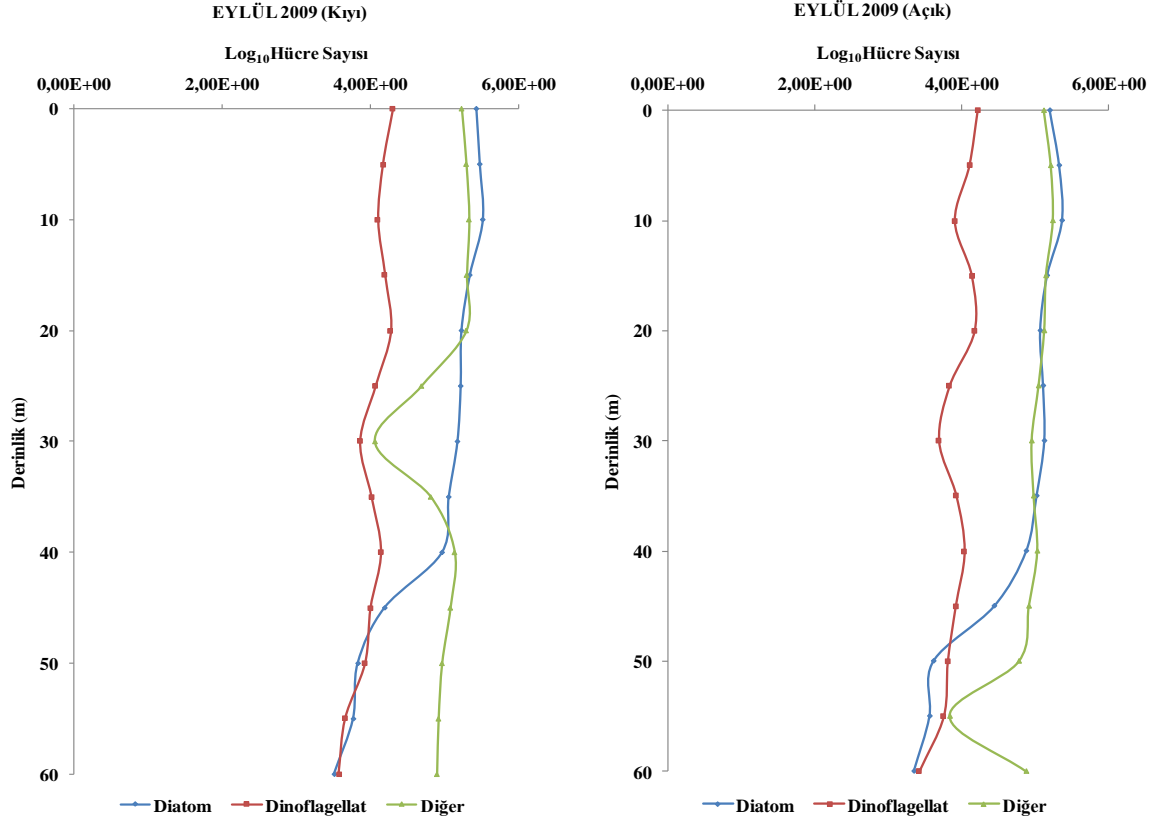
Şekil 34. Temmuz 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında fitoplankton (Diatom, Dinoflagellat, Diğer Taksonomik Gruplar) yoğunluğunun derinlikle değişimi

Ağustos 2009 döneminde kıyı istasyonunda yapılan örneklemelelerde diatomların yüzeyde 3.62×10^5 hücre/L ile dönemin en yüksek sayısına ulaştığı belirlenirken, 20 m derinliğe kadar bu grubun hemen hemen homojen bir dağılım gösterdiğini söylemek mümkündür. Her iki istasyonda da hücre sayıları açısından farklılık gözlenmektedir. Bu farklılık açık istasyonda hücre sayılarının 10^4 hücre/L ile ifade edilirken kıyı istasyonunda 10^5 hücre/L seviyelerinde bulunmasından kaynaklanmaktadır. Dinoflagellat ve *E. huxleyii* ise bütün istasyon ve derinliklerde çok düşük konsantrasyonlarda tespit edilirken *E. Huxleyii*'nin kıyı ve açık istasyonda 55 m den sonra gözlenmemesi dönem için kaydedilmesi gerek bir profil özelliğidir. Açık istasyonda ise aynı tür 4.9×10^4 hücre/L seviyesinde en yüksek olarak 20 m de gözlenmiş olup derinlikle beraber giderek azalmıştır. Dinoflagellat hücre sayıları ise yüzeyden itibaren lineer bir şekilde azalarak 50 m derinlikte 3×10^2 hücre/l seviyelerine kadar düşmüştür (Şekil 35).



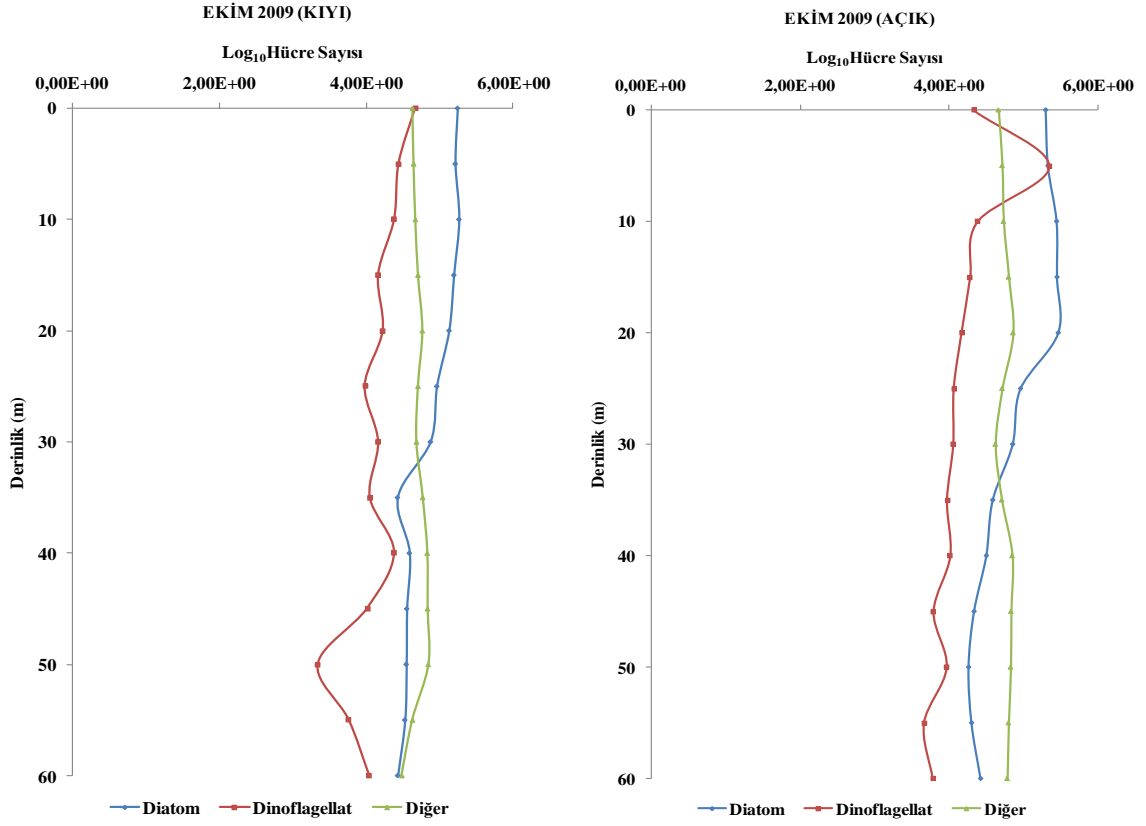
Şekil 35. Ağustos 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında fitoplankton (Diatom, Dinoflagellat, Diğer Taksonomik Gruplar) yoğunluğunun derinlikle değişimi

Eylül 2009 döneminde diatom ve *E. huxleyii* birbirine yakın sayılarda gözlenirken 55 m derinlikten sonra her iki istasyonda da diatom birden 10^3 hücre/L ye düşerken *E. huxleyii* hücre sayısı kıyı istasyonunda 8.3×10^4 hücre/L gibi yüksek seviyede kalması bu derinliğe uyum sağlayabilmesinden kaynaklanmıştır. Ayrıca bu derinlikte hücrelerin boyutlarının yüzeye daha büyük olduğu her iki istasyonda da izlenmiştir. Dinoflagellatlarda benzer şekilde 60 m ye kadar yayılım gösterirken sayıları en yüksek 2×10^4 hücre/L ile kıyı istasyonunda yüzeyde, 60 m de ise 6×10^3 hücre/L ve 4×10^3 hücre/L olarak söylenildiği sırayla açık ve kıyı istasyonunda izlenmiştir (Şekil 36).



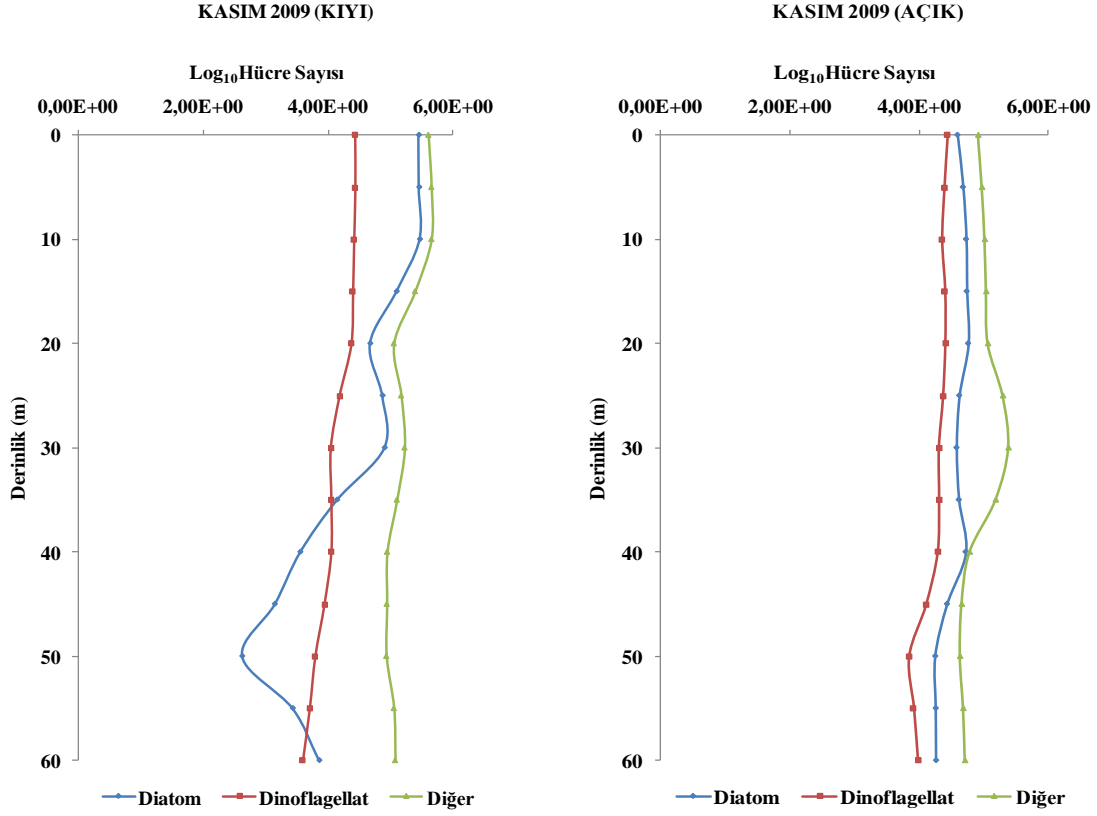
Şekil 36. Eylül 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında fitoplankton (Diatom, Dinoflagellat, Diğer Taksonomik Gruplar) yoğunluğunun derinlikle değişimi

Hücre sayıları açısından Ekim 2009 dönemi bir önceki dönem ile benzer yapı gösterirken her iki istasyonda da 20 m derinliğe kadar diatom hücre sayıları homojen bir dağılım gösterirken dinoflagellat ve diğer gruplara ait mutlak baskınlıklarından söz etmek mümkündür. Açık istasyonda diatom sayıları kıyı istasyonuna göre daha yüksekken açık istasyonda 20 m derinlikteki 2.9×10^5 hücre/L'lik sayı döneme ait tespit edilen en yüksek hücre sayısıdır. Dinoflagellat 10^4 hücre/L'lik bir konsantrasyon ile bütün derinliklerde temsil edilirken kıyı istasyonunda 5 m derinlikte 2.2×10^5 hücre/L'lik sayı döneme ait tespit edilen en yüksek hücre sayısı olmuştur. *E. huxleyii* türü de 4×10^4 hücre/L'lik bir biyokütleyle sahipken en yüksek hücre sayısına 7×10^4 hücre/L olarak açık istasyonda 20 m, kıyı istasyonunda 50 m derinlikte ulaşmıştır. Dinoflagellatlara ait hücre konsantrasyonları ise 50 m derinliğe kadar 10^4 hücre/L seviyelerinde iken kıyı istasyonunda 50 metrelerde 10^3 hücre/l seviyelerine düşmüştür. Fakat 60 m derinlikte tekrara 10^4 hücre/L seviyesine çıkmıştır. Fakat açık istasyonda 60 m derinliklerde 10^3 hücre/L konsantrasyonuna inmiştir (Şekil 37).



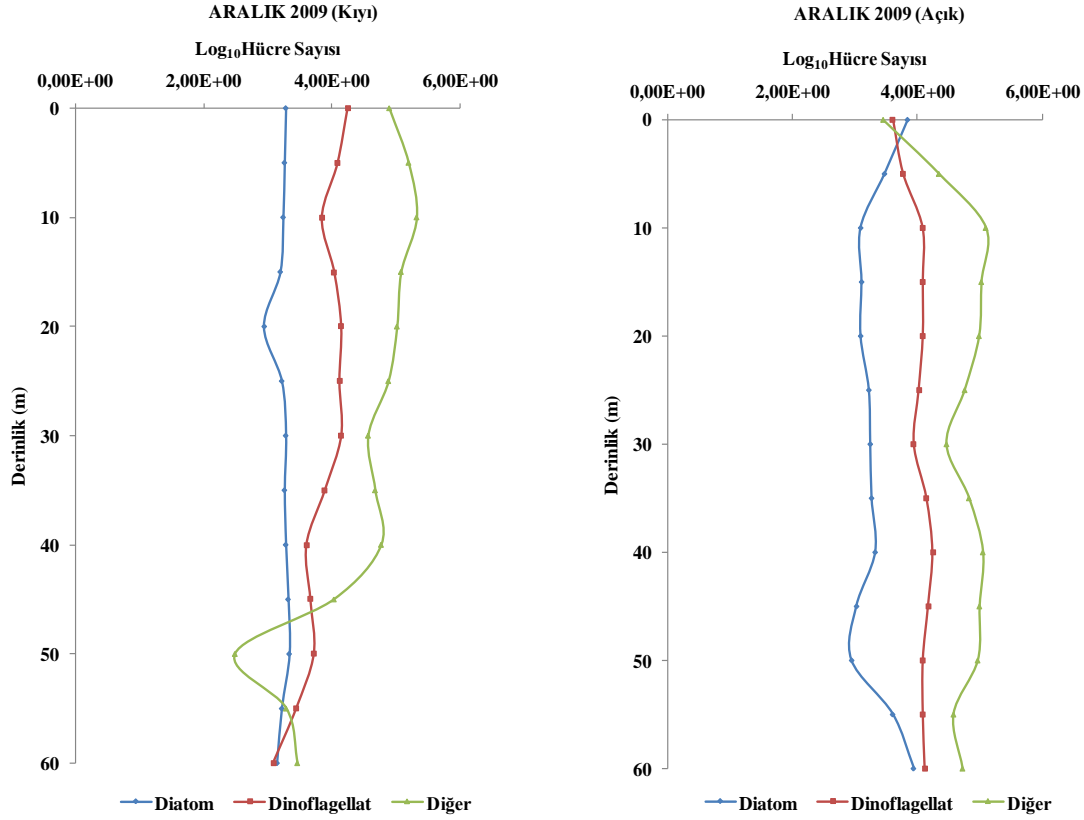
Şekil 37. Ekim 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında fitoplankton (Diatom, Dinoflagellat, Diğer Taksonomik Gruplar) yoğunluğunun derinlikle değişimi

E. huxleyii türünün Mayıs döneminden sonra en yüksek gözlemlendiği dönem Kasım 2009 örnekleme dönemidir. Bu dönemde söz konusu tür 4.6×10^5 hücre/L olarak kıyı istasyonunun 10 m derinliğinde patlama yapmıştır. Aynı tür açık istasyonda yüzeyde sayısının düşük olmasında karşılık 20 m derinlikte 2.4×10^5 hücre/L olarak tespit edilmiştir. Toplam diatom sayısı kıyı istasyonda 5 ve 10 metrede yaklaşık 3×10^5 hücre/L olarak belirlenirken, 35 m derinliğe kadar homojen bir yapı sergilediği tespit edilmiştir. Derinlere doğru inildikçe kıyı istasyonunda hücre sayısı 10^3 hücre/L konsantrasyonuna düşerken, açık istasyonda bu sayının 10^4 hücre/L olarak kalması iki istasyonun farkı olarak vurgulanabilir. Dinoflagellatların ise su kolonundaki bütün derinliklerde 10^4 hücre/L seviyesinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 38).



Şekil 38. Kasım 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında fitoplankton (Diatom, Dinoflagellat, Diğer Taksonomik Gruplar) yoğunluğunun derinlikle değişimi

Yılın son saha çalışması olan Aralık 2009 kış mevsiminin etkisini gösterdiği bir yapıdadır. Diatomun su kolonunda birim hacimdeki konsantrasyonları çok düşüktür. Bu grubun hücre konsantrasyonları su kolonunda fotik zonun tamamında 10^3 hücre/L iken, dinoflagellatlar diatomlara göre daha yüksek hücre konsantrasyonlarında belirlenmiştir. *E. huxleyii* tür ise bütün gruplara oranla yüksek sayıda olmalarına karşılık her iki istasyonda da 10 metrede 1.2×10^5 hücre/L seviyelerine gözlenmiştir. Buna karşılık açık istasyon yüzeyinde *E. huxleyii* hücre konsantrasyonu 6×10^3 hücre/L kadar düşüktür. Kıyı istasyonu 50 m derinlikte ise 3×10^2 hücre/L kadar azaldığı görülmüştür (Şekil 39).

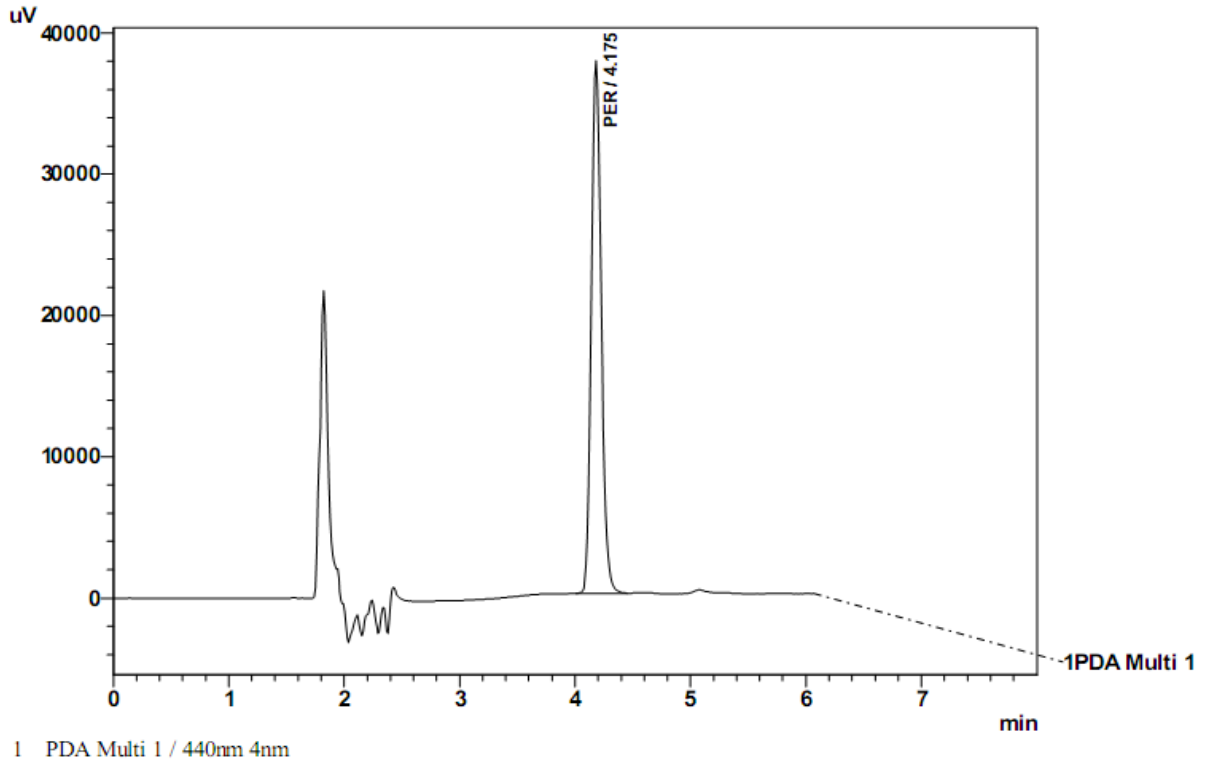


Şekil 39. Aralık 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında fitoplankton (Diatom, Dinoflagellat, Diğer Taksonomik Gruplar) yoğunluğunun derinlikle değişimi

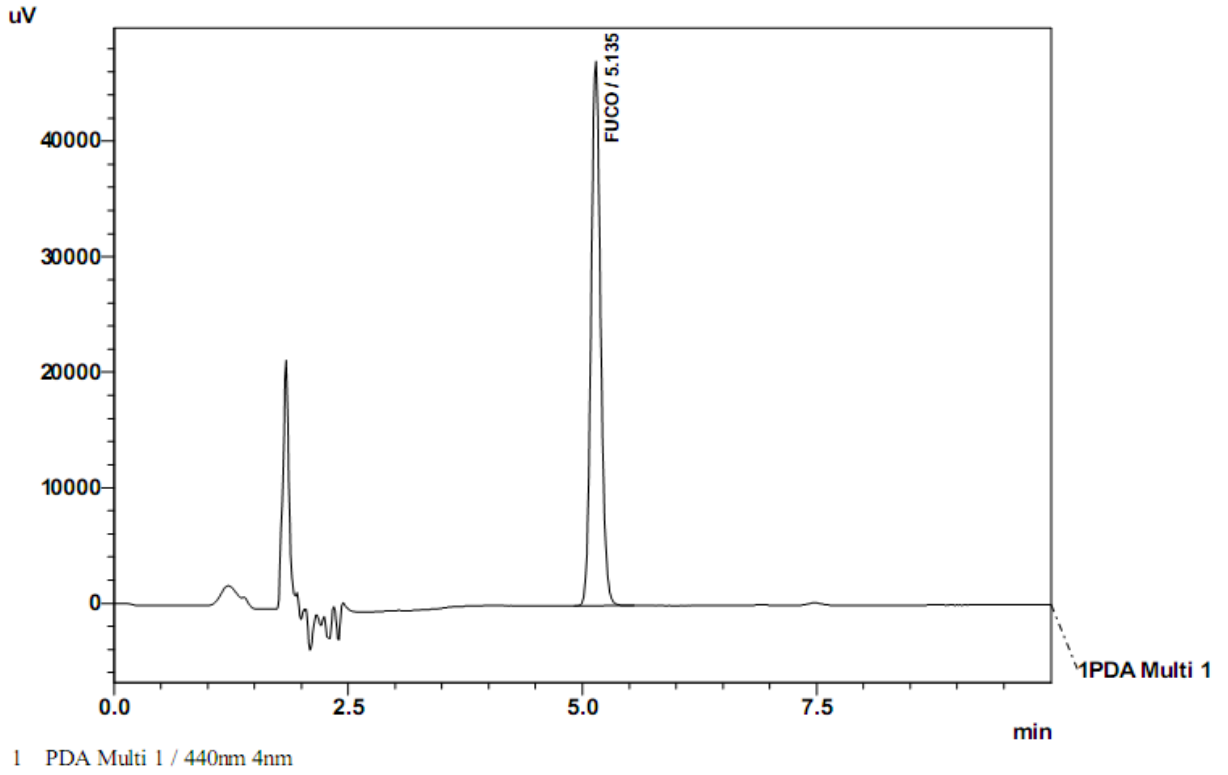
3.3. Pigment

Tez çalışması kapsamında belirlenen istasyonlarda fitoplankton gruplarını taksonomik açıdan karakterize etmek için Şubat 2009-Aralık 2009 döneminde aylık olarak gerçekleştirilen deniz seferlerinde alınan deniz suyu örnekleri HPLC analiz tekniği ile analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda gruplara özgü marker pigmentlerin zamana ve derinliğe bağlı değişimleri ortaya konulmuş, Klorofil-a/marker pigment ve fitoplankton-marker pigment korelasyonları grafikler halinde sunulmuştur.

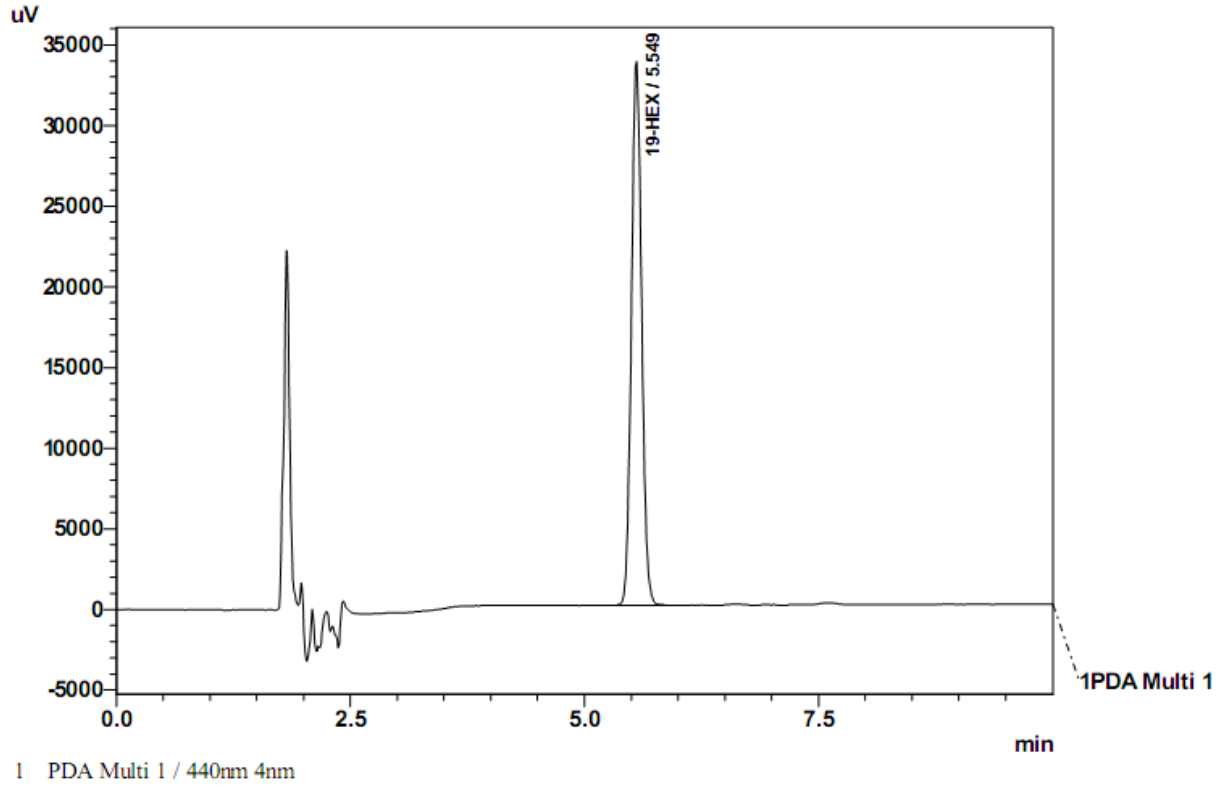
Pigment okumalarına başlamadan pigment standartları ile kalibrasyonlar gerçekleştirilmiş ve her bir pigmentin ayrılma zamanı (alınma zamanı) belirlenmiştir. Sonrasında pigmentlerin standart geliş zamanlarına göre okumalar yapılmıştır. Kalibrasyonda kullanılan standartlara ait kromatogramlar Şekil 40-48'de sunulmuştur.



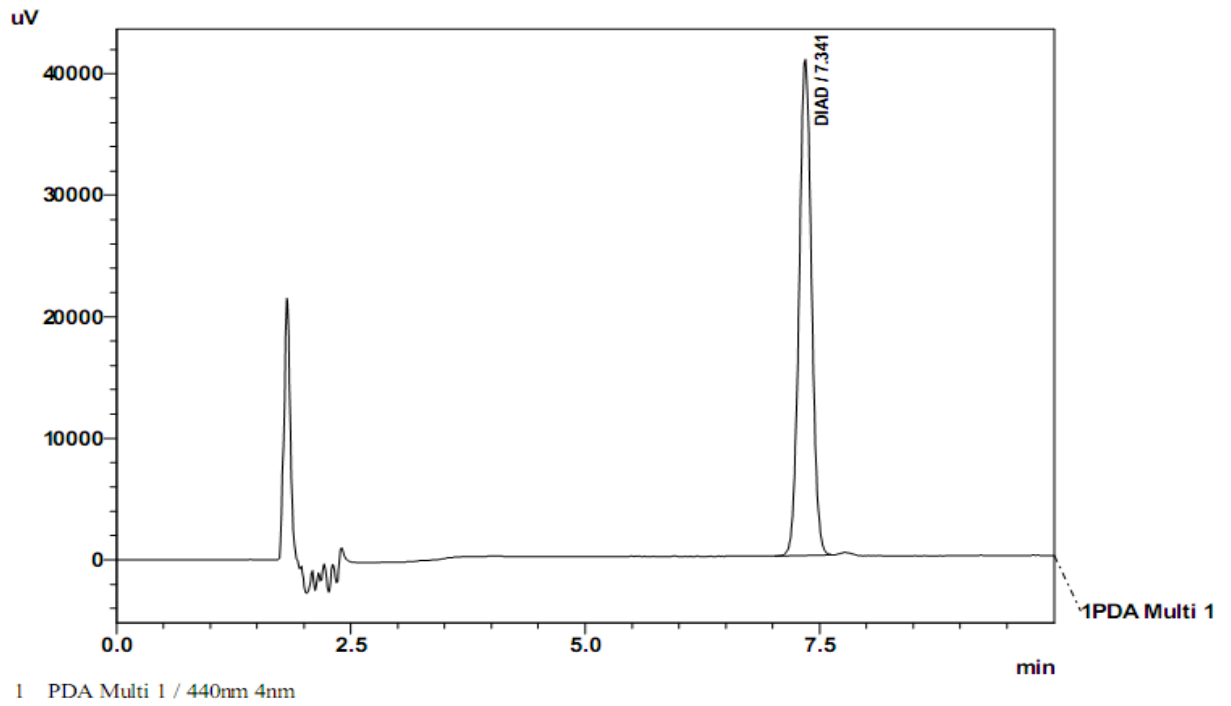
Şekil 40. Peridinin pigment standardına ait kromatogram



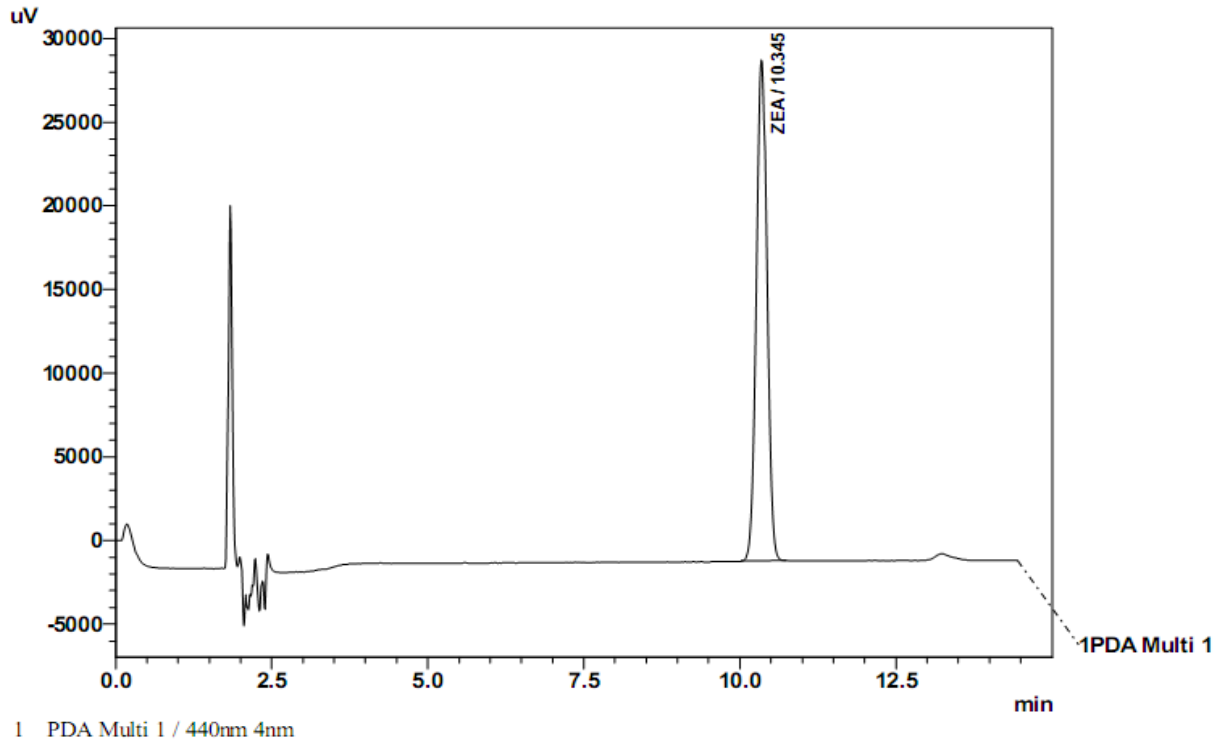
Şekil 41. Fukoksantin pigment standardına ait kromatogram



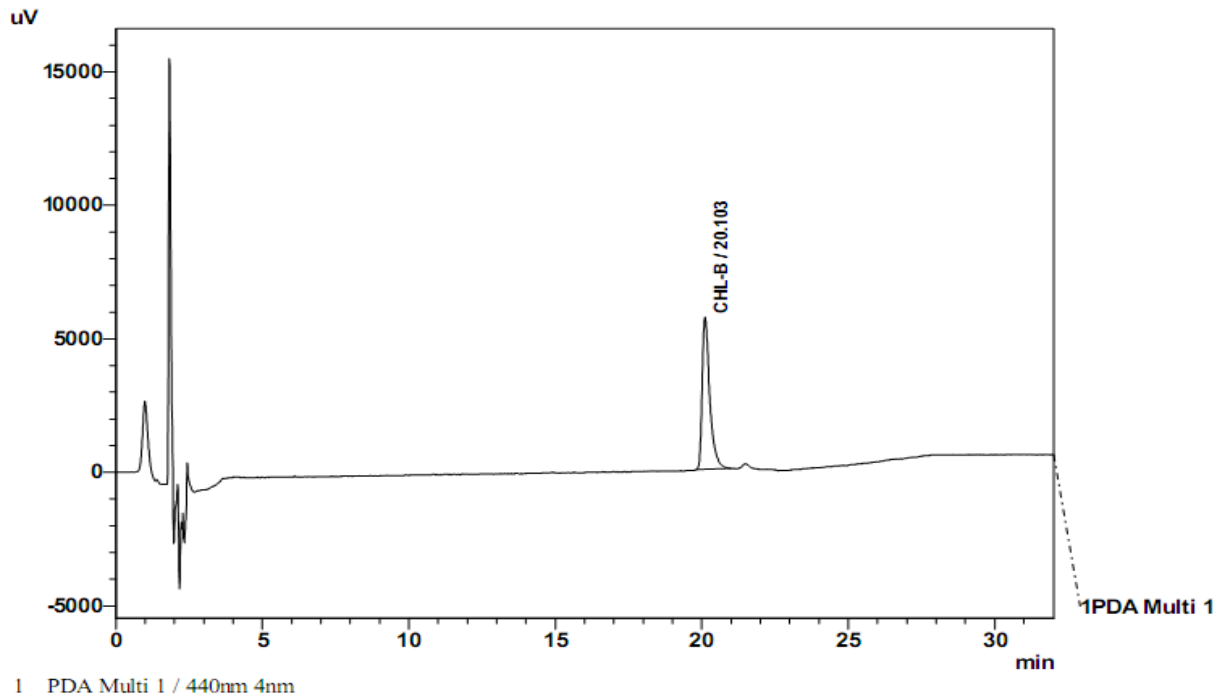
Şekil 42. 19-Heksanoloksifukoksantin pigment standardına ait kromatogram



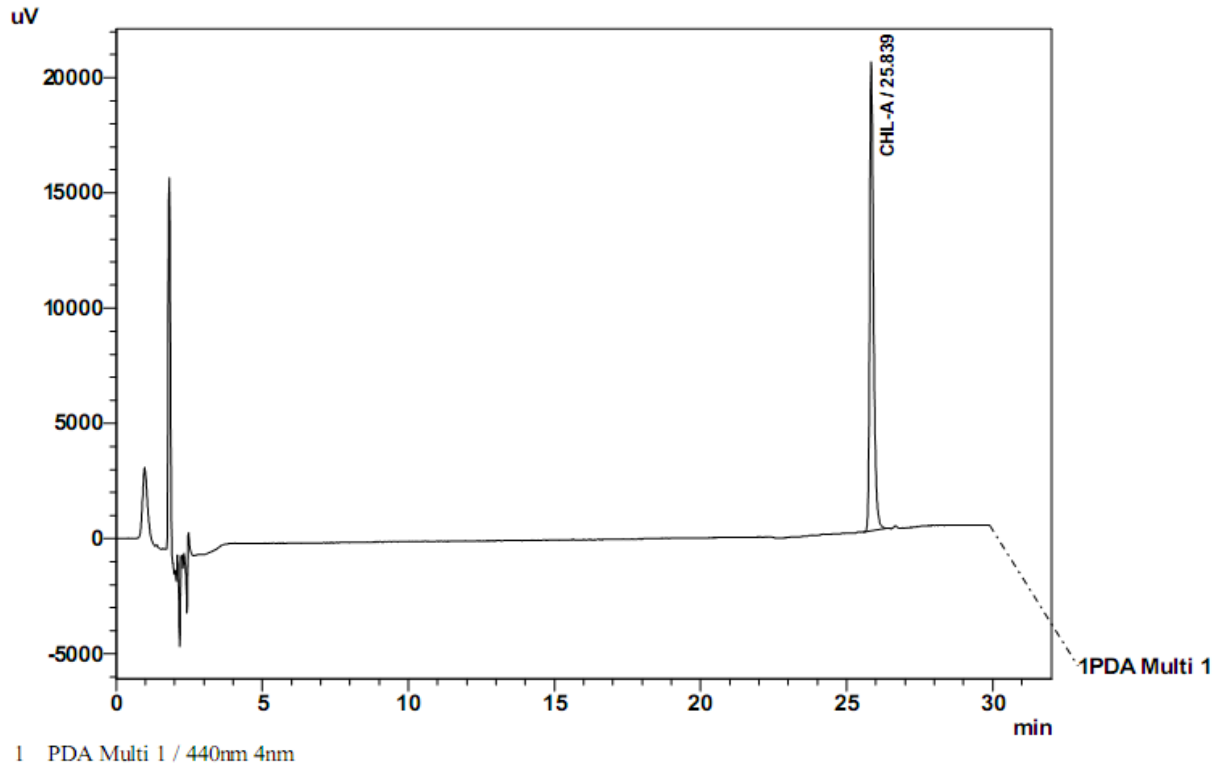
Şekil 43. Diadinoksantin pigment standardına ait kromatogram



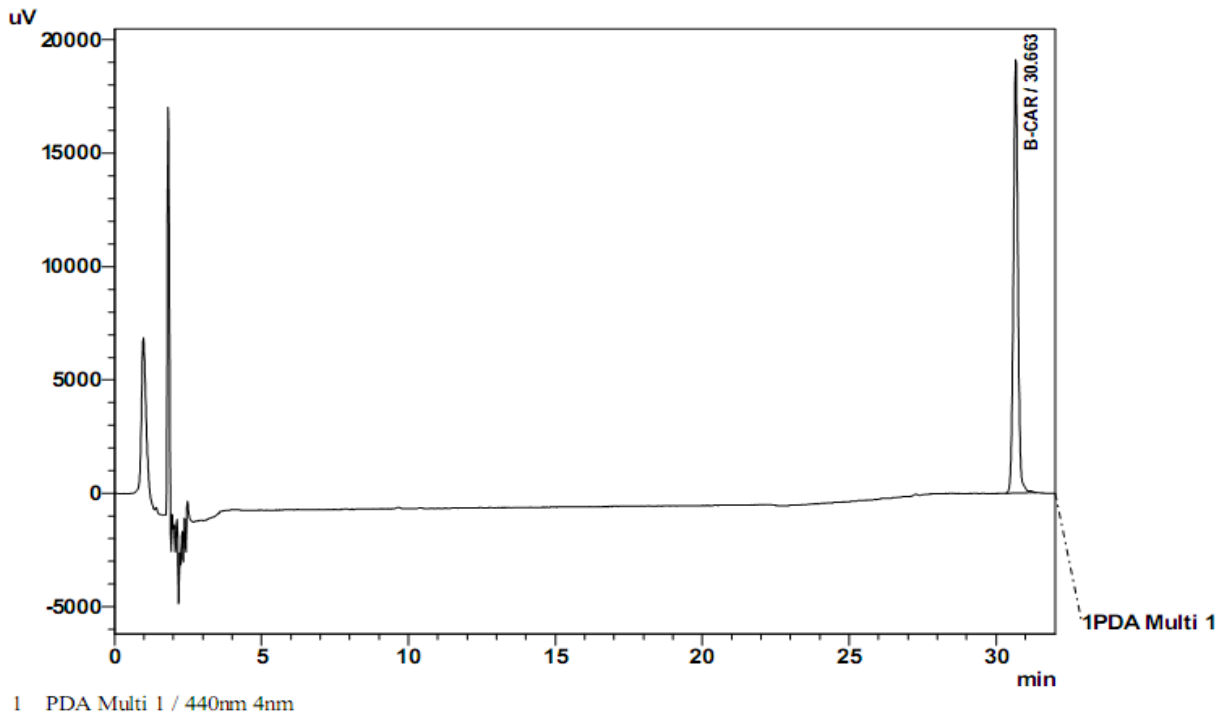
Şekil 44. Zeaxantin pigment standardına ait kromatogram



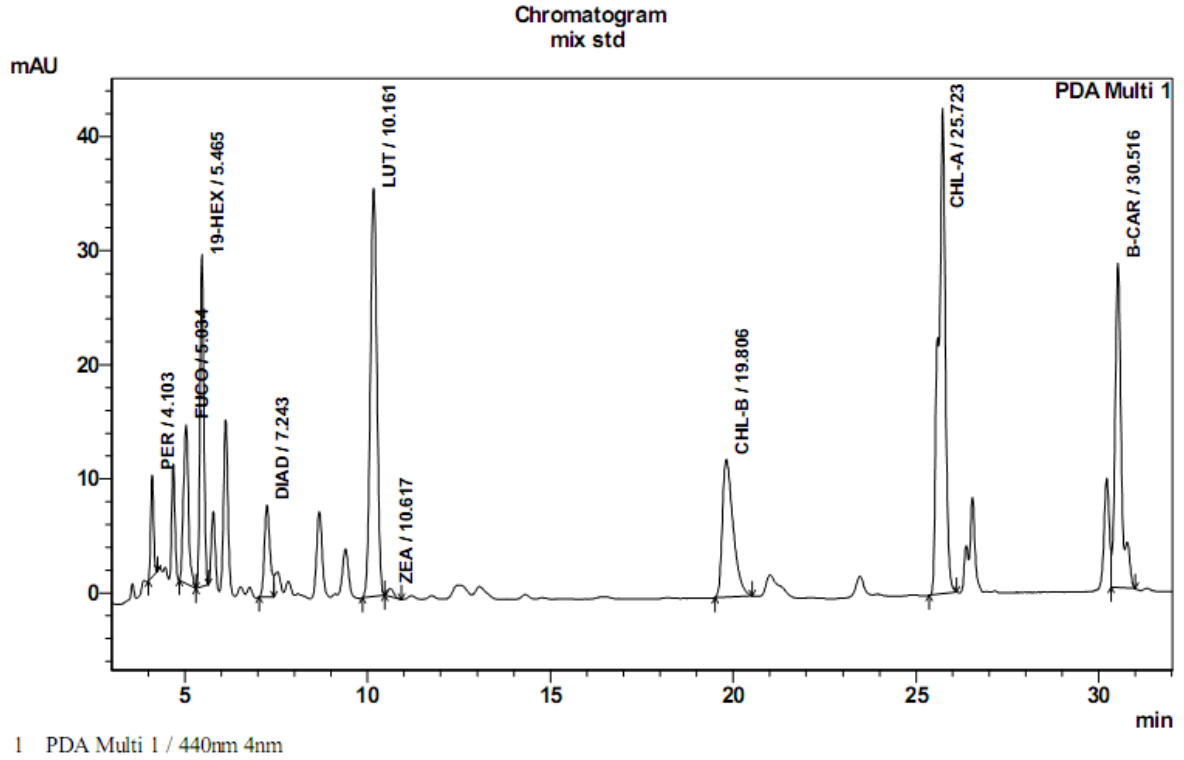
Şekil 45. Klorofil-b pigment standardına ait kromatogram



Şekil 46. Klorofil-a pigment standardına ait kromatogram



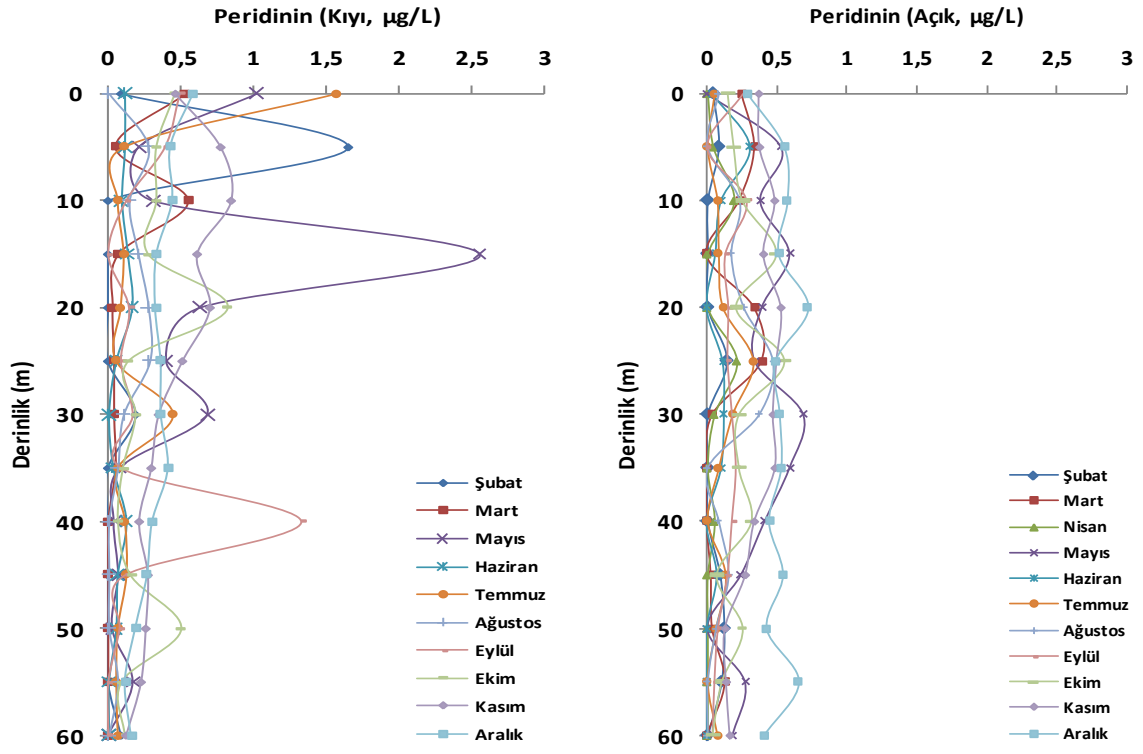
Şekil 47. β - Karoten pigment standardına ait kromatogram



Şekil 48. Mix pigment standardına ait kromatogram

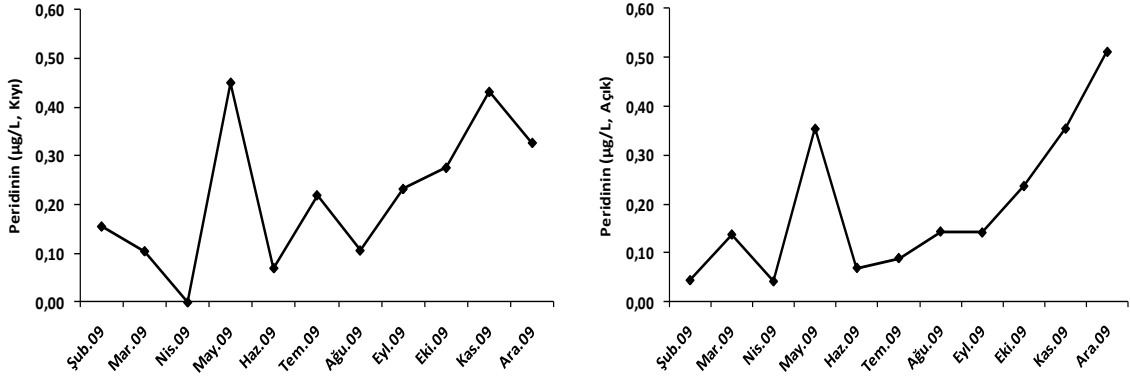
Elde edilen kromatogram verileri doğrultusunda kıyı ve açık istasyonların pigment konsantrasyonlarının zamana ve derinliğe bağlı değişimi değerlendirilmiştir. Yapılan analiz sonuçlarında Klorofil-a en baskın pigment olurken, bunu sırasıyla Peridinin, Fukoksantin ve 19-Heksanoloksifukoksantin pigmentleri takip etmiştir. Diğer pigmentler ise daha düşük konsantrasyonlarda kalmıştır. Pigmentler HPLC’deki geliş zamanlarına göre sırasıyla ayrıntılı olarak aşağıda sunulmuştur.

Peridinin, dinoflagellat grupları için belirleyici bir pigmenttir (Ediger vd., 2006, Jeffrey vd., 1997). HPLC kromatogramında ilk ayrılan pigmenttir. Dinoflagellat gruplarının toplam fitoplanktona olan katkısını belirlemek için indeks olarak kullanılmaktadır. Örnekleme dönemi boyunca 5 metre aralıklarla yapılan örneklemeelerde Peridinin miktarı kıyı istasyonunda 0.03 µg/L (Haziran 2009, 35 m; Mayıs 2009, 50 m)-2.55 µg/L (Mayıs 2009, 15 m) aralığında değişim göstermiştir. Açık istasyonda ise pigment değerleri kıyıya oranla daha düşük değerlerde olup, homojen bir yapı sergilemiştir. Açık istasyonda peridinin değerleri 0.03 µg/L (Mart 2009, 45 m)-0.72 µg/L (Aralık 2009, 20 m) arasında değişmiştir (Şekil 49).



Şekil 49. Peridinin pigmentinin kıyı ve açık istasyonlardaki derinliğe bağlı değişimi

Çalışmanın yapıldığı dönem içerisinde kıyı ve açık istasyonlarda ortalama peridinin konsantrasyonunun aylık değişimi Şekil 50’de sunulmuştur. Kıyı istasyonu yıl içerisinde Mayıs 2009 ve Kasım 2009 dönemlerinde belirgin pikler yapmıştır. Bu dönemlerin yanı sıra kıyı istasyonunda Temmuz 2009, Eylül 2009 ve Ekim 2009 dönemleri de dikkat çekmektedir. Açık istasyonu ise benzer şekilde Mayıs 2009 belirgin bir pik yapmış olup Eylül 2009 döneminden sonra sürekli bir artış göstermiştir. Pigment konsantrasyonlarının pik yaptıkları dönemlerdeki hücre sayıları incelendiğinde özellikle Mayıs 2009 örnekleme döneminde hücre sayısı en yüksek değere ulaşmıştır. En yüksek dinoflagellat hücre sayısı kıyı ve açık istasyonda Haziran 2009 döneminde sırasıyla 1.8×10^4 hücre/L ve 2×10^4 hücre/L olarak tespit edilmiştir. Bu dönemdeki pigment konsantrasyonları da yıl içerisinde en yüksek değerde olup, kıyı istasyonunun pigment konsantrasyonu hücre sayısının aksine açık istasyondan daha yüksek oranda tespit edilmiştir. Benzer şekilde diğer aylarda da yüksek orandaki hücre sayısı yüksek konsantrasyonlarda pigment konsantrasyonlarının okunmasını sağlamıştır. Elde edilen bu ilişkiler peridinin pigmentinin dinoflagellat gruplarının kemotaksonomik karakterizasyonu için kullanılabileceğini göstermektedir.



Şekil 50. Kıyı ve Açık istasyonlarda ortalama Peridinin konsantrasyonunun aylık değişimi

Örnekleme dönemlerine ait peridinin konsantrasyonundaki değişimler göz önünde tutulduğunda örnekleme dönemleri arasında farklılıkların mevcut olduğu gözlenmektedir (Tablo 9). Mayıs ve Aralık 2009 dönemleri diğer aylardan farklı bir grup oluştururken diğer dönemler kendi aralarında homojen gruplar oluşturmuştur. Dönemler arasında istatistiki açıdan farklılıklar bulunmaktadır ($p < 0.05$). Derinlikler arasında yapılan karşılaştırmalarda ise derinlikler arasında istatistiki açıdan önemli bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir (Tablo 10, $p < 0.05$).

Tablo 9. Dönemler arası yapılan varyans analiz tablosu

Aylar	PER	1	2	3
3	0,041538	****		
5	0,069615	****		
1	0,099615	****		
2	0,121154	****		
7	0,125000	****		
6	0,154231	****		
8	0,187010	****		****
9	0,256407	****	****	****
10	0,393095		****	****
4	0,415385		****	
11	0,419698		****	

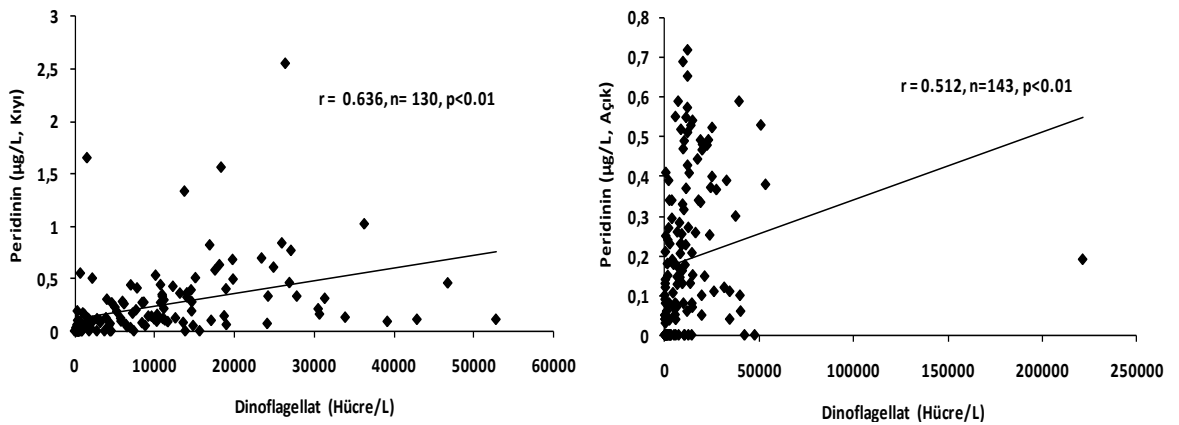
1: Şubat; 2: Mart; 3: Nisan; 4: Mayıs; 5: Haziran; 6: Temmuz; 7: Ağustos; 8: Eylül;
9: Ekim; 10: Kasım; 11: Aralık

Tablo 10. Derinlikler arası yapılan varyans analiz tablosu

Derinlik	PER	1
13	0,068835	****
12	0,102918	****
11	0,110980	****
10	0,133234	****
8	0,161540	****
9	0,190388	****
7	0,255110	****
6	0,265742	****
3	0,269909	****
5	0,278541	****
4	0,318922	****
2	0,319355	****
1	0,325072	****

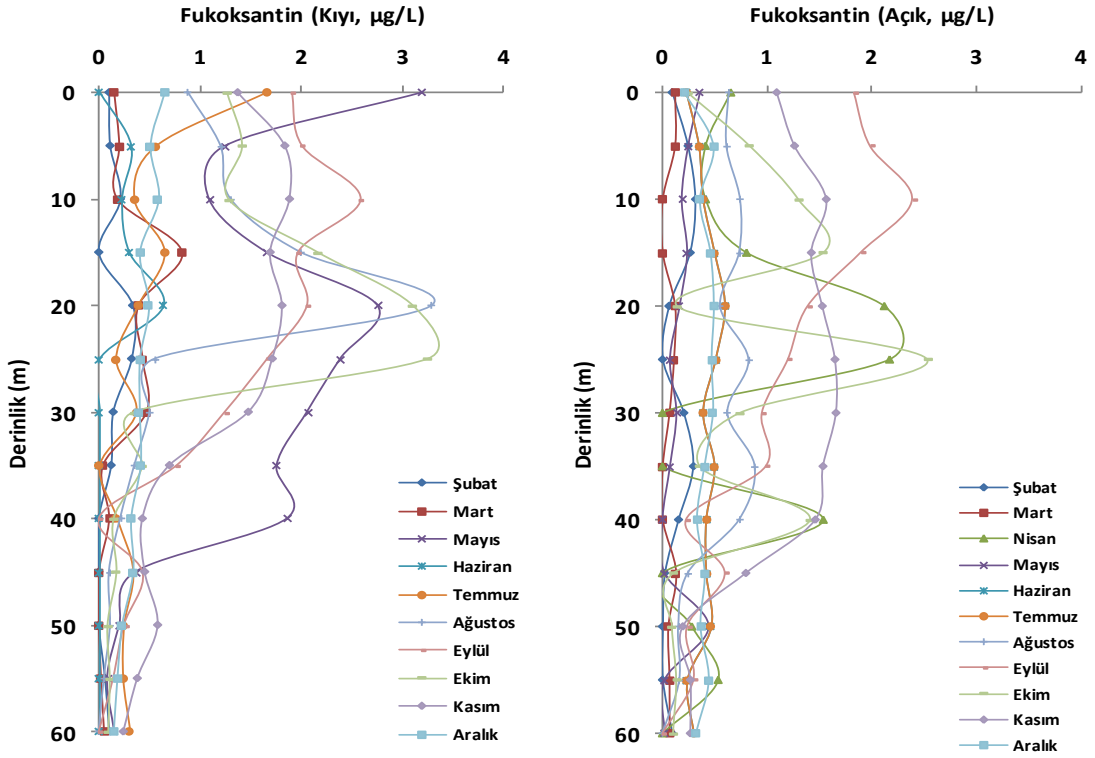
1: yüzey; 2: 5 m; 3: 10 m; 4: 15 m; 5: 20; 6: 25 m; 7: 30 m; 8: 35 m; 9: 40 m; 10: 45 m; 11: 50 m; 12: 55 m; 13: 60 m

Dinoflagellat hücre sayısı ile peridinin konsantrasyonu arasında kıyı istasyonunda iyi bir korelasyon gözlenirken, açık istasyonda is bu ilişki derecesi daha zayıf çıkmıştır (Şekil 51).



Şekil 51. Dinoflagellat-Peridinin korelasyon eğri ve denklemi

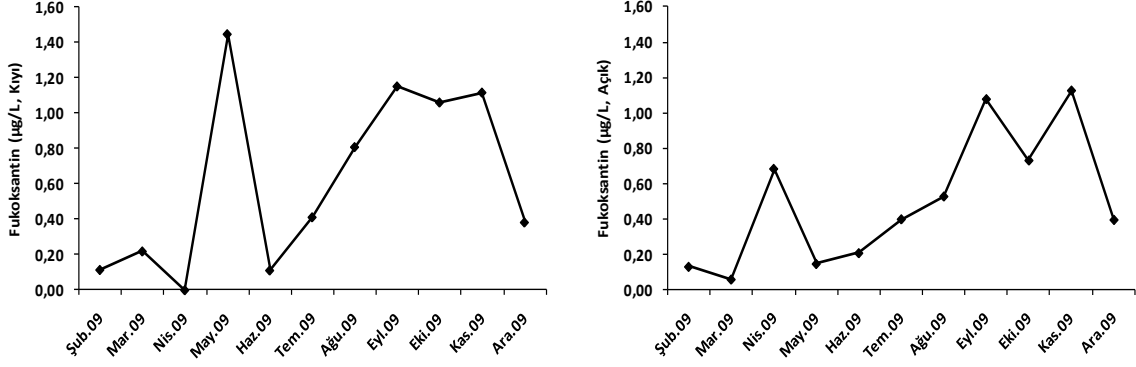
Fukoksantin; fitoplankton grupları içerisinde özellikle diatom grupları için belirleyici özelliği olan bir pigmenttir (Wright ve Jeffrey, 1987; Jeffrey ve Vesk., 1997). HPLC kromatogramında ikinci olarak ayrılan pigmenttir. Örnekleme süresince pigment konsantrasyonu kıyı istasyonunda 0.02 $\mu\text{g/L}$ (Mart 2009, 55 m)-3.28 $\mu\text{g/L}$ (Ağustos 2009, 20 m) arasında değişim gösterirken, açık istasyonda bu değişim 0.02 (Şubat 2009, 45 m)-2.54 $\mu\text{g/L}$ (Ekim 2009, 25 m) aralığında gerçekleşmiştir (Şekil 52).



Şekil 52. Fukoksantin konsantrasyonunun kıyı ve açık istasyonda derinliğe bağlı değişimi

Kıyı ve açık istasyonlarda ortalama Fukoksantin konsantrasyonunun aylık değişimi Şekil 53'de sunulmuştur. Kıyı istasyonu yıl içerisinde Mayıs 2009 ve Eylül 2009 dönemlerinde belirgin pikler yapmıştır. Açık istasyonu ise benzer şekilde Nisan 2009, Eylül 2009 ve Kasım 2009 dönemlerinde belirgin pikler yapmıştır. Pigment konsantrasyonlarının pik yaptıkları dönemlerdeki hücre sayıları incelendiğinde özellikle Mayıs 2009 örnekleme döneminde hücre sayısı en yüksek değere ulaşmıştır. Bu dönemde kıyı istasyonunda dinoflagellat hücre sayısı 3.1×10^5 seviyesinde iken açık istasyonda bu oran 2.5×10^5 seviyesinde kalmıştır. Benzer şekilde diğer aylarda da yüksek oranda tespit

edilen hücre sayısı yüksek konsantrasyonlarda pigment konsantrasyonlarının okunmasını sağlamıştır. Elde edilen bu ilişkiler Fukoksantin pigmentinin diatom gruplarının kemotaksonomik karakterizasyonu için kullanılabileceğini göstermektedir.



Şekil 53. Kıyı ve Açık istasyonlarda ortalama Fukoksantin konsantrasyonunun aylık değişimi

Aylara ait Fukoksantin konsantrasyonundaki değişimler göz önünde tutulduğunda örnekleme dönemleri arasında istatistiki anlamda farklılıkların mevcut olduğu gözlenmektedir (Tablo 11). Şubat, Mart ve Haziran 2009 dönemleri benzerlik gösterirken Eylül ve Kasım 2009 dönemleri de kendi aralarında homojen bir grup oluşturmuşlardır ($p < 0.05$). Derinlikler arasında yapılan karşılaştırmalarda derinlikler arasında da farkın istatistiki açıdan önemli olduğu görülmektedir (Tablo 12, $p < 0.05$). İlk 25 metrelik yüzey suları kendi aralarında bir grup oluştururken, 30 metre ile 55 m arasındaki sular kendi aralarında homojen grup oluşturmuştur. 30 ve 35 m derinlikler ise her iki grup arasında geçiş tabakası olma özelliği göstermiştir.

Tablo 11. Dönemler arası yapılan varyans analiz tablosu

Aylar	FUCO	1	2	3
1	0,123077	****		
2	0,139615	****		
5	0,160000	****		
11	0,389466	****	****	
6	0,405769	****	****	
7	0,668462	****	****	****
3	0,683077	****	****	****
4	0,797692		****	****
9	0,895936		****	****
8	1,114032			****
10	1,120798			****

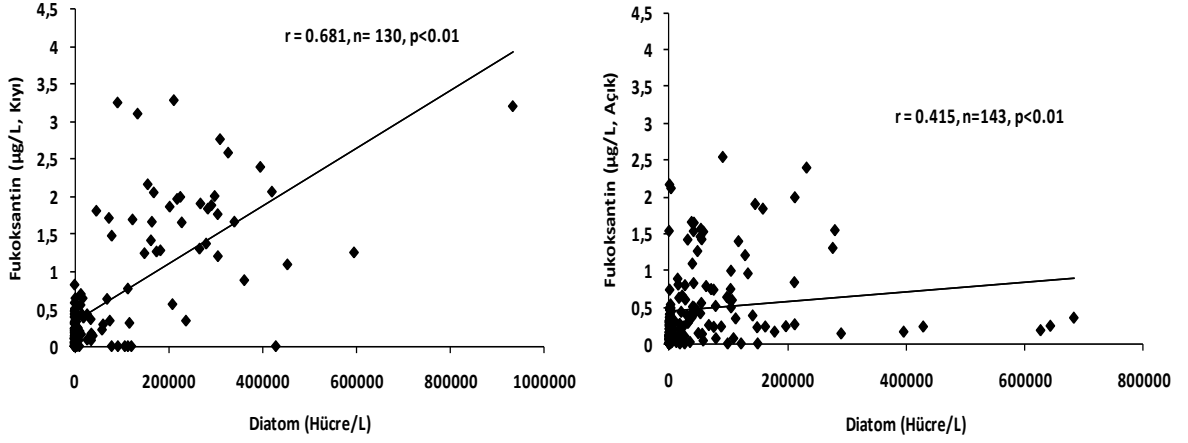
1: Şubat; 2: Mart; 3: Nisan; 4: Mayıs; 5: Haziran; 6: Temmuz; 7: Ağustos; 8: Eylül;
9: Ekim; 10: Kasım; 11: Aralık

Tablo 12. Derinlikler arası yapılan varyans analiz tablosu

Derinlik	FUCO	1	2	3	4
13	0,109869	****			
12	0,160019	****	****		
11	0,193210	****	****	****	
10	0,256147	****	****	****	
9	0,450045	****	****	****	****
8	0,462624	****	****	****	****
7	0,592738	****	****	****	****
1	0,790212		****	****	****
2	0,793528		****	****	****
3	0,834604			****	****
4	0,935874				****
6	0,980233				****
5	1,063089				****

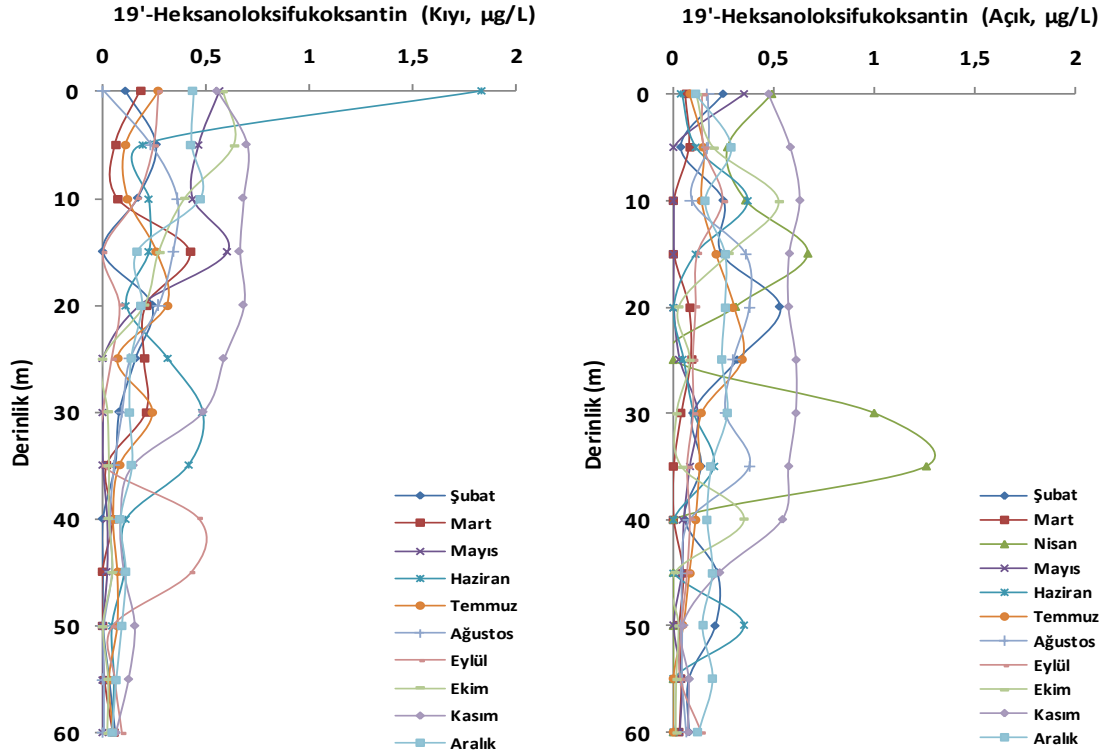
1: yüzey; 2: 5 m; 3: 10 m; 4: 15 m; 5: 20; 6: 25 m; 7: 30 m; 8: 35 m; 9: 40 m; 10: 45 m;
11: 50 m; 12: 55 m; 13: 60 m

Diatom hücre sayısı ile Fukoksantin konsantrasyonu arasında kıyı istasyonunda yüksek oranda bir korelasyon gözlenirken açık istasyonda ise bu ilişki daha düşük oranda gerçekleşmiştir (Şekil 54).



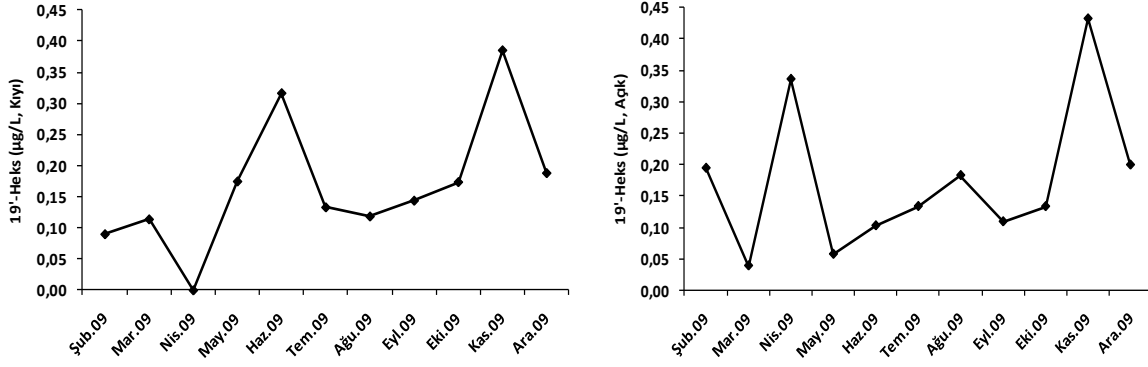
Şekil 54. Kıyı ve açık istasyonlardaki Diatom-Fukoksantin korelasyon eğri ve denklemleri

19-Heksanoloksifukoksantin araştırma sahasında yüksek oranda tespit edilen diğer bir marker pigmenttir. Bu pigment kokkolitoforlar için belirleyici özellik taşımaktadır (Wright ve Jeffrey, 1987; Jeffrey vd., 1997). HPLC kromatogramında üçüncü sırada ayrılan pigmenttir. Örnekleme süresince pigment konsantrasyonu kıyı istasyonunda 0.01 (Mart 2009, 55 m)-1.83 µg/L (Haziran 2009, yüzey) arasında değişim gösterirken, açık istasyonda ise bu değişim 0.015 µg/L (Ekim 2009, 45 m)-1.26 µg/L (Nisan 2009, 35 m) aralığında gerçekleşmiştir (Şekil 55).



Şekil 55. Aylık 19-Heksanoloksifukoksantin konsantrasyonunun kıyı ve açık istasyonda derinliğe bağlı değişimi

Kıyı ve açık istasyonlarda ortalama 19-Heksanoloksifukoksantin konsantrasyonunun aylık değişimi Şekil 56'da sunulmuştur. Kıyı istasyonu yıl içerisinde Haziran 2009 ve Kasım 2009 dönemlerinde belirgin pikler yapmıştır. Açık istasyonu ise Nisan 2009 ve Kasım 2009 dönemlerinde belirgin pikler yapmıştır. Pigment konsantrasyonlarının pik yaptıkları dönemlerdeki hücre sayıları incelendiğinde özellikle Kasım 2009 örnekleme döneminde hücre sayısı en yüksek değere ulaşmıştır. Bu dönemde kıyı istasyonunda kokkolitofor *E. huxleyii* ağırlıkta olmak üzere diğer fitoplanktonik grupların hücre sayısı 2×10^5 seviyesinde, açık istasyonda bu oran Şubat 2009 döneminde 1.6×10^5 seviyesinde tespit edilmiştir. Pigment-Hücre sayısı arasındaki pozitif ilişki 19-Heksanoloksifukoksantin pigmentinin *E. huxleyii* başta olmak üzere kokkolitoforlar için kemotaksonomik karakterizasyonda kullanılabileceğini göstermektedir.



Şekil 56. Kıyı ve Açık istasyonlarda ortalama 19-Heks., konsantrasyonunun aylık değişimi

19-Hexanoloksifukoksantin pigmentindeki aylık değişimler göz önünde tutulduğunda örnekleme dönemleri arasında istatistiki farklılıkların mevcut olduğu gözlenmektedir. Mart ve Kasım 2009 dönemleri tamamen farklı bir grup sergilerken diğer dönemler kendi aralarında daha homojen bir yapı sergilemiştir (Tablo 13, $p < 0.05$). Derinlikler arasında yapılan karşılaştırmalarda derinlikler arasında da farkın istatistiki açıdan önemli olduğu görülmüştür. Özellikle yüzey suları farklı ve derin sular kendi başına bir grup oluşturabilirken 20-35 m derinlikler bir grup altında toplanmıştır (Tablo 14, $p < 0.05$). İlk 15 metrelik yüzey suları ile 40 m nin altındaki sular kendi aralarında homojen grup oluştururken, 20-35 m her iki grup arasında geçiş tabakası olma özelliği göstermiştir.

Tablo 13. Dönemler arası yapılan varyans analiz tablosu

Aylar	19-HEX.	1	2	3
2	0,076154	****		
4	0,115769	****	****	
8	0,126245	****	****	
6	0,133077	****	****	
1	0,141923	****	****	
7	0,150385	****	****	
9	0,153192	****	****	
11	0,193516	****	****	
5	0,209231	****	****	
3	0,335385		****	****
10	0,408296			****

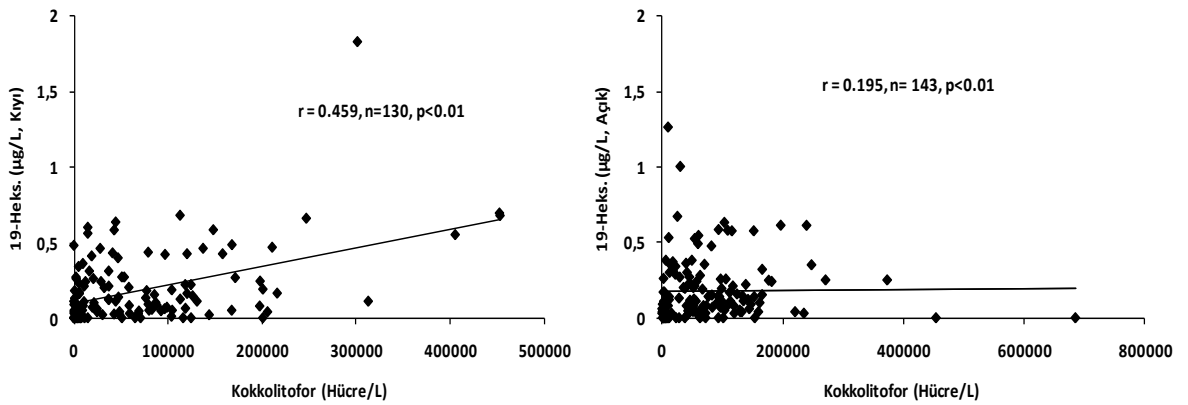
1: Şubat; 2: Mart; 3: Nisan; 4: Mayıs; 5: Haziran; 6: Temmuz; 7: Ağustos; 8: Eylül;
9: Ekim; 10: Kasım; 11: Aralık

Tablo 14. Derinlikler arası yapılan varyans analiz tablosu

Derinlik	19-HEX.	1	2	3	4
12	0,043413	****			
13	0,046167	****			
11	0,063715	****	****		
10	0,087786	****	****	****	
9	0,112546	****	****	****	
6	0,180555	****	****	****	****
8	0,190329	****	****	****	****
7	0,213795	****	****	****	****
5	0,239903	****	****	****	****
2	0,254733		****	****	****
4	0,274173			****	****
3	0,278322			****	****
1	0,336585				****

1: yüzey; 2: 5 m; 3: 10 m; 4: 15 m; 5: 20; 6: 25 m; 7: 30 m; 8: 35 m, 9: 40 m; 10: 45 m; 11: 50 m; 12: 55 m; 13: 60 m

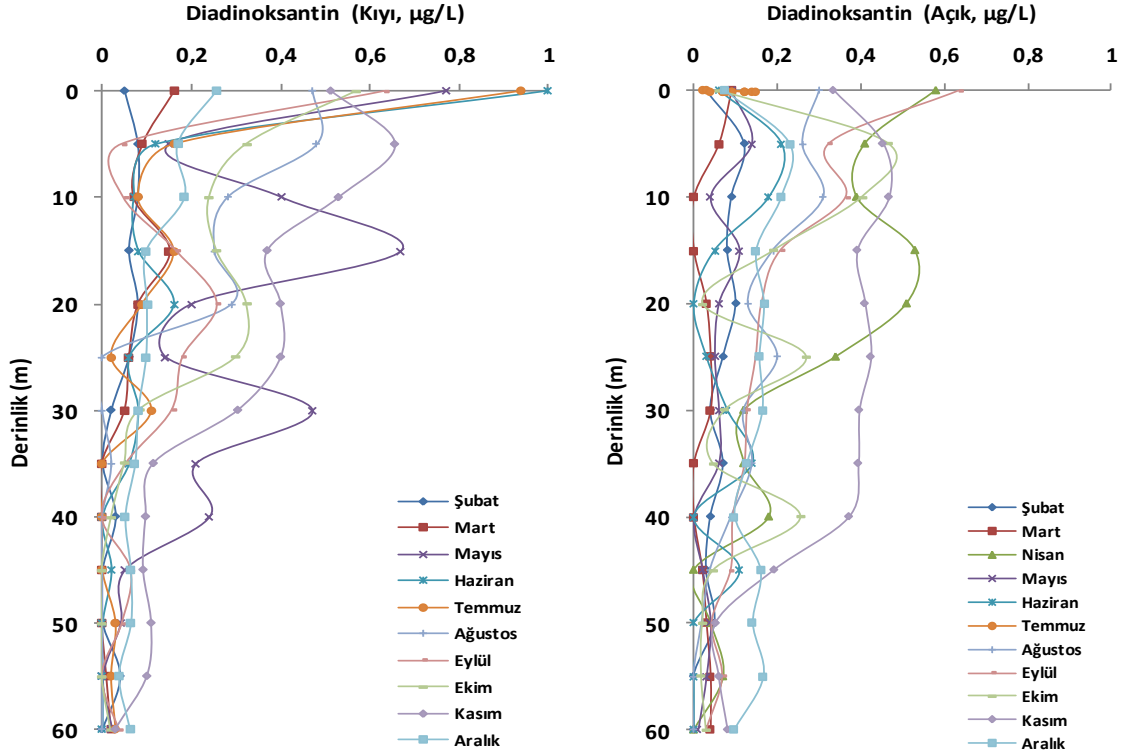
Emiliana huxleyii hücre sayısı ile 19'-Heksanoloksifukoksantin arasında kıyı istasyonunda pozitif yönde korelasyon gözlenirken açık istasyonda bu ilişkiden söz etmek mümkün olmamıştır (Şekil 57).



Şekil 57. Kıyı ve açık istasyonlardaki Kokkolitofor-19-Heks. korelasyon eğri ve denklemleri

Diadinoksantin pigmenti fukoksantinden sonra diatomlar için belirleyici özelliği olan major pigmentlerden biridir (Jeffrey vd., 1997). Örnekleme süresince Diadinoksantin

konsantrasyonu kıyı istasyonunda 0.01 (Mart 2009, 55 m)-1.00 $\mu\text{g/L}$ (Haziran 2009, yüzey) arasında değişim göstermiştir. Açık istasyonda ise bu değişim 0.01 (Mayıs 2009, 60 m)-0.64 $\mu\text{g/L}$ (Eylül, yüzey) aralığında gerçekleşmiştir. Kıyı istasyonu pigment konsantrasyonu daha değişken yapı gösterirken açık istasyon daha homojen yapı sergilemiştir (Şekil 58).



Şekil 58. Aylık Diadinoksantin konsantrasyonunun kıyı ve açık istasyonda derinliğe bağlı değişimi

Aylara ait Diadinoksantin konsantrasyonundaki değişimler göz önünde tutulduğunda örnekleme dönemleri arasında istatistiki anlamda farklılıkların mevcut olduğu gözlenmektedir. Şubat, Mart, Nisan ve Kasım 2009 dönemleri istatistiki olarak diğer dönemlerden farklı olduğu belirlenmiştir (Tablo 15, ($p < 0.05$)). Diğer dönemler ise kendi aralarında homojen bir grup oluşturmuştur. Derinlikler arasında yapılan karşılaştırmalarda derinlikler arasında da farkın istatistiki açıdan önemli olduğu görülmektedir ($p < 0.05$). İlk 20 metre kendi arasında bir grup oluştururken 45-60 m derinlikler ise kendi aralarında homojen bir grup oluşturmuşlardır. 25-40 metre derinlikler ise her iki homojen grup arasında geçiş bölgesi olarak temsil edilmiştir (Tablo 16).

Tablo 15. Dönemler arası yapılan varyans analiz tablosu

Aylar	DIAD	1	2	3
2	0,041538	****		
1	0,046923	****		
5	0,096538	****	****	
6	0,103846	****	****	
11	0,125958	****	****	
7	0,138077	****	****	
4	0,156538	****	****	
8	0,157641	****	****	
9	0,158044	****	****	
3	0,253077		****	****
10	0,297544			****

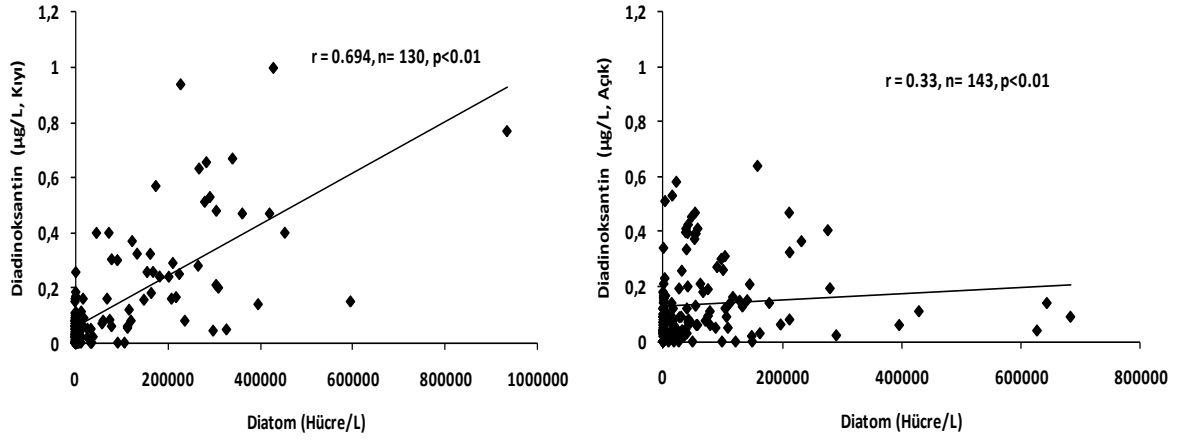
1: Şubat; 2: Mart; 3: Nisan; 4: Mayıs; 5: Haziran; 6: Temmuz; 7: Ağustos; 8: Eylül; 9: Ekim; 10: Kasım; 11: Aralık

Tablo 16. Derinlikler arası yapılan varyans analiz tablosu

Derinlik	DIAD	1	2	3	4	5
13	0,025859	****				
12	0,033270	****	****			
11	0,037789	****	****			
10	0,048907	****	****			
9	0,078496	****	****	****		
8	0,089057	****	****	****		
7	0,127001	****	****	****	****	
6	0,150909	****	****	****	****	
5	0,174418		****	****	****	
4	0,203972			****	****	
3	0,218542			****	****	
2	0,242239				****	****
1	0,363775					****

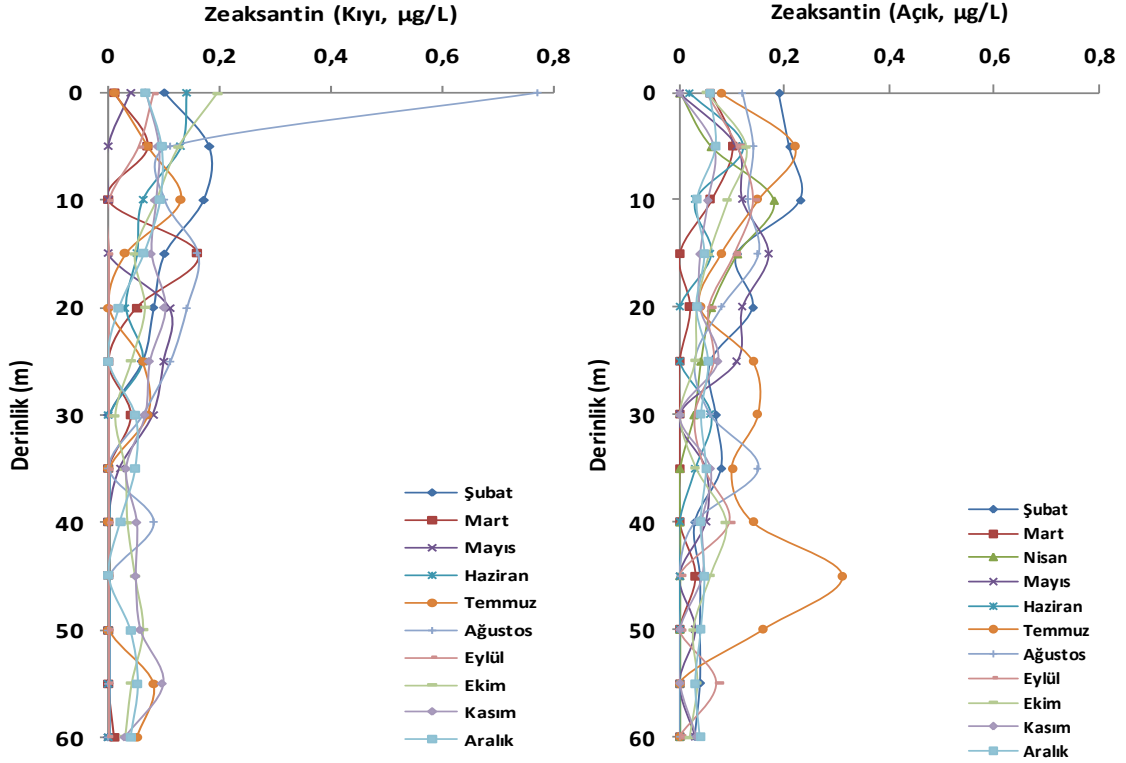
1: yüzey; 2: 5 m; 3: 10 m; 4: 15 m; 5: 20; 6: 25 m; 7: 30 m; 8: 35 m; 9: 40 m; 10: 45 m; 11: 50 m; 12: 55 m; 13: 60 m

Diatom hücre sayısı ile diadinoksantin konsantrasyonu arasında yapılan korelasyon analizinde kıyı ve açık istasyonda pozitif yönde ilişkiler gözlenmiştir (Şekil 59).



Şekil 59. Kıyı ve açık istasyonlardaki Diatom-Diadinoksantin korelasyon eğri ve denklemleri

Zeaksantin pigmenti Cyanophyta (siyanobakter) için marker pigment özelliğinin yanı sıra Rhodophyta, Prochlorophyta için majör pigment özeliği taşımaktadır (Jeffrey vd., 1997). Örnekleme süresince Zeaksantin konsantrasyonu kıyı istasyonunda 0.01 (Mart 2009, 60 m) -0.77 µg/L (Ağustos 2009, yüzey) arasında değişim gösterirken, açık istasyonda ise bu değişim 0.02 µg/L (Mart 2009 20 m; Ekim 2009, 60 m)-0.31 µg/L (Temmuz 2009, 45 m) aralığında gerçekleşmiştir (Şekil 60).



Şekil 60. Aylık Zeaksantin konsantrasyonunun kıyı ve açık istasyonda derinliğe bağlı değişimi

Zeaksantin konsantrasyonundaki aylık değişimler göz önünde tutulduğunda örnekleme dönemleri arasında farklılıkların mevcut olduğu gözlenmektedir (Tablo 17). Mart, Haziran ve Ağustos 2009 dönemleri arasında istatistiki farklılıklar gözlenirken diğer dönemler arasında istatistiki anlamda farklılık görülmemiştir ($p < 0.05$). Derinlikler arasında yapılan karşılaştırmalarda ise farklılığın istatistiki açıdan önemli olduğu görülmüştür ($p < 0.05$). Özellikle yüzey suları farklı (ilk 10 m) ve derin sular kendi aralarında homojen gruplar oluşturmuşlardır. Ara derinlikler ise her iki tabaka arasında geçiş bölgesi olarak temsil edilmiştir (Tablo 18).

Tablo 17. Dönemler arası yapılan varyans analiz tablosu

Aylar	ZEA	1	2
2	0,023462	****	
5	0,030385	****	
8	0,034844	****	****
3	0,036692	****	****
4	0,043846	****	****
11	0,044786	****	****
10	0,050038	****	****
9	0,055489	****	****
1	0,075385	****	****
6	0,079615	****	****
7	0,093077		****

1: Şubat; 2: Mart; 3: Nisan; 4: Mayıs; 5: Haziran; 6: Temmuz; 7: Ağustos; 8: Eylül; 9: Ekim; 10: Kasım; 11: Aralık

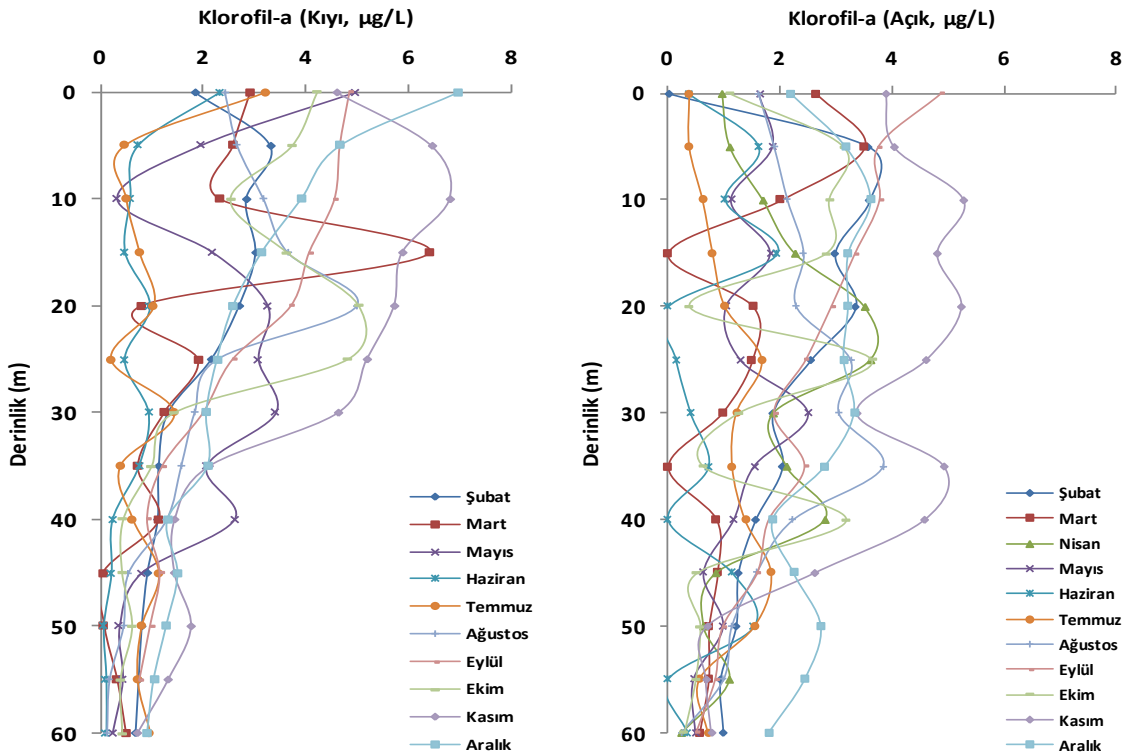
Tablo 18. Derinlikler arası yapılan varyans analiz tablosu

Derinlik	ZEA	1	2	3	4
13	0,014480	****			
12	0,021064	****			
11	0,021486	****			
10	0,029649	****	****		
9	0,033213	****	****		
8	0,034489	****	****		
7	0,038614	****	****	****	
6	0,052596	****	****	****	****
5	0,057713	****	****	****	****
4	0,076706	****	****	****	****
3	0,092292		****	****	****
1	0,100492			****	****
2	0,107257				****

1: yüzey; 2: 5 m; 3: 10 m; 4: 15 m; 5: 20; 6: 25 m; 7: 30 m; 8: 35 m; 9: 40 m; 10: 45 m; 11: 50 m; 12: 55 m; 13: 60 m

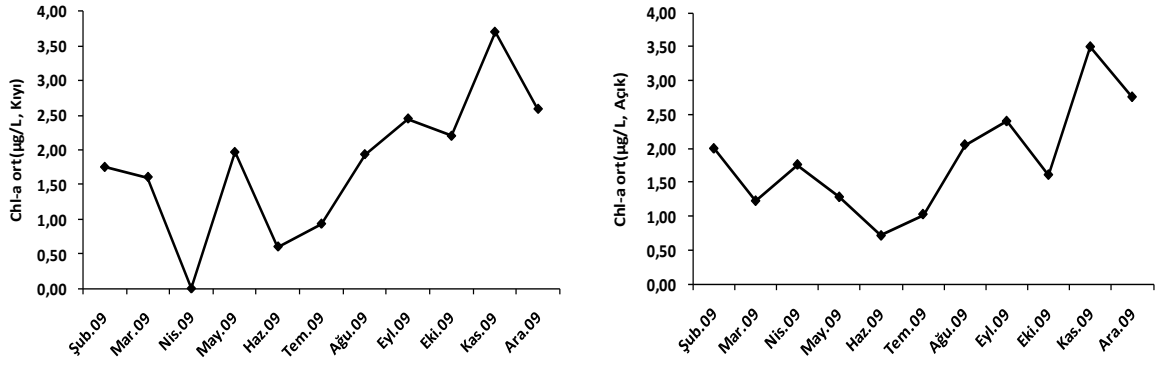
Klorofil-a bütün fitoplankton grupları için temel pigment özelliğinde olup fotosentezde oldukça önemli rolü olan majör bir pigmenttir. Çalışma dönemi boyunca beklendiği üzere en yüksek konsantrasyona sahip olup ve en fazla değişimin görüldüğü

pigment olma özelliğindedir. Örnekleme süresince klorofil-a konsantrasyonu kıyı istasyonunda 0.03 (Mart 2009, 45 m)-6.95 $\mu\text{g/L}$ (Aralık 2009, yüzey) arasında değişim göstermiştir. Açık istasyonda ise bu değişim 0.01 (Şubat 2009, yüzey)-5.27 $\mu\text{g/L}$ (Kasım 2009, 10 m) aralığında gerçekleşmiştir. Klorofil-a'nın derinlikle olan değişimi incelendiğinde kıyı istasyonunun ilk 30 m'lik su kolonunda çok değişken iken bu değişim açık istasyonda daha derinlere kadar (45 m) inmekle beraber daha değişken yapı sergilemiştir (Şekil 61).



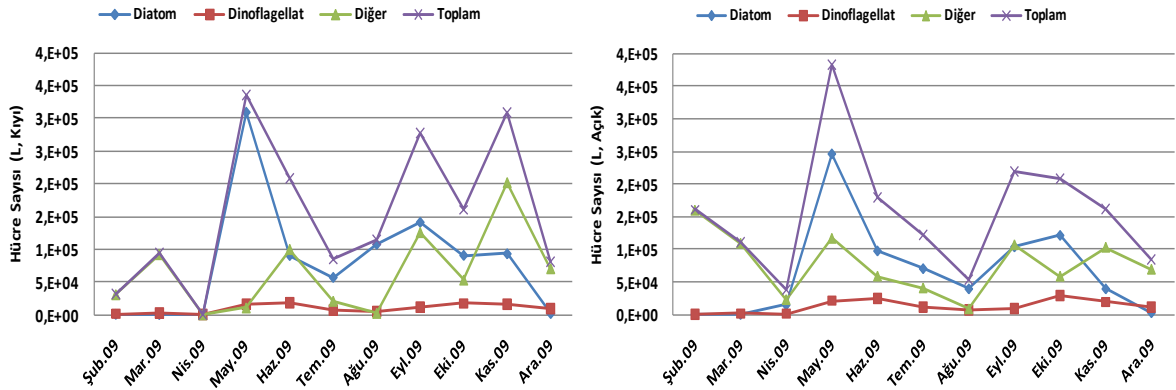
Şekil 61. Aylık Klorofil-a konsantrasyonunun kıyı ve açık istasyonda derinliğe bağlı değişimi

Çalışma süresince gerek kıyı ve gerekse açık istasyonlarda en baskın pigment olan klorofil-a'nın aylık ortalama konsantrasyonları incelendiğinde; kıyı istasyonunda yıl içerisinde Mayıs 2009 ve Kasım 2009 örnekleme dönemlerinde belirgin pikler gözlenmiştir. Açık istasyonda ise Şubat 2009 örnekleme dönemi ile Eylül 2009-Kasım 2009 örnekleme dönemlerinde baskınlıklar tespit edilmiştir (Şekil 62).



Şekil 62. Kıyı ve Açık istasyonlarda ortalama Klorofil-a konsantrasyonunun aylık değişimi

Toplam fitoplankton canlı kütlesinin belirlenmesinde indeks olarak kullanılan klorofil-a ile ortalama hücre sayıları kıyaslandığında aralarında pozitif yönde bir ilişki tespit edilmiştir ($R^2=0.76-0.61$). Örnekleme süresince ortalama hücre sayısı kıyı istasyonunda Mayıs 2009 (3.4×10^5 hücre/L) ve Kasım 2009 (3.1×10^5 hücre/L) örnekleme dönemlerinde belirgin bir şekilde öne çıkmıştır. Açık istasyonda ise Mayıs 2009 (3.8×10^5 hücre/L) ve Eylül 2009 (2.2×10^5 hücre/L) örnekleme dönemleri öne çıkmıştır (Şekil 63).



Şekil 63. Kıyı ve Açık istasyonlarda fitoplankton gruplarının ortalama hücre sayılarının (L) aylık değişimi

Klorofil-a pigmenti için yapılan istatistiki analiz sonuçlarına göre, örnekleme dönemleri arasında Haziran 2009, Kasım 2009 ve Aralık 2009 dönemlerinin istatistiki olarak farklı olduğu belirlenmiştir (Tablo 19, $p < 0.05$). İlk 25 metrelik yüzey suları ile 50 m nin altındaki sular kendi aralarında homojen grup oluştururken, 30-40 m her iki homojen

grup arasında geçiş tabakası olma özelliği göstermiştir (Tablo 20). Bu bölgede Klorofil-a konsantrasyonu bazı dönemlerde pik yapmıştır. Yüksek orandaki Klorofil-a konsantrasyonu biyolojik aktivitenin de yüksek olmasına neden olmuştur. Bu durum bize çözünmüş oksijen konsantrasyonlarının bazı derinliklerde neden yüksek olduğunu da açıklamaktadır.

Tablo 19. Dönemler arası yapılan varyans analiz tablosu

Aylar	CHL- A	1	2	3	4	5
5	0,656154				****	
6	0,978077	****			****	
2	1,413615	****	****		****	
4	1,621538	****	****	****	****	
3	1,755385	****	****	****	****	
1	1,871923	****	****	****		
9	1,902214	****	****	****		
7	1,991154	****	****	****		
8	2,421936		****	****		
11	2,671135			****		****
10	3,595896					****

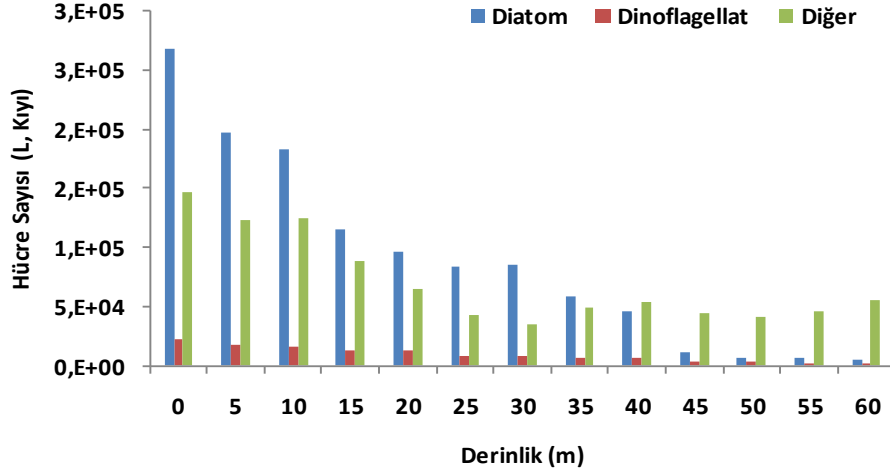
1: Şubat; 2: Mart; 3: Nisan; 4: Mayıs; 5: Haziran; 6: Temmuz; 7: Ağustos; 8: Eylül;
9: Ekim; 10: Kasım; 11: Aralık

Tablo 20. Derinlikler arası yapılan varyans analiz tablosu

Derinlik	CHL- A	1	2	3
13	0,577040	****		
12	0,723572	****	****	
11	0,949052	****	****	
10	1,109471	****	****	
9	1,548604	****	****	****
8	1,675739	****	****	****
7	1,999389		****	****
6	2,511977			****
5	2,627331			****
3	2,629441			****
1	2,758273			****
2	2,816814			****
4	2,836853			****

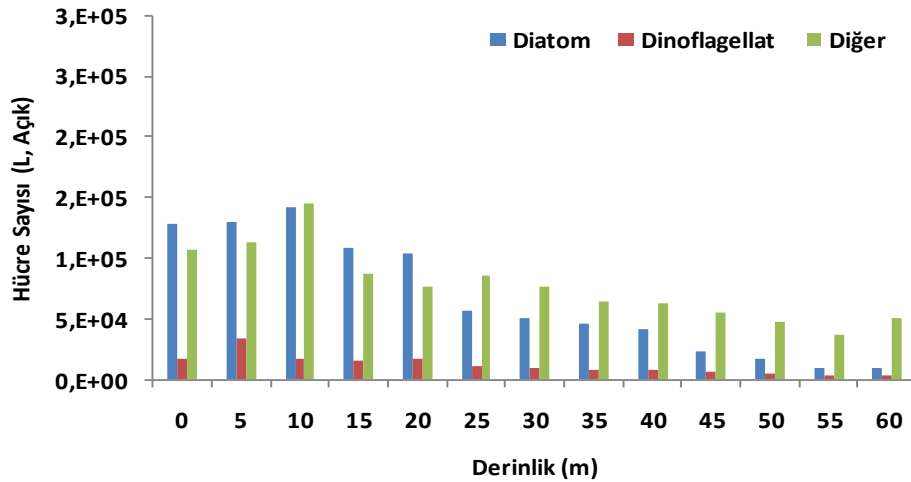
1: yüzey; 2: 5 m; 3: 10 m; 4: 15 m; 5: 20; 6: 25 m; 7: 30 m; 8: 35 m; 9: 40 m; 10: 45 m;
11: 50 m; 12: 55 m; 13: 60 m

Fitoplanktonik grupların derinliğe bağlı değişimleri değerlendirildiğinde; Diatom grupları kıyı istasyonunda ilk 35 m'lik su kolonunda genelde baskın iken bu derinlikten sonra diğer grupların baskınlığı dikkat çekmektedir. Dinoflagellat hücre sayısı ise genelde çok düşük olmakla beraber derinlikle birlikte giderek azalmıştır (Şekil 64).



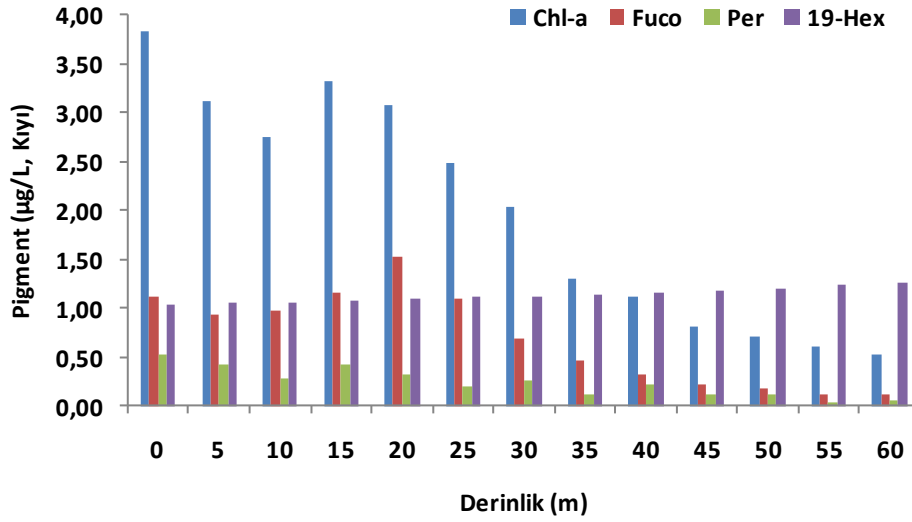
Şekil 64. Kıyı İstasyonunda fitoplanktonik grupların hücre sayılarının derinliğe bağlı değişimi

Açık istasyonunda ise ilk 20 m de (10 m hariç) diatom grupları baskın olup, bu derinlikten sonra diğer gruplar öne çıkmıştır (Şekil 65). Dinoflagellat grupları ise her iki istasyonda da genelde düşük oranda kalmış ve derinlikle beraber azalmıştır.



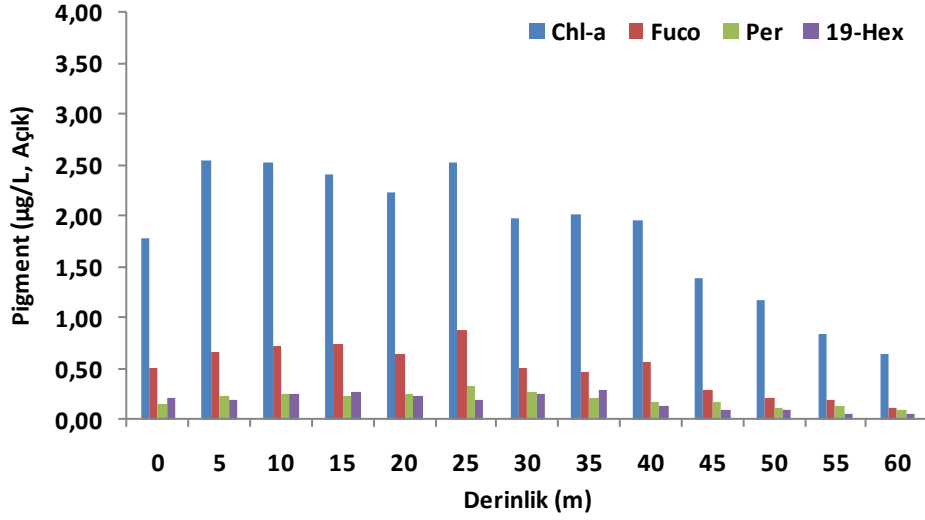
Şekil 65. Açık İstasyonunda fitoplanktonik grupların hücre sayılarının derinliğe bağlı değişimi

Örnekleme dönemi süresince pigment konsantrasyonlarının derinliğe bağlı değişimleri incelendiğinde kıyı istasyonunda Fukoksantin 20 m’de en yüksek konsantrasyonda tespit edilmiştir. Açık istasyonda ise daha düşük seviyede kalmış olup derinlikle beraber azalmıştır. Peridinin konsantrasyonu daha düşük oranlarda kalmış ve derinlikle beraber azalış göstermiştir. 19-Heksanoloksifukoksantin kıyı istasyonunda derinlikle beraber artış gösterirken açık istasyonda 10-35 m derinlikler arasında bir artış göstermiştir. Klorofil-a konsantrasyonu ise kıyı istasyonunda yüzey ve 15 m’de en yüksek değerde gözlenmiştir. Bu derinlikten sonra derinlikle beraber azalarak 40 m’den sonra 19’-Heksanoloksifukoksantin baskın hale gelmiştir (Şekil 66).



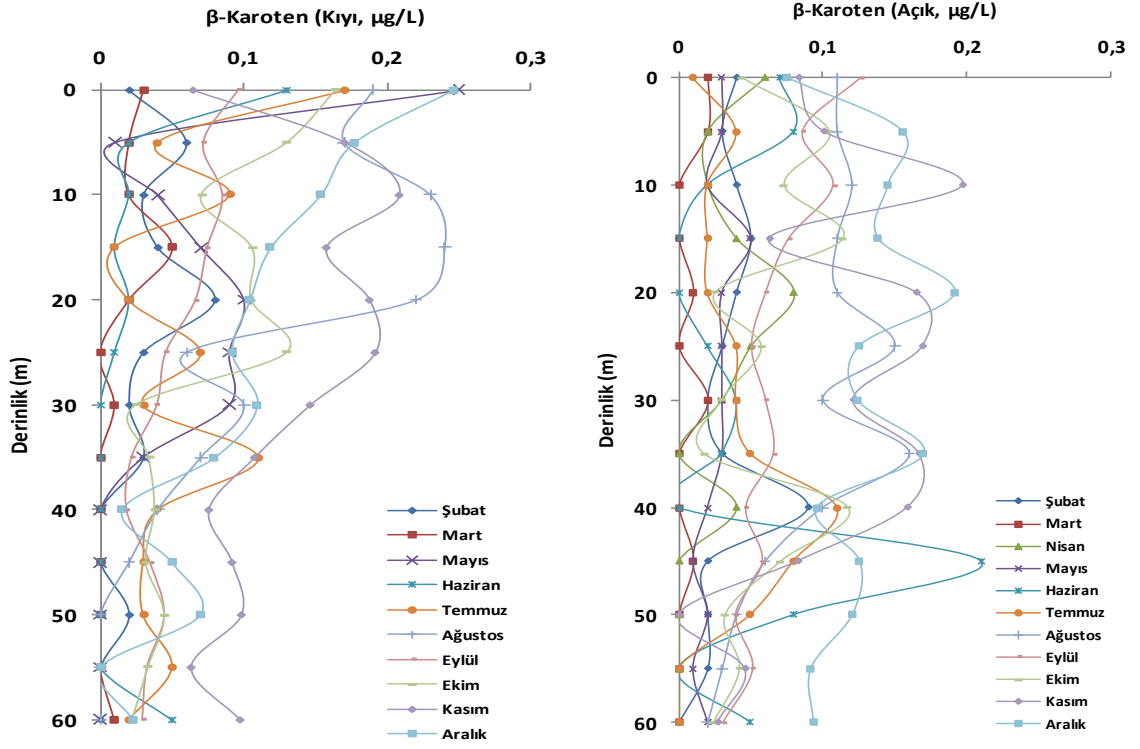
Şekil 66. Kıyı İstasyonunda marker pigment konsantrasyonlarının derinliğe bağlı değişimi

Açık istasyonda ise 10 m ye kadar artan klorofil-a konsantrasyonu derinlikle beraber artmıştır. Pigment konsantrasyonlarında derinliğe bağlı gözlenen bu değişim kıyı istasyonunda 25 m hariç derinliğe paralel olarak azalmıştır (Şekil 67).



Şekil 67. Açık İstasyonunda marker pigment konsantrasyonlarının derinliğe bağlı değişimi

β -Karoten; Cyanophyta, Prochloropyta, Chlorophyceaa, Prasinophyceae ve Raphidophyceae için minör pigment (% 1-10) özelliği taşırken; Bacillariophyta ve Dinophyta için iz oranlarda temsil edilen bir pigmenttir. Örnekleme süresince β -karoten konsantrasyonu kıyı istasyonunda 0.01 (Mart 2009, 30-60 m)-0.25 $\mu\text{g/L}$ (Aralık 2009, yüzey) arasında değişim gösterirken, açık istasyonda ise bu değişim 0.01 (Mart 2009, 45 m; Mayıs 2009, 45-55 m)-0.21 $\mu\text{g/L}$ (Haziran 2009, 45 m) aralığında gerçekleşmiştir (Şekil 68).



Şekil 68. β -Karoten konsantrasyonunun kıyı ve açık istasyonda derinliğe bağlı değişimi

β -Karoten konsantrasyonundaki aylık değişimler değerlendirildiğinde örnekleme dönemleri arasında farklılıkların istatistiki açıdan önemli olduğu gözlenmiştir (Tablo 21). Ağustos, Kasım ve Aralık 2009 dönemleri diğer dönemlerden farklılık göstermiştir ($p < 0.05$). Diğer örnekleme dönemleri ise kendi aralarında homojen bir grup oluşturmuş olup istatistiki açıdan önemli bir farklılık tespit edilememiştir. Derinlikler arasında yapılan karşılaştırmalarda ise yüzey suları (ilk 25 m'lik su kolonu) ile daha derin sular (50-60 m istatistiki anlamda farklılık gösterirken ara su tabakası her iki tabaka için geçiş bölgesi olma özelliği göstermiş olup farklılıkların istatistiki açıdan önemli olmadığı görülmüştür (Tablo 22, $p < 0.05$).

Tablo 21. Dönemler arası yapılan varyans analiz tablosu

Aylar	β -CAR	1	2	3	4
2	0,009231		****		
3	0,026154	****	****		
1	0,029231	****	****		
5	0,033077	****	****		
4	0,038846	****	****		
6	0,045769	****	****		
8	0,058085	****		****	
9	0,064822	****		****	
7	0,098462			****	****
11	0,110923				****
10	0,116954				****

1: Şubat; 2: Mart; 3: Nisan; 4: Mayıs; 5: Haziran; 6: Temmuz; 7: Ağustos; 8: Eylül;
9: Ekim; 10: Kasım; 11: Aralık

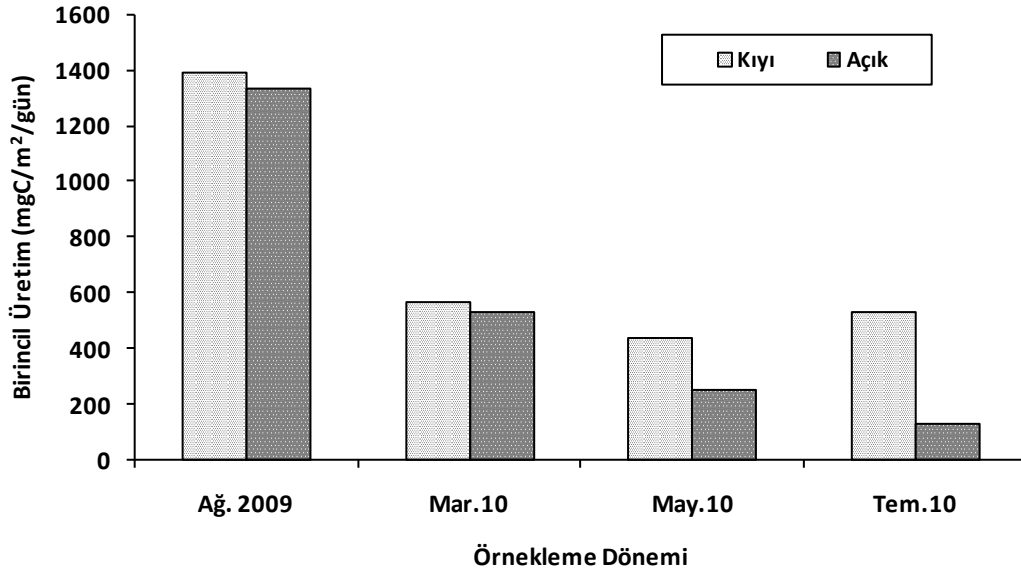
Tablo 22. Derinlikler arası yapılan varyans analiz tablosu

Derinlik	β -CAR	1	2	3	4
12	0,022355	****			
13	0,024578	****	****		
11	0,033722	****	****	****	
10	0,046867	****	****	****	****
9	0,047812	****	****	****	****
7	0,056396	****	****	****	****
8	0,057232	****	****	****	****
6	0,068533	****	****	****	****
4	0,073180	****	****	****	****
2	0,078294		****	****	****
5	0,078788		****	****	****
3	0,081396			****	****
1	0,096581				****

1: yüzey; 2: 5 m; 3: 10 m; 4: 15 m; 5: 20; 6: 25 m; 7: 30 m; 8: 35 m, 9: 40 m; 10: 45 m;
11: 50 m; 12: 55 m; 13: 60 m

3.4. Birincil Üretim

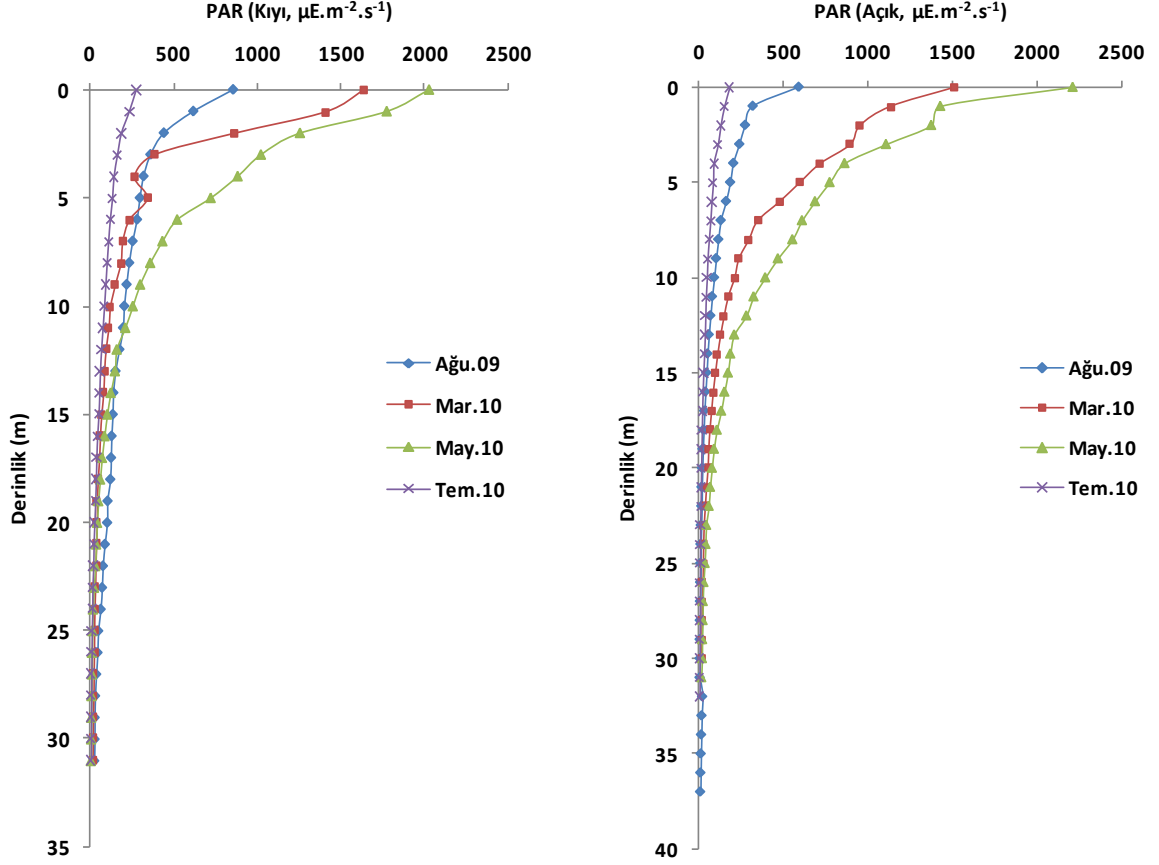
Doğu Karadeniz kıyusal ekosisteminde birincil üretimin zamana bağlı değişimi incelendiğinde; C-14 denemelerinin yapıldığı dönem süresince Ağustos 2009 ve Mart 2010 dönemlerinin gerek kıyı istasyonunda ve gerekse açık istasyonda en yüksek üretim oranına sahip olduğu belirlenmiştir. Ağustos 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarında sırasıyla 1392-1332 mgC/m³/gün olan birincil üretim değerleri Mart 2010 döneminde 565-530 mgC/m³/gün seviyelerine inmiştir. Dönem içerisinde en düşük üretim miktarları kıyı istasyonunda Mayıs 2010 dönemimde tespit edilirken, açık istasyonda ise Temmuz 2010 döneminde tespit edilmiştir. Mayıs 2010 döneminden sonra kıyı sularda üretim miktarında artış gözlenmiştir (Şekil 69).



Şekil 69. Su kolonundaki günlük birincil üretim miktarının kıyı ve açık istasyonlarda zamana bağlı değişimi

Birincil üretimi miktarını etkileyen en önemli parametrelerden biri güneş radyasyonudur. Işığın derinliğe paralel olan azalışı su kolonunun farklı derinliklerindeki üretim miktarını da etkilemektedir. Birincil üretim miktarında derinlikler arasında görülen farklılıkları daha iyi açıklayabilmek için ışığın su içerisindeki değişimi de bilinmelidir. Işığın derinliğe bağlı profili Şekil 70’de verilmiştir. Grafikler incelendiğinde Temmuz 2010 döneminde ışık değerleri oldukça düşük okunmuştur. En yüksek birincil üretimin hesaplandığı Ağustos 2009 döneminde ise ışık değerleri beklenin aksine çok yüksek

okunmamıştır. Üretimin en düşük olduğu dönem olan Mayıs 2010 döneminde ise ışık değerleri en yüksek değerde okunmuştur.



Şekil. 70. C-14 deneylerinin yapıldığı dönemlerde kıyı ve açık istasyonlara ait PAR profilleri

Işık yoğunluğu su kolonunda derinlikle beraber eksponansiyel olarak azalmaktadır. Bu azalış sönüm katsayısı ile ifade edilir. Işık sönüm katsayısına, suda asılı veya çözülmüş organik maddeler, suyun rengi ve planktondaki klorofil miktarı etki eder. Bu faktörler suyun ışık geçirgenliğini azaltarak PAR derinliğinin daha yukarılara çıkmasına neden olur. Tablo 23’de C-14 deneylerinin yapıldığı süre içine hesaplanan ışık sönüm katsayısı değerleri verilmiştir. K_d değeri kıyı sularda ortalama $0.18 \pm 0.07 \text{ m}^{-1}$ ve açık sularda ise $0.18 \pm 0.06 \text{ m}^{-1}$ bulunmuştur. Çalışma süresince maksimum K_d değerine kıyı sularda Mart 2010 döneminde rastlanmıştır. Açık sularda ise yine benzer şekilde aynı dönemde rastlanmıştır. Hesaplanan K_d değerlerinin zamana ve istasyonlara bağlı olarak değiştiği görülmektedir. Özellikle Ağustos ve Temmuz dönemlerinde istasyonların daha homojen bir yapı sergilediği anlaşılmaktadır. Bu durum şekil 70’de verilen PAR profillerinden de

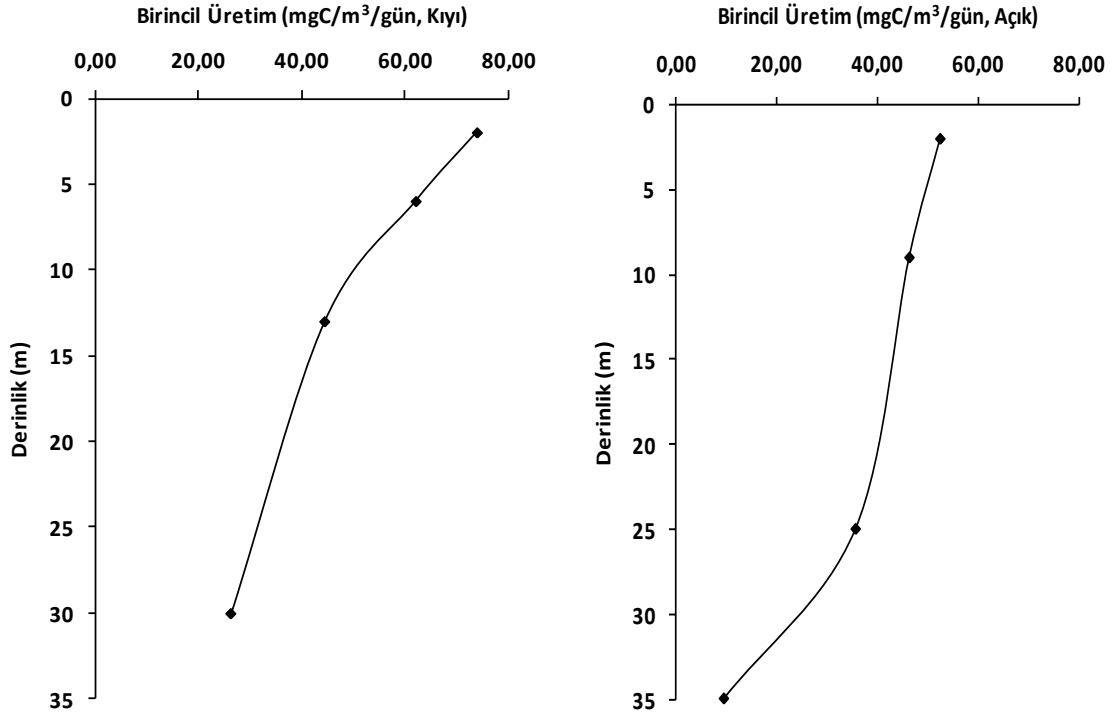
kolaylıkla ayırt edilebilmektedir. Gerek PAR profilleri ve gerekse hesaplanan K_d değerleri dikkate alındığında iki farklı sınıf dikkat çekmektedir. Optik özellikleri bakımından Ağustos-Temmuz dönemleri birbirine benzer bir yapı sergilerken Mart-Mayıs dönemleri ise benzer bir karakter sergilemişlerdir. Bu durum birincil üretim miktarları bakımından dönemler arasında tespit edilen farklılıklarla da örtüşmektedir.

Tablo 23. İstasyonların farklı dönemlerdeki K_d değerleri (\pm standart sapma)

Örnekleme Dönemi	K_d	
	Kıyı	Açık
Ağustos 2009	0.19 \pm 0.09	0.15 \pm 0.06
Mart 2010	0.23 \pm 0.08	0.19 \pm 0.03
Mayıs 2010	0.20 \pm 0.02	0.19 \pm 0.05
Temmuz 2010	0.14 \pm 0.02	0.15 \pm 0.01

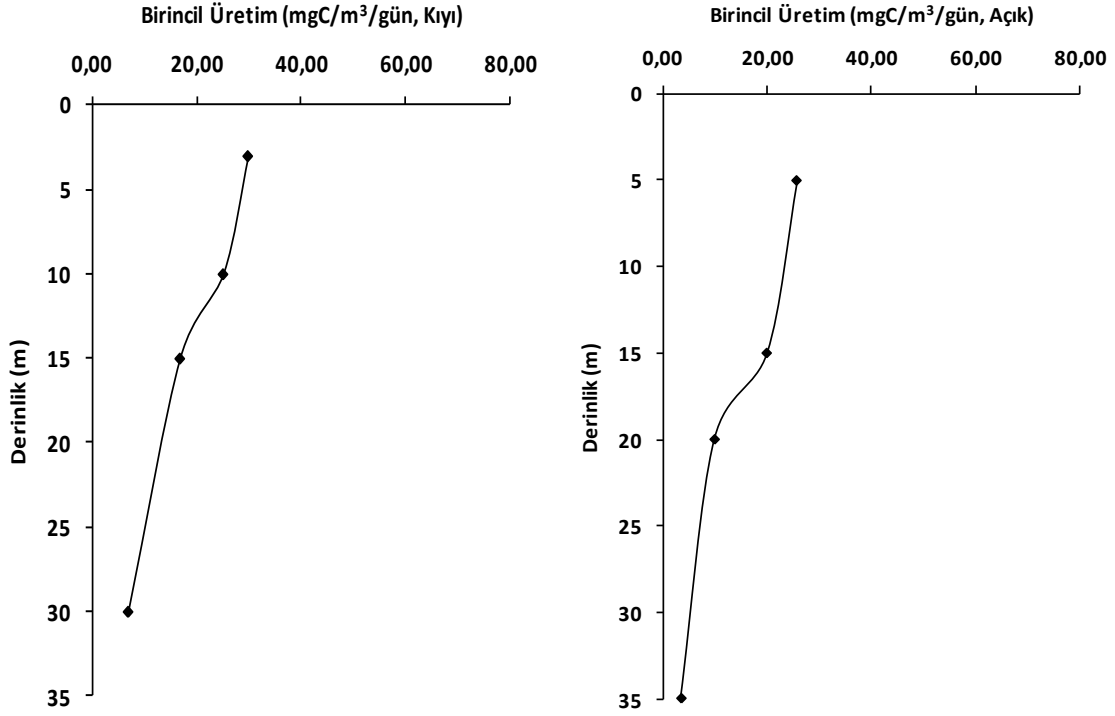
Birincil üretimin derinliğe bağlı değişimi incelendiğinde üretim oranı derinlikle beraber önemli ölçüde azalış göstermiştir. Grafikler incelendiğinde farklı ışık yoğunluklarındaki üretim miktarları dönemler arasında farklılık göstermiştir. Genel olarak üretim oranı en fazla % 75 ışık yoğunluğunun olduğu yüzeye yakın tabakalarda gerçekleşmiştir (Şekil 71-74).

Ağustos 2009 döneminde her iki istasyonda da % 75 ışık şiddetindeki üretim yüzeyin hemen altında (2 m) meydana gelirken, % 36'lık ışık şiddetindeki üretim kıyı istasyonunda 6 m derinliğe denk gelirken açık istasyonda ise 9 m'ye denk gelmiştir. % 10 ve % 1 ışık şiddetindeki üretim kıyı istasyonunda sırasıyla 13 ve 30 m derinliklerde ölçülmüşken açık istasyonda ise daha derinlerde (25-35 m) ölçülmüştür. Bunun nedeni sudaki askı yüküne paralel olarak turbiditenin artması ve güneş radyasyonunun derinliğe paralel olarak azalması olarak söylenebilir. Bu durum CTD profillerinde okunan turbidite değerleri ile de örtüşmektedir.



Şekil 71. Ağustos 2009 döneminde kıyı ve açık istasyonlarda birincil üretim miktarının derinlikle değişimi

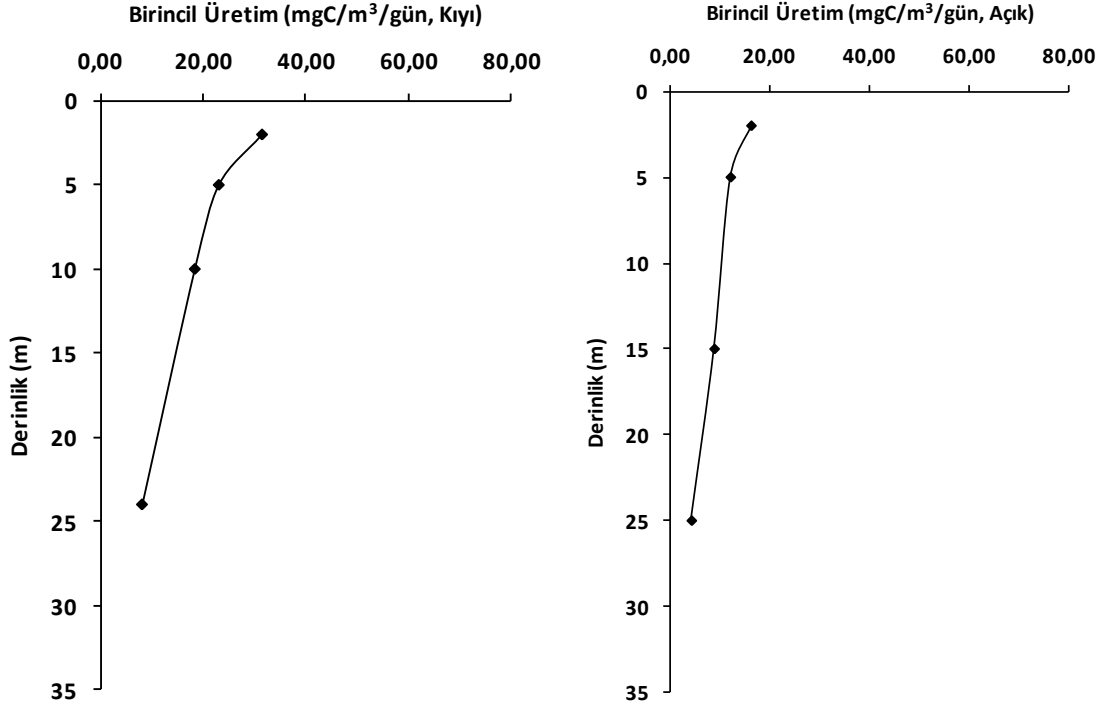
Mart 2010 dönemi içerisinde birincil üretimin derinliğe bağlı değişimi her iki istasyonda da farklı derinliklerde meydana gelirken açık istasyonundaki üretim daha derinlerde meydana gelmiştir (Şekil 72). Kıyı istasyonunda % 75 ışık yoğunluğundaki üretim 3 m'de olurken açık istasyonda ise üretim daha derine inmiş ve 5 m'de meydana gelmiştir. Benzer durum diğer ışık yoğunluklarında da tespit edilmiştir ve genel olarak açık istasyondaki üretim daha derinlerde meydana gelirken kıyı istasyonda ise daha sığ derinliklerde olmuştur. Bu durum aynı zamanda kıyı suların karasal etkilerden de ne kadar etkilendiğinin bir göstergesidir.



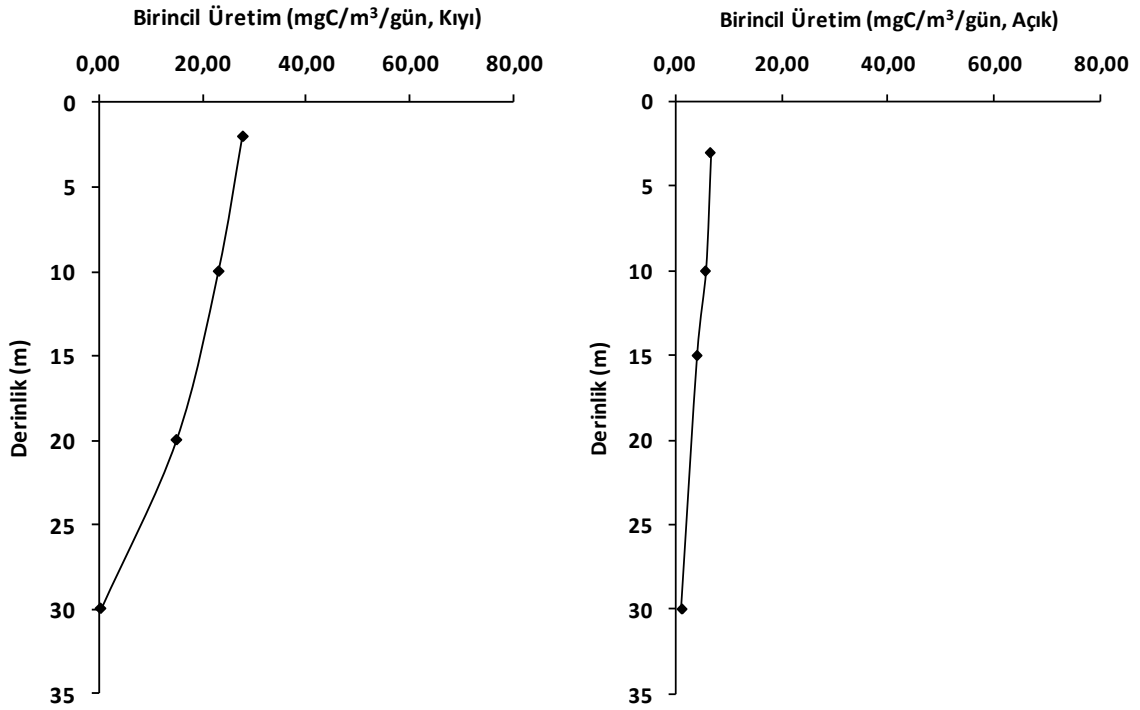
Şekil 72. Mart 2010 döneminde kıyı ve açık istasyonlarda birincil üretim miktarının derinlikle değişimi

Mayıs 2010 dönemine ait birincil üretim değerlerinin derinlikle değişimi incelendiğinde kıyı ve açık istasyonlar arasında üretim derinlikleri arasında çok fazla bir fark olmamakla birlikte açık istasyonda üretim daha derinlerde gerçekleşmiştir (Şekil 73). Birincil üretim değerleri bir önceki döneme oranla daha düşük oranda okunmuştur. Bunun temel nedeni güneş radyasyonundan kaynaklanmaktadır. Çünkü bu döneme ait turbidite değerleri Mart 2010 dönemine göre yüksek okunmuştur. Bu durum üretim oranlarının neden daha sığ derinliklerde meydana geldiğini de açıklamaktadır.

Temmuz 2010 dönemi içerisinde gerçekleştirilen birincil üretim deneylerinde ise bir önceki döneme kıyasla üretim oranı kıyı sularda artarken açık sularda ise azaldığı görülmüştür (Şekil 74).

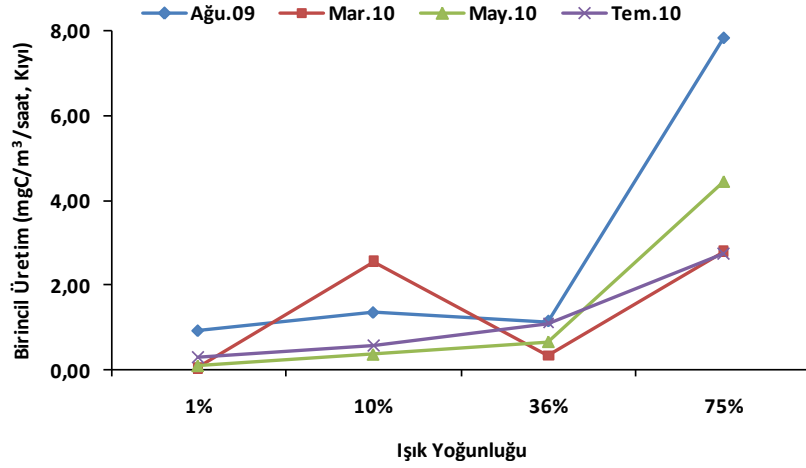


Şekil 73. Mayıs 2010 döneminde kıyı ve açık istasyonlarda birincil üretim miktarının derinlikle değişimi

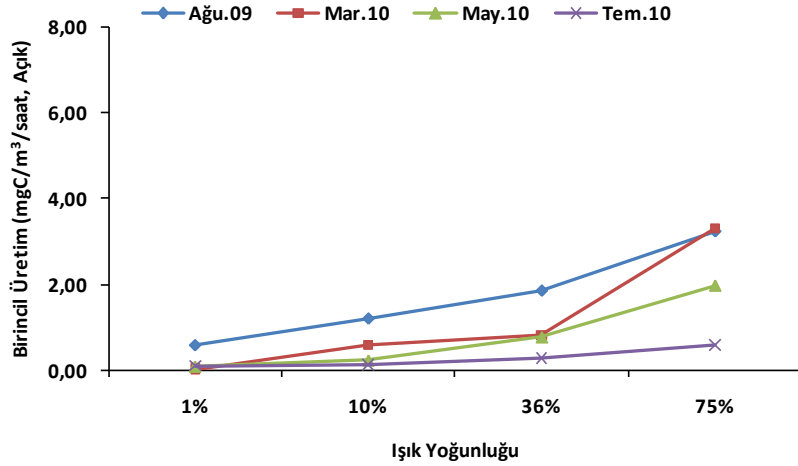


Şekil 74. Temmuz 2010 döneminde kıyı ve açık istasyonlarda birincil üretim miktarının derinlikle değişimi

Farklı ışık yoğunluklarındaki birincil üretim değerlerinin zamansal değişimi incelendiğinde üretimin kıyı istasyonunda genel olarak yüksek olduğu tespit edilmiştir (Şekil 75-76). Farklı ışık yoğunluklarında okunan üretim değerleri literatürde verilen birincil üretim-ışık şiddeti ilişkisine benzer eğilimler ortaya çıkarmıştır, ancak beklenin aksine kıyı istasyonunda Mart 2010 döneminde %10 ışık şiddetinde yüzeydeki üretime eşit derecede yüksek oranda üretim belirlenmiştir.



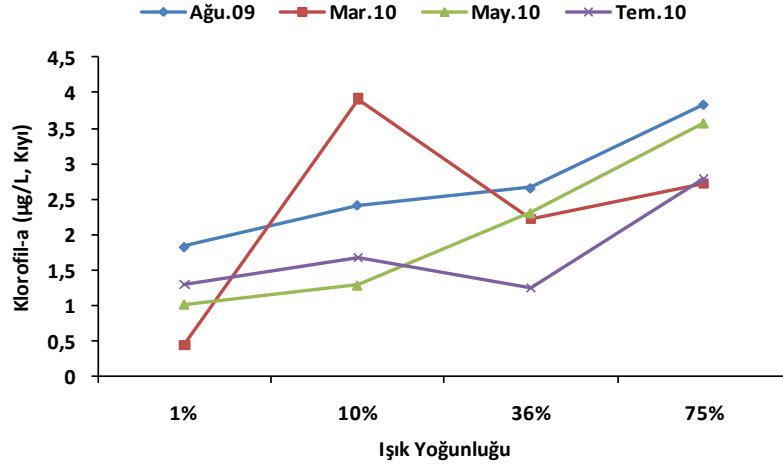
Şekil 75. Kıyı istasyonunda farklı ışık yoğunluklarındaki birincil üretimin zamansal değişimi



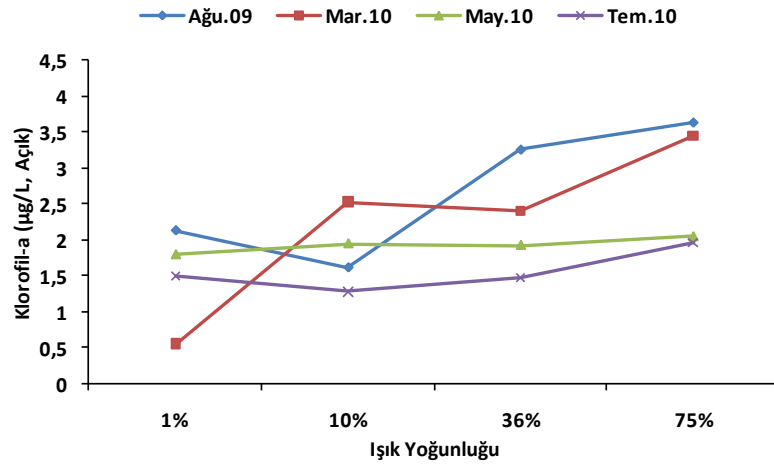
Şekil 76. Açık istasyonda farklı ışık yoğunluklarındaki birincil üretimin zamansal değişimi

C-14 deneylerinin yapıldığı dönemlere ait klorofil verilerinin farklı ışık yoğunluklarındaki konsantrasyonları incelendiğinde (Şekil 77-78) benzer üretim

miktarlarındaki duruma benzer bir tablo karşımıza çıkmaktadır. Her iki istasyonda da Ağustos 2009 dönemi en yüksek konsantrasyona sahipken Mart 2010 döneminde en yüksek klorofil-a değeri % 10 ışık yoğunluğunda ölçülmüştür. Bu durum aynı zamanda farklı ışık yoğunluklarındaki üretimin neden yüksek olduğunu da açıklamaktadır.



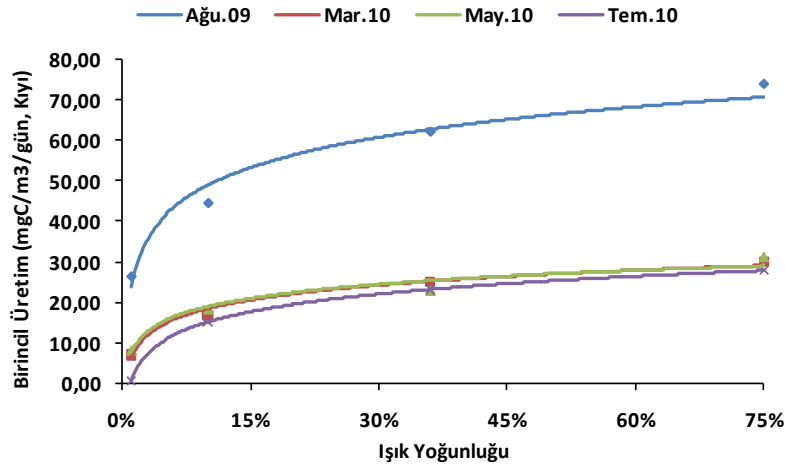
Şekil 77. Kıyı istasyonunda farklı ışık yoğunluklarındaki klorofil-a konsantrasyonunun zamansal değişimi



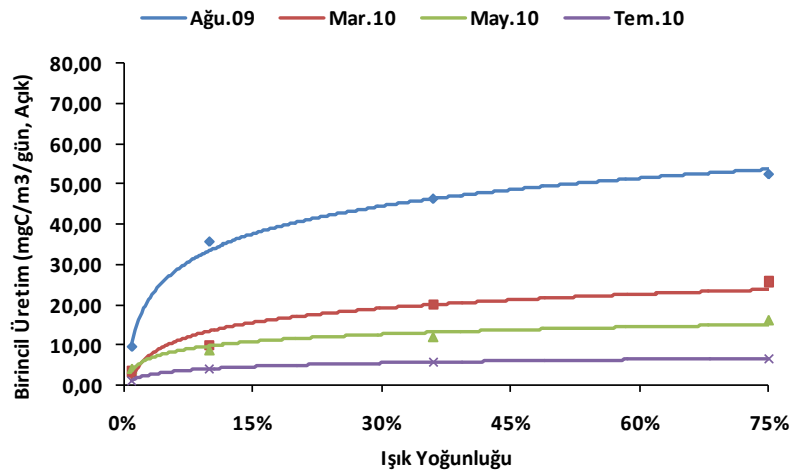
Şekil 78. Açık istasyonda farklı ışık yoğunluklarındaki klorofil-a konsantrasyonunun zamansal değişimi

Birincil üretim-ışık şiddeti ilişkisine bağlı fotosentetik kapasiteyi anlayabilmek için, birincil üretim ($\text{mgC}/\text{m}^3/\text{saat}$)-ışık yoğunluğu (Şekil 79-80) ve klorofil-birincil üretim ilişkisi ortaya konularak değerlendirilmiştir (Şekil 81-84). Ortaya çıkan ilişki literatürde

belirtilen birincil üretim-ışık eğrisi grafikleri ile uygunluk göstermektedir. Ancak *In-situ* olarak yürütülen C-14 deneylerinde gerek zamanın ve gerekse denizel koşulların istenilen ölçüde uygun olmaması ışığın üretim üzerindeki olumsuz etkisi (fotoinhibisyon) tam olarak ortaya konulamamıştır. Grafikler incelendiğinde kıyı yüzey sularında üretim miktarının açık sulara oranla yüksek olduğu görülmektedir. Kıyı sularda en fazla üretim Ağustos 2009 döneminde görülmüşken bunu Mart ve Mayıs 2010 dönemleri takip etmiştir. Açık sularda ise üretim kıyıya oranla düşük olup en fazla üretim benzer şekilde Ağustos 2009 döneminde hesaplanmıştır. Bu dönemi Mart ve Mayıs 2010 dönemleri takip etmektedir.

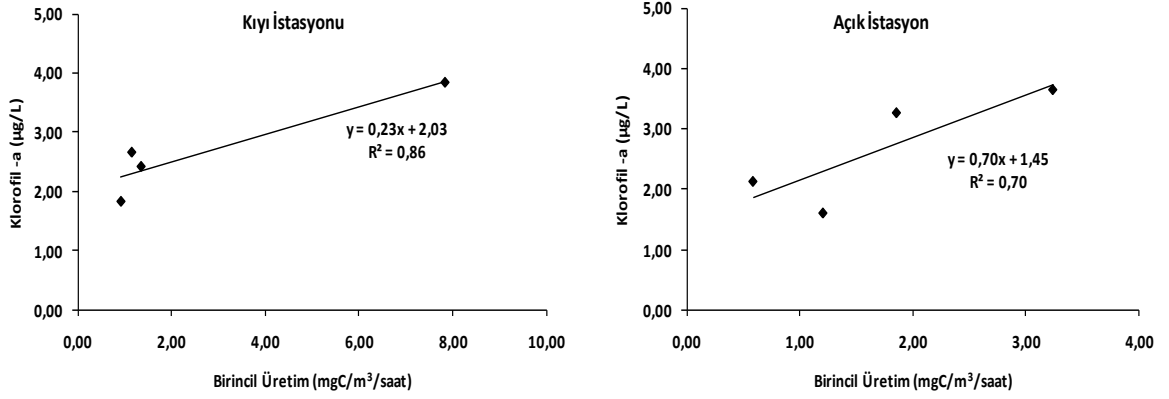


Şekil 79. Kıyı istasyonuna ait birincil üretim-ışık şiddeti ilişkisi (PI Eğrisi)

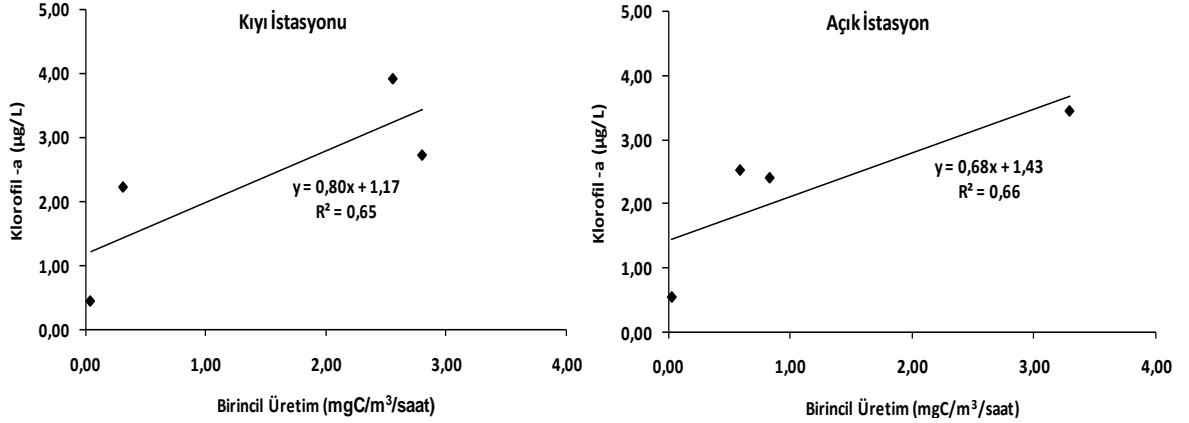


Şekil 80. Açık istasyona ait birincil üretim-ışık şiddeti ilişkisi (PI Eğrisi)

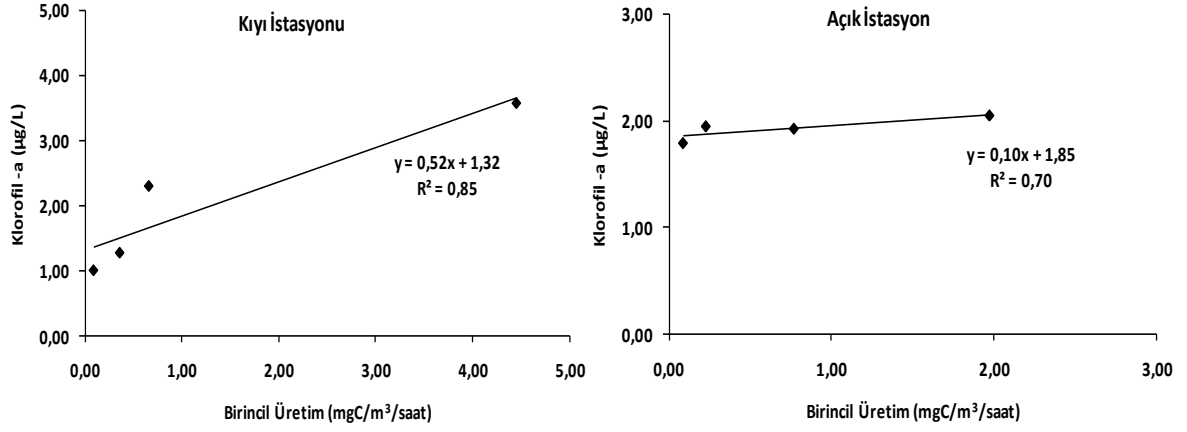
Birincil üretim-klorofil arasındaki korelasyon incelendiğinde Mart 2010 dönemi hariç diğer bütün dönemlerde üretim miktarı ile klorofil arasında yüksek oranda pozitif yönlü ilişki tespit edilmiştir (Şekil 80-83). Birincil üretimin zamana bağlı değişim grafiği incelendiğinde Ağustos 2009 döneminden sonra en fazla üretim Mart 2010 döneminde okunmasına rağmen diğer dönemlere oranla bu döneme ait birincil üretim-klorofil korelasyon ilişkisinin daha düşük olduğu belirlenmiştir ($R^2=0,65-0,66$).



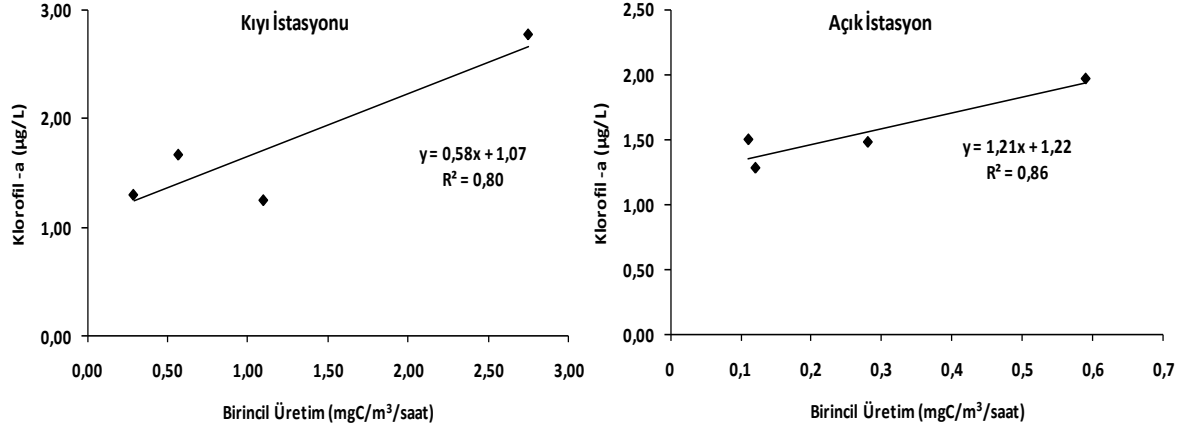
Şekil 81. Ağustos 2009 dönemine ait birincil üretim-klorofil-a ilişkisi



Şekil 82. Mart 2010 dönemine ait birincil üretim-klorofil-a ilişkisi



Şekil 83. Mayıs 2010 dönemine ait birincil üretim-klorofil-a ilişkisi



Şekil 84. Temmuz 2010 dönemine ait birincil üretim-klorofil-a ilişkisi

C-14 deneyleri sonucu hesaplanan birincil üretim miktarları arasında örnekleme dönemi, istasyon ve derinliğe bağlı farklılıklar istatistiki açıdan değerlendirilmiştir. Üretim miktarları örnekleme dönemleri açısından değerlendirildiğinde Ağustos 2009 döneminin istatistiki açıdan farklı olduğu tespit edilmiştir (Tablo 24, $p < 0,05$).

Tablo 24. Örnekleme dönemleri arasında yapılan varyans analiz tablosu

Dönem	Üretim	1	2
Temmuz 2010	10,49	****	
Mayıs 2010	15,26	****	
Mart 2010	17,19	****	
Ağustos 2009	43,78		****

Çalışmanın yürütüldüğü istasyonlar birincil üretim miktarları istatistiki açıdan değerlendirildiğinde, C-14 deneylerinin yürütüldüğü dönem içerisinde kıyı ve açık sularda istatistiki anlamda fark görülmemiştir (Tablo 25, $p<0.05$).

Tablo 25. İstasyonlar arasında yapılan varyans analiz tablosu

İstasyon	Üretim	1
Açık	16,36	****
Kıyı	27,01	****

Farklı ışık yoğunluğundaki üretim miktarları arasında bir değerlendirme yapıldığında % 75 ve % 1 ışık yoğunluğunun olduğu derinlikte üretim miktarları istatistiki anlamda farklılık gösterirken, % 36 ve % 10 ışık yoğunluğundaki üretim geçiş bölgesi özelliğinde olup istatistiki açıdan farklı olmadığı görülmüştür (Tablo 26, $p<0.05$).

Tablo 26. Farklı ışık yoğunlukları için yapılan varyans analiz tablosu

Işık Yoğunluğu	Üretim	1	2
%75	7,45	****	
%36	19,11	****	****
%10	27,17	****	****
%1	33,01		****

4. TARTIŞMA

Doğu Karadeniz kıyısai ekosisteminde pigment konsantrasyonu ve birincil üretimin çevre koşulları ile etkileşiminin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen bu çalışma Şubat 2009-Aralık 2009 tarihleri arasında aylık dönemler halinde yürütülmüştür. Araştırmada iki farklı istasyonda (kıyı ve açık deniz istasyonu) yüzeyden itibaren 5 m aralıklarla 60 m derinliğe kadar olan su kolonundan fiziksel, kimyasal ve biyolojik veriler alınmıştır. Çalışmada elde edilen veriler bulgular kısmında sunulmuş olup, bu bölümde ise mevcut bulgular bölgede yapılmış olan diğer çalışmalar ile detaylı bir şekilde tartışılmıştır.

4. 1. Fiziksel ve Kimyasal Ortam

Epipelajik bölge yüzey tabakasını oluşturması ve atmosfer ile sürekli temas halinde olmasından dolayı değişken bir karakter sergilemektedir. Karadeniz’de epipelajik ve mesopelejik bölgenin üst kısmını oluşturan 50-70 m üzerindeki su kütleinin fizikokimyasal özelliklerinde mevsimsel önemli değişimler gözlenmektedir. Özellikle kıyısai kesimlerdeki değişimlerin ve ekolojik özelliklerin farklılık gösterdiği bilinmektedir (Sivri, 1999). Araştırmanın yürütüldüğü dönem içerisinde istasyonlara ait CTD verileri ortalama 150 m derinliğe kadar toplanmıştır. Bunun yanı sıra 60 m’ye kadar olan su kolonunda 5 m aralıklarla Winkler yöntemi ile çözünmüş oksijen tayini de yapılmıştır.

Karadeniz’de yüzey sularındaki aylık sıcaklık değişimi mevsime bağlı olarak oldukça değişkendir. İlkbahar ve yaz başlarında önce havaların ısınmasına paralel olarak su sıcaklığı yükselir. Sonbahar ve kışın ise deniz suyu sıcaklığı hava sıcaklığına oranla yüksektir ve sular daha yavaş soğur (Ivanov, 1985). Karadeniz’de sıcaklık düşüşlerinin Eylül ayından itibaren başladığı ve en düşük değerlere Ocak-Şubat aylarında ulaştığı bilinmektedir. İlkbahara doğru belirgin bir artışın ardından, Temmuz ve Ağustos aylarının yüzey suyu sıcaklıkları açısından en yüksek değerleri aldığı rapor edilmektedir (Ivanov, 1985; Mater, 1985). Sivri (1999) Doğu Karadeniz’de yaptığı çalışmada ortalama en yüksek su sıcaklığını Ağustos 1996’da (25.0 °C), en düşük su sıcaklığını ise Şubat 1997 döneminde (8.0 °C) ölçmüştür. Oğuz vd., (2008) basenin iç bölgelerinde farklı dönemlerde (Şubat 1990; Nisan 1993, Ağustos 1993, Mayıs 2001 ve Mart 2003) yürüttükleri çalışmada

50-60 m'lik yüzey tabaka sularında yılın soğuk geçen dönemlerinde su sıcaklığını 6-7 °C ve sıcak dönemlerinde ise 22-26 °C arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Bu çalışmada yüzey suyunda en yüksek sıcaklık kıyı ve açık istasyonlarda Temmuz-Ağustos döneminde (24-25.5 °C) ölçülmüştür. En düşük sıcaklık ise Şubat-Mart-Nisan döneminde (9-9.5°C) kaydedilmiştir. Elde edilen bulgular Sivri'nin (1999) bulguları ile benzerlik gösterirken Oğuz vd.,'nin (2008) kış dönemi bulgularına göre yüksek bulunmuştur. Bunun temel nedeni bölge farklılığından kaynaklanmaktadır. Çünkü su sıcaklığındaki değişim kıyı ve yüzey sularında daha yüksek olmaktadır.

Soğuk ve az tuzlu suların daha sıcak ve tuzlu suların üzerinde yer aldığı Karadeniz özgün bir tabakalaşma yapısı gösterir. Yüzeydeki az tuzlu sular, tatlı su girdisinin fazla olması ile meydana gelmiştir, derinlerdeki tuzlu sular ise Akdeniz etkisini yansıtır (Kıdeyş vd., 2000). Büyük bir kısmı Tuna, Dinyeper ve Dinyester nehirlerinden sağlanan tatlı su girdisi (~ 400 km³ yıl⁻¹) buharlaşma yolu ile gerçekleşen su kaybından (350 km³ yıl⁻¹) daha yüksek olduğu için Karadeniz pozitif bir su dengesine sahiptir. Tuzluluğu düşük (%18) ince bir karışım tabakası (~30 m) yüzeyde çok güçlü bir mevsimsel ısınma ve soğumaya uğrar (Bat vd., 2007). Tuzluluk değişimleri incelendiğinde; yüzeyde daha az tuzlu suların (% 16.5-17.5) yer aldığı, derinlikle beraber daha yoğun tuzlu (% 21) suların bulunduğu Karadeniz'in genel karakteristiğine uyan bir su kütlesi karşımıza çıkmaktadır. Ivanov (1985), Karadeniz'in yüzey sularında tuzluluğunun % 17.88, dip sularında ise % 22.06 olduğunu belirtmiştir. Karadeniz'in Anadolu kıyılarında okunan düşük tuzluluk, kuzeybatı Kıta sahanlığından giren yoğun tatlı suyun akıntı sistemleri ile Güneybatı kıyılarına kadar ulaştığı rapor edilmektedir. Sürekli ölçümler, İstanbul Boğazına ulaşan suların en düşük tuzluluk değerlerinde ve bu değerlerin zamanlamasında yıllık temelde büyük değişim olduğunu göstermektedir. Suların Tuna ile İstanbul Boğazı arasındaki dolaşım süresinin 1-2 ay olduğu tahmin edilmektedir, fakat karışım ve dağılımı etkileyen birtakım ek faktörler, Tuna sularının bahar ile yaz sonu arasındaki bir dönemde Anadolu kıyılarına ulaşma zamanını belirlemektedir. Güneybatı Karadeniz'de ortalama yüzey tuzluluğu (R/V BİLİM'in 1985-1992 verilerinden 28°-32°D ve 41°-42°K bölgelerinin üst 10 m'si için hesaplanan) Mart-Ağustos döneminde % 18'den % 16-17 değerlerine kadar bir düşüş göstermiştir (Kıdeyş vd., 2000). Bologna (1985) Karadeniz'in açık sularında yüzey suyu tuzluluğunun % 18-19, derin bölgede ise (2000 m) % 22.5 civarında olduğunu rapor etmiştir. Yılmaz vd., (1998) Karadeniz'in Anadolu sahillerinde yaz-sonbahar periyodunda yürüttükleri çalışmada tuzluluk değişimini % 18.5-20.1 olarak rapor

etmişlerdir. Yüzey sularındaki tuzluluk değişimleri kıyı sularda daha fazla olmakta, yağışların ve nehir girdisinin arttığı dönemlerde daha da artmaktadır (Sivri, 1999). Bu çalışmada, kıyı sularda yüzeyde tuzluluk ‰ 16.40–17.91 arasında değişim göstermiştir. Yüzey suyu en yüksek tuzluluk değerleri ise yağışların az ve buharlaşmanın yüksek olduğu Temmuz-Ağustos (‰ 17.77) döneminde ve Aralık döneminde (‰ 17.91) kaydedilmiştir. Yüzeyde ortalama ‰ 17 olan tuzluluk derinlikle beraber artarak ‰ 21.43'e ulaşmıştır. Açık sularda ise yüzeyde ‰ 16.60–17.91 olan tuzluluk derinlikle beraber ‰ 21.45'e ulaşmıştır. Kıyı ve açık sular tuzluluk bakımından çok farklılık göstermemekle beraber kıyı suların aylık ölçekte daha az tuzlu olduğu dikkat çekmektedir. Bu durumun kıyı suların daha çok tatlı su girdisine (yağış ve nehirler) maruz kalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışmadan çıkan sonuçlar literatür verileri ile kıyaslandığında 1985-92 dönemine göre yüzey suyu tuzluluk değerleri yüksek bulunmuştur. Çünkü adı geçen çalışmada bölge kuzeybatı kıta sahanlığından giren yoğun tatlı su deşarjının etkisi altında kalmaktadır ve Karadeniz'in hakim akıntı sistemleri ile tüm basen boyunca dolaşım 1-2 ay almaktadır. Bu durum ise ortaya çıkan bölgesel ve mevsimsel farklılıkları da açıklamaktadır. Yine en yüksek tuzluluğun Temmuz-Ağustos döneminde belirlenmiş olması çalışma alanını ayrıcalıklı kılmakla birlikte en düşük tuzluluğun (‰ 16.40) tespit edildiği Mayıs dönemi literatür ile örtüşmektedir. Yılmaz vd.,'nin (1998) bulgularına oranla daha düşük bulunan yüzey tuzluluk profilleri, son zamanlarda ortaya atılan Akdenizleşme iddialarının da en azından çalışmanın yürütüldüğü bölge için geçerli olmadığını göstermektedir.

Çalışmanın yürütüldüğü döneme ait CTD verilerinden hesaplanan sigma- Φ değerleri incelendiğinde; ilk 20 m'lik su kolonu içerisinde yılın farklı dönemlerinde 3 tip su kütleşi karşımıza çıkmaktadır. Yılın soğuk geçen dönemlerinde (Şubat, Mart ve Nisan) sigma- Φ bariz bir şekilde yüksek çıkmışken, yılın en sıcak geçen dönemlerinde (Temmuz-Ağustos) ise en düşük oranda okunmuştur. Belirlenen bu değerler bölge için mevsimsel olarak yüzey karışım tabakasının sınırlarının ve soğuk ara tabakanın belirlenmesine yardımcı olabilir. CTD profilleri incelendiğinde oksijence zengin üst tabakanın kalınlığı yılın sıcak aylarında 40-60 m arasında değişim gösterirken soğuk aylarda ise üst tabaka suları dikey karışımlarla daha homojen hale geldiğinden bu tabaka 60-80 m'ye kadar inmiştir. Her iki durumda da oksijenli tabaka genellikle sigma- $\Phi=14.5 \text{ kgm}^{-3}$ ile sınırlı kalmıştır. Bu tabakanın altında ise oksijence fakir suboksik tabaka şekillenmiş ve sigma- $\Phi=16 \text{ kgm}^{-3}$ 'e tekabül eden derinliklerden (140-170 m) sonra ise tamamen oksijensiz olan

anoksik bölge yer almıştır. Kıdeyş vd., (2000) Karadeniz’de oksijence zengin üst tabakanın kalınlığının siklonik döngülerin hakim olduğu açık sularda 40- 50 m arasında, kıyı sularda ise bu tabakanın yüzeyden yaklaşık 80-100 m’ye kadar inebildiğini bildirmişlerdir. Yine aynı çalışmada bu tabakanın alt sınırının $\sigma\text{-}\Phi=14.5 \text{ kgm}^{-3}$ lerde yer aldığını ve suboksik tabakanın $\sigma\text{-}\Phi=15.4\text{-}15.6 \text{ kgm}^{-3}$ olduğu derinliklerde şekillendiğini ve $\sigma\text{-}\Phi=16.2 \text{ kgm}^{-3}$ olan derinliklerde ise H_2S ’lü tabakanın başladığını ifade edilmiştir. Çalışmamız sonucu elde ettiğimiz bulgular Kıdeyş vd.,’nin (2000) bulguları ile büyük oranda örtüşmektedir. Ortaya çıkan farklılıkların ise bölgesel farklılıklardan ileri geldiği düşünülmektedir.

4. 2. Besin Elementleri

Drenaj havzası oldukça geniş olan Karadeniz’in yüzey sularına hem karadan ve atmosferden hem de kendi ara tabaka sularından dikey karışım ve difüzyon yoluyla inorganik besin elementleri (fosfat, nitrat, amonyak) taşınmaktadır. Bu girdiler, fotosentez yoluyla hemen (kış koşulları hariç) kullanıldığından, Karadeniz yüzey tabakasında inorganik besin tuzları birikimi olmamaktadır (Kıdeyş vd., 2000). Çalışmanın yürütüldüğü dönem içerisinde istasyonlara ait besin elementleri (NO_3 , NO_2 , PO_4 , SiO_2) yüzeyden 60 m derinliğe kadar olan su kolonunda çalışılmıştır. İstasyonların besin elementleri konsantrasyonlarının zamana ve derinliğe bağlı değişimleri ortaya konulmuştur.

4. 2. 1. Nitrat

Denizlerde önemli azot kaynaklarında biri olan nitrat konsantrasyonu $0.1\text{-}43 \mu\text{g-at/L}$ arasında değişir. Yüzey sularında ise bu değer $0.05\text{-}8.5 \mu\text{g-at/L}$ ’ye kadar düşmektedir (Tait, 2001). Açık sularda genellikle $0.07\text{-}0.3 \mu\text{g-at/L}$ aralığında değişen nitrat değerleri, kıyıda $0.5\text{-}0.8 \mu\text{g-at/L}$ seviyesine kadar ulaşmakta ve nehirlerin döküldüğü delta bölgesinde ise $6\text{-}8 \mu\text{g-at/L}$ ’ye kadar yükselmektedir (Yılmaz vd., 1998). Bologna (1986), Karadeniz’in kıyısal sularında, 1970’li yıllarda yüzeyde ortalama nitrat konsantrasyonunu $1.6 \mu\text{g-at/L}$ iken 1980’de bu konsantrasyonun $13.5 \mu\text{g-at/L}$ ’ye yükseldiğini rapor etmiştir. Riley (1975) Karadeniz’de nitrat miktarının öfotik zonda oldukça düşük olduğunu ve $2.5 \mu\text{g-at/L}$ değerini aşmadığını bildirmektedir. Bu çalışmada elde edilen değerlerin Riley

(1975)'in bulgularıyla uyum içerisinde olmadığı görülmektedir. Doğu Karadeniz'de yapılan başka bir çalışmada birincil üretimin yoğun olduğu tabakada nitrat miktarının ilkbahar ve yaz döneminde çok düşük olduğu belirlenmiştir. Aynı çalışmada, 40 m derinlikten sonra anoksik tabakanın üst sınırına kadar nitrat konsantrasyonunda belirgin bir artışın olduğu bildirilmektedir (Anonim, 1989). Konuk ve Duman (1988) Karadeniz'deki nitrat konsantrasyonunun ortalama 0-1 $\mu\text{g-at/L}$ olduğunu, Mayıs 1987'de yüzey değerlerinin 2-5 $\mu\text{g-at/L}$ 'ye yükseldiğini rapor etmişlerdir. Karadeniz'in genelinde 1988'de yapılan araştırmada yüzey sularındaki nitrat değerini 0.16-0.19 $\mu\text{g-at/L}$ olduğu bildirilmiştir (Sivri, 1999). Ancak bu çalışmada nitratın mevsimsel değişiminin düzensiz olduğu ve elde edilen değerlerin Anonim (1989) da elde edilen değerlerle benzerlik göstermediği görülmektedir. Romanya kıyılarında nitrat azotu miktarının ortalama olarak 0.94 mg/L düzeyinde olduğu belirlenmiştir (Mihnea, 1987). Oğuz vd., (2008) Romanya kıyıları için 1959-65 dönemi için ortalama yıllık yüzey suyu nitrat konsantrasyonunun 1.60 $\mu\text{g-at/L}$, 1983-90 periyodu için 6.90 $\mu\text{g-at/L}$, 1991-2000 periyodu için 5.90 $\mu\text{g-at/L}$ ve 2001-2005 periyodu içinse 7.98 $\mu\text{g-at/L}$ olduğunu rapor etmişlerdir. Bodeanu (1989) Romanya sahillerinde nitrat azotu miktarının 1960-1970 yılları arasında ortalama olarak 22.5 $\mu\text{g-at/L}$ olduğunu ve bu değer 1986-1989 yılları arasında 112.2 $\mu\text{g-at/L}$ 'ye ulaştığını bildirmektedir. Konuk ve Duman (1988) Doğu Karadeniz'de Giresun-Hopa sahillerinde nitrat değerlerinin 1.0-2.0 $\mu\text{g-at/L}$ arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. 1989 yılında Karadeniz'de yapılan diğer bir çalışmada Karadeniz'in yüzey sularında kış döneminde nitrat miktarının 0.7-2.0 $\mu\text{g-at N/L}$ arasında değiştiği belirlenmiştir (Anonim, 1990). Kıyısal bölgenin üst tabaka sularında ortalama nitrat değerleri 1995-1999 yılları için 0.16-0.84 $\mu\text{g-at/L}$ arasında değişirken, siklonik döngünün hakim olduğu açık su üst tabaka ortalama nitrat değerleri 0.07-0.30 $\mu\text{g-at/L}$ olarak hesaplanmıştır (Kıdayş vd., 2000).

Bu çalışmadan elde edilen nitrat konsantrasyonları; kıyı sularda 0.35 $\mu\text{g-at/L}$ (Ekim 2009)-4.48 $\mu\text{g-at/L}$ (Şubat 2009) arasında değişim göstermiştir. Açık sularda ise bu değişim 0.31 $\mu\text{g-at/L}$ (Ekim 2009)-4.13 $\mu\text{g-at/L}$ (Mayıs 2009) seviyesinde gerçekleşmiştir. Elde edilen nitrat değerleri Karadeniz'in farklı bölgelerinde yapılan çalışmalar ile kıyaslandığında Karadeniz'in kuzeybatı kısmı için rapor edilmiş konsantrasyonlardan genellikle düşük olduğu görülmüştür. Bu durum Kuzeybatı kıta sahanlığının büyük ölçüde Tuna ve diğer nehirlerin deşarjının etkisinde kalmasından kaynaklanmaktadır. Anadolu sahilleri için hesaplanan nitrat konsantrasyonları ile kıyaslama yapıldığında ise değerlerin yüksek olduğu görülmüştür. Tatlı su girişinin yüksek olduğu kıyısal bölgenin yüzey

sularında kısmen yüksek nitrat değerleri gözlenmiştir. Güneş ışığının ulaştığı ve fotosentezin süregeldiği 30-40 metrelik üst tabakada ölçülen nitrat değerlerinde belirgin bir şekilde mevsimsel ve bölgesel farklılıklar görülmüştür. Nitratın derinliğe bağlı değişimi incelediğinde kıyı sularda belirgin bir artış gözlenmemişken açık sularda ise derinliğe bağlı bir artış dikkat çekmektedir. Bu durumun üst tabakada bol miktarda bulunan nitratın fotosentez yoluyla planktonlarca tüketilip kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu bulgular aynı zamanda fitoplanktonik hücre sayısı ve klorofil-a değerleri ile de örtüşmektedir. Gerek kıyı sularda ve gerekse açık sularda ilk 25-30 m'lik su kolonunda ortalama klorofil-a değerleri 2.5-3.0 µg/L gibi oldukça yüksek oranlarda okunmuştur. Bu yüksek klorofil-a miktarına paralel olarak hücre sayıları da oldukça yüksektir (2x10⁶ hücre/L).

4. 2. 2. Nitrit

Denizel ortamdaki diğer bir azot kaynağı nitrittir. Çalışmanın yürütüldüğü dönem süresince nitrit konsantrasyonları kıyı sularda 0.02 µg-at/L (Temmuz 2009)-0.23 µg-at/L (Mart 2009) aralığında değişim gösterirken açık istasyonda ise 0.01 µg-at/L (Mayıs 2009-Temmuz 2009)-0.33 µg-at/L (Mart 2009) arasında değişim göstermiştir. Konuk ve Duman (1988), Doğu Karadeniz'de yaptıkları çalışmada nitrit miktarının alansal olarak değiştiğini, bazı bölgelerde konsantrasyonun 0.1 µg-at/L değerini aşmadığı, bazı bölgelerde ise 0.5-1.0 µg-at/L arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Bu çalışmada elde edilen değerlerin Konuk ve Duman (1988)'in bulgularıyla benzerlik göstermediği ve yüksek olduğu görülmüştür. Nitrit konsantrasyonunda gerek kıyı sularda ve gerekse açık sularda derinlikle beraber artış kaydedilmiştir. Özellikle yüksek klorofilin okunduğu dönemler (Kasım 2009; 3.49-3.70 µg/L) ve derinlikler (yüzey-5 m; 3.83-2.55 µg/L) incelendiğinde, klorofil-a konsantrasyonları ile nitrit konsantrasyonları arasında ters yönde bir ilişkinin olduğu görülmüştür. Bu durum yüzeyde fazla olan fotosentetik aktivitenin bir sonucu olarak nitritin yüzey sularında hızla tüketildiğinin bir sonucudur.

Toplam nitrit ve nitrat konsantrasyonları açısından bir değerlendirme yapıldığında; Eker-Develi vd., 2003, Güney Karadeniz'de yaptıkları çalışmada toplam nitrit ve nitrat konsantrasyonunu 0.11-0.59 µg-at/L arasında rapor etmişlerdir. Çoban-Yıldız vd., (2000) Karadeniz'in Anadolu kıyılarında mevsimsel olarak yaptıkları çalışmada toplam nitrit ve nitrat konsantrasyonunu 0.02-4.14 µg-at/L olarak rapor etmişlerdir. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri Enstitüsü tarafından 1995-1999 yılları arasında yürütülen

Ulusal Deniz Araştırma Programları çerçevesinde elde edilen sonuçlara göre; toplam nitrit ve nitrat miktarı Karadeniz'in kıyı sularında 0.16-0.84 $\mu\text{g-at/L}$ arasında değişim gösterirken açık sularda 0.14-0.30 $\mu\text{g-at/L}$ arasında değişmektedir. Bu çalışmada ise toplam nitrit ve nitrat konsantrasyonu kıyı sularda 0.37-4.71 $\mu\text{g-at/L}$ arasında değişim göstermişken, açık sularda 0.31-4.46 $\mu\text{g-at/L}$ arasında değişim göstermiştir. Çalışmadan elde bulgular Çoban-Yıldız vd.,'nin (2000) sonuçları ile uyum içerisinde iken diğer bulgulara oranla yüksek çıkmıştır.

4. 2. 3. Fosfat

Besleyici elementlerden fosfatın, Karadeniz'de karasal kaynaklardan desteklendiği ve yoğunluğunun özellikle nehir girdilerinden ve bunun yanı sıra fitoplankton aktivitelerinden etkilendiği birçok araştırmacı tarafından vurgulanmaktadır (Brewer ve Murray, 1973; Bologna, 1986; Zaitsev, 1991). Foncelius (1974) yaptığı çalışmada denizlerde fosfat değerlerinin 25 m'ye kadar önemli oranda değişmediğini belirtmiştir. Baştürk vd., (1994) ise Karadeniz'de fosfat konsantrasyonunun 50 m'ye kadar önemli bir değişme göstermediğini saptamışlardır. Zaitsev (1991) yaptığı çalışmada Karadeniz'e akarsular yoluyla yılda 55.000 ton inorganik, 30.000 ton organik fosforun taşındığını bildirmiştir. Karadeniz'de fosfat konsantrasyonu zamana bağlı değişim göstermesine rağmen yüzey sularında ortalama fosfat konsantrasyonunun 0.419 $\mu\text{g-at/L}$ olduğu belirtilmiştir (Sorokin, 1986). Bologna (1986) Kuzey Batı Karadeniz'de fosfat miktarının 6,387 $\mu\text{g-at/L}$ 'ye kadar yükseldiğini bildirmiştir. Romanya'nın Köstence kıyılarında yapılan diğer bir araştırmada ortalama fosfat değerinin 9,419 $\mu\text{g-at/L}$ olduğu belirtilmiştir (Bodeanu, 1989). Oğuz vd., (2008) Romanya kıyıları için 1959-65 dönemi için ortalama yıllık yüzey suyu fosfat konsantrasyonunun 0.26 $\mu\text{g-at/L}$, 1983-90 periyodu için 6.54 $\mu\text{g-at/L}$, 1991-2000 periyodu için 1.86 $\mu\text{g-at/L}$ ve 2001-2005 periyodu içinse 0.49 $\mu\text{g-at/L}$ olduğunu ve giderek azaldığını rapor etmiştir. Karadeniz'de 1989 yılında yapılan bir çalışmada ise fosfat değerlerinin 0.2 $\mu\text{g-at/L}$ 'i aşmadığı saptanmıştır. Aynı araştırmada N:P oranının kış dönemlerinde 10, Nisan ayından itibaren ise 1'in altına düştüğü belirlenmiştir (Anonim, 1990). Kıyısız bölgenin üst tabaka sularında ortalama fosfat değerleri 1995-1999 yılları için 0.03-0.27 $\mu\text{g-at/L}$ arasında bulunmuştur (Kıdeyş vd., 2000). Feyzioğlu (1996) Doğu Karadeniz'de aynı bölgede yaptığı çalışmada Haziran ve Temmuz döneminde fosfat miktarının yüksek olduğunu tespit etmiştir. Doğu Karadeniz'de

yürütülen başka bir çalışmada en yüksek fosfat değeri Haziran ayında ölçülmüştür (Sivri, 1999). Doğu Karadeniz’de gerçekleştirilen bu çalışmada kıyı istasyonunda ortalama fosfat konsantrasyonu 0.002 $\mu\text{g-at/L}$ (Kasım 2009)-0.052 $\mu\text{g-at/L}$ (Haziran 2009) arasında değiştiği belirlenmiştir. Açık istasyonda ise bu değişim 0.002 $\mu\text{g-at/L}$ (Kasım 2009)-0.068 $\mu\text{g-at/L}$ (Haziran 2009) arasında gerçekleşmiştir. Bu çalışma ile Feyzioğlu (1996) ve Sivri (1999)’nin çalışmalarında fosfat konsantrasyonlarının en yüksek olduğu dönemler ile benzerlik göstermektedir.

4. 2. 4. Silikat

Deniz suyunun silikat konsantrasyonunun kış döneminde yüzey sularında 7-15 $\mu\text{g-at/L}$ arasında değiştiği yaz döneminde ise bu değer 0.35 $\mu\text{g-at/L}$ ’ye kadar düştüğü rapor edilmektedir (Tait, 1988). Sorokin (1986) silikat değerlerinin öfotik zonda 0.8-1.5 $\mu\text{g-at/L}$ arasında olduğunu ve derine gidildikçe bu değer arttığını belirlemiştir. Doğu Karadeniz’de yapılan bir çalışmada, silikat miktarının yüzeyde 0.50 $\mu\text{g-at/L}$ olduğu ve 100 m derinlikte bu değer 4.39 $\mu\text{g-at/L}$ değerine ulaştığı saptanmıştır. Aynı çalışmada silikat konsantrasyonunun derine doğru gidildikçe genelde arttığı ancak dağılımda azda olsa bir düzensizliğin olduğu tespit edilmiştir (Anonim, 1990). Yine aynı bölgede yapılan diğer bir çalışmada silikat miktarının derinlikle beraber arttığı ve konsantrasyonun 100 m’de 8.88 $\mu\text{g-at/L}$, 750 m derinlikte ise 211.68 $\mu\text{g-at/L}$ değerine ulaştığı bildirilmiştir (Anonim, 1989). Ivanov (1985) ve Bologna (1986), Karadeniz’de yoğun diatom bloomları sonrasında silikat konsantrasyonunun azaldığını ve daha sonra nehir girdileri ve yağışlarla konsantrasyonun tekrar yükseldiğini belirlemiştir. Aynı araştırmacılar Karadeniz’de 1970’li yıllarda 0.03 $\mu\text{g-at/L}$ olan silikat değerlerinin, 1980’li yıllarda 30 $\mu\text{g-at/L}$ ’ye ulaştığını bildirmişlerdir. Mihnea (1986), Romanya kıyılarında yaptığı bir çalışmada silikat konsantrasyonunun 2.38-304.92 $\mu\text{g-at/L}$ arasında değiştiğini tespit etmiştir. Değerler arasındaki geniş aralığı silikatın fitoplankton bloomlarından etkilenmesine bağlamaktadır (Sivri, 1999). Oğuz vd., (2008) Romanya kıyıları için 1959-65 dönemi için ortalama yıllık yüzey suyu silikat konsantrasyonunun 40.5 $\mu\text{g-at/L}$, 1983-90 periyodu için 11.0 $\mu\text{g-at/L}$, 1991-2000 periyodu için 12.6 $\mu\text{g-at/L}$ ve 2001-2005 periyodu içinse 13.7 $\mu\text{g-at/L}$ olduğunu rapor etmiştir. Karadeniz’e toplam tatlı su girdisinin %70’ini oluşturan Tuna nehrinden gelen reaktif silikat derişiminde 1970’li yıllarda baraj açılmasını takiben günümüze kadar 2/3 oranında azalma olduğu tespit edilmiştir. Bunun sonucunda Karadeniz

yüzey sularında reaktif silikatın %60 oranında azaldığı gözlenmiştir. Reaktif silikattaki bu azalma fitoplankton kompozisyonlarında 1990'lı yılların başında dramatik değişimlere neden olmuştur (Kıdeyş vd., 2000).

Doğu Karadeniz'de yürütülen bu çalışmada ortalama silikat konsantrasyonları kıyı sularda 0.043 (Temmuz 2009)-0.503 (Mart 2009) $\mu\text{g-at/L}$ arasında değişirken açık sularda 0.030 (Temmuz 2009)-0.530 (Mart 2009) $\mu\text{g-at/L}$ arasında değişmiştir. Araştırma sahasında silikatın derinlikle olan değişimi incelendiğinde yüzey sularında az olan konsantrasyonun derinlikle beraber maksimum değerlere ulaştığı belirlenmiştir. Diatom gruplarının kıyı sulardaki derinlik profili incelendiğinde özellikle ilk 15 m'lik su kolonunda yüksek oranda gözlenen hücre sayısı (ortalama 1.9×10^5 hücre/L) derinlikle beraber azalarak 4.7×10^3 hücre/L seviyesine gerilemiştir. Silikat konsantrasyonu ise yüzeyde 0.13 $\mu\text{g-at/L}$ iken derine inildikçe 0.21 $\mu\text{g-at/L}$ seviyelerine kadar çıkmıştır. Bu durum silikatın diatom grupları tarafından kullanıldığı açık bir sonucudur. Aynı durum açık sularda da görülmüştür. Çalışmadan elde edilen değerlerin yukarıdaki literatür bulguları ile örtüşmediği ve oldukça düşük olduğu görülmüştür. Bu düşüklük temelde bölgesel farklılıktan kaynaklandığı gibi fitoplankton bloomlarından da kaynaklanmaktadır. Silikatın derinlikle değişimi bunun en iyi göstergesidir. Çünkü derinliğin artışına paralel olarak artan silikat konsantrasyonuna nazaran fitoplanktonik hücre sayısında düşüş kaydedilmiştir. Benzer şekilde gerek klorofil-a ve gerekse diatom grupları için marker niteliği taşıyan fukoksantin konsantrasyonları da derinlikle beraber azalmıştır.

4. 3. Fitoplankton

Karadeniz'de epipelajik bölgede yıl boyunca iki belirgin fitoplankton patlaması (=bloom) dikkat çekmektedir. Bunlar diatomların neden olduğu ilkbahar bloomu ile kokkolitoforid *Emiliana huxleyii* ve dinoflagellatların sorumlu olduğu sonbahar bloomudur (Sorokin, 1983; Honjo vd., 1987; Ediger, 2006). Yine Kuzeybatı kıta sahanlığı bölgesinde klasik kurallara uymayan beklenmedik yaz patlamaları oluşmaktadır (Bologa, 1986).

Sunulan çalışmada da kıyı ve açık istasyonlarda fitoplankton bolluğunda belirgin iki dönem tespit edilmiştir. Bu dönemler Mayıs 2009 ve Eylül 2009 dönemleridir. Bu iki bloomun aynı dönemlere ait ortalama klorofil-a değerleriyle de uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 62). Literatürde belirtilen iki bloomu ek olarak kıyı istasyonunda

Kasım 2009 döneminde kokkolitoforların neden olduğu üçüncü bir bloom da tespit edilmiştir.

Zengin besin tuzu girdilerinin etkisinde bulunan Karadeniz'in verimli bir deniz olduğu bilinmektedir (Bat vd., 2007). Çalışma süresince, diatom ve *Emiliana huxleyii* tarafından temsil edilen Haptophyta filumu en yüksek sayıda gözlenen gruplar olmuştur. Diatom, en yüksek hücre sayısına (9.3×10^5 hücre/L) Mayıs 2009 döneminde kıyı istasyonu yüzey örneğinde ulaşmıştır. Bu döneme ait en baskın tür *Pseudo-nitzshia delicatissima* olarak tespit edilmiştir. *Emiliana huxleyii* türü ise her dönem gözlenmesine karşılık, Mayıs 2009 tarihinde açık istasyonda 10 metre derinlikte 6.8×10^5 hücre/L seviyesinde belirlenmiştir. Dinoflagellatların en yüksek sayıda belirlendiği dönem Ekim 2009 dönemi olmasına karşılık, bu grubun en yüksek sayıda belirlenen temsilcisi olan *Prorocentrum minimum* 4.8×10^4 hücre/L yoğunluğunun ötesine geçememiştir. Kantitatif olarak bir değerlendirme yapıldığında ise kıyı sularda toplam fitoplanktonun % 52.55'ini diatom grupları oluştururken; bunu *Emiliana huxleyii* türünün içinde olduğu diğer gruplar % 41.45 oranıyla takip ettiği belirlenmiştir. Açık sularda ise % 49.57 ile diğer gruplar baskın hale geçerken, Diatom grupları ise % 42.48 seviyesine inmiştir. Dinoflagellat grupları ise her iki istasyonda da çok düşük oranlarda (% 6-7) temsil edilmişlerdir. Tespit edilen bu baskınlık aynı zamanda HPLC sonuçlarından elde edilen fukoksantin/peridinin pigment oranlarında da bariz bir şekilde görülmüştür.

Karadeniz'de yapılan diğer çalışmalar incelendiğinde özellikle Karadeniz'in Kuzey Batı kıta sahanlığında fitoplankton bolluğunun oldukça yüksek olduğu dikkat çekmektedir (Tablo 27). Ülkemiz kıyılarında farklı araştırmacıların yaptığı çalışmalarda ise fitoplankton bolluğunun düşük olduğu görülmektedir. Güney Doğu Karadeniz'de Şubat-Aralık 2009 tarihleri arasında yürütülen bu çalışmada fitoplankton bolluğu 3.4×10^6 hücre/L olarak tespit edilmiştir. Çalışmadan elde edilen değerlerin tabloda sunulan bulgular ile benzerlik gösterdiği ancak Kuzey Batı kıta sahanlığında yapılan çalışmalara oranla düşük olduğu görülmektedir.

Tablo 27. Karadeniz’de yapılan çalışmaların fitoplankton bolluğu açısından kıyaslanması (Bat vd., 2007’den).

Çalışılan Bölge	Dönem	Bolluk (Hücre/L)	Kaynak
Varna	1983-1990		Moncheva, 1991
	Sonbahar	1.8x10 ⁶	
	İlkbahar	4.3x10 ⁶	
	Yaz	5.1x10 ⁶	
	Kış	23.3x10 ⁶	
Romanya	1962-1965	8.8x10 ⁵	Eker, 1999’dan
	1977	7.6x10 ⁶	
	1980	5.9x10 ⁶	
	1984	12.3x10 ⁶	
	1983-1988	6.5x10 ⁶	
Batı Karadeniz	Nisan 1989	3.2x10 ³	Uysal, 1993
Doğu Karadeniz	Nisan 1989	1.4x10 ²	Uysal, 1993
Batı Karadeniz	Şubat 1990 (>55µ)	1.3x10 ⁴	Uysal, 1993
Doğu Karadeniz	Şubat 1990 (>55µ)	2.2x10 ⁴	Uysal, 1993
Batı Karadeniz	Temmuz 1992 (>55µ)	7.1x10 ³	Bayraktar, 1994
Doğu Karadeniz	Temmuz 1992 (>55µ)	4.7x10 ⁵	Bayraktar, 1994
Doğu Karadeniz	Haziran 93- Ağustos 94		Feyzioğlu, 1996
	Kış	<1x10 ⁵	
	İlkbahar	>1x10 ⁵	
Batı Karadeniz	Temmuz 1996	1.1x10 ⁵	Uysal vd., 1997
Doğu Karadeniz	Temmuz 1996	3.4x10 ⁵	Uysal vd., 1997
Batı Karadeniz	Mart-Nisan 1995	1.4x10 ⁵	Eker, 1999
Doğu Karadeniz	Mart-Nisan 1995	9.8x10 ⁴	Eker, 1999
Batı Karadeniz	Ekim 1995	2.5x10 ⁵	Eker, 1999
Doğu Karadeniz	Mart-Nisan 1995	8.6x10 ⁴	Eker, 1999
Orta Karadeniz	Ocak-Aralık 2002	3.8x10 ⁵	Bat vd., 2007
Orta Karadeniz	Ocak-Aralık 2003	5.7x10 ⁶	Bat vd., 2007

Morozova ve Wodjanitkaja (1963, Eker vd., 1999'dan), yaptıkları çalışmada Karadeniz'de 350 fitoplankton türü tespit etmişler ve toplam tür sayısının % 42'sini diatomların, % 41'ini ise dinoflagellatların oluşturduğunu bildirmişlerdir. Petrova-Karadjova (1973), yaptıkları çalışmada Batı Karadeniz'de 255 tür tespit etmiş, bu türlerin % 42'sinin diatom, % 39.6'sının dinoflagellat olduğunu rapor etmişlerdir. Uysal (1993), 1989 yılının Nisan ayında yaptıkları çalışmada Güney Karadenizde 92 fitoplankton türü tespit etmiş, toplam tür sayısının % 60'ını diatomların, % 20'sini dinoflagellatların oluşturduğunu belirtmiştir. Bunun yanında Şubat 1990'da ise 122 tür tespit etmiş bu örnekleme peryodunda da diatomların dinoflagellatlardan tür sayısı bakımından baskın olduğunu belirtmiştir. Nisan 1990'daki örneklemesinde ise tespit ettiği 56 fitoplanktonun % 52'sini diatomların, % 30'unu da dinoflagellatların oluşturduğunu rapor etmiştir. Bayraktar (1994), Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yaptığı çalışmasında toplam 136 istasyonda 118 fitoplankton türü tespit etmiş, bu türlerin 76'sının dinoflagellat ve 38'inin diatom olduğunu bildirmiştir. Karaçam ve Düzgüneş (1990), Kasım 1987- Ekim 1988 tarihleri arasında yaptıkları araştırmada toplam 17 diatom ve 12 dinoflagellat türü tespit etmişlerdir. Feyzioğlu (1990), Temmuz 1989 döneminde yaptığı çalışmada 62 diatom ve 36 dinoflagellat türü rapor etmiştir. Yine, Feyzioğlu (1996), çalışmasında 102 fitoplankton türü tespit etmiş bunların 56'sının diatom, 35'inin dinoflagellat olduğunu belirtmiştir. Uysal vd., (1997), yaptıkları araştırmada Nisan 1996 döneminde 73, Temmuz 1996 döneminde 119 fitoplankton türü tespit etmişler ve toplam tür sayısının Nisan dönemi içinde % 45'ini, Temmuz dönemi içinde ise % 60'ını dinoflagellatların oluşturduğunu rapor etmiştir. Eker vd., (1999), yaptıkları araştırmada (Mart-Nisan 1995 ve Ekim 1995) 142 fitoplankton türü tespit etmişler ve bu türlerin 59'unun dinoflagellat, 41'inin diatom olduğunu rapor etmişlerdir. Ediger vd., (2006) Batı Karadeniz'de Mayıs döneminde yaptıkları çalışmada toplam 62 fitoplankton türü tespit etmiş ve bunların % 81'ini dinoflagellatlar, % 18'ini diatomlar ve % 1'ini ise kokkolitofridlerin oluşturduğunu rapor etmişlerdir. Türkoğlu ve Koray (2002), Ağustos-1995 ve Temmuz-1996 dönemleri arasında Güney Karadeniz kıyılarında yaptıkları çalışmada toplam 179 tür tespit etmişlerdir. Bu türlerin 88'inin diatomlara, 83'ünün dinoflagellatlara ait olduğunu rapor etmişlerdir. Bat vd., (2007) Orta Karadeniz'de yaptıkları çalışmada 2002 yılına ait 107 tür ve 2003 yılına ait 94 tür rapor etmişlerdir. Feyzioğlu vd., (2007) Güney Doğu Karadeniz'de yaptıkları çalışmada 115 tür rapor etmişlerdir. Feyzioğlu vd., (2007) Güney Doğu Karadeniz'de 1993-1994 döneminde diatomların % 52,88'lik bir oranla ve

dinoflagellatların ise % 33,65'lik bir oranla temsil edildiğini bildirmiştir. Fitoplanktonik gruplar arasındaki bu oran 2001-2002 döneminde diatomlar için % 44.12'lik bir orana gerilerken dinoflagellat grupları için % 41.18'e yükselmiştir (Tablo 28). Aradan geçen bu sürede dinoflagellat oranında bir artış kaydedilirken diatom oranlarında azalış görülmüştür.

Tablo 28. Karadeniz'de yapılan fitoplanktonik çalışmaların tür sayısı bakımından karşılaştırılması (Bat vd., 2007'den).

Bölge	Tür Sayısı	Kaynak	Çalışma Dönemi
Güney Doğu Kar.	29	Karaçam ve Düzgüneş, 1990	Kasım 1987-Ekim 1988
Güney Doğu Kar.	104	Feyzioğlu, 1990	Temmuz 1989
Güney Kar.	92	Uysal, 1993	Nisan 1989
Güney Kar.	122	Uysal, 1993	Şubat 1990
Güney Kar.	56	Uysal, 1993	Nisan 1990
Tüm Kar.	118	Bayraktar, 1994	Temmuz 1992
Tüm Kar	121	Eker vd., 1999	Mart-Nisan 1995
Güney Kar	108	Eker vd., 1999	Ekim 1995
Tüm Kar	121	Uysal vd., 1998	Nisan 1996
Güney Kar	179	Türkoğlu ve Koray, 2002	Ağustos 1995-Temmuz 1996
Tüm Kar.	119	Eker vd., 2003	Haziran-Temmuz 1996
Tüm Kar.	65	Eker vd., 2003	Nisan 1998
Tüm Kar.	50	Eker vd., 2003	Eylül 1998
Güney Batı Kar.	62	Ediger vd., 2006	Mayıs 2001
Güney Kar.	110	Bat vd., 2007	Ocak 2002-Aralık 2003
Güney Doğu Kar.	102	Feyzioğlu vd., 2007	Mart-Nisan 93-94
Güney Doğu Kar.	68	Feyzioğlu vd., 2007	Mart-Nisan 2001-2002

Çalışma süresince toplam 89 tür belirlenmiş, bunların 53'ü dinoflagellat, 31'i diatom ve 5'i de diğer gruplar altında değerlendirilmiştir. Tespit edilen fitoplanktonik gruplar içerisinde kalitatif açıdan dinoflagellat grupları % 59.55 ile ilk sırada yer alırken diatom grupları % 34.83'lük bir oranla ikinci sırada temsil edilmiştir. Yukarıda sunulan literatür bilgilerinden de anlaşılacağı üzere diatom-dinoflagellat oranları değişmiştir. Önceki yapılan çalışmalarda (Bayraktar, 1994; Eker vd., 1999; Ediger vd., 2006) dinoflagellat baskınlıkları dikkat çekerken bu durum son zamanlarda değişmiş ve baskınlık diatom grupları tarafına kaymıştır. Feyzioğlu vd.,'nin (2007) bu bölgede yaptığı çalışmada yıllara

göre bulmuş olduğu diatom-dinoflagellat oranları bu değişimi destekler nitelikte olduğu söylenebilir. Bu durum bizim bulgularımızla da örtüşmemekte ve yüksek oranda dinoflagellat baskınlığı dikkat çekmektedir. Diğer çalışmalarla bir kıyaslama yapıldığında, ortaya çıkan farklılıkların ise çalışılan bölgenin kıyıya daha yakın olmasından, çalışma zamanının ve hidrolojik koşulların farklılık göstermesinden kaynaklandığı düşünülebilir.

4. 4. Işık

Fitoplanktonik organizmaların dikey dağılımını sınırlandıran en önemli fiziksel faktörlerden biri güneş radyasyonudur. Su ortamlarında, biyolojik çalışmalarda genellikle iki ışık birimi kullanılır; bunlardan birincisi Einstein (E) olup foton olarak ölçülür (1 Einstein bir mol foton veya 6.02×10^{23} fotona eşittir). İkincisi; Watt (W) olup radyasyon enerjisi olarak ölçülür ($1 \text{ W/m}^2 = 4.16 \mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$,ye eşittir) (Lalli ve Parsons, 1993). Radyasyon enerjisi ışığın dalga boyuna bağlıdır, bundan dolayı farklı dalga boyuna sahip olan ışık farklı derinliklere inmekte ve fotosentezde kullanılmaktadır. Fotosentezde 400-700 nm spektral aralıkta ışık kullanılır ve fotosentetik aktif radyasyon (PAR) olarak adlandırılır.

Çalışma süresince % 1 PAR derinliği kıyı ve açık istasyonda sırasıyla ortalama 27 ve 30 m olarak ölçülmüştür. Yıl içerisinde Diatom grupları her iki istasyonda da % 1 PAR derinliği olan 30 m'nin üzerinde daha yoğun olduğu görülmüştür (Şekil 64-65). % 1 PAR derinliğinden sonra ağırlıklı olarak *E.huxleyii*'nin temsil ettiği diğer grup söz konusu baskınlığı devralmıştır. *E.huxleyii* nin bu derinlikten sonra baskın oluşunun türün ışık adaptasyon mekanizmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü *E.huxleyii* için marker olan 19-Heksanoloksifukoksantin pigmenti 500-550 nm dalga boyu aralığındaki ışığı en iyi şekilde absorbe etmektedir (Haxo., 2004). Bu spektruma ait ışık yeşil ışık olup, daha derinlere kadar inebilmektedir. İstasyonlara ait hiperspektral ışık dağılımı Şekil 26'da sunulmuştur. 500-550 nm spektral aralıktaki ışığın 60 m'ye kadar indiği görülmektedir. % 1 PAR derinliğinin altında *E.huxleyii* nin daha baskın olmasının yeşil ışığı daha iyi absorbe etmesinden kaynaklandığı söylenebilir.

Karadeniz'de ışıklı tabakanın kalınlığı veya pratik olarak ışığın yüzeydeki değere göre %1'e indiği derinlik 1997-1998 dönemi için 20-35 m olarak belirlenmiştir. Fotosenteze bağlı biyolojik aktivite bu tabakada yoğunken, ışığın % 0.1-1 aralığında da

(50-60m'ye kadar) aktivite devam edebilmekte hatta bu sınırı da zorlayarak <math><0.1</math> ışık derinliklerde (70-90m) fitoplankton populasyonları gözlenebilmektedir. Fotosentetik aktif proseslerin gözleendiği bu tabakada ışık sönüm katsayısı (K_d), ise 0.1-0.25 m^{-1} aralığında hesaplanmıştır (Kıdeyş., 2000). Yılmaz vd., (1998), 1995-96 yaz-sonbahar döneminde Güney Karadeniz kıyıları için PAR değerlerini 15-40 m arasında rapor etmişlerdir. Yine Güney Karadeniz'de Temmuz 1997-Eylül 1998 dönemlerinde yürütülen başka bir çalışmada ise PAR derinliği 20-35 m arasında belirlenmiştir (Yayla vd., 2001). Bu çalışmada elde edilen PAR derinlikleri daha önceden yapılmış olan çalışmalarla örtüşmektedir. Kıyı ve açık istasyonlarda okunan PAR değerlerinde ki farklılık temelde mevsimsel koşullardan kaynaklanmaktadır. Yine suda asılı veya çözülmüş organik maddeler, fitoplankton yoğunluğu gibi faktörler suyun ışık geçirgenliğini azaltarak PAR derinliğinin daha yukarılara çıkmasına neden olur. Benzer şekilde CTD profillerinden okunan türbidite değerleri ışık miktarının az olduğu dönemlerde yüksek oranda bulunmuştur.

Işık verilerinden hesaplanan sönüm katsayıları (K_d) kıyı sularda ortalama $0.18 \pm 0.07 m^{-1}$ ve açık sularda ise $0.18 \pm 0.06 m^{-1}$ olarak bulunmuştur. En yüksek sönüm katsayısı Mart 2010 döneminde kıyı sularda $0.23 m^{-1}$ olarak kaydedilmişken bu değer açık sularda ise Mart ve Mayıs 2010 dönemlerinde $0.19 m^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Yılmaz vd., (1998) 1995-1996 periyodunda Güney Karadeniz kıyılarında yürüttükleri çalışmada ışık sönüm katsayılarını $0.125-0.350 m^{-1}$ olarak rapor etmektedir. Yayla vd., (2001) Temmuz 1997-Eylül 1998 dönemleri için sönüm katsayılarının $0.1-0.25 m^{-1}$ arasında değiştiğini bildirmektedirler. Bölgede yapılmış çalışmalar ile mevcut bulgular kıyaslandığında, bulguların tutarlı olduğu görülmektedir. Ortaya çıkan farklılıkların zamana ve mevsim farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4. 5. Pigment

Fitoplankton grupları için marker niteliği taşıyan fotosentetik pigmentlerin doğru ve kesin bir şekilde tespit edilmesi ekosistemin dinamiğini ve yapısını anlamaya yardımcı olmaktadır. Mevcut çalışma kapsamında alg grupları için belirleyici olan fotosentetik pigmentler HPLC tekniği ile belirlenmiş, mikroskobik hücre sayımları ile desteklenerek kemotaksonomik yaklaşımlar yapılmaya çalışılmıştır.

HPLC yöntemi dünya denizlerinde bir çok araştırmacı tarafından (Wright ve Jeffrey, 1987; Gieskes, 1991; Millie vd., 1993; Jeffrey ve Vesk., 1997) yaygın bir şekilde kullanılmasına rağmen Karadeniz’de sadece Ediger vd.,’nin (2006) Batı Karadeniz’de yaptığı çalışma bulunmaktadır. Adı geçen yöntem Karadeniz için yeni sayılabilecek bir yöntemdir. Ediger vd., (2006) fotik bölgede Mayıs 2001 döneminde ortalama klorofil-a konsantrasyonunu 0.15-1.23 µg/L arasında bildirmişlerdir. Aynı çalışmada maksimum klorofil-a konsantrasyonu ilk 15 m’lik su kolonu içerisinde tespit edilmiş olup yüzey tabakasında bu değer 1.7 µg/L olarak belirlenmiştir. Doğu Karadeniz’de yıllık ölçekte yürütülen bu çalışmada elde edilen klorofil-a bulguları yukarıdaki çalışma ile kıyaslandığında ortalama klorofil-a konsantrasyonları (1.97-1.84 µg/L) daha yüksek bulunmuştur (Şekil 61). Bu durumum yüksek orandaki fitoplankton bolluğundan (3.4×10^6 hücre/L) kaynaklandığı düşünülmektedir. Diğer belirleyici pigmentler kıyaslandığında Peridinin, Fukoksantin ve 19-Hex. konsantrasyonları sırasıyla 0.04-0.45 µg/L; 0.06-1.45 µg/L ve 0.04-0.43 µg/L arasında değişim göstermiştir. Ediger vd., (2006) tek dönemde yapmış oldukları çalışmada peridinin, fukoksantin ve 19-heks. konsantrasyonlarını sırasıyla 0.03-0.33 µg/L; 0.02-0.18 µg/L ve 0.04-0.19 µg/L rapor etmişlerdir. Bu çalışmada ise Mayıs dönemine ait peridinin, fukoksantin ve 19-Heks. konsantrasyonları sırası ile 0.35-0.45 µg/L; 0.15-1.45 µg/L ve 0.06-0.17 µg/L arasında değişim göstermiştir. Bulgular kıyaslandığında bu çalışmadan elde edilen değerlerin oldukça yüksek olduğu dikkat çekmektedir. Bu durumun temel nedeni bölgesel farklılıktır çünkü Ediger vd., (2006) Batı siklonunda ve oldukça derin bölgelerde çalışmışlardır. Bu çalışmada ise çalışma istasyonları kıyıya daha yakın olup yüksek verimliliğe sahiptir.

Karadeniz’de yapılan çalışmalar incelendiğinde bunların daha çok yüzey suyu klorofil-a değerlerini kapsayan ve uzaktan algılamaya dayalı çalışmalar olduğu dikkat çekmektedir. Yapılan bu çalışmalar, 1978-1986 döneminde ekolojik olarak basenin dengede ve durağan bir su kütesine sahip olduğunu göstermiştir (Kopelevich vd., 2002). Karadeniz’in derin kısımları için 1964-1986 periyodu Mayıs-Eylül ayları arasında ortalama yüzey suyu klorofil-a konsantrasyonu 0.15 ± 0.04 µg/L olarak rapor edilmiştir. Sonrasında ise, 1988-1991 dönemi için ortalama yıllık 0.06 µg/L bir oranla artış göstermiş ve 1992 yılında hızlı bir artışla 0.99 ± 0.07 µg/L seviyesine yükselmiştir. Bu değer 1993 yılında 0.26 ± 0.08 µg/L seviyesine gerilemiş ve 1993-1996 döneminde yıllık 0.02 µg/L’lik bir oranla azalış göstermiştir (Yunev vd., 2002). Başka bir çalışmada ise tüm basen için 1998-2001 yılları için ortalama klorofil-a değerlerinin $0.59-0.69$ µg/L arasında değiştiği rapor

edilmektedir (Kopelevecih vd., 2004). Krupatkina ve Berseneva (1995), Kasım-Aralık 1991 tarihleri arasında Ukrayna kıyılarında yürüttükleri çalışmada yüzey klorofil değerlerinin 0.2-0.6 µg/L arasında değiştiğini rapor etmişlerdir.

Yerinde *In situ* olarak gerçekleştirilen çalışmalar incelendiğinde; Güney Karadeniz kıyılarında 1995-1996 ilkbahar-sonbahar periyodunda gerçekleştirilen çalışmada fotik bölge için klorofil değerleri 0.1-1.5 µg/L arasında rapor edilmiştir (Yılmaz vd., 1998). Karadeniz'in Anadolu sahillerini kapsayacak şekilde Haziran-Temmuz 1996, Mart-Nisan 1998 ve Eylül 1998 tarihlerinde yürütülen başka bir çalışmada ise yüzey klorofil değerleri bu dönemler için sırasıyla 0.34±0.13 µg/L, 0.42±0.36 µg/L ve 0.40±0.22 µg/L olarak rapor edilmiştir (Eker-Develi vd., 2003). Yayla vd., (2001), Temmuz 1997 ve Eylül 1998 dönemleri için Güney Karadeniz için yüzey suyu klorofil-a değerlerini <0.5-1.5 µg/L arasında değiştiğini rapor etmektedirler. Yine başka bir çalışmada, Yılmaz vd., (2006) İstanbul boğazından Kuzey Batı kıta sahanlığına kadar olan bölge için Mayıs-Haziran 2001 döneminde yüzey suyu klorofil-a değerlerini 0.03-1.92 µg/L arasında rapor etmektedirler. Aylık dönemler halinde yürütülen bu çalışmada ise yüzey suyu klorofil değerleri kıyı sularda ortalama 3.83 µg/L iken açık sularda ortalama 1,79 µg/L olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bu değerler yukarıda sunulan literatür verileriyle kısmen uyumluluk göstermekle beraber biraz yüksek çıkmıştır. Bunun bu denli farklı çıkmasının kullanılan yöntemin farklı olması, çalışılan bölgenin ve dönemlerin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Karadeniz için HPLC yöntemi kullanılarak pigment karakterizasyonu oldukça yeni bir yöntemdir. Daha önce yapılmış olan tek çalışma Ediger vd.,'nin (2006) çalışması karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmanın bulguları ile bizim bulgularımız yukarıda kıyaslanmış ve bulguların çalışılan dönemle tutarlılık gösterdiği görülmüştür.

Doğal fitoplanktonik gruplarda derinlikle beraber düşük ışık konsantrasyonlarında klorofil-a'ya oranla aksesuar pigment konsantrasyonları artış göstermektedir (Neori ve diğ., 1984). Çalışma sahasında pigment konsantrasyonlarının derinliğe bağlı değişimleri incelendiğinde kıyı istasyonunda fukoksantin 20 m'de en yüksek konsantrasyonda tespit edilmiştir. Açık istasyonda ise daha düşük seviyede kalmış olup derinlikle beraber azalmıştır. Bu derinlikte kıyı istasyonunda diatom hücre sayısı düşük olmasına rağmen pigment konsantrasyonu en yüksek oranda tespit edilmiştir. Diatom grupları dinoflagellat gruplarına göre daha az ışığa gereksinim duymaktadırlar. Düşük enerji düzeylerine adapte olmuş gruplarda fotosentetik aktivite düşük olmasına rağmen hücre içi pigment miktarı daha yüksek olabilmektedir. Çalışma bölgesinde yüksek oranda tespit edilen fukoksantin

konsantrasyonlarının bu grubun sahip olduğu adaptasyon mekanizmasından kaynaklanmaktadır. Peridinin konsantrasyonu yıllık ölçekte düşük oranlarda kalmış olup derinlikle beraber azalış göstermiştir. 19-Heksanoloksifukoksantin kıyı istasyonunda derinlikle beraber artış gösterirken açık istasyonda 10-35 m derinlikler arasında bir artış gösterdikten sonra tekrardan derinlikle beraber azalmıştır. Bu durumun farklı fitoplanktonik gruplarının sahip olduğu fotoadaptasyon mekanizmasından kaynaklandığı söylenebilir. Temel pigment olarak değerlendirilen klorofil-a konsantrasyonu kıyı istasyonunda ilk 30 m'lik su kolonunda oldukça yüksek oranda olup derinlikle beraber azalmıştır. Klorofil-a'nın bu eğilimine benzer bir eğilim fitoplankton hücre sayısında da gözlenmiştir. Açık istasyonunda ise 5-35 m derinlikler arasında yüksek olan klorofil-a konsantrasyonu derinlikle beraber azalmıştır (Şekil 65-66).

Çalışmanın yürütüldüğü dönem içerisinde farklı gruplar için marker pigment konsantrasyonu-hücre sayısı arasındaki ilişkiler değerlendirilmiştir. Dinoflagellat için marker niteliği taşıyan peridinin konsantrasyonu ile hücre sayısı arasında çok yüksek olamamakla beraber pozitif yönde paralellik tespit edilmiştir. Kıyı istasyonunda en yüksek peridinin konsantrasyonu (1.45 µg/L) Mayıs 2009 döneminde okunmasına rağmen en yüksek hücre sayısına Haziran 2009 döneminde ulaşmıştır. Dinoflagellat hücre sayısı ile peridinin konsantrasyonu arasındaki korelasyon eğri ve denklemleri (Şekil 51) incelendiğinde peridinin konsantrasyonun bu grup için taksonomik olarak belirleyici olabileceği söylenebilir ($r=0.63-0.51$).

Diatom grupları için belirleyici pigment olan ortalama fukoksantin konsantrasyonu kıyı istasyonunda Mayıs 2009 döneminde en yüksek oranda (1.45 µg/L) okunurken aynı dönemde ortalama diatom hücre sayısı da en yüksek değere ulaşmıştır. Yine Eylül 2009 döneminde yüksek oranda (1.15 µg/L) tespit edilen pigment konsantrasyonu ile diatom hücre sayısının uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir. Açık istasyonda ise Kasım 2009 döneminde Diatom grupları istasyonda baskın grup olarak gözlenmiş ve fukoksantin konsantrasyonu da en yüksek oranda (1.12 µg/L) okunmuştur. Diatom hücre sayısı ile fukoksantin konsantrasyonu arasındaki korelasyon eğri ve denklemleri de bu durumu açıkça ortaya koymaktadır (Şekil 54). Kıyı istasyonunda yüksek oranda bir korelasyon gözlenirken ($r=0.68$) açık istasyonda ise bu ilişki derecesi düşük oranda kalmıştır ($r=0.41$).

Diğer grup içerisinde değerlendirilen ve baskın oranlarda bulunan *Emiliania huxleyii*'nin hücre sayısı ile 19'-Heksanoloksifukoksantin konsantrasyonun kıyı istasyonunda uyum içerisinde olduğu görülmüştür. Kıyı istasyonun aksine açık istasyonda

benzer bir paralellik kaydedilmemiştir. Haziran ve Kasım 2009 dönemlerinde yüksek oranda olan hücre sayısını destekleyecek şekilde pigment konsantrasyonu da yüksek değerlerde okunmuştur (Şekil 57). Aynı zamanda hücre sayısı ile pigment konsantrasyonu arasındaki korelasyon da bu durumu daha iyi açıklamaktadır ($r=0.45$).

Eldeki mevcut veriler önceki çalışmalarla (Wright ve Jeffrey, 1987; Jeffrey ve Vesk., 1997, Ediger vd., 2001; 2006) kıyaslandığında fitoplankton gruplarını kemotaksonomik açıdan karakterize etmek için kullanılan marker pigmentlerin bu amaç doğrultusunda kullanılabilirliğini göstermiştir. Ancak sadece marker pigmentleri kullanarak bu karakterizasyonu yapmak yanıltıcı olabilir (Gieskes, 1991; Millie vd., 1993). Bunu ancak mikroskobik hücre sayımları ile destekleyip kıyaslamak gerekmektedir ki bu çalışmada da HLPC sonuçları mikroskobik hücre sayımları ile desteklenmiştir.

4.6. Birincil Üretim

Birincil üretim miktarının tespiti bir denizin verimliliğinin anlaşılması açısından oldukça önem taşımaktadır. Dünya denizlerinde birincil üretimi belirlemeye yönelik birçok çalışma yapılmıştır. Karadeniz’de birincil üretimi belirlemeye yönelik yapılan çalışmalar incelendiğinde, çalışmaların daha çok Rus araştırmacılara ait olduğu dikkat çekmektedir (Bologa, 1984). Bu alanda ilk çalışmalar Finenko tarafından gerçekleştirilmiş olup, 1980’li yıllardan sonra ise bu tür çalışmaların sayısı giderek artmıştır (Bologa vd., 1979; 1984; 1985; 1986; Krupatkina ve Berseneva, 1995; Yılmaz vd., 1998; 2006; Bologa vd., 1999; Stelmakh, 1998, Yayla vd., 2001; Güneroğlu, 2007; Finenko 2010). Karadeniz’e ait ilk ölçüm Ağustos-Eylül 1960 döneminde Karadeniz’in kuzeybatı bölgesinde, İstanbul Boğazı ve Kerç Boğazı etrafında yapılan çalışmada C-14 tekniği kullanılmıştır (Stelmakh vd., 1998; Güneroğlu, 2007’den). Adı geçen çalışmada birincil üretim miktarının kuzeybatı bölgesi için $600-3000 \text{ mgCm}^{-2}\text{gün}^{-1}$, İstanbul Boğazı ve Kerç Boğazı çevresi için $300-600 \text{ mgCm}^{-2}\text{gün}^{-1}$ ve derin bölge için ise $50-200 \text{ mgCm}^{-2}\text{gün}^{-1}$ civarında değiştiği rapor edilmiştir. Yine başka bir çalışmada ise 1960-1991 periyodu için birincil üretim miktarının kuzeybatı kıta sahanlığı için $570-1200 \text{ mgCm}^{-2}\text{gün}^{-1}$, kıtasal yamaç için $320-500 \text{ mgCm}^{-2}\text{gün}^{-1}$ ve derin deniz bölgesi için ise $100-370 \text{ mgCm}^{-2}\text{gün}^{-1}$ arasında değiştiği rapor edilmiştir (Bologa vd., 1999). Bologa vd., (1979) tarafından Temmuz 1977 yılında Romanya kıyılarında yürütülen çalışmada günlük üretim miktarını $238-825 \text{ mgCm}^{-2}$ arasında bulmuşlardır. 1960-1985 yılları arasında bütün Karadeniz’i kapsayacak şekilde

yürütülen bir çalışmada ortalama birincil üretim değerleri $286-603 \text{ mgCm}^{-2}\text{gün}^{-1}$ olarak belirlenmiş olup maksimum fotosentetik üretim 5-10 m arasında tespit edilmiştir (Bologa, 1986). Yine Romanya kıyılarında 1982-1983 tarihlerinde aylık olarak yürütülen başka bir çalışmada birincil üretim miktarının $0.2-186 \text{ mgCm}^{-3}\text{saat}^{-1}$ arasında değiştiği rapor edilmiştir (Bologa, 1985). Adı geçen çalışmada kıyısız bölgede en yüksek birincil üretim değerleri sırasıyla Ağustos, Temmuz ve Mart aylarında belirlenmiştir. Ukrayna kıyılarında Kasım-Aralık 1991 döneminde yapılan başka bir çalışmada ise yüzey suyu birincil üretim değerleri $20-30 \text{ mgCm}^{-3}\text{gün}^{-1}$ olarak hesaplanmışken fotik bölgedeki üretim ise $40-140 \text{ mgCm}^{-3}\text{gün}^{-1}$ arasında hesaplanmıştır (Krupatkina ve Berseneva, 1995). Yayla vd., (2001) Temmuz 1997-Eylül 1998 dönemlerinde Karadeniz'in Anadolu sahillerinde yaptıkları çalışmada birincil üretim değerlerinin $62-785 \text{ mgCm}^{-2}\text{gün}^{-1}$ arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Yılmaz vd.,'nin (1998) 1995-1996 periyodunda Karadeniz'in Anadolu kıyılarında yürüttükleri çalışmada birincil üretim miktarlarını ilkbahar için $247-1925 \text{ mgCm}^{-2}\text{gün}^{-1}$, yaz/sonbahar dönemi için $405-687 \text{ mgCm}^{-2}\text{gün}^{-1}$ arasında tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada Sinop (Nisan 96) ve Sakarya (Haziran-Temmuz 96) açıkları için üretim değerlerini sırasıyla $1925-603 \text{ mgCm}^{-2}\text{gün}^{-1}$ olarak rapor etmişlerdir. Yılmaz vd.,'nin (2006) Mayıs-Haziran 2001 döneminde boğazlardan Kuzeybatı kıta sahanlığına kadar yürüttükleri çalışmada birincil üretim değerlerini $112-355 \text{ mgCm}^{-2}\text{gün}^{-1}$ arasında bulmuşlardır. Uzaktan algılama tekniği ile yapılan çalışmada 2002-2005 yılları arasında Karadeniz geneli için birincil üretim miktarlarını kıyı sular için $96-744 \text{ mgCm}^{-2}\text{gün}^{-1}$, açık sular için $170-583 \text{ mgCm}^{-2}\text{gün}^{-1}$ arasında değiştiği rapor edilmiştir. Açık sular için en yüksek üretim oranı haziran ayında tespit edilirken en düşük üretim Mayıs ayında okunmuştur. Kıyı sularda ise en yüksek değer Mayıs ayında tespit edilirken en düşük değer Aralık ayında okunmuştur. Adı geçen çalışmada yıllık ölçekte kıyı sularda Ocak, Mart, Mayıs-Haziran ve Eylül-Ekim dönemlerine ait 4 pik gözlenirken; açık sular ise Şubat, Haziran ve Ekim aylarına karşılık gelen 3 pik ile karakterize olmuştur (Güneroğlu, 2007).

Doğu Karadeniz bölgesinde hem kıyı hem de açık sularda iki aylık dönemler halinde yürütülen bu çalışmada birincil üretim miktarları kıyı sularda $431-1392 \text{ mgCm}^{-2}\text{gün}^{-1}$ arasında değişim gösterirken, açık sularda $126-1332 \text{ mgCm}^{-2}\text{gün}^{-1}$ arasında değişim göstermiştir. Çalışmanın yürütüldüğü dönem içerisinde en fazla üretim Ağustos 2009 ($1392 \text{ mgCm}^{-2}\text{gün}^{-1}$) ve Mart 2010 ($565 \text{ mgCm}^{-2}\text{gün}^{-1}$) dönemlerinde tespit edilmiştir. En düşük üretim ise kıyı sularda Mayıs 2010 döneminde okunurken açık sularda Temmuz 2010 döneminde okunmuştur. Hesaplanan üretim değerleri literatürde Karadeniz için rapor

edilen değerlerle örtüşmektedir. Yapılan bu çalışmada üretimin en yüksek olduğu dönemler Bologna (1985) ve Güneroğlu (2007)'nin bulguları ile dönem olarak uyuşmaktadır. Bölge için hesaplanan üretim miktarlarının literatür ile karşılaştırılması sonucunda ortaya çıkan farklılıkların temel bazı nedenleri vardır; bunlardan ilki çalışılan bölgenin ve dönemin farklı olması, bir diğeri çalışmanın yürütüldüğü zaman içerisindeki atmosferik hava koşulları, aşırı bulutluluk, nütrient konsantrasyonu, deniz suyunun askı yükü, CO₂ konsantrasyonu, ortamın fitoplanktonik yapısı ve yöntem farklılıkları sayılabilir. Çünkü yapılan bu çalışma deniz koşullarının elverdiği ölçüde yerinde (*In-Situ*) inkübasyon yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Karadeniz'de birincil üretimi belirlemeye yönelik yapılan çalışmaların çoğunda inkübatör yöntemi kullanıldığından bazı şartları kontrol etmek daha kolay olabilmektedir. Normal koşullar altında Karadeniz'in karakteristiği olarak yaz dönemi birincil üretim miktarlarının yüksek çıkması beklenmektedir. Ağustos 2009 döneminde en yüksek oranda okunan üretim değeri 2010 döneminde ise beklendiği kadar yüksek olmamıştır. Özellikle Temmuz 2010 döneminde yapılan C-14 deneyinde hava koşulları kötü olduğu için ışık verileri düşük okunmuştur. Bu durum direkt olarak üretimi etkileyen en önemli parametredir.

Üretimin derinliğe bağlı değişimi incelendiğinde ise üretimin ilk 10 m'lerde oldukça yüksek olduğu ve derinlikle beraber azaldığı görülmüştür. Özellikle mevsimsel termoklinin oluşmaya başladığı sıcak aylarda ise üretim miktarı bakımından yüzey ile % 1 ışık şiddetinin ulaştığı derinlikler arasında yüksek oranda farklılıklar gözlenmiştir. Bu durum mevsimsel termoklinden kaynaklanmaktadır. Ortamda yeterli ışık olmasına rağmen termoklin tabakası yüzey ile termoklin altı tabaka arasında bir engel teşkil ederek karışımı önleyerek nütrient girdisini etkileyip derin bölgelerde üretim oranının düşmesine neden olmaktadır. Özellikle soğuk aylarda su kolonu daha üniform bir yapı sergilediği için üretim genel olarak çok değişmemektedir ancak bu durumda da güneş radyasyonu yeterince dik gelmediği için yine üretimi sınırlamaktadır. Yani karışım tabakası mevsimsel termoklinle sınırlanmadığı zaman üretim miktarı % 1 ışık yoğunluğuna kadar fotik bölgede önemli ölçüde gerçekleşmektedir. Bu durumda birincil üretimde ışığın yanı sıra karışım da önemli bir role sahiptir. Çalışmanın yapıldığı dönem içerisinde özellikle Mart 2010 dönemine ait üretim miktarları derinlikle beraber azalış göstermişken, mevsimsel termoklinin oluştuğu sıcak aylarda ise bu değişim çok daha fazla olmuştur.

5. SONUÇLAR

Şubat-Aralık 2009 tarihleri arasında Güney Doğu Karadeniz kıyısal ekosisteminde yürütülen bu çalışmada; fitoplanktonun kalitatif ve kantitatif değişimi, fotosentetik pigment konsantrasyonları, birincil üretim miktarı ve bunların çevre koşulları ile etkileşimi konuları ele alınmıştır. Araştırmada Trabzon sahil şeridinde 2 ve 8 deniz mili mesafesinde yer alan iki farklı istasyonda (kıyı ve açık deniz istasyonu) yüzeyden itibaren 5'er m aralıklarla 60 m derinliğe kadar olan su kolonunda fiziksel, kimyasal ve biyolojik veriler alınmıştır. Böylelikle su kolonu fotik bölgenin de içinde olduğu aylık düzenli seferler ile yoğun bir şekilde örneklenmiştir. Çalışmadan çıkan sonuçlar aşağıda sunulmuştur;

Çalışma sahasında, yüzey suyu sıcaklıklarının mevsime bağlı olarak oldukça değişken olduğu tespit edilmiştir. Mevsimsel termoklin tabakası Haziran-Temmuz, Ağustos ve Eylül dönemlerinde 20-30 m derinliklerde oluşmuştur. Soğuk ve az tuzlu suların daha sıcak ve tuzlu suların üzerinde yer aldığı Karadeniz'in özgün bir tabakalaşma yapısı gösterdiği bilinen bir gerçektir. Tuzluluk profilleri Karadeniz'in genel karakteristiğine uyan bir profil oluşturmuştur. Ancak gerek yüzey sularında ve gerekse derin sularda önceki yıllara nazaran tuzluluğun azaldığı görülmüştür. Oksijence zengin üst tabaka yılın sıcak geçen dönemlerinde yüzey daha yakın (40-60 m), soğuk dönemlerde ise daha derinde (60-80 m) belirlenmiştir. Her iki durumda da oksijenli tabaka genellikle $\sigma\text{-}\Phi=14.5 \text{ kgm}^{-3}$ ile sınırlı kalmıştır. Bu tabakanın altında ise oksijence fakir suboksik tabaka şekillenmiş ve $\sigma\text{-}\Phi=16.0 \text{ kgm}^{-3}$ 'e tekabül eden derinliklerden (140-170 m) sonra ise tamamen oksijensiz olan anoksik bölge yer almıştır. Elde edilen PAR profilleri kıyı suların daha yoğun nehir girdisi ve askı yükü etkisi altında olduğunu göstermiştir.

Nütrient konsantrasyonları ile fitoplanktonik hücre sayısı arasındaki ilişkiler incelendiğinde özellikle nitrat ve silikat konsantrasyonları ile hücre sayıları arasında negatif yönlü güçlü ilişkiler belirlenmiştir. Ignatiades vd., (1992), denizel ortamı besin elementleri yönünden sınıflandırarak verimliliğini ortaya koymuştur. Buna göre fosfat açısından $0.02 \mu\text{g-at/L}$ konsantrasyona sahip sular oligotrofik kabul edilmiş ve bunun 3-4 katı ($0.09 \mu\text{g-at/L}$) mesotrofik ve 11-15 katı ise ($0.34 \mu\text{g-at/L}$) ötrofik olarak kabul edilmiştir. Bu sınıflandırmaya göre çalışmanın yapıldığı bölge ve zaman için Karadeniz mesotrofik bir deniz özelliğindedir. Benzeri bir sınıflandırma toplam azot miktarına (nitrit,

nitrat ve amonyak) göre yapıldığında; oligotrofik sular için 0.59 $\mu\text{g-at/L}$, mesotrofik sular için 1.17 $\mu\text{g-at/L}$ ve ötrofik sular için ise 1.69 $\mu\text{g-at/L}$ olarak belirlenmiştir. Bu durumda çalışılan bölge her üç sınıfa da dahil edilebilir. Bu durum temelde mevsimsel ve bölgesel farklılıklardan kaynaklanmaktadır.

Kıyı sular fitoplankton bolluğu açısından 3 dönem ile karakterize olurken açık sularda ise 2 dönem ile karakterize olmuştur. Çalışmanın yürütüldüğü dönem içerisinde dinoflagellat grupları 53 tür ile temsil edilmişken, diatomlar ise 31 tür ile temsil edilmiştir. Çalışma sahası kalitatif baskınlık açısından dinoflagellat türleri ile karakterize olmuştur. Hücre sayılarına bakıldığında, kıyı ve açık suların diatom (% 52.55) ve ağırlıklı olarak *E.huxleyii*'nin oluşturduğu Haptophyta filumu (% 41.45) ile karakterize olduğu görülmüştür. Kantitatif baskınlık açısından kıyı sular diatom grupları ile temsil edilmişken açık sular ise ağırlıklı olarak *E.huxleyii*'nin oluşturduğu diğer gruplar ile temsil edilmiştir.

Derinliğe bağlı hücre sayıları değerlendirildiğinde; kıyısal bölgede diatomların 35 m'ye kadar baskın grup olduğu ve bu derinlikten sonra söz konusu baskınlığın *E.huxleyii* yönüne kaydığı görülmüştür. Açık sularda ise ilk 20 m'de diatomlar baskın iken bu derinlikten sonra *E.huxleyii*'nin baskın olduğu tespit edilmiştir. Bu değişim istatistiki olarak da doğrulanmış ve fitoplanktonik hücre yoğunluğu bakımından su kolonu içerisinde 3 farklı tabaka belirlenmiştir ($p<0.05$). Derinliğe bağlı olarak gözlenen bu değişim marker pigment oranları ile de uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir.

Yıl içerisinde baskın pigment klorofil-a olup, fitoplankton biyokütlesi ile uyum içerisinde olduğu tespit edilmiştir ($r=0.87-0.82$; $p<0.01$). Klorofil maksimum kıyı sularda yüzeyde okunmuşken, açık sularda ise 5 m'de okunmuştur. Kıyısal bölgede ilk 35 m'lik su kolonunda klorofil-a'nın baskın pigment olduğu ve bu derinlikten sonra 19-heksanoloksifukoksantin'in baskın pigment olduğu görülmüştür. Açık sularda ise baskın pigment yine klorofil-a olup bunu fukoksantin takip etmiştir.

HPLC sonuçlarına göre pigment konsantrasyonları ile hücre sayıları arasında tespit edilen pozitif ilişkiler sonucunda; fukoksantin pigmentinin diatom grupları için ($r=0.68$, $p<0.01$), peridinin dinoflagellat grupları için ($r=0.63$, $p<0.01$) ve 19-heksanoloksifukoksantin'in ise kokkolitofor için ($r=0.46$, $p<0.01$) marker pigment olarak kullanılabilirliği görülmüştür. Aynı zamanda diadinoksantin konsantrasyonunun da diatom grupları için marker pigment olarak kullanılabilirliği de görülmüştür ($r= 0.69$, $p<0.01$).

Hesaplanan birincil üretim değerleri Karadeniz'in verimli bir deniz olduğunu göstermiştir. Karadeniz'in Anadolu sahillerinde yürütülen diğer çalışmalarla (Orta ve Batı

Karadeniz) kıyaslandığında çalışma bölgesinin düşük verimlilikte olduğu görülmüştür. Bu durum tamamen hidrolojik koşullardan kaynaklanmaktadır. Çünkü adı geçen bölgeler yoğun nehir deşarjının etkisi altındadır. Özellikle Sinop bölgesi upwelling bölgesi olduğu için verimliliği olumlu yönde etkilemektedir.

Birincil üretim değerleri ile klorofil-a konsantrasyonları arasında yüksek oranda pozitif ilişkiler belirlenmiştir ($R^2=0.65-0.86$). Birincil üretimin derinlikle değişimi incelendiğinde mevsimsel termoklinin görülmediği soğuk aylarda üretim ışığa bağlı olarak derinlikle beraber azalış göstermiştir. Mevsimsel termoklinin oluştuduğu dönemlerde ise yüzey ile alt tabaka suları arasında üretim miktarı bakımından bariz farklılıklar tespit edilmiştir.

6. ÖNERİLER

Karadeniz son derece verimli bir deniz olup, sahip olduğu dinamikler ile yıllardır birçok araştırma grubunun ilgi odağı olmuştur. Sahip olduğu bu dinamiklerden dolayı bölge ile ilgili yapılacak çalışmalarda birçok faktörü bir arada düşünmek gerekmektedir.

Fitoplankton grupları birincil üretimi oluşturmalarından dolayı bir ekosistemin taşıma kapasitesinin belirlenmesinde birinci adım olarak kullanılabilir. Sahip oldukları yüksek rejenerasyon yetenekleri ortam koşullarında ve besin zincirinde meydana gelebilecek her türlü değişme cevap verebilmeye imkan tanır. Besin zincirinin ilk halkasında meydana gelebilecek aksaklıklar tüm trofik seviyeyi etkiler. Ekosistemde meydana gelen değişmelerin etkilerini anlayabilmek için bu organizma gruplarının hızlı ve kısa bir zamanda tespit edilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Dünyanın birçok yerinde fitoplankton biyomasındaki değişimler sürekli izleme programları ile takip edilmektedir. Yürütülen çalışmaların sağlıklı ve yorumlanabilir olması süreklilik arz etmelerine bağlıdır. Bu noktada sürekli izleme programlarının önemi daha da ön plana çıkmaktadır. Ancak bu tür programların kısa zamanda ve geniş alanları kapsayacak şekilde yürütülmesi daha da önemlidir.

Bu bağlamda çalışma bölgesinde HPLC tekniği kullanılarak yapılan taksonomik yaklaşımlar oldukça iyi sonuçlar vermiştir. Aynı zamanda mikroskobik hücre sayımları ve HPLC sonuçları fitoplanktonun topluluklarının taksonomik karakterizasyonunda rahatlıkla kullanılabileceğini göstermiştir. Ayrıca her iki teknik birlikte kullanıldığında fitoplanktonun fizyolojik durumu hakkında daha doğru sonuçlar verebilir. Ancak bu alanda daha doğru bir şekilde kemotaksonomik yaklaşımlar yapabilmek için geniş ölçekli çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Karadeniz'in Anadolu sahillerinde fitoplanktonik çalışmalar daha çok lokal ve kısa süreli olması bu tür çalışmaların ne kadar zahmetli ve zaman aldığı bir göstergesidir. HPLC tekniği ile bu tür sorunlar ortadan kalkmakta ve geniş alanları niteleyecek şekilde fitoplankton haritaları oluşturmak mümkün olabilecektir. Bölge için yeni bir yöntem olarak değerlendirilebilecek olan HPLC yöntemi uygulanarak yapılan kemotaksonomik yaklaşımlar bölgede yapılacak olan daha sonraki çalışmalara örnek teşkil edebilecek bir çalışma niteliğindedir. Özellikle kısa zamanda geniş ölçekli çalışma alanlarında fitoplankton gruplarının taksonomik olarak belirlenmesine imkan tanıdığı için uzaktan

algılama çalışmalarında da algoritmaların geliştirilmesine de destek sağlayacağı düşünülmektedir. Fitoplankton tür ve pigment kompozisyonu, nütrient rejimi, hidrografik dinamikler ve birincil üretim miktarı denizel ekosistemlerde farklı trofik seviyelerdeki etkileşimlerin belirlenmesinde oldukça önemli parametrelerdir. Bundan dolayı benzeri çalışmaların Karadeniz'in ülkemiz kıyıları için daha geniş alanlarda ve sürekli olarak yürütülmesi gerekliliğini de ortaya çıkarmaktadır. Çalışmanın bir deniz çalışması olması, gerek teorik ve gerekse uygulamalı birçok disipline ihtiyaç duyması konun önemini daha da artırmaktadır.

Bölgeye ait fitoplankton bloomları değerlendirilirken grazing baskısının ve denizlerin verimliliğinde yüksek katkıya sahip olan pikoplanktonik grupların da göz önünde bulundurulması bölgenin dinamiklerinin yorumlanmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Aynı zamanda belirlenen bloom dönemleri balıkçılık alanlarının belirlenmesine de önemli katkılar yapacaktır. Farklı grupların toplam fitoplanktona olan katkılarının tam olarak belirlenebilmesi için size-fraction yapılarak HPLC tekniği ile marker pigment oranlarının belirlenmesi ekosistemi anlamaya daha da yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Çalışmanın yürütüldüğü döneme ait hesaplanan birincil üretim değerleri Karadeniz'in verimli bir deniz olduğunu göstermiştir. Yapılan C-14 deneyleri bölge için başlangıç için yeterli nitelikte görülebilir ancak gerçek durumu daha kesin olarak ortaya koyabilmek ve Karadeniz için genelledebilmek adına daha geniş kapsamlı ve uzun vadeli çalışmaların gerekliliği de göz ardı edilmemelidir. Çalışma alanlarının genişletilmesi ve çalışmalardaki sürekliliğin devamlılığı diğer bölgelerle ve hatta dünyanın diğer denizleri ile karşılaştırılma olanağını da arttıracaktır. Bölge için uygulanan C-14 tekniği bölge için bir ilk olma özelliği taşımaktadır. Bundan dolayı bölgede ilerleyen zamanlarda çalışacak olan araştırmacılara temel teşkil edeceği düşünülmektedir. Elde edilen sonuçlar pigment dağılımları ile ilgili uydu verilerinin algoritmalarının geliştirilmesinde ve fitoplanktonik grupların biyomasının belirlenmesi çalışmalarına da bir temel oluşturacağı düşünülmektedir.

7. KAYNAKLAR

- Anonim, 1989. Ulusal Deniz Ölçme ve İzleme Programı Doğu Karadeniz Alt Projesi 1988 Dönemi Yıllık Raporu, Proje No: DEBÇAĞ-47/G, ODTÜ, İçel.
- Anonim, 1990. Ulusal Deniz Ölçme ve İzleme Programı Doğu Karadeniz Alt Projesi 1989 Dönemi Yıllık Raporu, Proje No: DEBÇAĞ-58/G, ODTÜ, İçel.
- Antoine, D., Andre, J. M. ve Morel, A., 1996. Oceanic primary production 2. Estimation at global scale from satellite (CZCS) chlorophyll-a, Global Biogeochemical Cycles, 10, 57-69.
- Balech, E., 1988. Los dinoflaelados del Atlantici sudoccidental, Publ. Espec. Inst. Esp. Oceanogr. N, 1 Madrid, 299 s.
- Barale, A. ve Murray, C., 1995. The Surface Colour Field of Enclosed Marine Basins: Pigment Patterns of the Black Sea, Remote Sensing Reviews, 12, 61-82.
- Barlow, R. G., Cummings, D. G. ve Gibb, S. W., 1997. Improved Resolution of mono- and Divinyl Chlorophyll-as a and b and Zeaxsantin and Lutein in Phytoplankton Extracts Using Reverse Phase C-8 HPLC, Marine Ecology Progress Series, 161, 303-307.
- Baştürk, Ö., Saydam, C., Salihoğlu, İ., Eremeva, L. V., Konovalov, S. K., Stoyanov, A., Dimitrov, A., Cociasu, A., Dorogan, L.ve Altabet, M., 1994. Vertical Variation in the Principle Chemical Properties of Black Sea in the Autumn of 1991, Marine Chemistry, 45, 149-165.
- Bat, L., Sahin, F., Satılmış, H.H., Üstün, F., Kideyş, A. E., Shulman, G. E. ve Özdemir, Z. B., 2007. Karadeniz'in Değişen Ekosistemi ve Hamsi Balıkçılığına Etkisi, Journal of Fisheries Scineces.com, 1,4, 191-227.
- Bianchi, T. S., Lambert, C. ve Biggs, D. C., 1995. Distribution of Chlorophyll-a a and Phaeopigments in the Nothwestern Gulf of Mexico: a Comparison between Flourometric and High-Performance Liquid Chromatography Measurements, Bulletin of Marine Sciences, 56,1, 25-32.
- Bodeanu, N., 1989. Algal Blooms and Development the Marine Phytoplankton Species at the Romanian Black Sea Littoral Under Eutrophication Conditions, Cercetari Marine, 22, 107-125.
- Bologa, A. S. ve Frangopol, P.T., 1979. The Use of ¹⁴C Method by Liquid Scintillation Counting for Estimating Planktonic Primary Productivity off The Romanian Black Sea Coast, Cercetari Marine, 12, 81-86.

- Bologa, A. S., Skolka, H. S. ve Frangopol, P.T., 1984. Annual Cycle of Planktonic Primary Productivity off The Romanian Black Sea Coast, Marine Ecology Progress Series, 19, 25-32.
- Bologa, A. S., 1985. Methodological Investigations on the ^{14}C uptake for Planktonic Primary Productivity Estimates, Rapp. Int. Mer Medit., 29, 9, 147-150.
- Bologa, A. S., 1986. Planktonic Primary Productivity of the Black Sea: A Review, Thalassia Jugoslavica, 21-22, 1-2, 1-22.
- Bologa, A. S., Frangopol, P. T., Vedernikov, V. I., Stelmakh, L. V., Yunev, O. A., Yılmaz, A. ve Oğuz, T., 1999. Distribution of Planktonic Primary Production in the Black Sea, In *Envirennonmetal Degredation of the Black Sea: Challenges and remedies*, (Beşiktepe, S. T., Ünlüata, U. ve Bologa, A. S., Eds.), Kluwer Academic Publishers, 131-145.
- Booth, B.C., 1993. Estimating Cell Concentration and Biomass of Autotrophic Plankton using Microscopy. In: Kemp, P.F., Sherr, B.F., Cole, J.J. (Eds.), *Handbook of Methods in Aquatic Microbial Ecology*. Lewis Publishers, Boca Raton, FL, 199-205.
- Brewer, P.G. ve Murray, J.W., 1973. Carbon, Nitrogen and Phosphorus in the Black Sea, Deep Sea Research., 20, 803-808.
- Bode, A. ve Varela, M., 1998. Primary Production and Phytoplankton in three Galician Rias Altas (NW Spain): Seasonal and spatial Variability, Scientia Marina, 62(4), 319-330.
- Chisholm, S.W., Olson, R. J., Zettle, E. R., Goericke, R., Waterbury, J.B. ve Welschmeyer, J.B., 1988. A Novel Free-Liv-ing Prochlorophyte Abundant in the Oceanic Euphotic Zone, Nature, 334, 340-343.
- Chu, P. C., Ivanov, L. M. ve Margolina, T. M., 2005. Seasonal Variability of the Black Sea Chlorophyll-a Concentration, Journal of Marine Systems, 56, 243-261.
- Çoban-Yıldız, Y., Tuğrul, S., Ediger, D., Yılmaz, A. ve Polat, S. C., 2000. A Comparative Study on the Abundance and Elemental Composition of POM in three Interconnected basins: the Black, the Marmara and the Mediterranean Seas, Mediterranean Marine Science, 1, 51-63.
- Drebes, G., 1974. *Marines phytoplankton, eine auswahl der Hegolaender planktonagen (Diatomeen, peridineen)*, Georg Thieme, Stuttgart, 286 s.
- Ediger, D., Soydemir, N. ve Kideyş, A. E., 2006. Estimation of Phytoplankton Biomas Using HPLC Pigment Analysis in the Southwestern Black Sea, Deep-Sea Research Part II, 53, 1911-1922.

- Ediger, D., Weeks, A. R., Robinson, S. I. ve Sagan, S., 2001. Pigment Signatures Reveal Temporal Regional Differences in Taxonomic Phytoplankton Composition off the West Coast of Ireland, Journal of Plankton Research, 23, 893-902.
- Eker, E., Georgieva, L., Senichkina, L. ve Kideyş, A. E., 1999. Phytoplankton Distribution in the Western and Eastern Black Sea in Spring and Autumn 1995, ICES Journal of Marine Science, 56, 15-22.
- Eker-Develi, E. ve Kideyş, A. E., 2003. Distribution of Phytoplankton in the Southern Black Sea in Summer 1996, Spring and Autumn 1998, Journal of Marine Systems, 39, 203-211.
- Estrada, M., 1996. Primary production in the Northwestern Mediterranean, Scientia Marina, 60,2, 55-64.
- Falkowski, P. G. ve Raven, J. A., 2007. Aquatic photosynthesis, Princeton University Press, Second edition, 484 s.
- Feyzioğlu, A. M., 1990. Doğu Karadeniz Fitoplankton Türlerinin Kalitatif ve Kantitatif Yönden Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 52 s.
- Feyzioğlu, A. M., 1996. Doğu Karadeniz Kıyusal Ekosisteminde Fitoplankton Dinamiğindeki Mevsimsel Değişimler, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 120 s.
- Feyzioğlu, A. M. ve Seyhan, K., 2007. Phytoplankton Composition of South East Black Sea Coast, J. Black Sea/Mediterranean Environment, 13, 61-71.
- Finenko, Z. Z., Suslin, V. V. ve Churilova, T. Ya., 2010. Estimation of Phytoplankton Productivity in the Black Sea Based on Satellite Data, Doklady Biological Sciences, 432, 233-236.
- Finenko, Z. Z., Churilova, T. Ya., Sosik, H. M. ve Basturk, O., 2002. Variability of Photosynthetic Parameters of the Surface Phytoplankton in the Black Sea, Marine Biology, 42, 1, 53-67.
- Fogg, G. E., 1975. Primary Productivity, Chemical Oceanography, 2, 2nd Ed., Academic Press, London, 385-453.
- Foncelius, S. H., 1974. Phosphorus in the Black Sea, The Black Sea Geology, Chemistry and Biology, Edited by Degens E. T., Ross, D. A., Amer. Assoc., 6, 112-121.
- Fukuyo, Y., Takano, H., Chihara, M. ve Matsuoka, K., 1990. Red tide organisms in Japan (An illustrated taxonomic guide), Uchida Rokakuho Publishing, Tokyo, 407 s.
- Gargas., E., 1975. A Manual for Phytoplankton Primary Production Studies in the Baltic, the Baltic Marine Biologist in Cooperation with the Danish Agency of Environmental.

- Gieskes, W. W. C., 1991. Algal Pigments Fingerprints: Clue to Taxon-Specific Abundance, Productivity and Degradation of Phytoplankton in Seas and Oceans, Particle Analysis in Oceanography, vol. G27, NATO ASI Series, 61-69.
- Gieskes, W. W. C. ve Kraay, G. W., 1983. Dominance of Cryptophyceae during the Phytoplankton Spring Bloom in the Central North Sea Detected by HPLC Analysis of pigments, Marine Biology, 75, 179-185.
- Guillard, R. R. L., Murphy, L. S., Foss, P. ve Liaaen-Jensen, S., 1985. *Synechococcus* spp. as likely Zeaxanthin-dominant Ultraphytoplankton in the North Atlantic, Limnol. Oceanography, 30, 412-414.
- Güneroğlu, A., 2007. Karadeniz Oşinografisinin Yerinde Ölçüm ve Uzaktan Algılama Teknikleri ile Araştırılması, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Haxo, F., 2004. Photosynthetic Action Spectrum of the Coccolithophorid, *Emiliania huxleyii* (Haptophyceae): 19'-hexanoyloxyfucoxanthin as Antenna pigment, Journal of Phycology, 21, 2, 282-287.
- Hay, B., Honjo, S., Kempe, S., Ittekkot, V.A., Degens E.T., Konuk, T. ve İzdar, E., 1990. Interannual Variability in Particle flux in the Southwestern Black Sea, Deep-Sea Research, 37, 911-928.
- Honjo, S., Hay, B., Manganini, S.J., Degens, E.T., Kempe, S., Ittekkot, V.A., İzdar, E., Konuk, T. ve Benli, H.A., 1987. Seasonal Cyclicity of Lithogenic Particle Fluxes at a Southern Black Sea Sediment Trap Station, Mitt. Geol.-Palaont. Inst., University of Hamburg, F.R.G., 19-39.
- Ignatiades, L., Karydis, M. ve Vounatsou, P., 1992. A Possible Method for Evaluating Oligotrophy and Eutrophication Based on Nutrient Concentration Scales, 24 (5), 238-243.
- Ivanov, L., 1985. The Fisheries Resources of the Mediterranean Part Two: Black Sea, Etud. Rev, CGPM/ Stud. Rev, GFCM, 115 s.
- Jeffrey, S. W. ve Hallegraeff, G. M., 1987. Phytoplankton Pigments, Species and Light Climate in a Complex Warm-Core Eddy of East Australian Current, Deep-Sea Research, 34, 649-637.
- Jeffrey, S.W. and Vest, M., 1997. Introduction to Marine Phytoplankton and their Pigment Signatures. In S.W. Jeffrey, R.F.C., Mantoura, and S.W. Wright (eds.), Phytoplankton Pigments in Oceanography, UNESCO, Paris, 37-84.
- Jeffrey, S.W., Mantoura, R.C.F. ve Wright, S.W., 1997. Phytoplankton Pigments in Oceanography, Monographs on Oceanographic Methodology, UNESCO press, Paris, France, 661 s.

- Kaiser, M. J., Attrill, M. J., Jennings, S., Thomas, D. N., Barnes, D. K. A., Brierley, A. S., Polunin, N. V. C., Raffaelli, D. G. ve Williams, P. J. B., 2005. *Marine Ecology, Processes, Systems and Impacts*, Oxford University Press, 557 s.
- Karaçam, H ve Düzgüneş, E.,1990. Trabzon Sahil Şeridi Fitoplanktonu Üzerine Bir Araştırma, İ. Ü. Su Ürün. Dergisi, 4, 1, 95-102.
- Kıdeyş, A. E., Mutlu, E., Oğuz, T., Okyar, M., Özsoy, E., Tuğrul, S. ve Yılmaz, A., 2000. Akdeniz, Marmara Denizi, Türk Boğazlar Sistemi, Karadeniz ve Atmosfer Alt Projeleri, DAP ve Ulusal Deniz Araştırma ve İzleme Programı, 239-335 s.
- Kirk, J. T. O., 1994. *Light and Photosynthesis in Aquatic Ecosystems*, Second Edition, Cambridge University Press, 528 s.
- Kocataş, A., 1999. Oseanoloji Deniz Bilimlerine Giriş, Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Kitaplar Serisi, No:60, Bornova, İzmir, 358 s.
- Konuk, Y.T. ve Duman, M., 1988. Ulusal Deniz Ölçme ve İzleme Programı Doğu Karadeniz Ölçme ve İzleme Alt Projesi 1997 Dönemi Kesin Raporu, TÜBİTAK Araştırma Projesi, Proje No DEBÇAĞ 26-G.
- Kopelevich, O. V., Sheberstov, S. V., Yunev, O., Baştürk O., Finenko, Z. Z., Nikonov, S. ve Vedernikov, V. I., 2002. Surface Chlorophyll-a in the Black Sea over 1978-1986 Derived from Satellite and in situ Data, Journal of Marine Systems, 36, 145-160.
- Kopelevich, O. V., Burenkov, V. I., Ershova, S. V., Sheberstov, S. V. ve Evdoshenko, M. A., 2004. Application of SeaWiFS data for Studying Variability of Bio-Optical Characteristics in the Barents, Black and Caspian Seas, Deep Sea Research II, 51, 1063-1091.
- Krupatkina, D. K. ve Berseneva, G. P., 1995. Primary production and Chlorophyll -a in the Black Sea in Winter and Autumn Seasons, Oceanology, 34, 6, 775-779.
- Lalli, C. ve Parsons, T., 1993. *Biological Oceanography: An Introduction*; Butterworth-Heinemann, 320 s.
- Lohrenz, S. E., Redaljea, D. G., Verityb, P. G., Flaggc, C. N. ve Matulewskia, K. V., 2002. Primary production on the continental shelf off Cape Hatteras, North Carolina, Deep Sea Research II, 49, 4479-4509.
- Lorenzo, L. M., Arbones, B., Figueiras, F. G., Tilstone, G. H. ve Figueroa, F. L., 2002. Photosynthesis, Primary Production and Phytoplankton Growth Rates in Gerlache and Bransfield Straits during Austral summer: cruise FRUELA 95, Deep Sea Research II, 49, 707-721.
- Mantoura, R. F. C. ve Llewellyn, C.A., 1983. The rapid determination of algal Chlorophyll-a and Carotenoid Pigments and Their Breakdown Products in

- Natural Waters by Reverse-Phase High Performance Liquid Chromatography, Analytica Chimica Acta, 151, 297-314.
- Mee, L., 1992. The Black Sea in crisis: A need for concerted international action, Ambio, 21, 4, 286 s.
- Mihnea, P. E., 1987. The Eutrophication Process in the Inshore Romanian Black Sea, Revue Roumaine de Biologie, 32, 2, 149-155.
- Millie, D. F., Paerl, H.W. ve Hurley, J.P., 1993. Microalgal Pigment Assessments Using High Performance Liquid Chromatography: a Synopsis of Organismal and Ecological Applications, Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 50, 2513-2527.
- Millie, D.F., Paerl, H.W., Hurley, J.P. ve Kirkpatrick, G.J., 1993. Algal Pigment Determinations in Aquatic Ecosystems: Analytical Evaluations, Applications and Recommendations, Current Topics Bot. Res., 1, 1-13. Oceanography, UNESCO, Paris, 327-341 s.
- Miller, C. B., 2004. Biological Oceanography, Wiley-Blackwell Publishing, 416 s.
- Mordy, C.W., Stabeno, P. J., Ladd, C., Zeeman, S., Wisegarver, D. P., Salo, S. A. ve Hunt, G. I., 2005. Nutrients and Primary Production along the Eastern Aleutian Island Archipelago, Fisheries Oceanography, 14, 1, 55-76.
- Neori, A., Holm-Hansen, O., Greg Mitchell, B. ve Kiefer D. A. 1984. Changes in Spectral Absorption and Excitation of Chlorophyll-a Fluorescence, Plant Physiol., 76, 518-524.
- Obayashi, Y., Tanoue, E., Suzuki, K., Handa, N., Nojiri, Y. ve Wong, C. S., 2001. Spatial and Temporal Variabilities of Phytoplankton Community Structure in the Northern North Pacific as Determined by Phytoplankton Pigments, Deep-Sea Research I, 48, 439-469.
- Oğuz, T., Velikova, V., Cociasu, A. ve Korchenko, A., 2008. State of the Environment Report 2001-2006/7, the State of Eutrophication, 83-112 p.
- Okuş, E. ve Uysal, A., 1988. Küçükçekmece ve Büyükçekmece Göllerinin Klorofil-a Miktarları ve Birincil Verimliliğinin Saptanması, İ.Ü. Den. Bil. ve Coğ. Enst. Bülten Sayı: 5, 75-87.
- Parsons, T. R., Maita, Y. ve Lalli, C., 1984. Manual of Chemical and Biological Methods for Sea Water Analysis, Pergamon Press, Great Britain, 173 s.
- Parsons, T., Takahashi, M. and Hargrave, B., 1990. Biological Oceanographic Processes, Pergamon Press, Third Ed., Great Britain, 330 s.
- Platt, T. ve Sathyendranath, S., 2005. Modelling Marine Primary Production, EU-JRC Ocean Color Course Notes, Italy, 282 s.

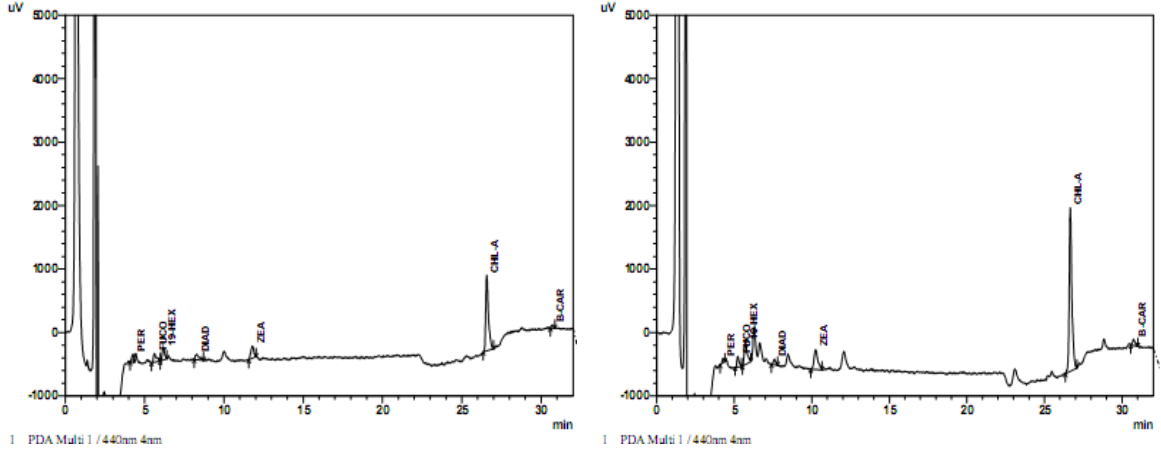
- Ramphi, L. ve Bernhard, M., 1978. Key for the determination of Mediterranean pelagic diatoms, Comit. Naz. Energia Nucleare, Roma, 72 s.
- Riley J.P. ve Skirrow, G., 1975. Chemical Oceanography, Academic Press, London.
- Satoh, H., Yamaguchi, Y., Watanabe, K. ve Aruga, Y., 1989. Light Conditions and Photosynthetic Productivity of Ice Algal assemblages in Lake Saroma, Hakkaido, The Japanese Society of Phycology, 37, 4, 274-278.
- Sivri, N., 1999. Solaklı Deresi Girdilerinin Kıyusal Pelajik Ekosisteme Etkileri, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Smith, W.O. ve Sakshaug E., 1990. Polar Phytoplankton, In: Smith, W.O. (Ed.), Polar Oceanography, Part B: Chemistry, Biology and Geology. Academic Press, San Diego, 477-525.
- Smith, R.C., Baker, K.S., Dierssen, H.M., Stammerjohn, S. E. ve Vernet, M., 2001. Variability of Primary Production in an Antarctic Marine Ecosystem as Estimated Using a Multi-Scale Sampling Strategy, American Zoologist, 41, 40-56.
- Sorokin, Y.U., 1986. The Black Sea in: Ecosystem of the World, 26 Estuaries and Enclosed Seas, Elsevier Publishing, New York, 253-292.
- Spector, D. L., 1984. Dinoflagellates, Academic Press, Florida, 545 s.
- Stauber, J.L. ve Jeffrey, S.W., 1988. Photosynthetic Pigments in fifty-one Species of Marine Diatoms. J. Phycol. 24, 158-172.
- Stumpf, R.P. ve Tyler, M.A., 1988. Satellite Detection of Bloom and Pigment Distribution in Estuaries. Remote Sensing of Environment, 24, 385-304.
- Stelmakh, L. V., Yunev, O. A., Finenko, Z. Z., Vedernikov, V. I., Bologa, A. S. ve Churilova, T. Y., 1998. Peculiarities of Seasonal Variability of Primary Production in the Black Sea, In: Ecosystem Modeling as management Tool for the Black Sea (Ivanov, L. I., Oguz, T., Eds.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1, 93-104.
- Sur, H.I., Özsoy, E., Ilyin, Y.P. ve Ünlüata, U., 1996. Coastal/Deep Ocean Interactions in the Black Sea and their Ecological/Environmental Impacts, Journal of Marine Systems, 7, 293-320.
- Tait, R. V. ve Dipper, F. A., 2001. Elements of Marine Ecology, Butterworth-Heinemann Pub., fourth edition, Great Britain, 462 s.
- Tomas, C. R., 1993. Marine Phytoplankton, A Guide to Naked Flagellates and Coccolithophotids, Academic Press, London, 263 s.

- Tomas, C. R., 1996. Identification Marine Diatoms and Dinoflagellates, Academic Press, San Diego, 598 s.
- Trees, C. C., Clark, D. K., Bidigare, R.R., Ondrusek, M. E. ve Mueller, J. L., 2000. Accessory Pigments Versus Chlorophyll-a Concentrations within Euphotic Zone: a Ubiquitous Relationships, Limnol. Oceanogr., 45, 5, 1130–1143.
- Turgut, S., Baştürk, O., Saydam, C. ve Yılmaz, A., 1992. Changes in the Hydrochemistry of Black Sea Inferred from Water Density Profiles, Nature, 359, 137-139.
- Tüfekçi, H., 1999. Sapanca Gölünde Fitoplankton Biyokütlesinin ve Birincil Verimliliğinin Dağılışı ve Mevsimsel Değişimleri, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi.
- Türkoğlu, M. ve Koray, T., 2002. Phytoplankton Species' Succession and Nutrients in the Southern Black Sea (Bay of Sinop), Turkish Journal of Botany, 26, 235-252.
- URL-1 <http://www.ims.metu.edu.tr/SeaDataNet/>
- Utermohl, H., 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen phytoplankton: Methodik Mitteilung Internationale Vereinigung Theoretische und Angewandte Limnologie, 9, 1–38.
- Uysal, Z., Kideyş, A. E., Senichkina, L., Georgieva, L., Altukhov, D., Kuzmenko, L., Manjos, L., Mutlu, E. ve Eker, E., 1997. Phytoplankton Patches Formed along the Southern Black Sea Coast in the Spring and Summer of 1996. NATO TU-Black Sea Assessment Workshop, June, Crimea, Ukraine.
- Vollenweider, R. A., 1974. A Manual on Methods for Measuring Primary Production in Aquatic Environments, Blackwell Scientific Publications, 171 s.
- Vukadin, I. ve Stojanoski, L., 1992. Distribution of Nutrients in the Eastern Adriatic Coastal Sea- Post Algal Bloom, Rapp. Comm. Int. Mer Médit., 33, 86-95.
- Webber, H. H. ve Thurman, H. V., 1991. Marine Biology, Harpercollins Publishers, Second Edition, 424 s.
- Wright, S. W. ve Shearer, J. D., 1984. Rapid Extraction and High-Performance Liquid Chromatography of Chlorophyll-a and carotenoids from Marine Phytoplankton, Journal of Chromatography, 29, 281-294.
- Wright, S. W. ve Jeffrey, W., 1987. Fucoxanthin Pigment Markers of Marine Phytoplankton Analysed by HPLC and HPTLC, Marine Ecology Progress Series, 38, 259-266.
- Wright, S.W., Thomas, D. P., Marchant, H. J., Higgins, H. W., Mackey, M. D. ve Mackey, D. J., 1996. Analysis of Phytoplankton of the Australian Sector of the Southern Ocean: Composition of Microscopy and Size Frequency Data with Interpretations of Pigment HPLC Data Using the CHEMTAX Matrix

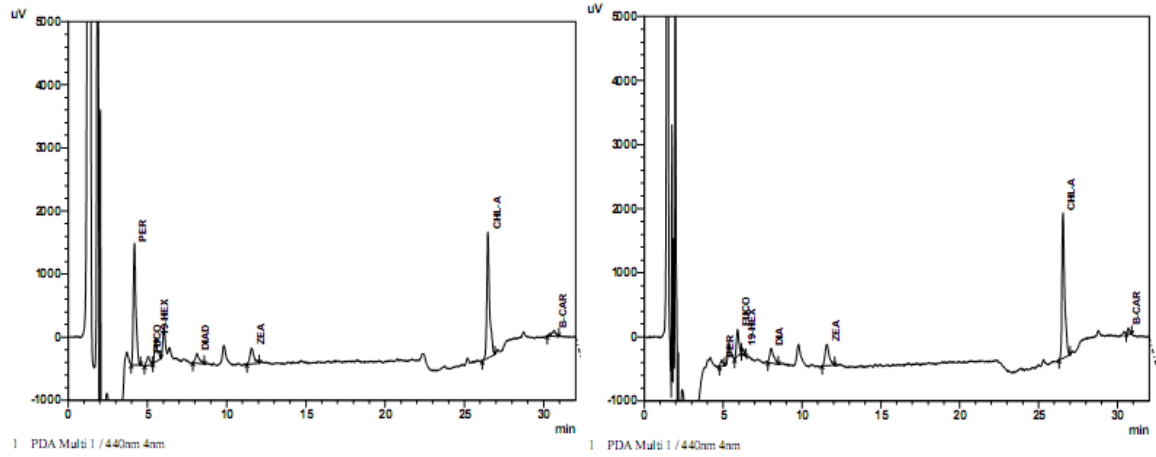
Factorization Program, Mar. Ecol. Prog. Ser. 144, 285-298.

- Yacobi, Y. Z., Pollinger, U., Gönen, Y., Gerhardt, V. ve Sukenik, A., 1996. HPLC Analysis of Phytoplankton Pigments from Lake Kinneret with Special Reference to the Bloom-Forming Dinoflagellate *Peridinium gatunense* (Diatom) and Chlorophyll-a Degradation Products, Journal of Plankton Research, 18, 1781-1796.
- Yamaguchi, Y., Kosaki, S. ve Aruga, Y., 1985. Primary Productivity in the Antarctic Ocean during the Austral Summer of 1983/84, Transactions of the Tokyo University of Fisheries, 6, 67-84.
- Yayla, M., Yılmaz, A. ve Morkoç, E., 2001. The Dynamics of Nutrient Enrichment and Primary Production Related to Recent Changes in the Ecosystem of the Black Sea, Aquatic Ecosystem Health and Management, 4, 33-49.
- Yılmaz, A., Tuğrul, S., Polat, Ç., Ediger, D., Çoban, Y. ve Morokoç, E., 1998. On the Production, Elemental Composition (C, N, P) and Distribution of Photosynthetic Organic Matter in the Southern Black Sea, Hydrobiologia, 363,141-156.
- Yılmaz, A., 2002. Türkiye Denizlerinin Biyo-jeokimyası: Dağılımlar ve Döngüler, Turkish J. Eng. Env. Sci., 26, 219-235.
- Yılmaz, A., Çoban-Yıldız, Y., Karakoç, F. T. ve Bologna, A., 2006. Surface and Mid-Water Sources of Organic Carbon by Photoautotrophic and Chemoautotrophic Production in the Black Sea, Deep-SeaResearch II, 53, 1988-2004.
- Yunev, O., Vladimir, A., Baştürk, Ö., Yılmaz, A., Kideyş, A. E., Moncheva, S. ve Konovalov, S. K., 2002. Long-term Variation of Surface Chlorophyll-a and Primary Production in the open Black Sea, Marine Ecology Progress Series, 230, 11-28.
- Zaitsev, Y. P., 1991. Land- Based Sources of Current Antropogenic Change in the Black Sea Ecosystem /ACOPS. Assessment of Land- Based Sources of Marine Pollution in the Seas Adjacent to the CIS., Book of Abstract, Sevastopal, April, 1, 38-41.
- Zaitsev, Y. P., 1998. Eutrophication of the Black Sea and Its Major Consequences, Black Sea Pollution Assesment, Black Sea Environmental Series.

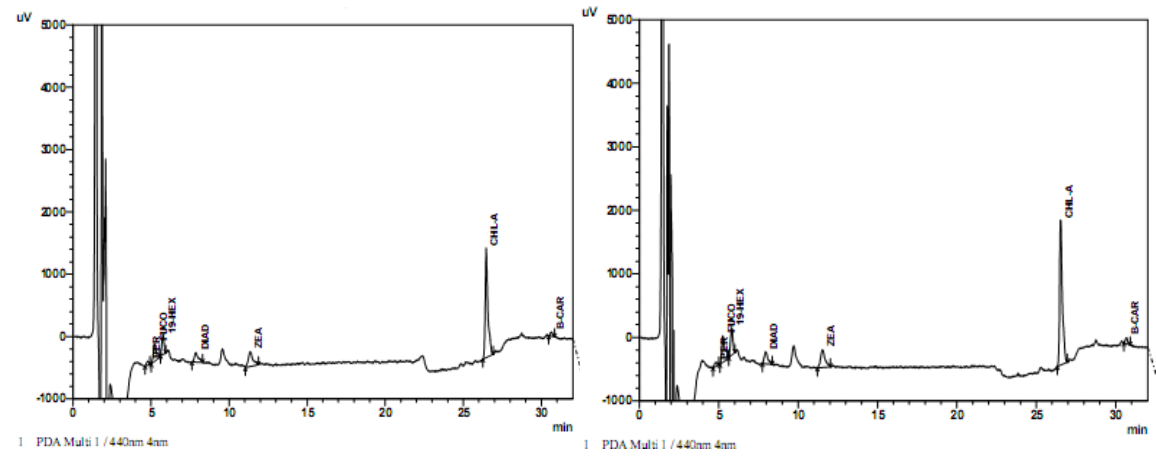
EKLER



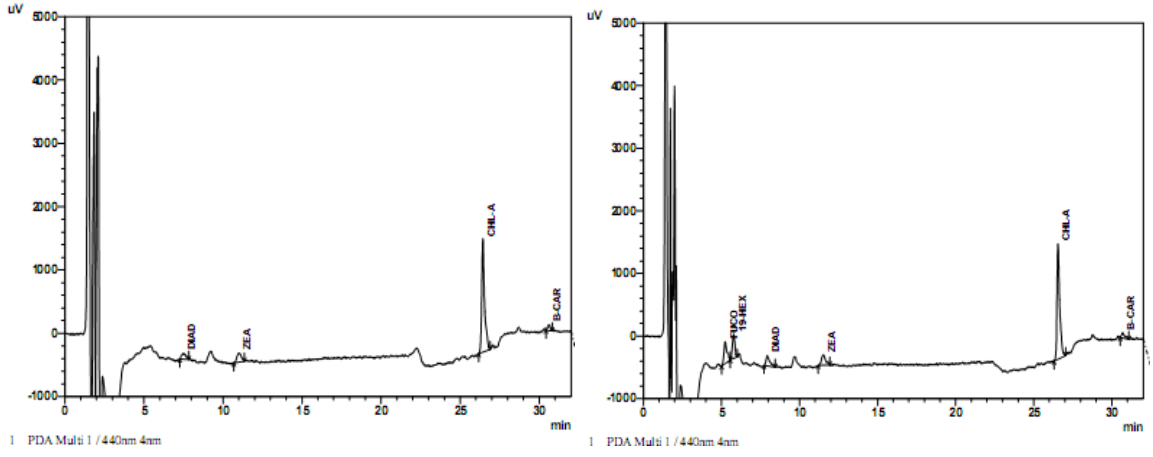
Ek Şekil 1. Şubat 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu yüzey örneğine ait kromatogram



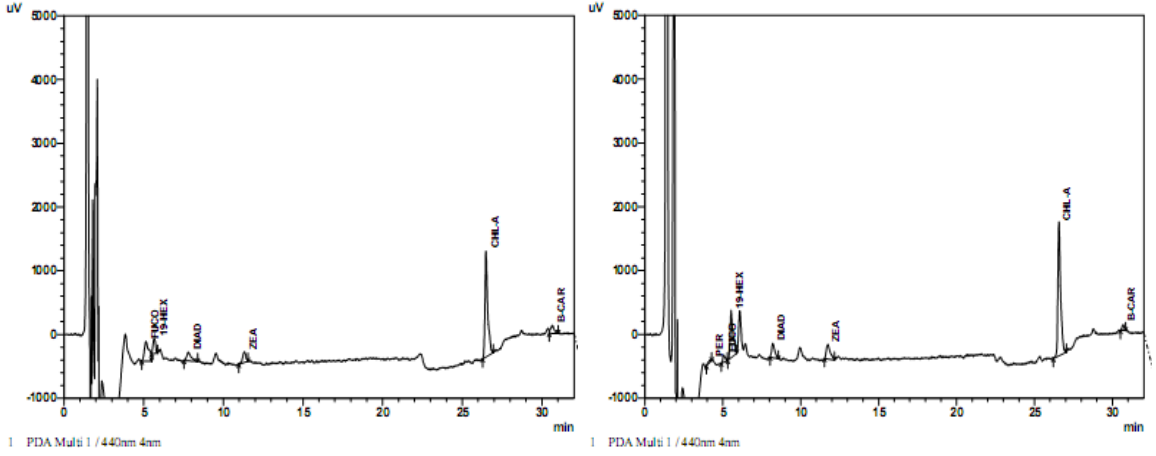
Ek Şekil 2. Şubat 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 5 m derinliğe ait kromatogram



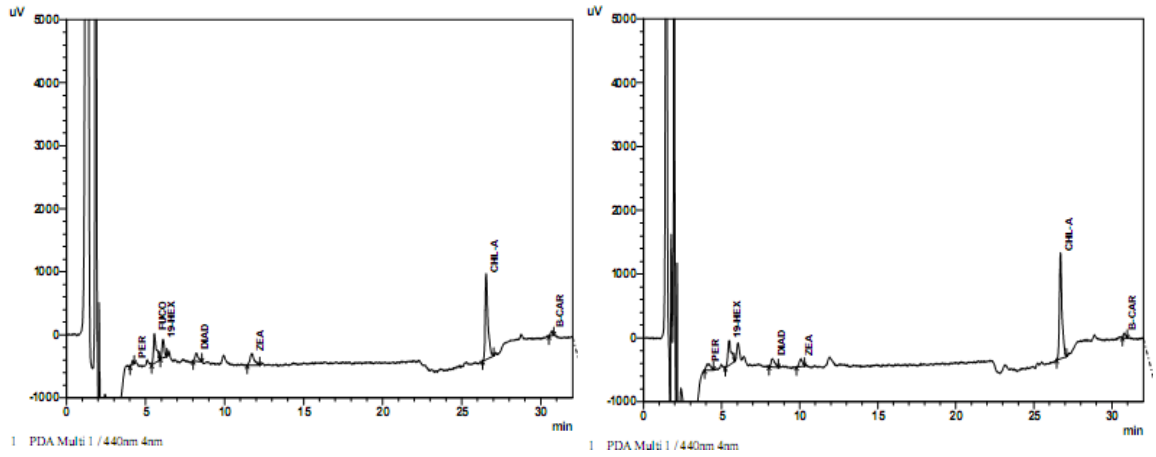
Ek Şekil 3. Şubat 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 10 m derinliğe ait kromatogram



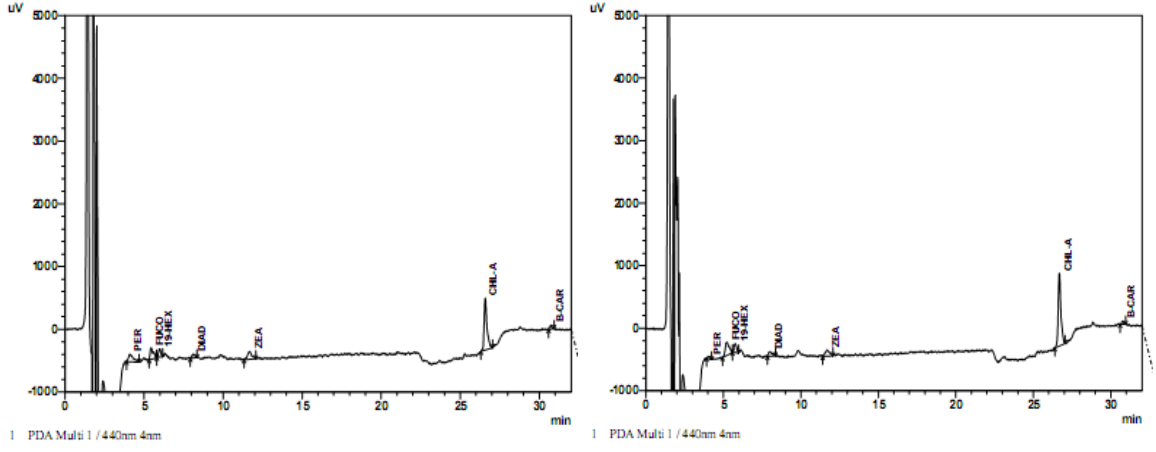
Ek Şekil 4. Şubat 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 15 m derinliğe ait kromatogram



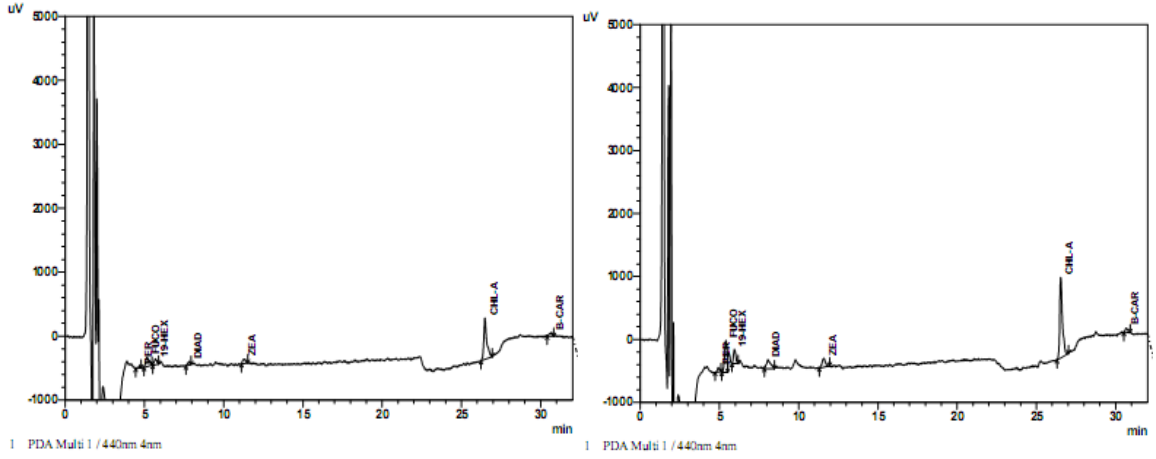
Ek Şekil 5. Şubat 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 20 m derinliğe ait kromatogram



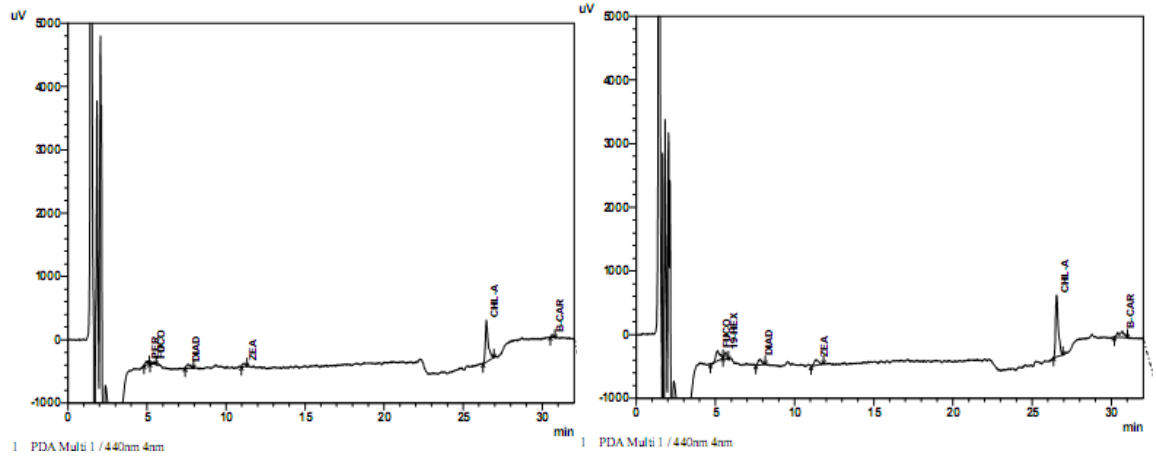
Ek Şekil 6. Şubat 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 25 m derinliğe ait kromatogram



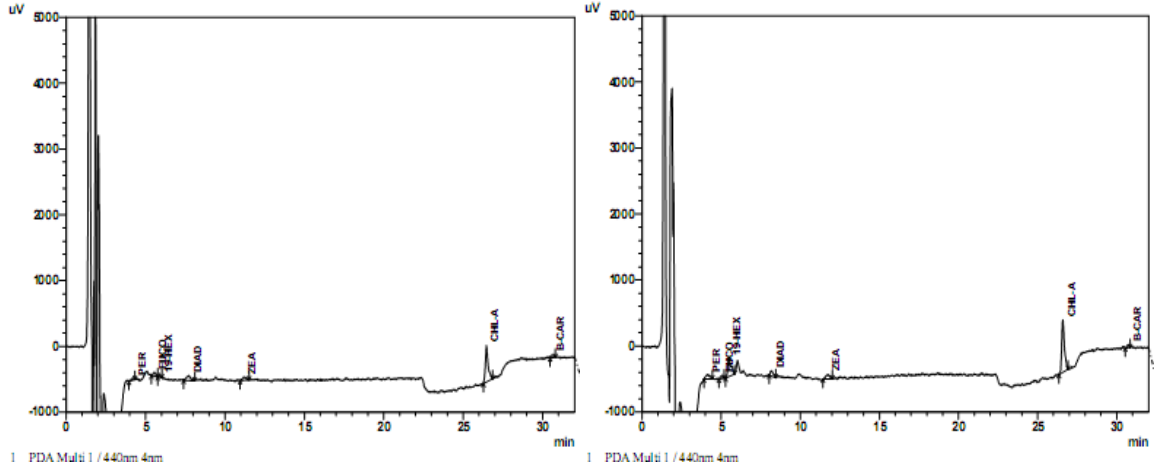
Ek Şekil 7. Şubat 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 30 m derinliğe ait kromatogram



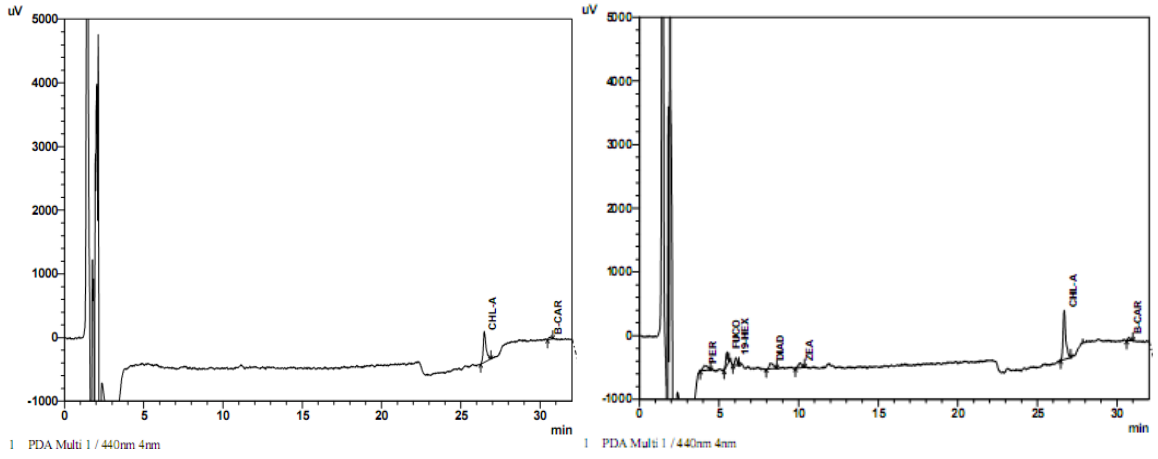
Ek Şekil 8. Şubat 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 35 m derinliğe ait kromatogram



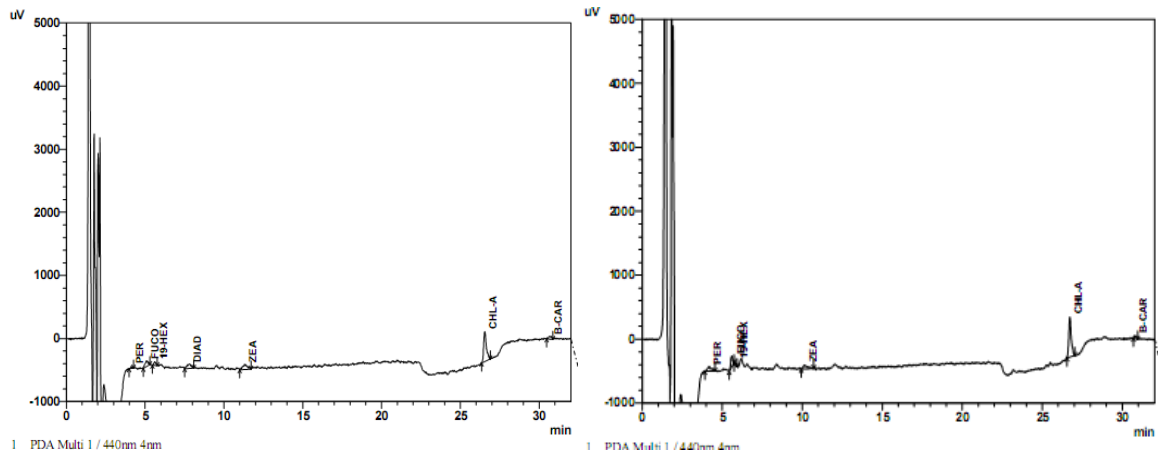
Ek Şekil 9. Şubat 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 40 m derinliğe ait kromatogram



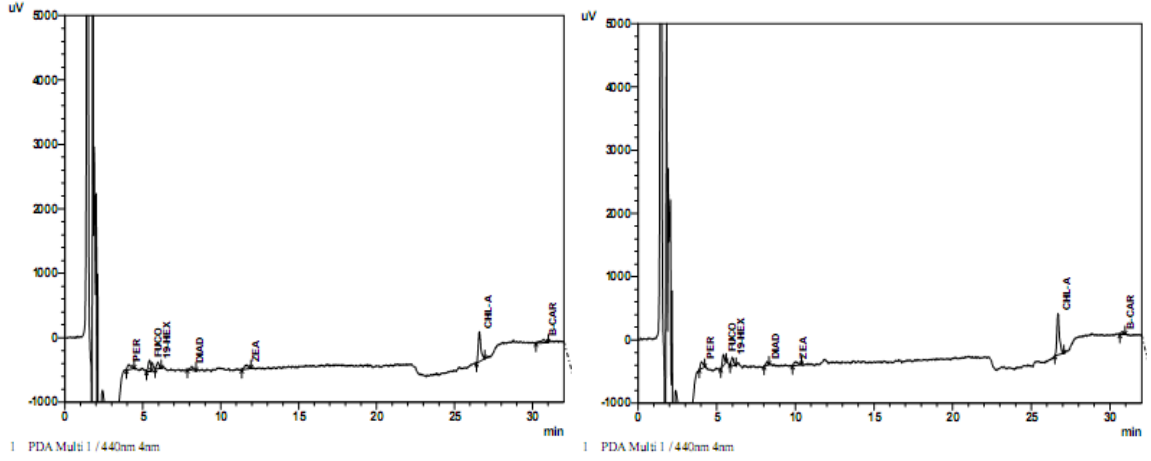
Ek Şekil 10. Şubat 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 45 m derinliğe ait kromatogram



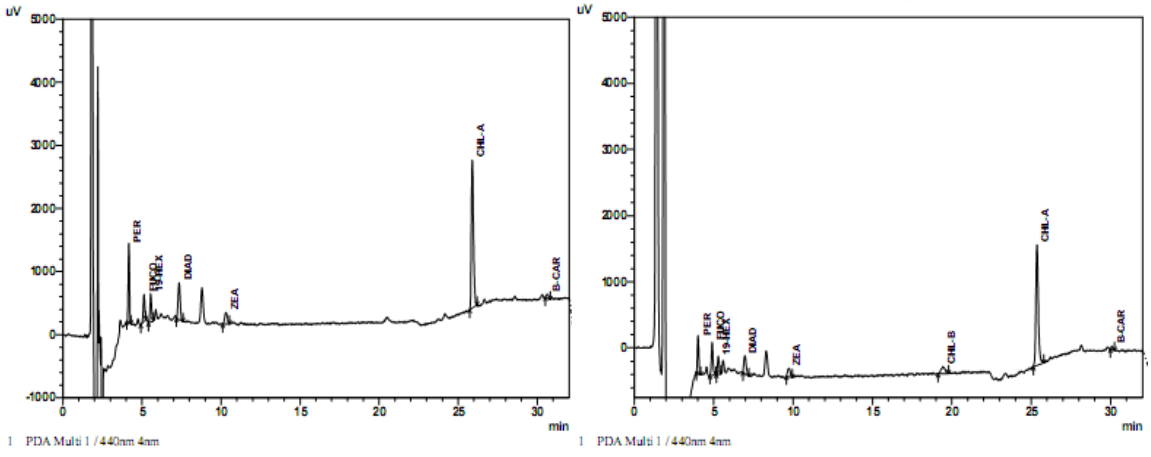
Ek Şekil 11. Şubat 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 50 m derinliğe ait kromatogram



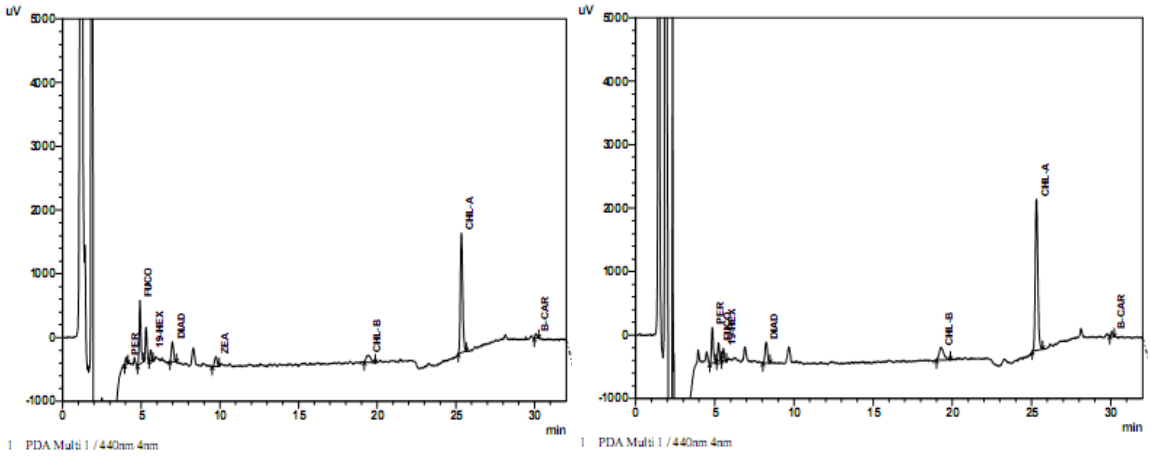
Ek Şekil 12. Şubat 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 55 m derinliğe ait kromatogram



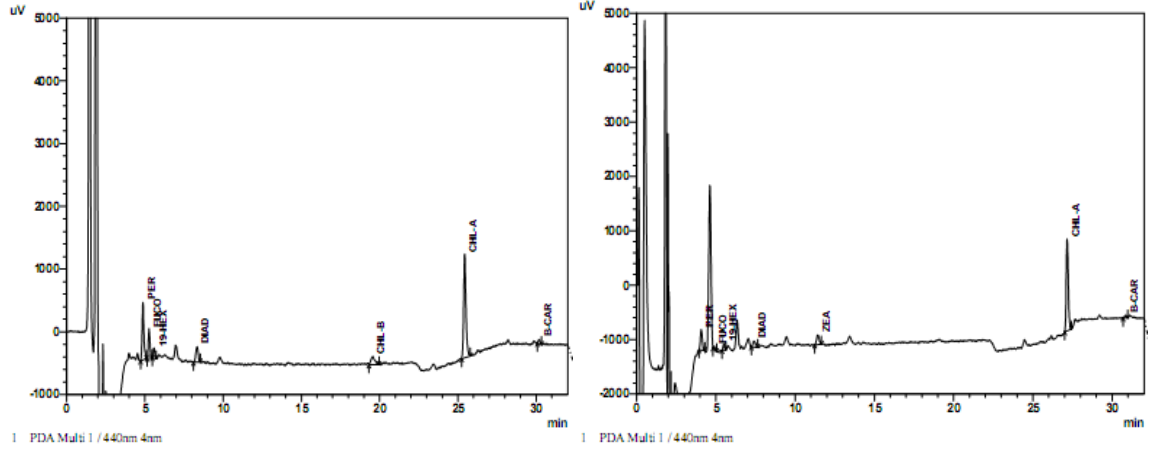
Ek Şekil 13. Şubat 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 60 m derinliğe ait kromatogram



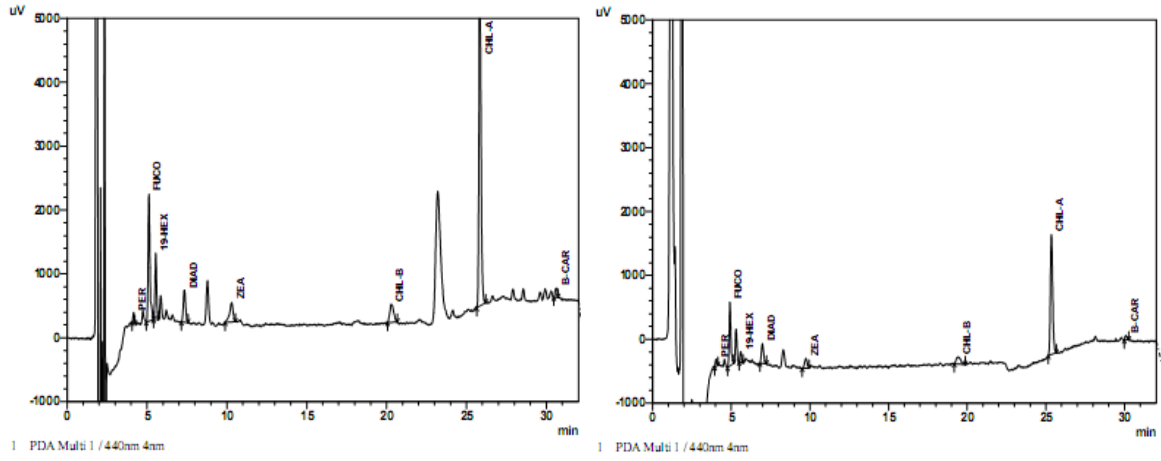
Ek Şekil 14. Mart 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu yüzey örneğine ait kromatogram



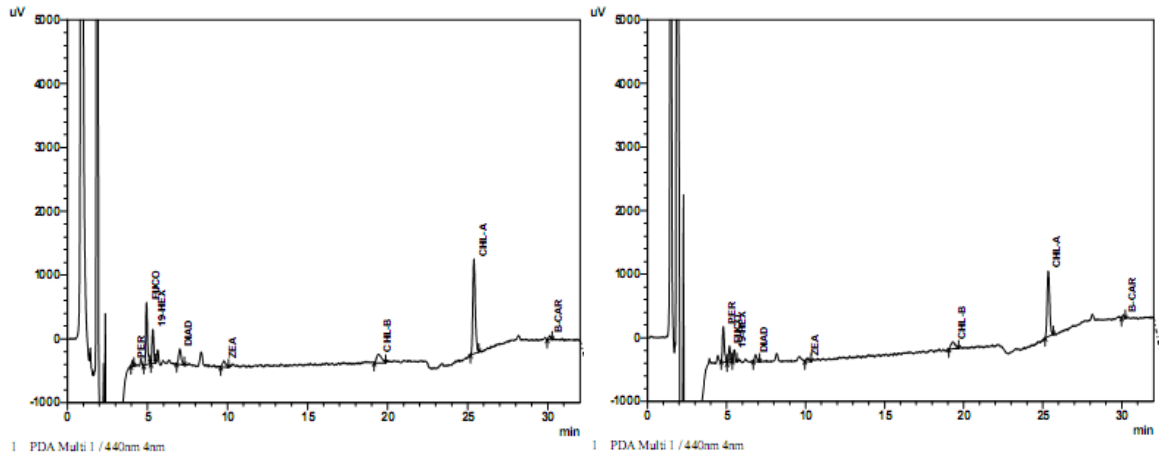
Ek Şekil 15. Mart 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 5 m derinliğe ait kromatogram



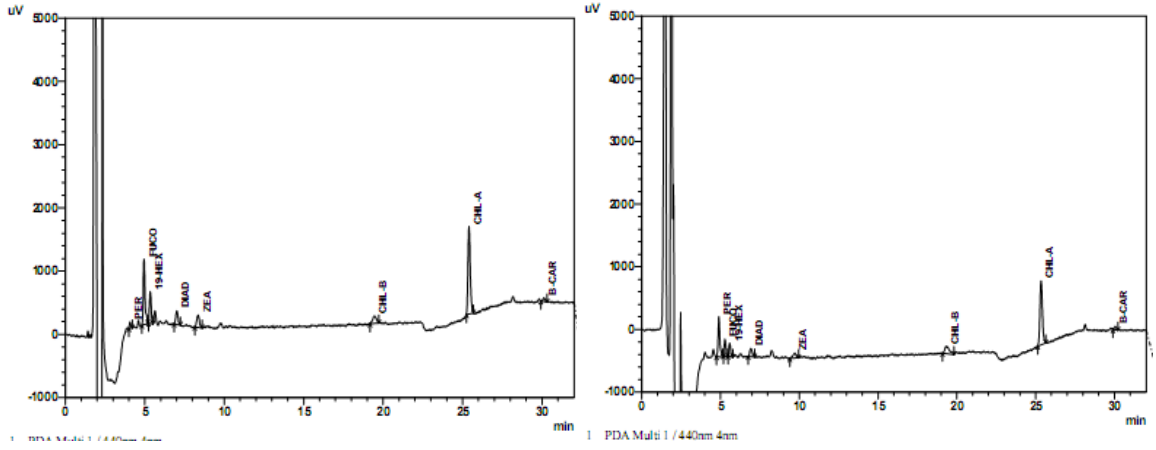
Ek Şekil 16. Mart 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 10 m derinliğe ait kromatogram



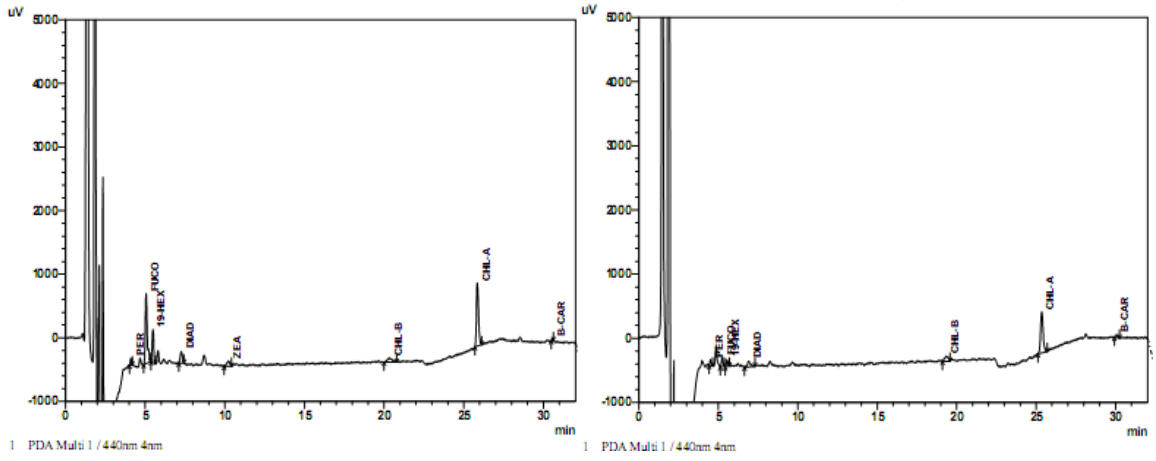
Ek Şekil 17. Mart 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 15 m derinliğe ait kromatogram



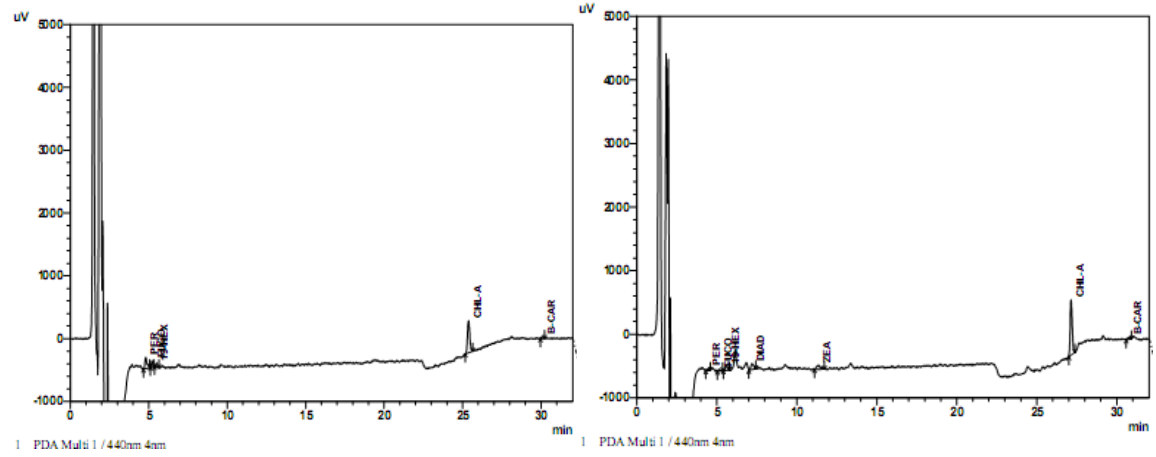
Ek Şekil 18. Mart 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 20 m derinliğe ait kromatogram



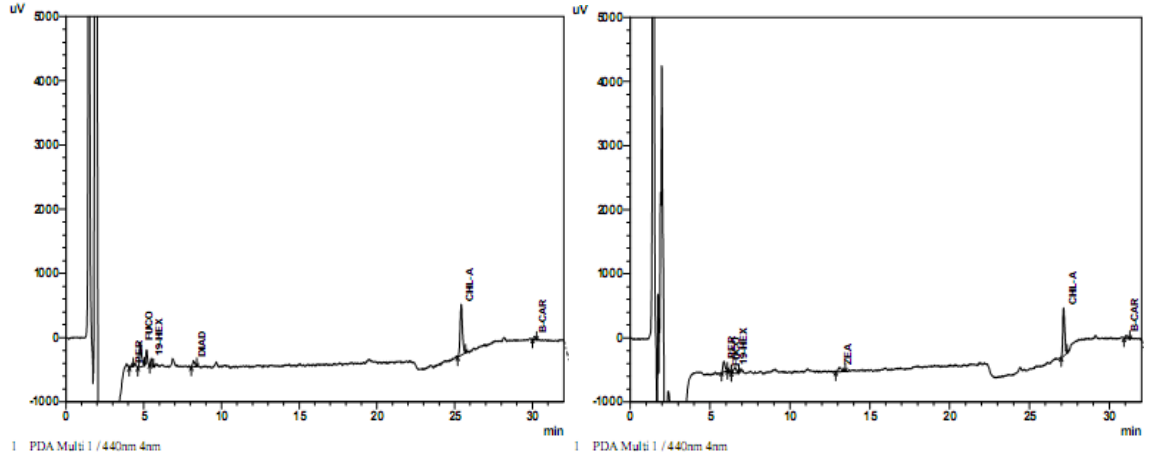
Ek Şekil 19. Mart 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 25 m derinliğe ait kromatogram



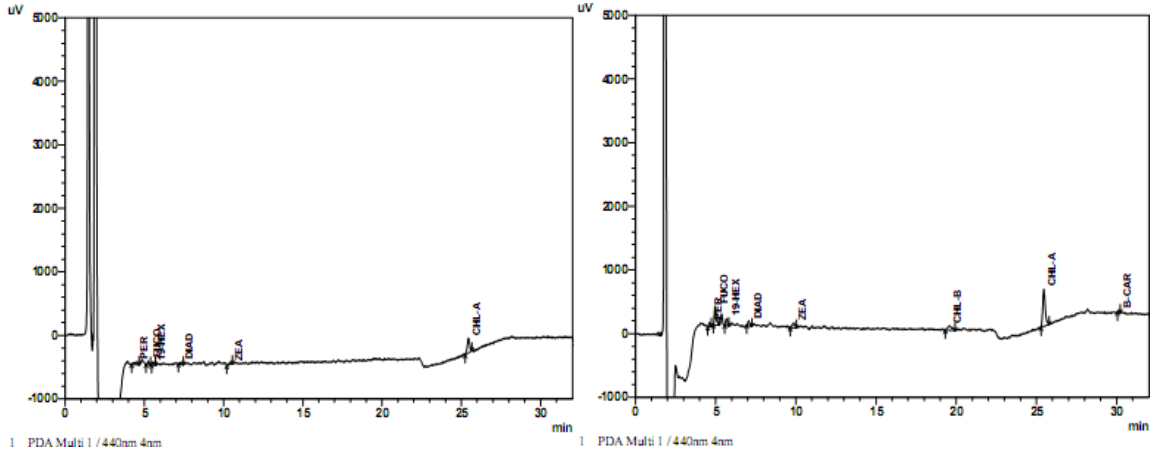
Ek Şekil 20. Mart 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 30 m derinliğe ait kromatogram



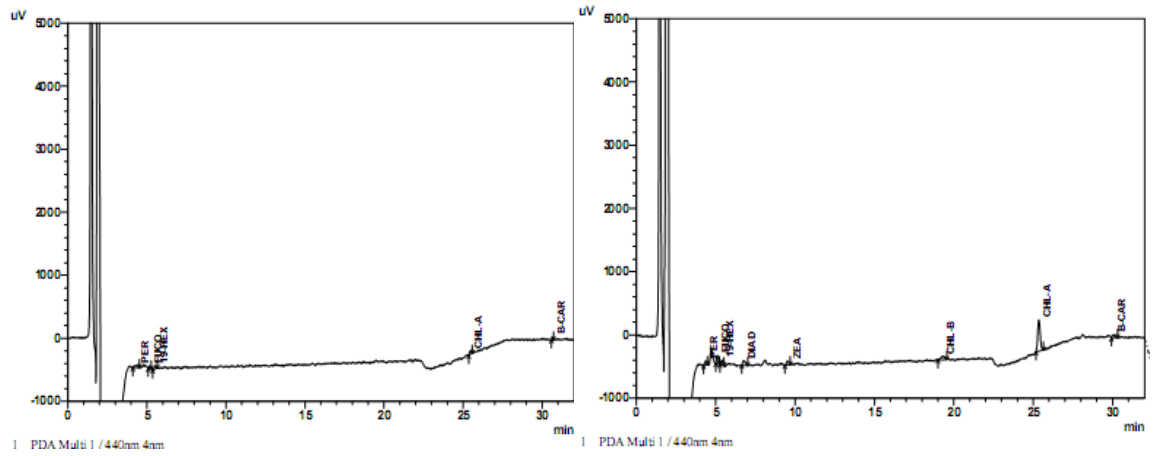
Ek Şekil 21. Mart 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 35 m derinliğe ait kromatogram



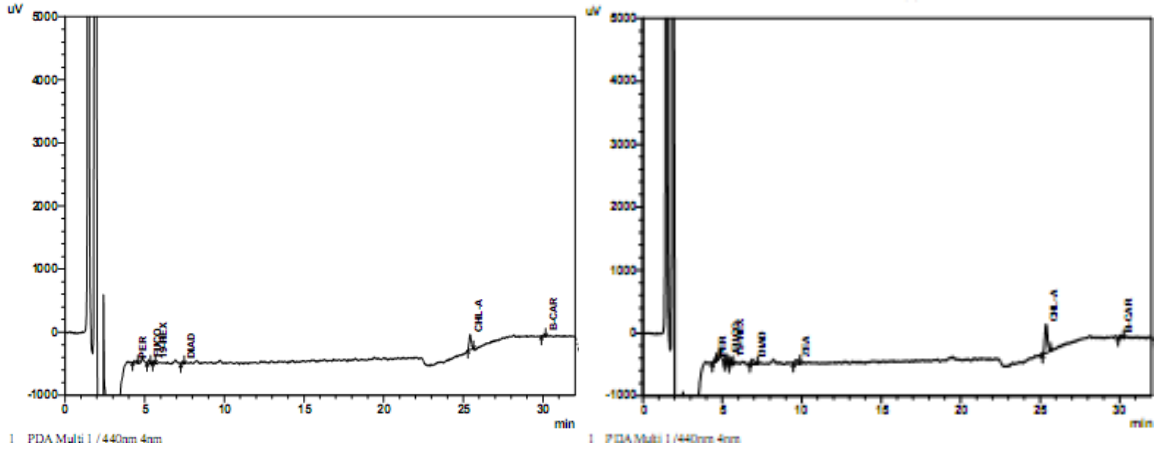
Ek Şekil 22. Mart 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 40 m derinliğe ait kromatogram



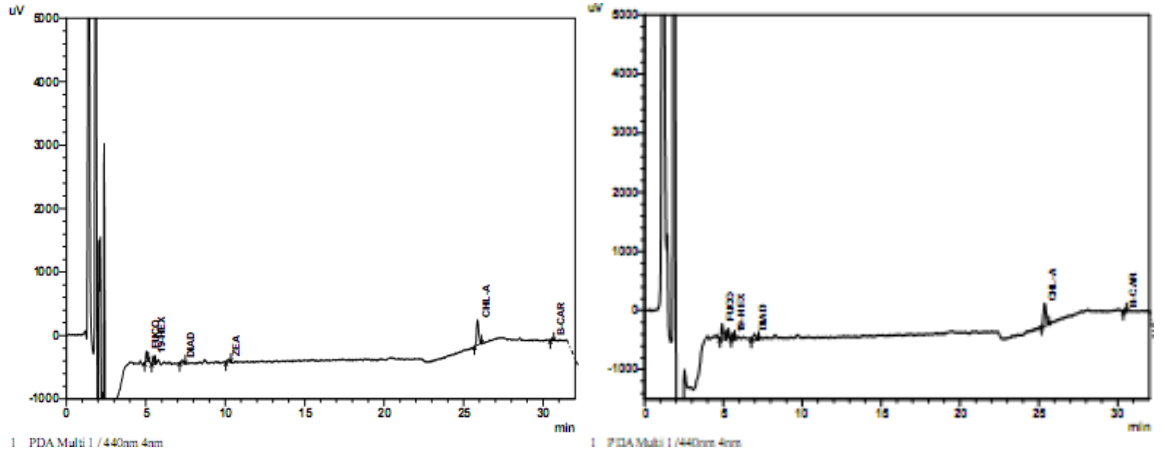
Ek Şekil 23. Mart 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 45 m derinliğe ait kromatogram



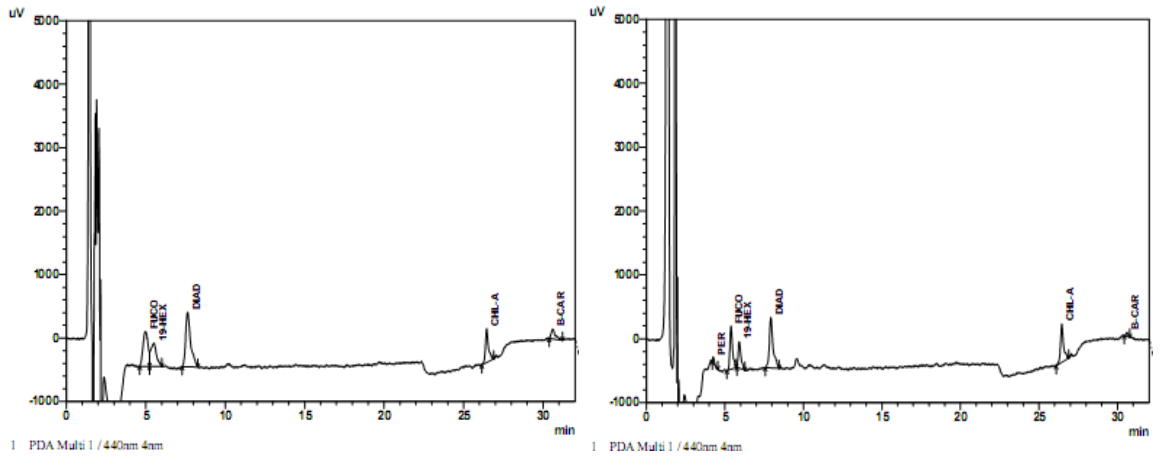
Ek Şekil 24. Mart 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 50 m derinliğe ait kromatogram



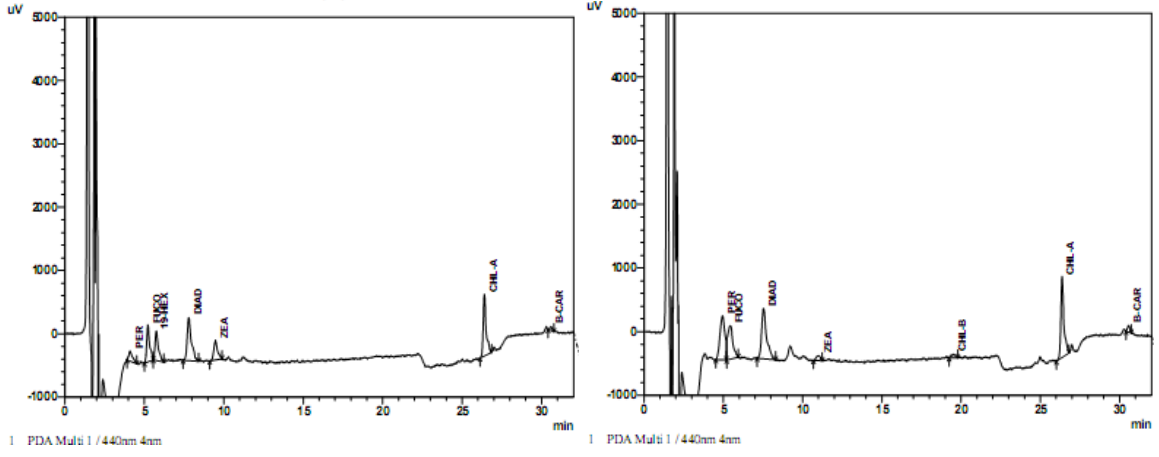
Ek Şekil 25. Mart 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 55 m derinliğe ait kromatogram



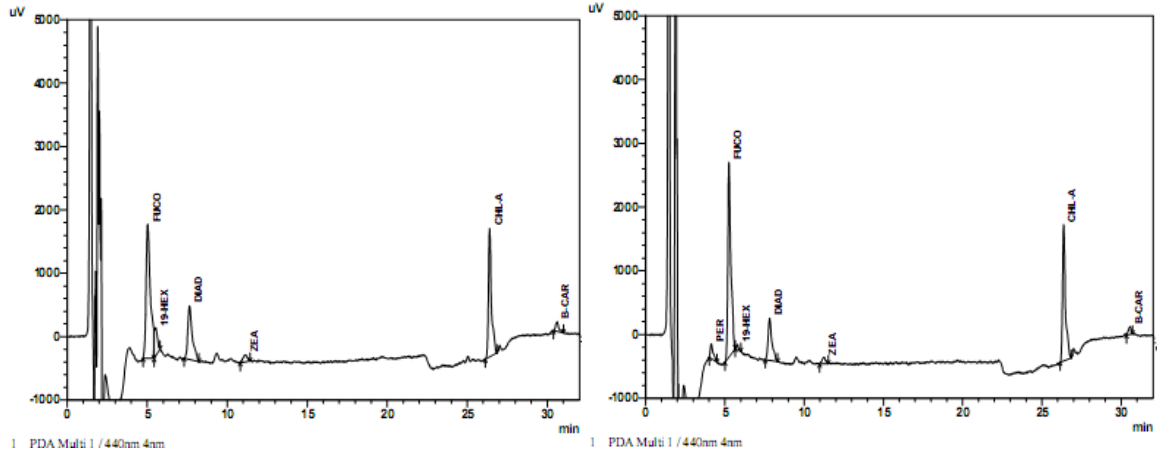
Ek Şekil 26. Mart 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 60 m derinliğe ait kromatogram



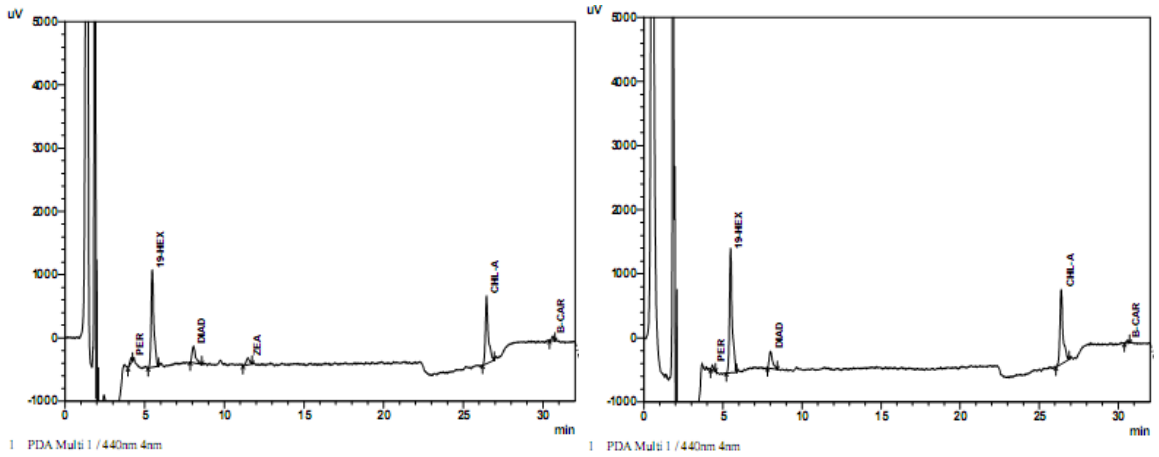
Ek Şekil 27. Nisan 2009 dönemi açık istasyonu yüzey ve 5 m derinliğe ait kromatogram



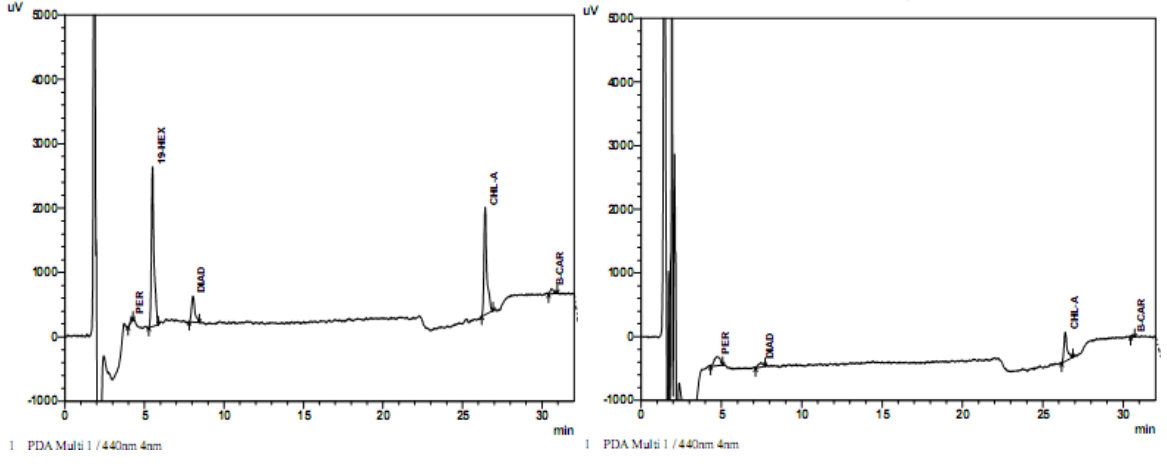
Ek Şekil 28. Nisan 2009 dönemi açık istasyonu 10-15 m derinliğe ait kromatogram



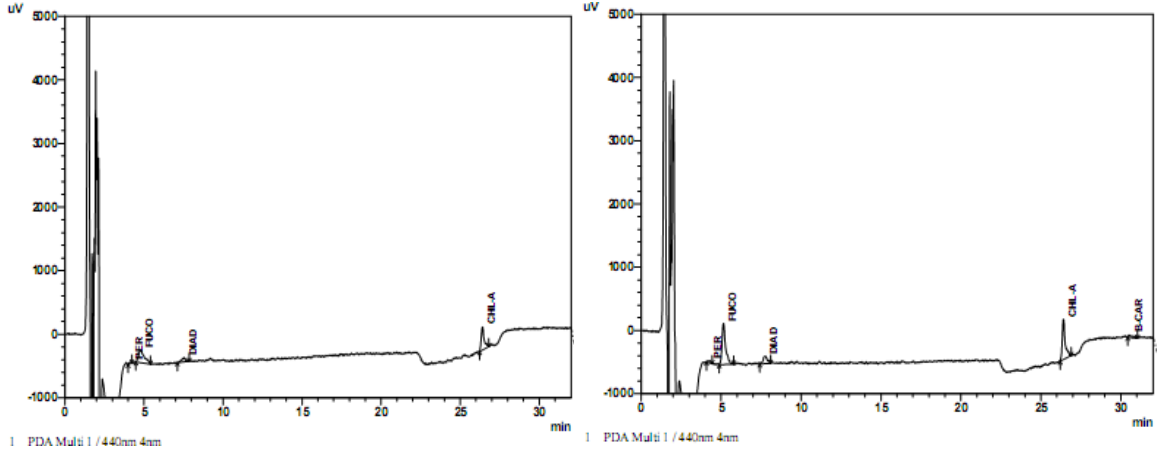
Ek Şekil 29. Nisan 2009 dönemi açık istasyonu 20-55 m derinliğe ait kromatogram



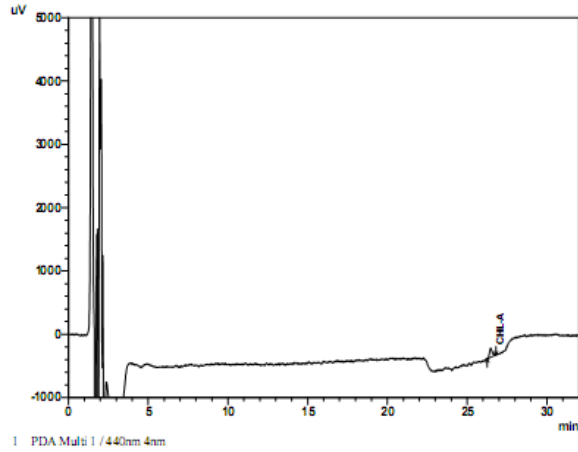
Ek Şekil 30. Nisan 2009 dönemi açık istasyonu 30-35 m derinliğe ait kromatogram



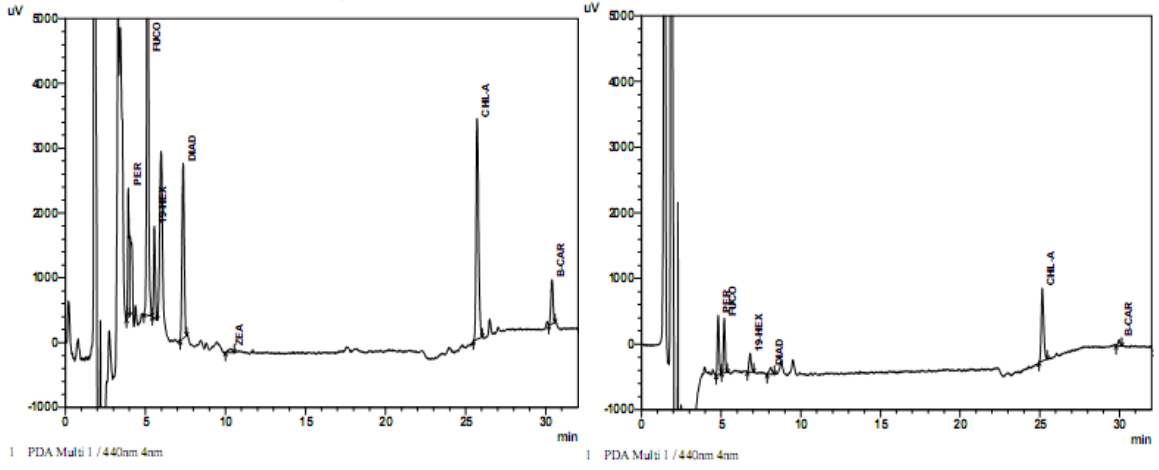
Ek Şekil 31. Nisan 2009 dönemi açık istasyonu 40-45 m derinliğe ait kromatogram



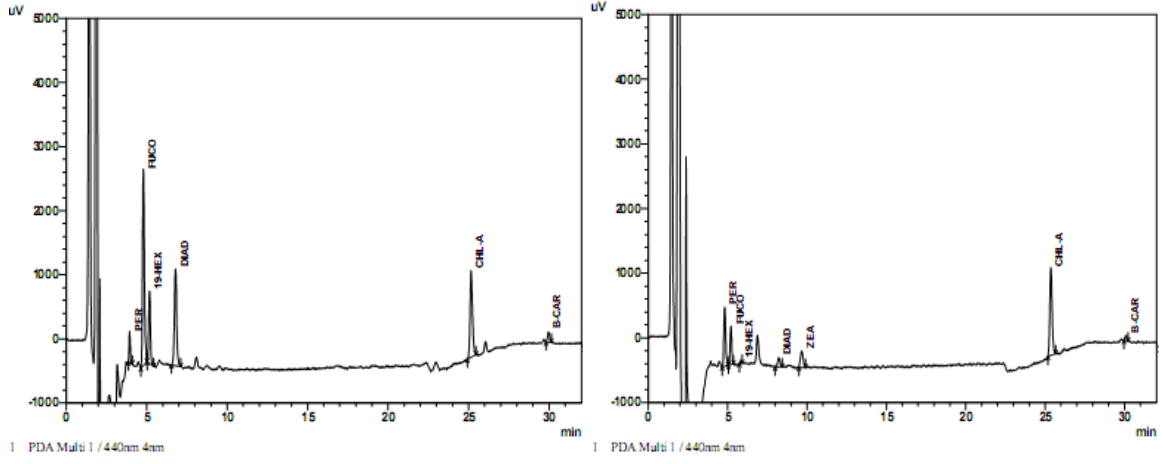
Ek Şekil 32. Nisan 2009 dönemi açık istasyonu 50-55 m derinliğe ait kromatogram



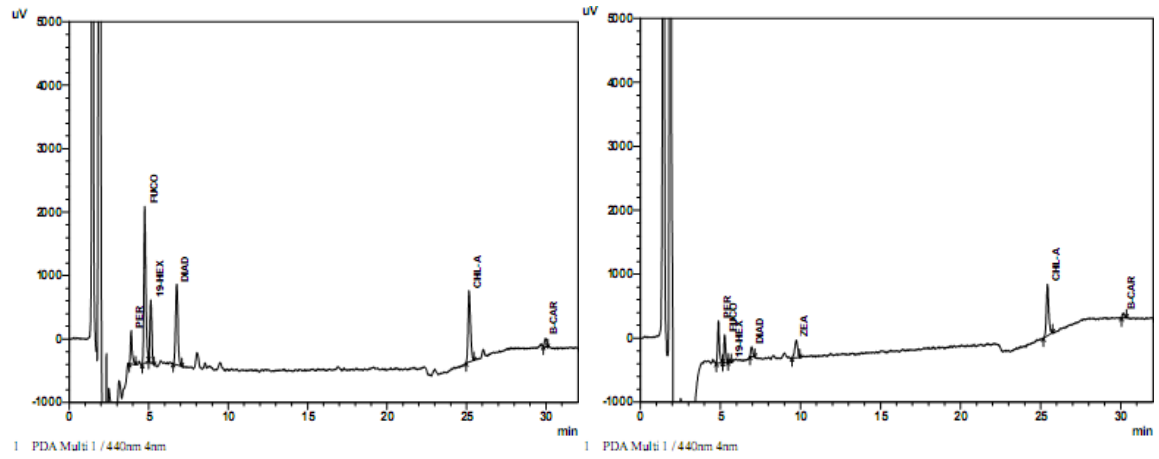
Ek Şekil 33. Nisan 2009 dönemi açık istasyonu 60 m derinliğe ait kromatogram



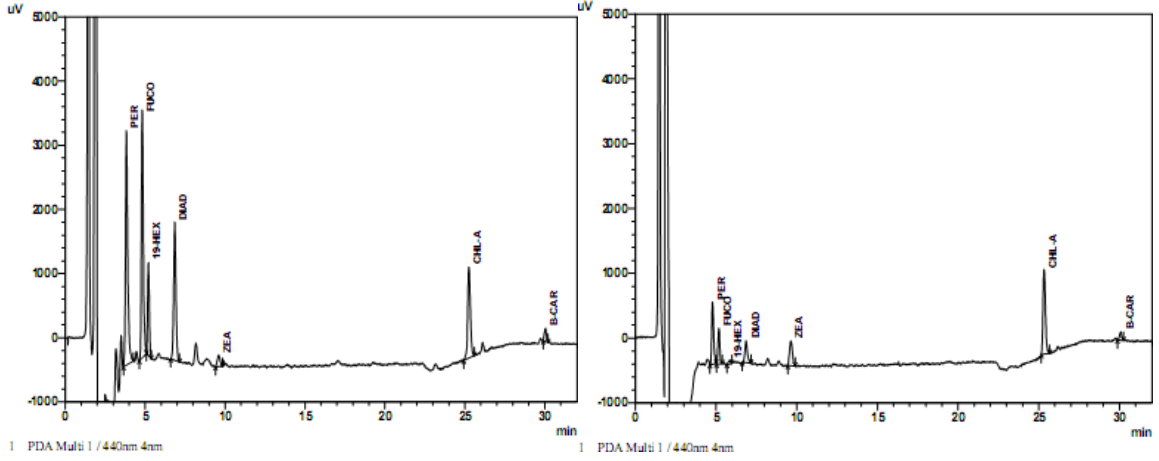
Ek Şekil 34. Mayıs 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu yüzey örneğine ait kromatogram



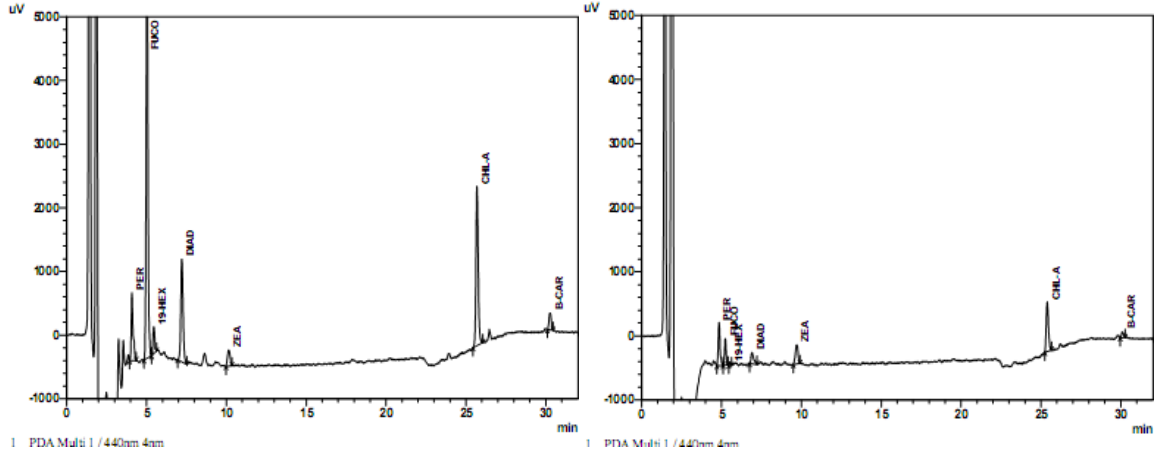
Ek Şekil 35. Mayıs 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 5 m derinliğe ait kromatogram



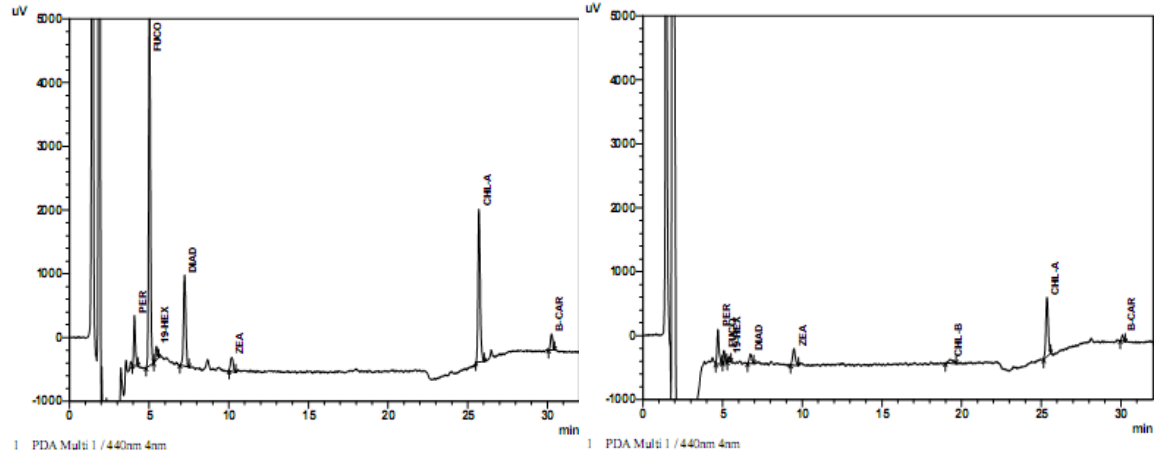
Ek Şekil 36. Mayıs 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 10 m derinliğe ait kromatogram



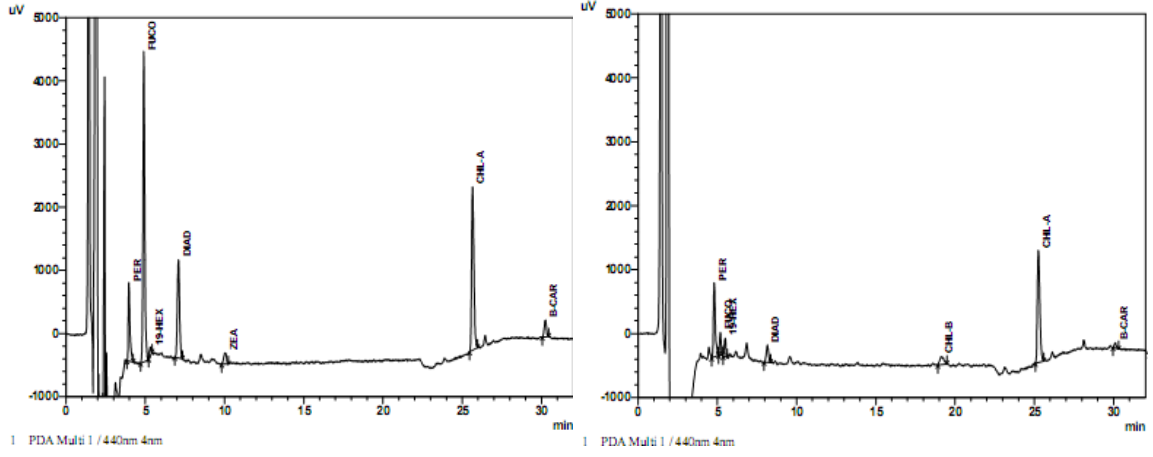
Ek Şekil 37. Mayıs 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 15 m derinliğe ait kromatogram



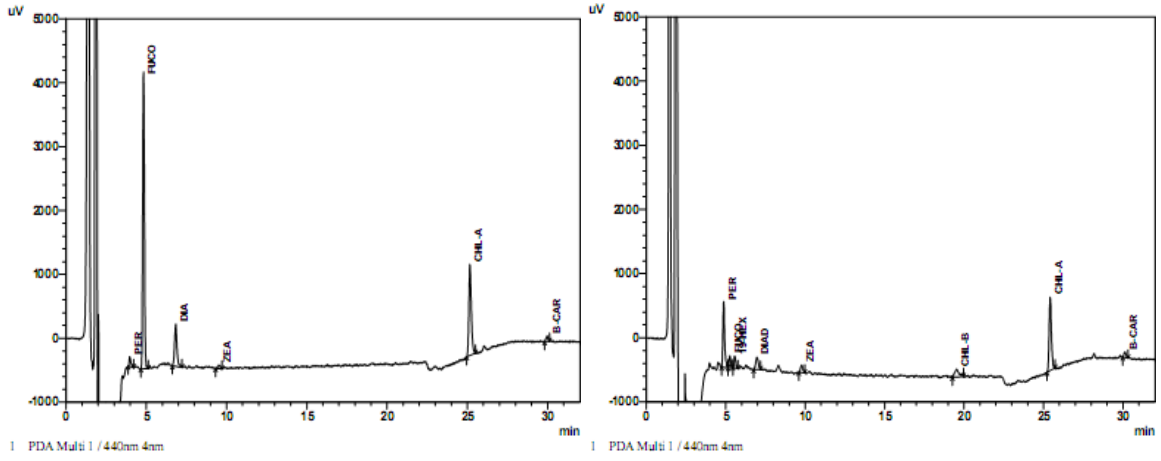
Ek Şekil 38. Mayıs 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 20 m derinliğe ait kromatogram



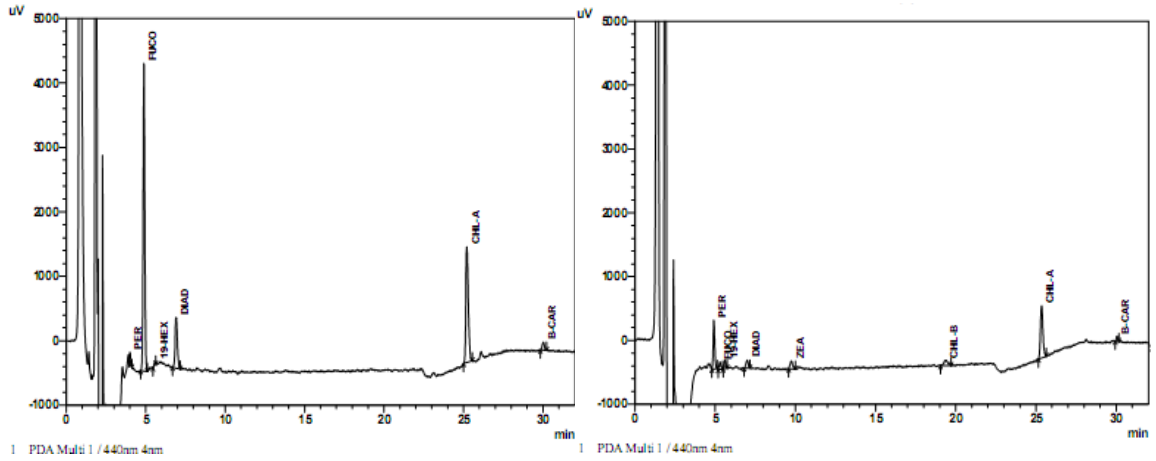
Ek Şekil 39. Mayıs 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 25 m derinliğe ait kromatogram



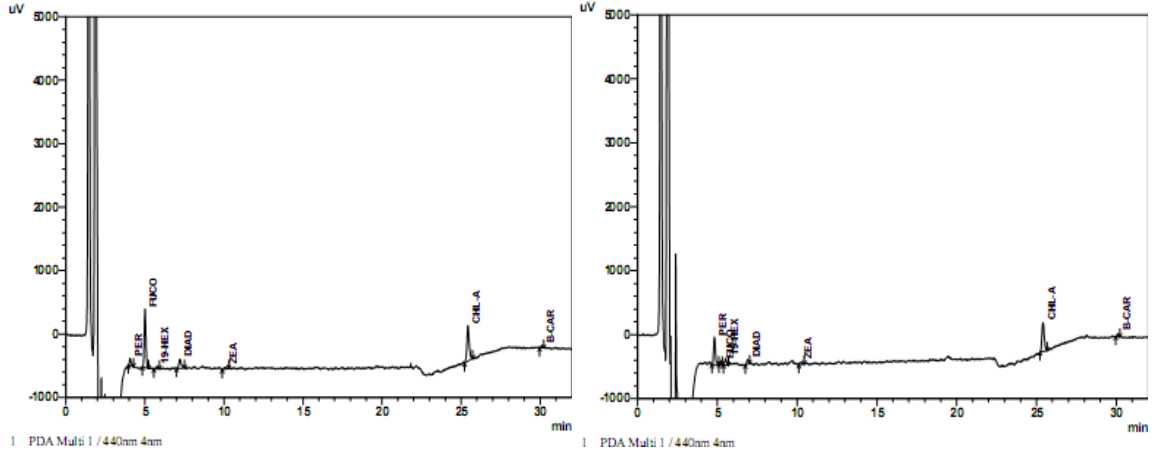
Ek Şekil 40. Mayıs 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 30 m derinliğe ait kromatogram



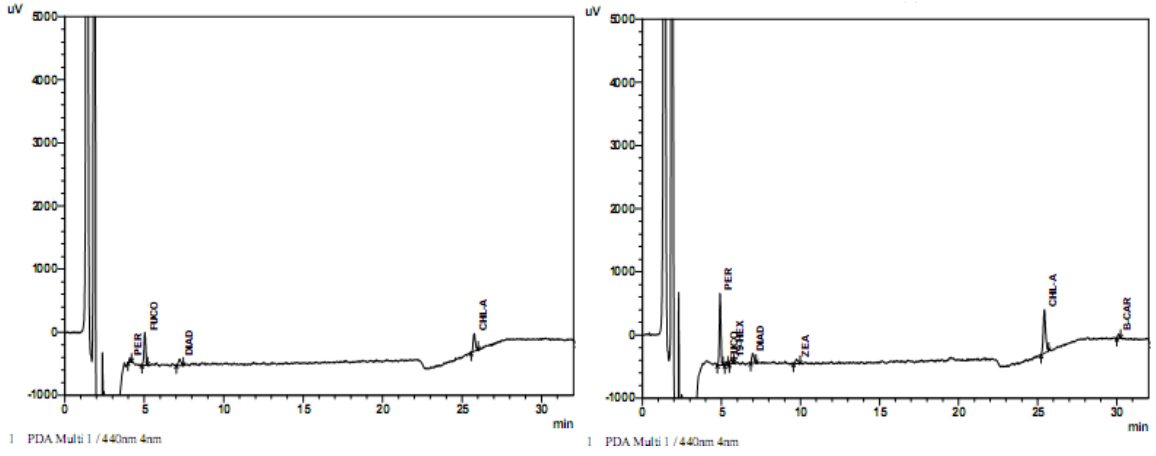
Ek Şekil 41. Mayıs 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 35 m derinliğe ait kromatogram



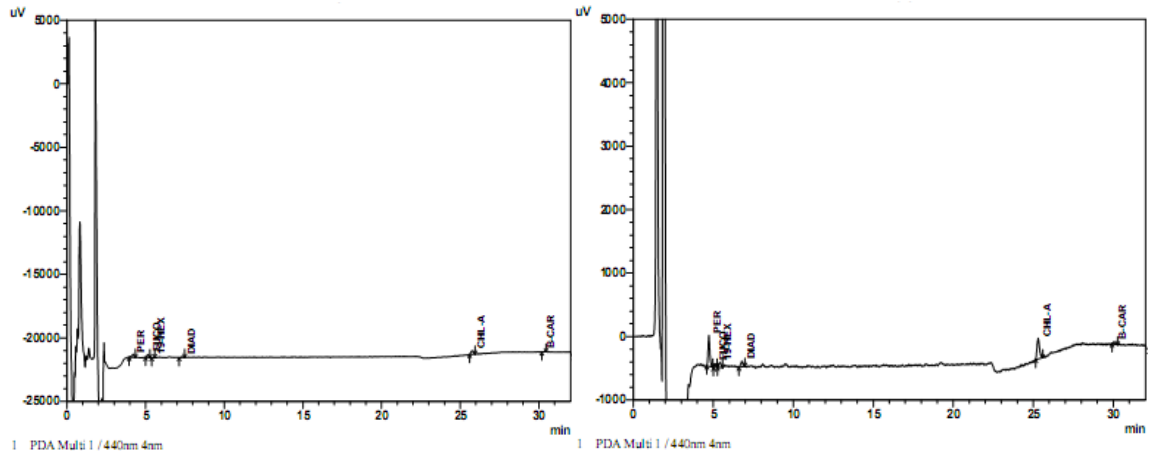
Ek Şekil 42. Mayıs 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 40 m derinliğe ait kromatogram



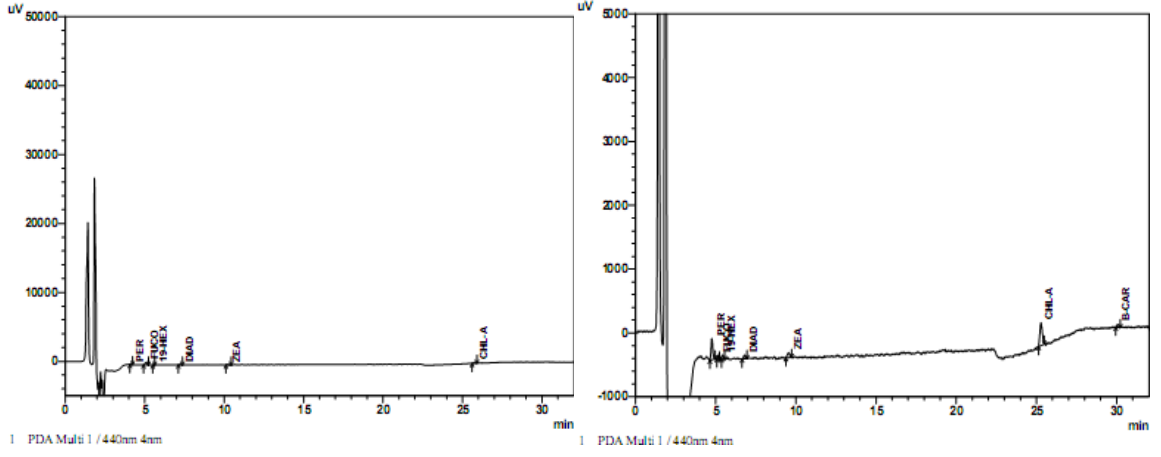
Ek Şekil 43. Mayıs 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 45 m derinliğe ait kromatogram



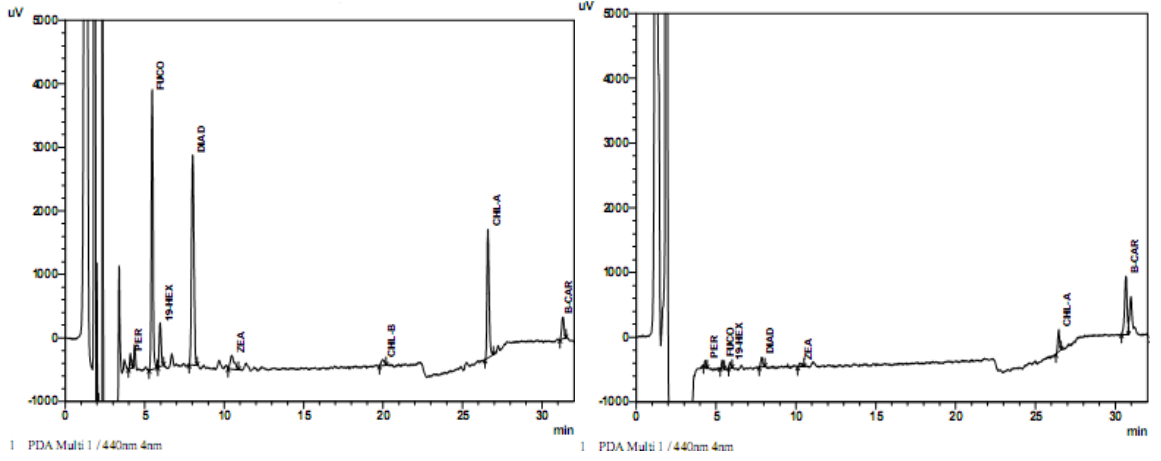
Ek Şekil 44. Mayıs 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 50 m derinliğe ait kromatogram



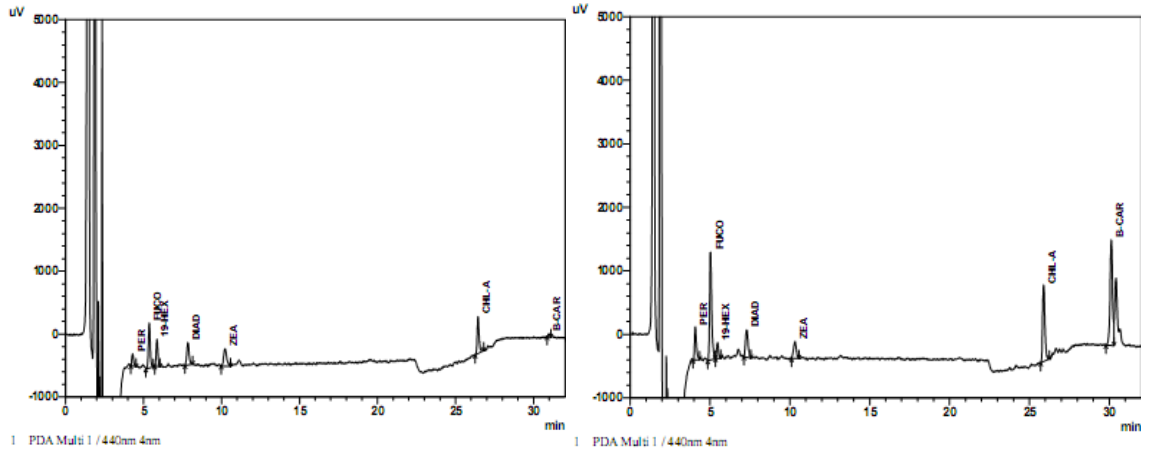
Ek Şekil 45. Mayıs 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 55 m derinliğe ait kromatogram



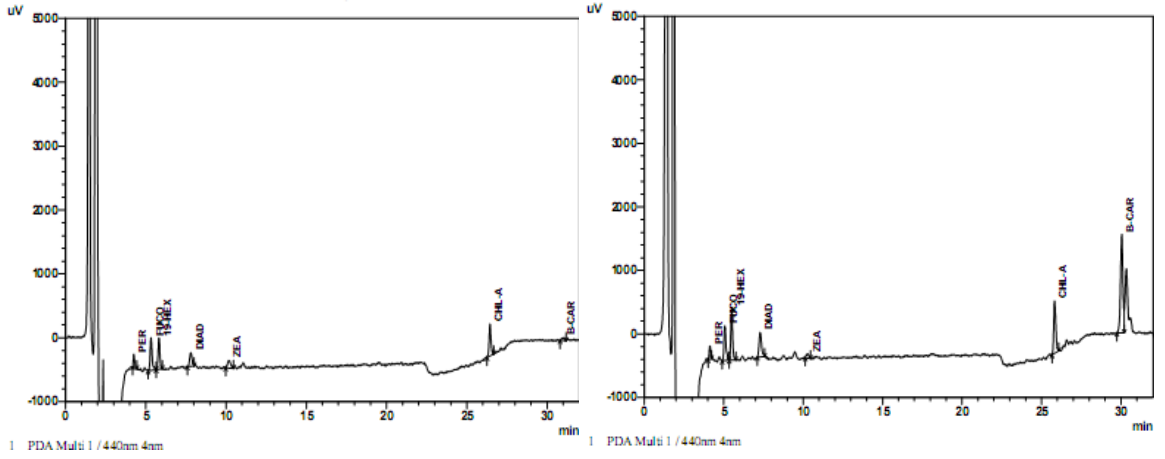
Ek Şekil 46. Mayıs 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 60 m derinliğe ait kromatogram



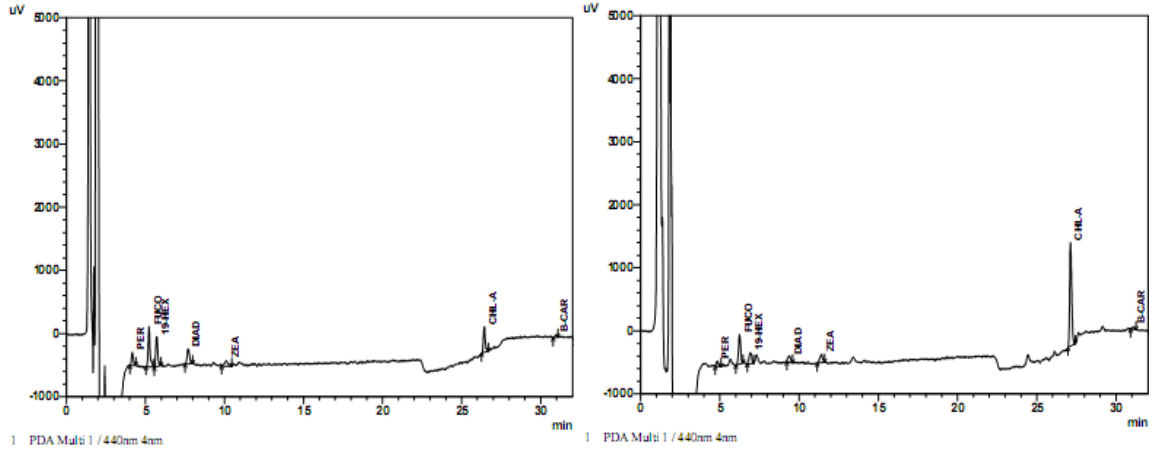
Ek Şekil 47. Haziran 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu yüzey örneğine ait kromatogram



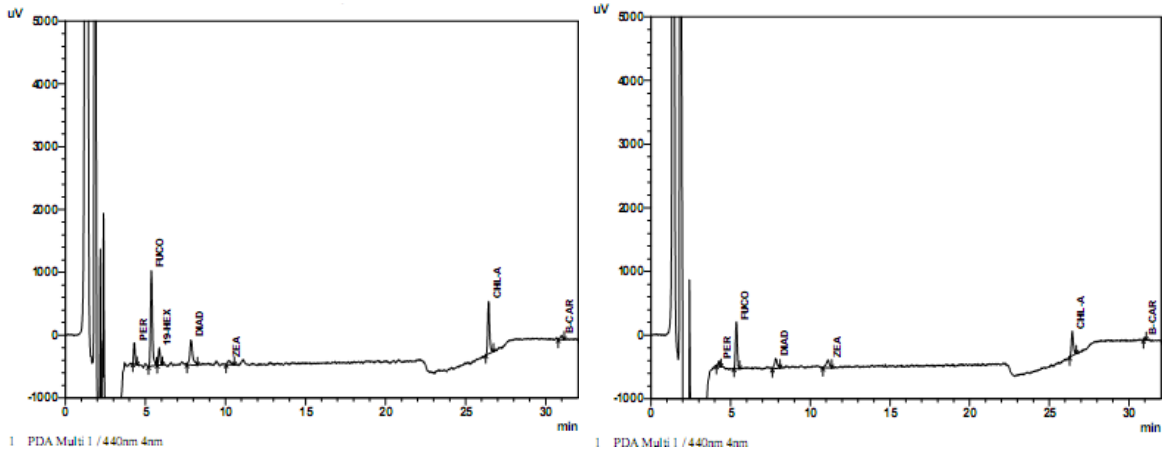
Ek Şekil 48. Haziran 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 5 m derinliğe ait kromatogram



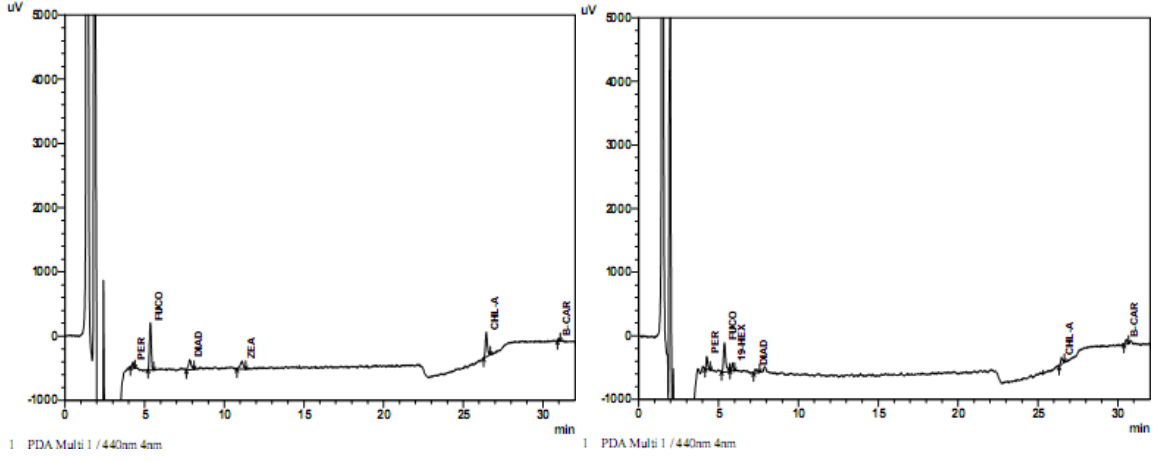
Ek Şekil 49. Haziran 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 10 m derinliğe ait kromatogram



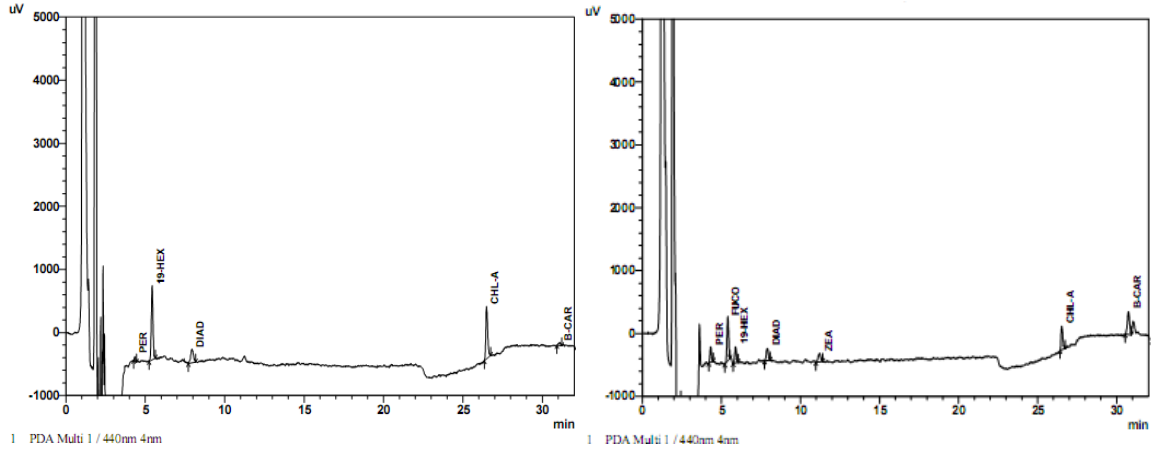
Ek Şekil 50. Haziran 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 15 m derinliğe ait kromatogram



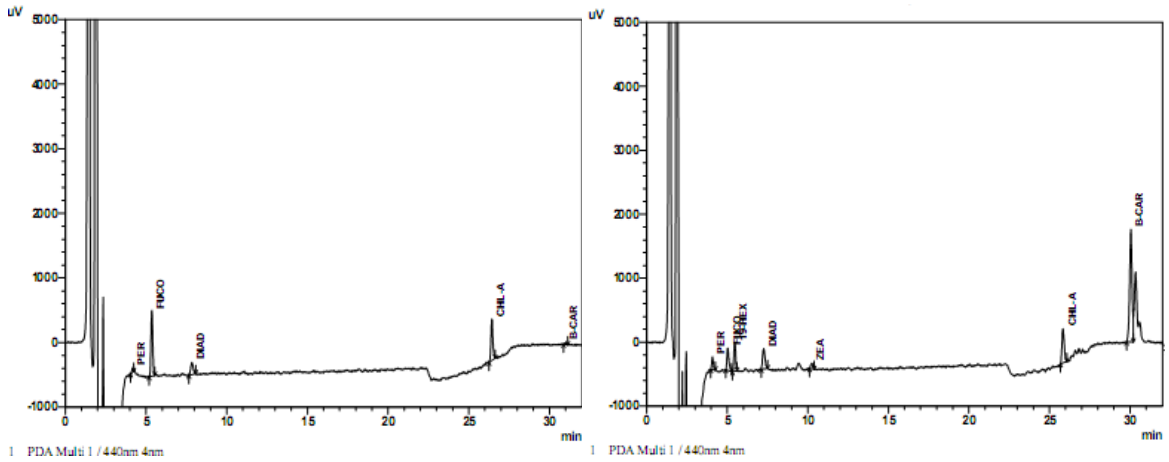
Ek Şekil 51. Haziran 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 20 m derinliğe ait kromatogram



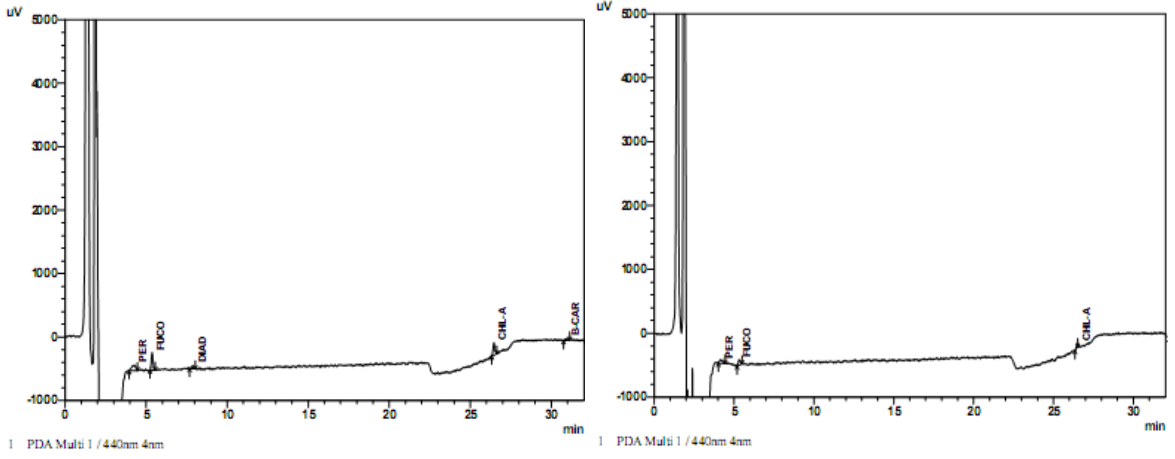
Ek Şekil 52. Haziran 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 25 m derinliğe ait kromatogram



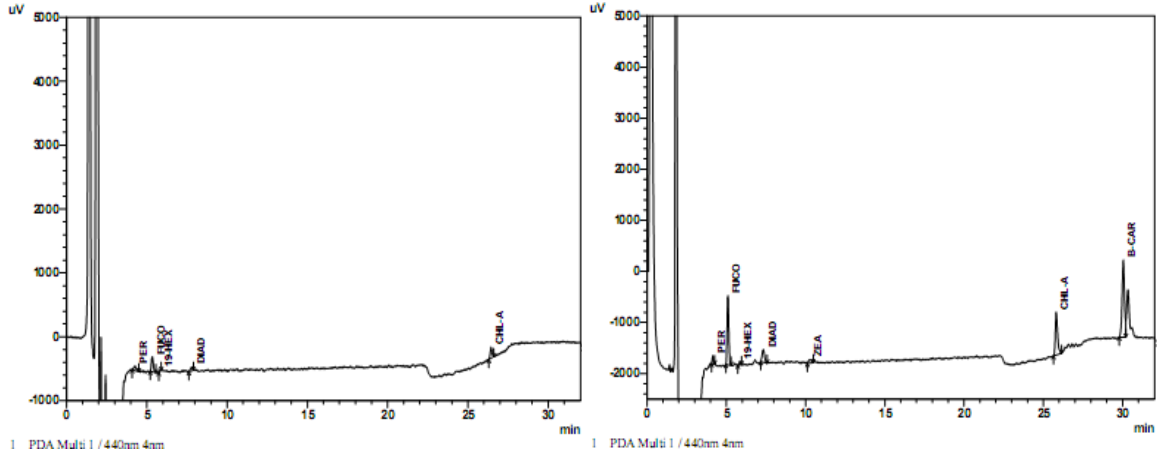
Ek Şekil 53. Haziran 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 30 m derinliğe ait kromatogram



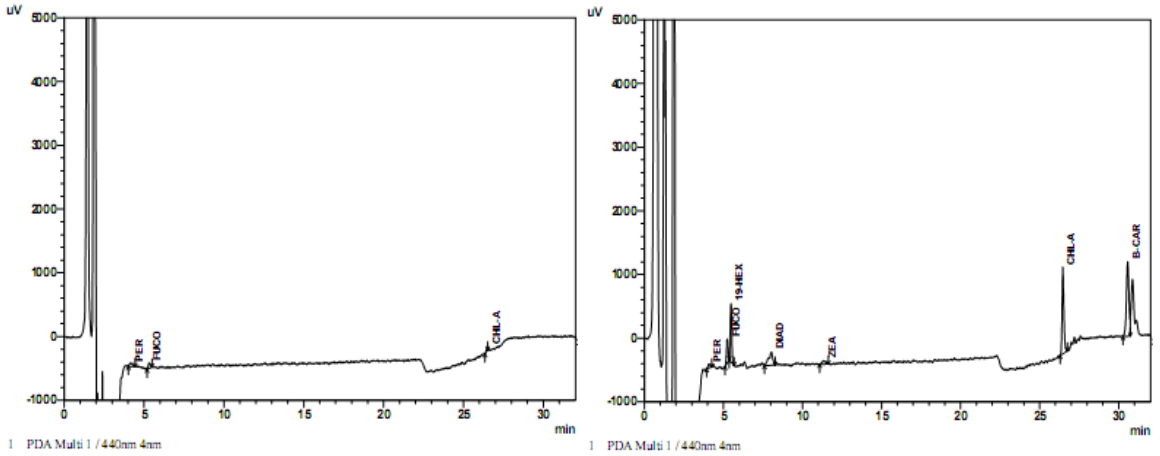
Ek Şekil 54. Haziran 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 35 m derinliğe ait kromatogram



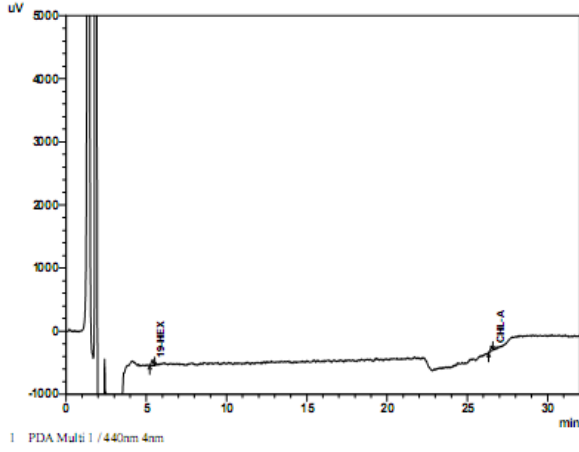
Ek Şekil 55. Haziran 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 40 m derinliğe ait kromatogram



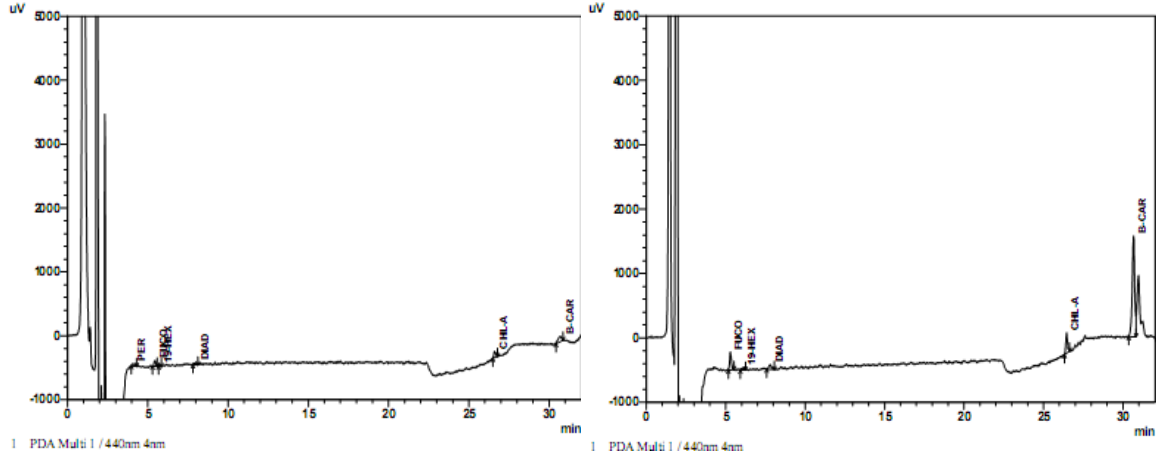
Ek Şekil 56. Haziran 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 45 m derinliğe ait kromatogram



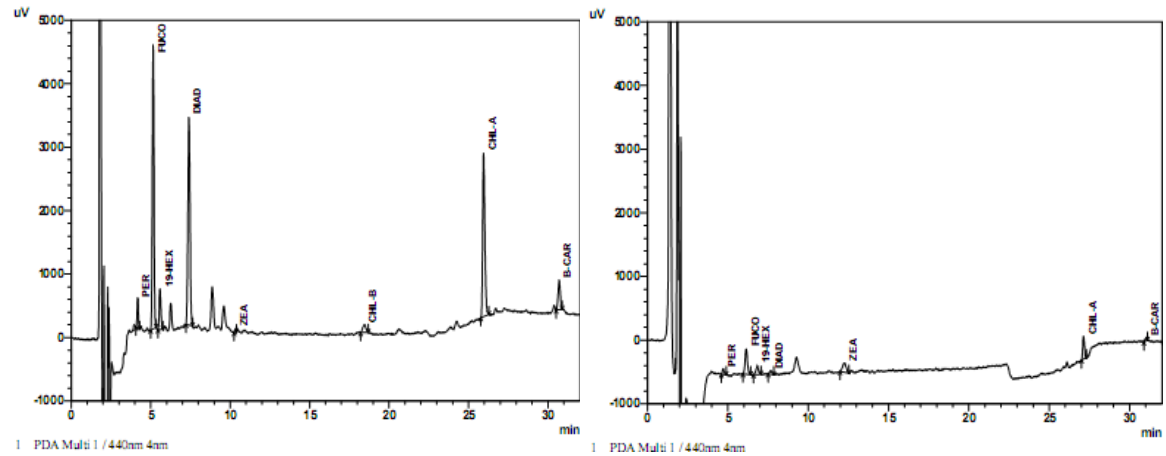
Ek Şekil 57. Haziran 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 50 m derinliğe ait kromatogram



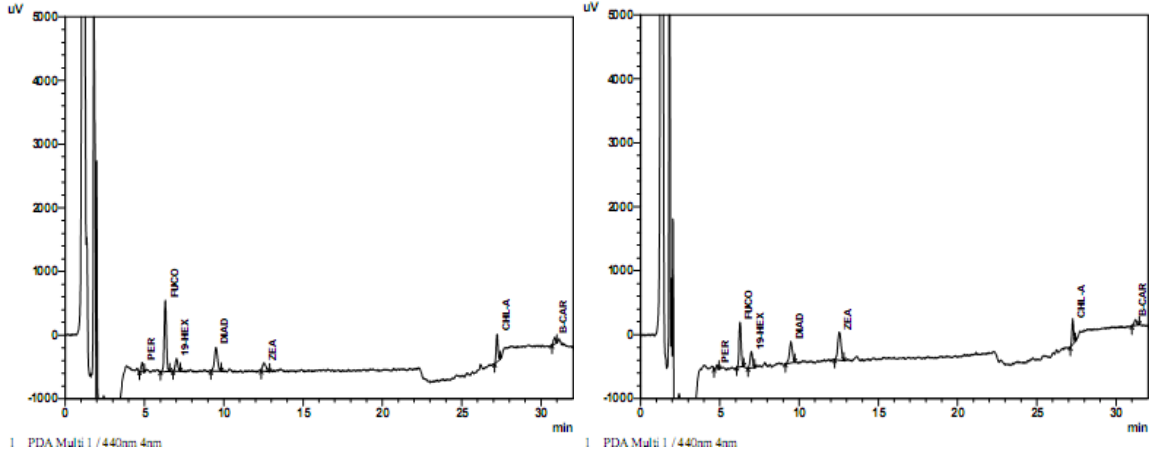
Ek Şekil 58. Haziran 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 55 m derinliğe ait kromatogram



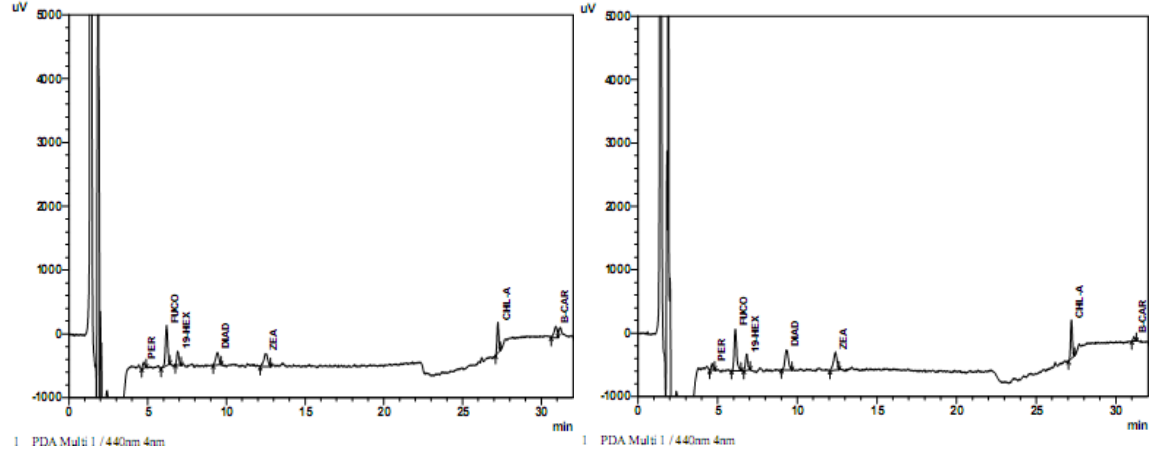
Ek Şekil 59. Haziran 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 60 m derinliğe ait kromatogram



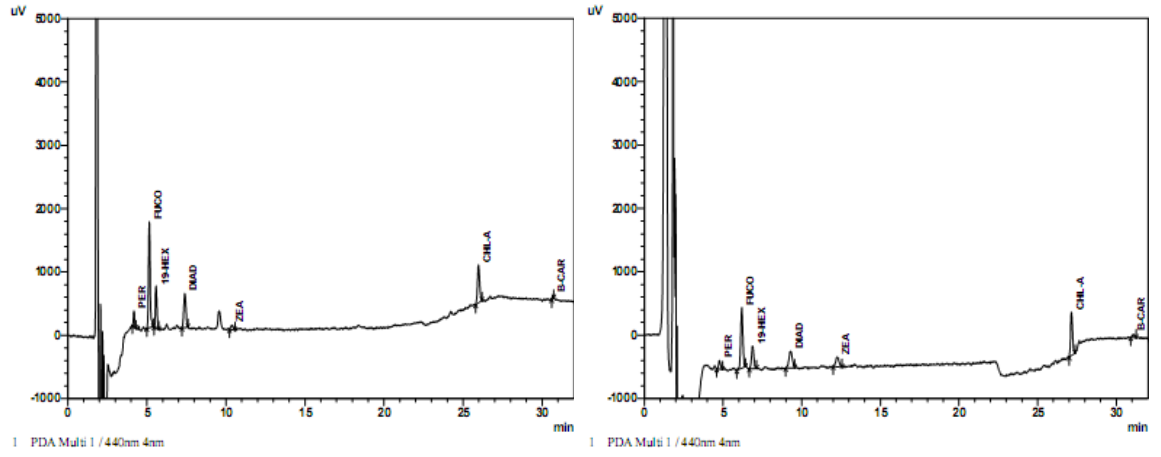
Ek Şekil 60. Temmuz 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu yüzey örneğine ait kromatogram



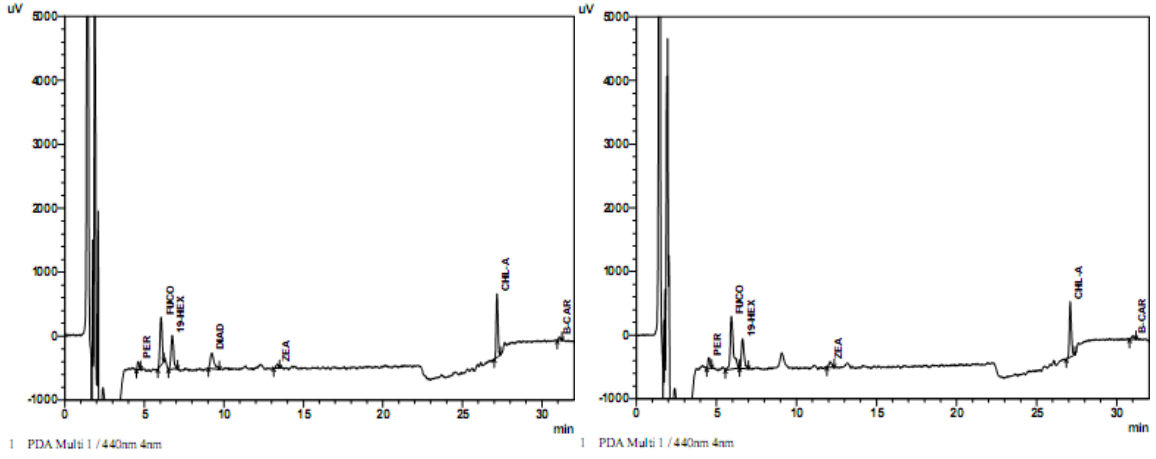
Ek Şekil 61. Temmuz 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 5 m derinliğe ait kromatogram



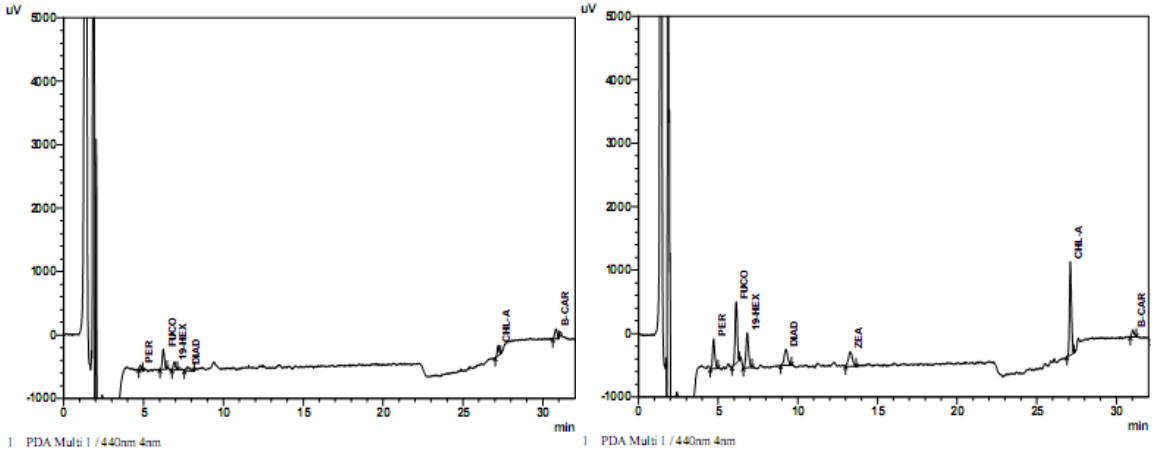
Ek Şekil 62. Temmuz 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 10 m derinliğe ait kromatogram



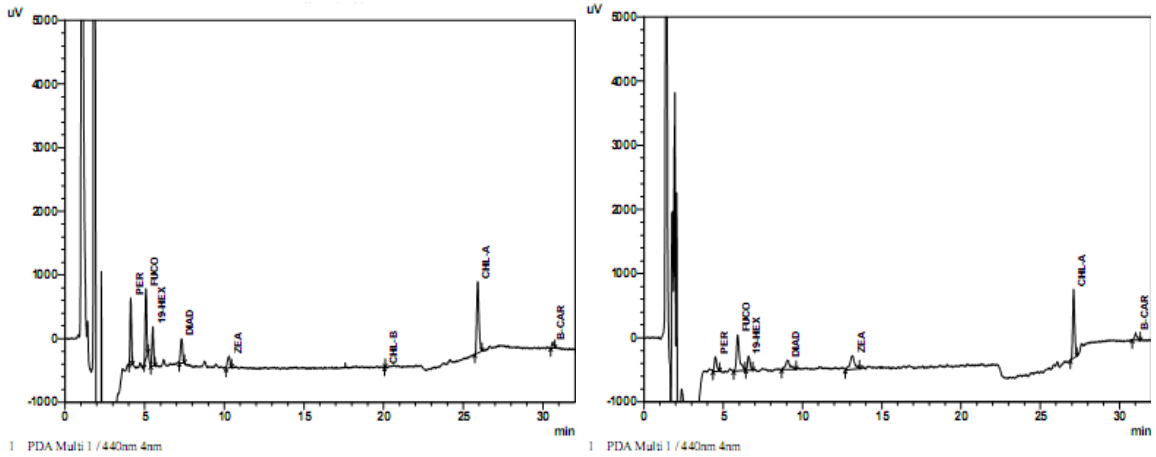
Ek Şekil 63. Temmuz 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 15 m derinliğe ait kromatogram



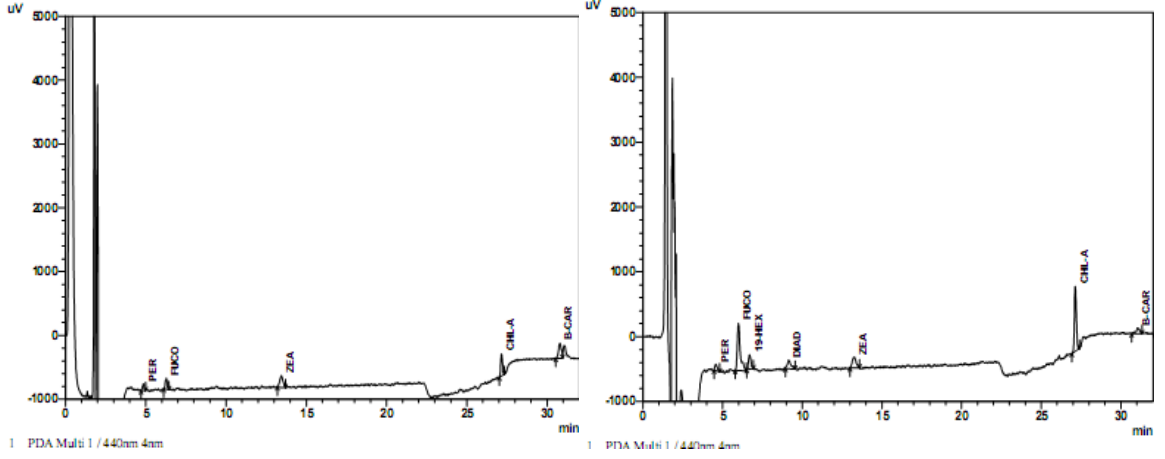
Ek Şekil 64. Temmuz 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 20 m derinliğe ait kromatogram



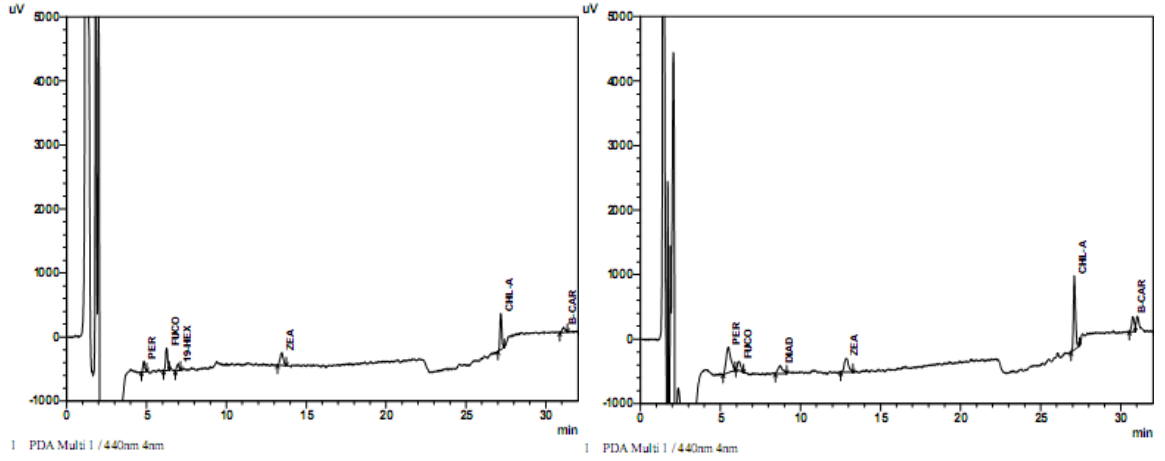
Ek Şekil 65. Temmuz 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 25 m derinliğe ait kromatogram



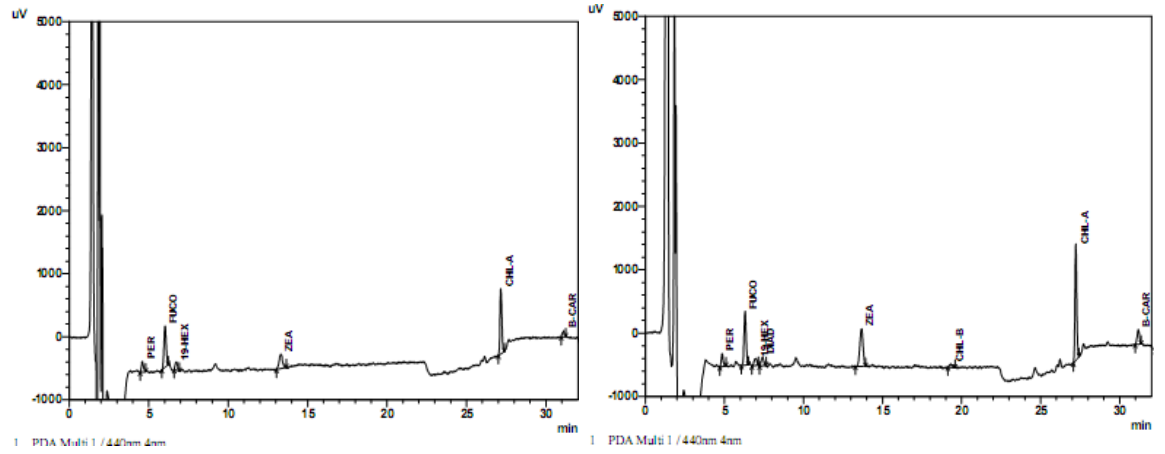
Ek Şekil 66. Temmuz 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 30 m derinliğe ait kromatogram



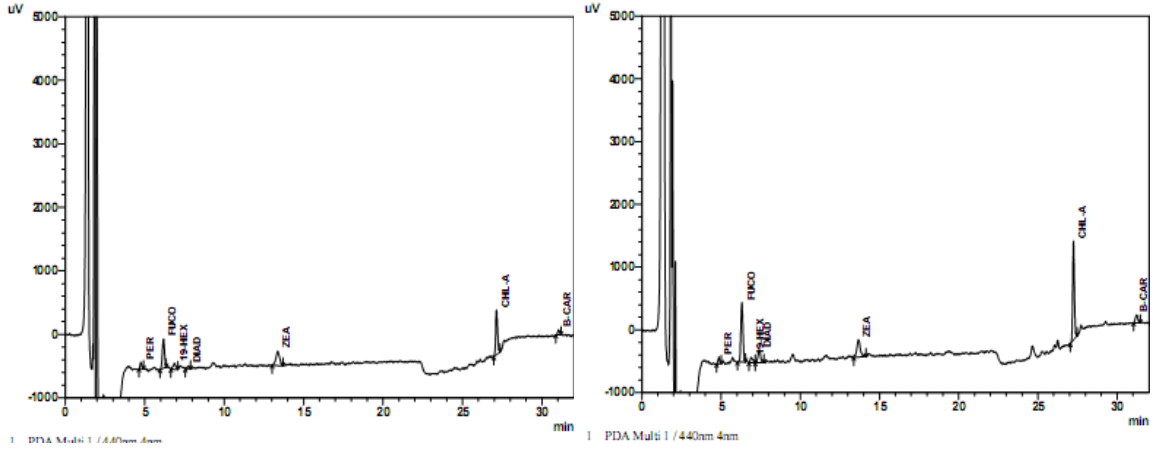
Ek Şekil 67. Temmuz 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 35 m derinliğe ait kromatogram



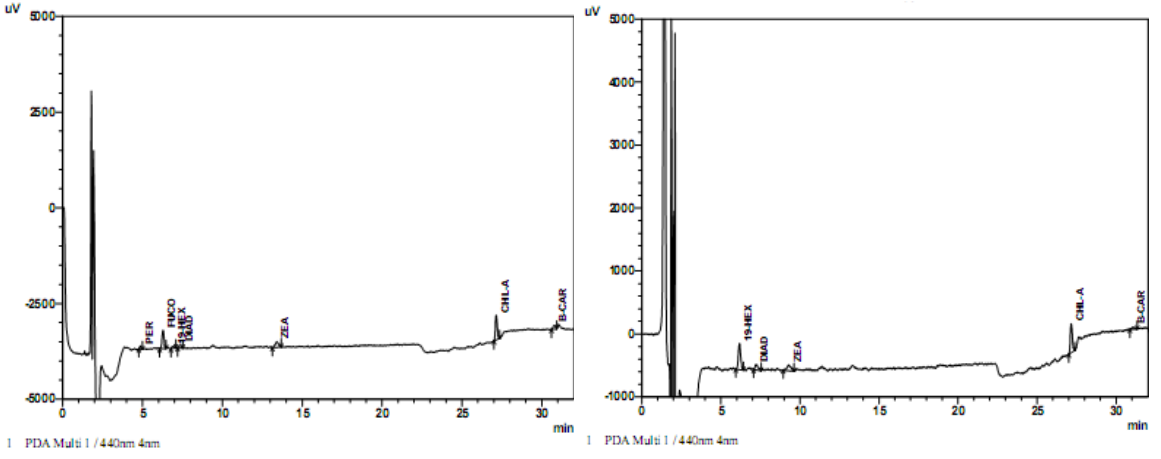
Ek Şekil 68. Temmuz 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 40 m derinliğe ait kromatogram



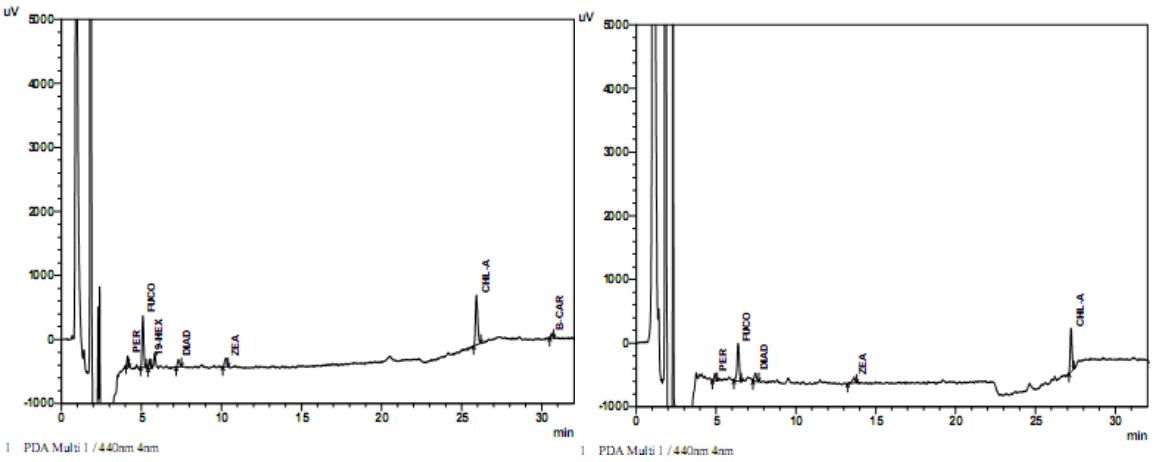
Ek Şekil 69. Temmuz 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 45 m derinliğe ait kromatogram



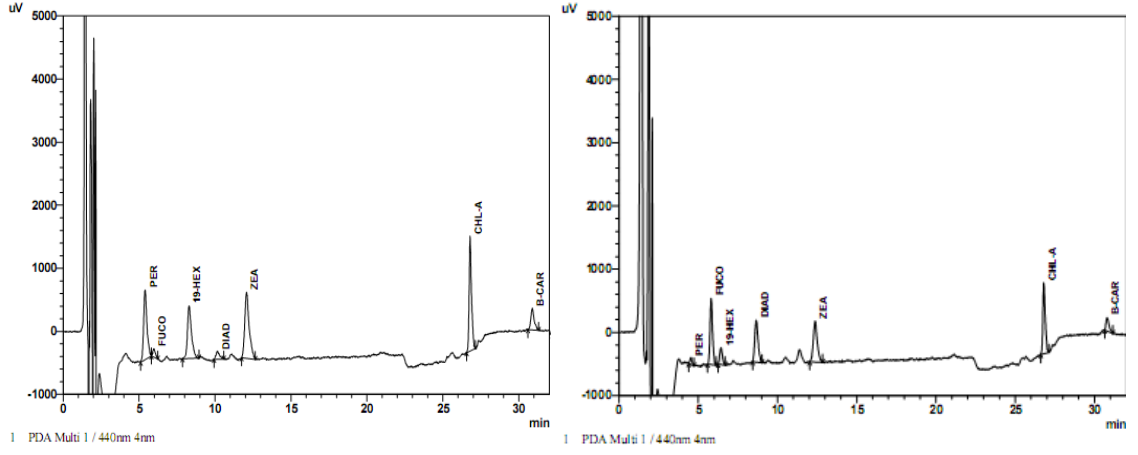
Ek Şekil 70. Temmuz 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 50 m derinliğe ait kromatogram



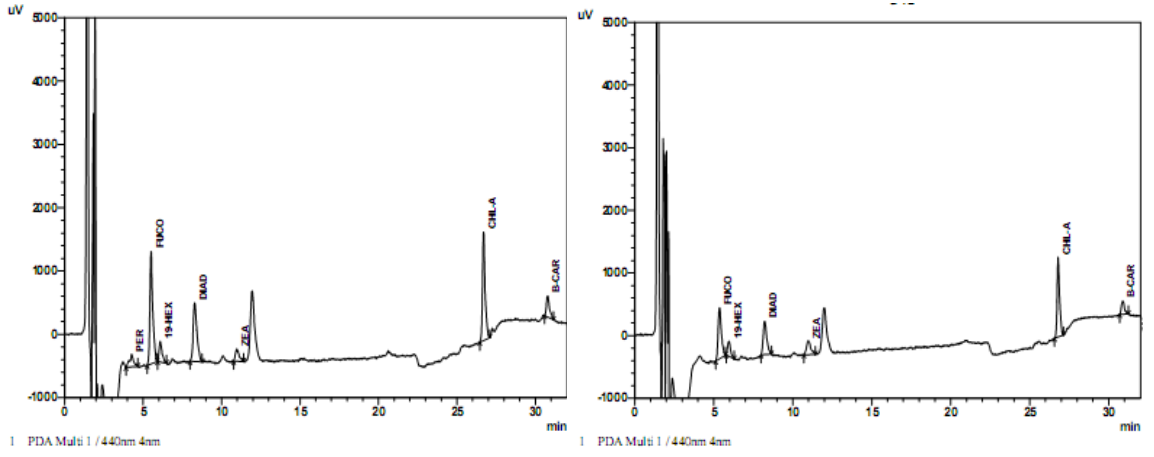
Ek Şekil 71. Temmuz 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 55 m derinliğe ait kromatogram



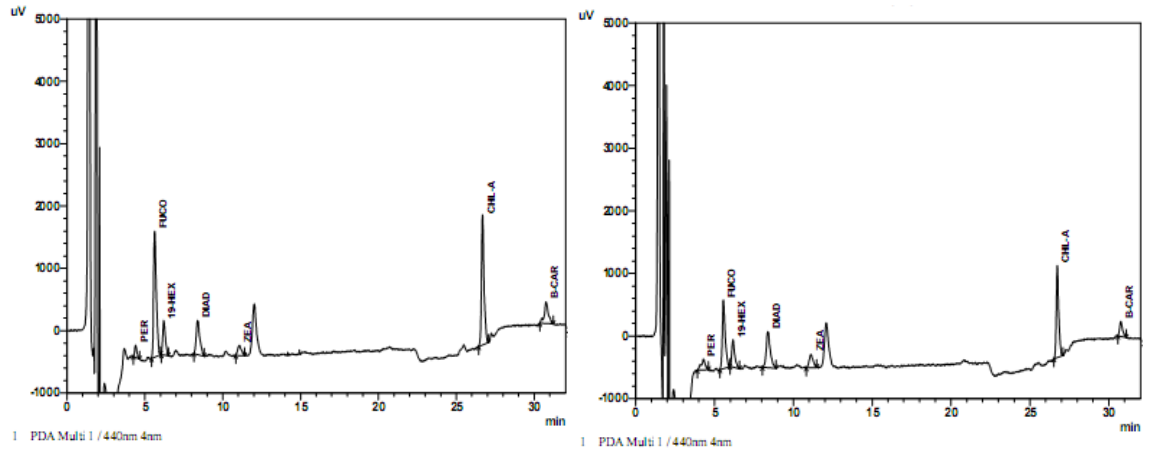
Ek Şekil 72. Temmuz 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 60 m derinliğe ait kromatogram



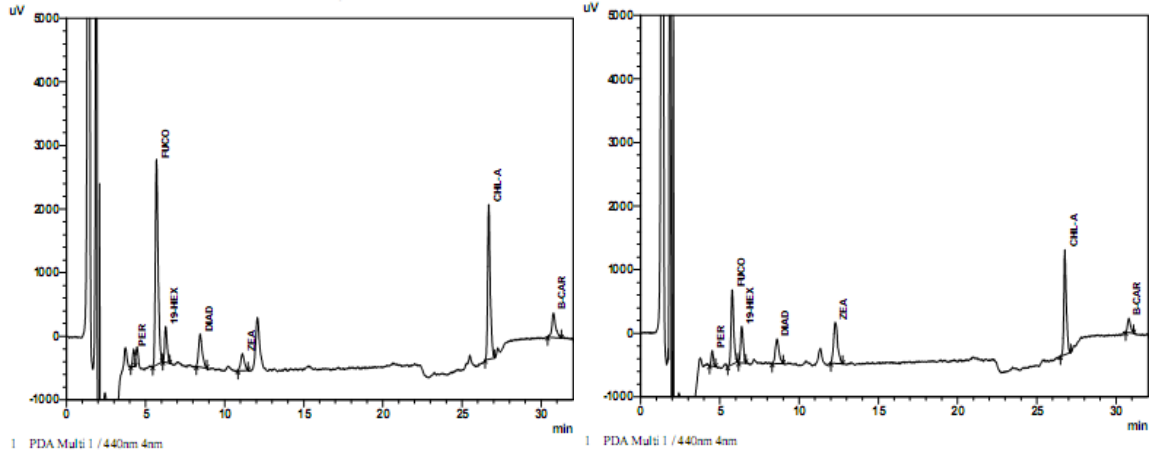
Ek Şekil 73. Ağustos 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu yüzey örneğine ait kromatogram



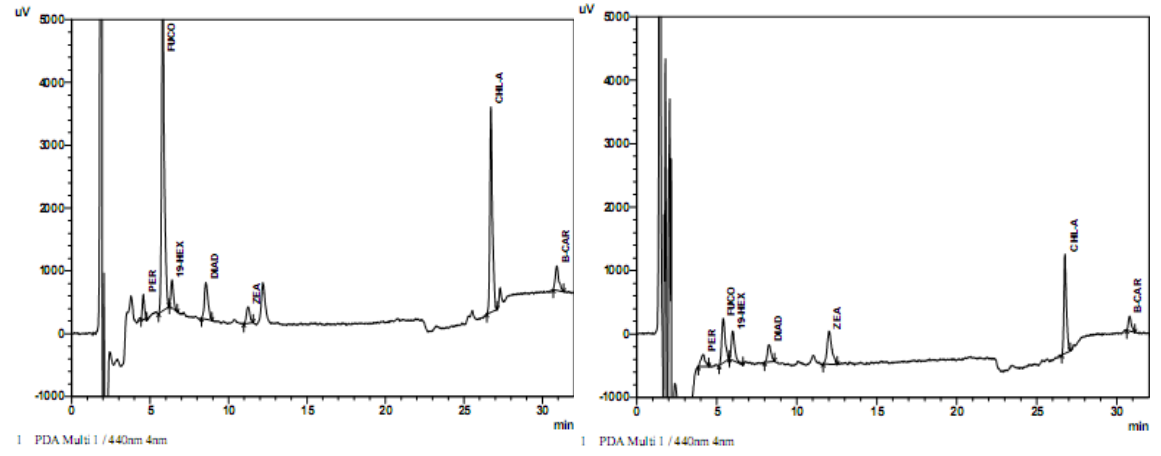
Ek Şekil 74. Ağustos 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 5 m derinliğe ait kromatogram



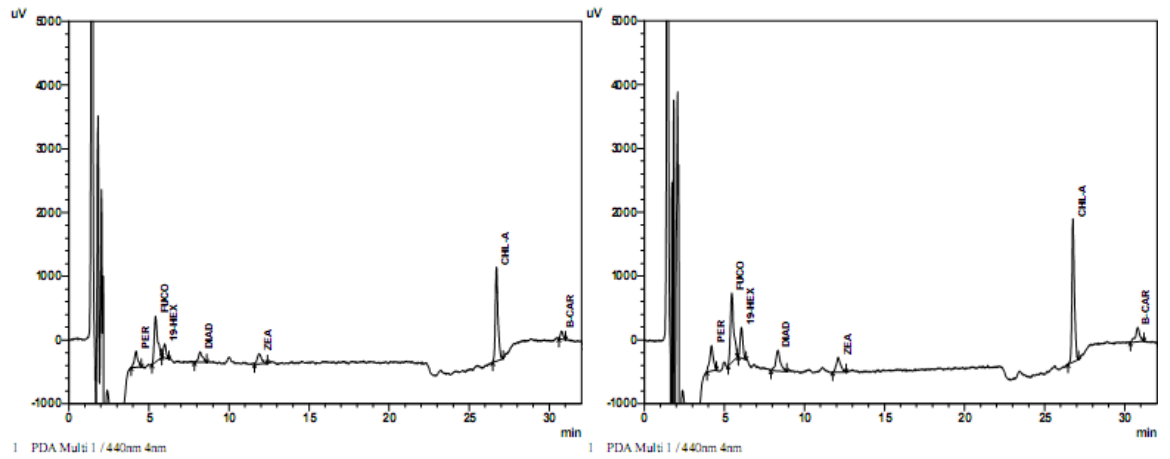
Ek Şekil 75. Ağustos 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 10 m derinliğe ait kromatogram



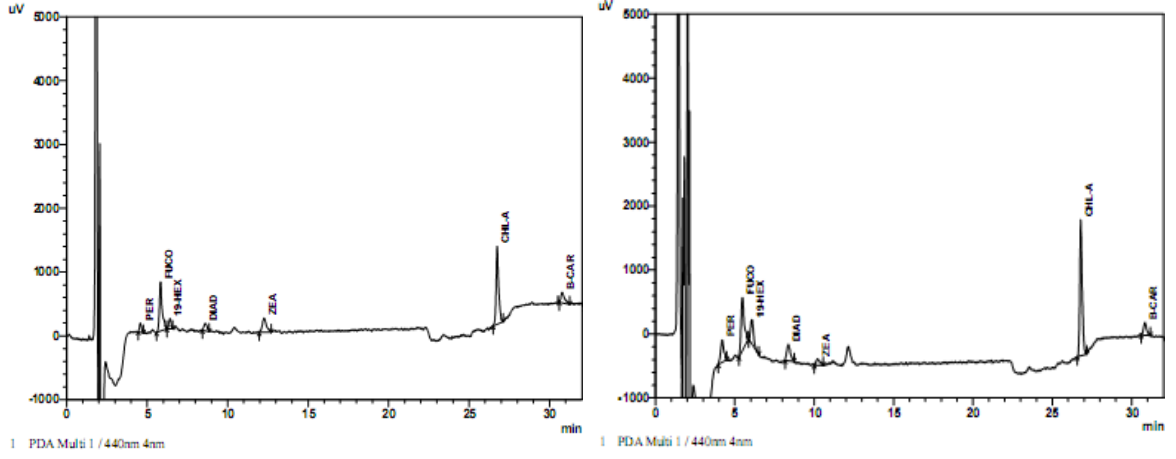
Ek Şekil 76. Ağustos 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 15 m derinliğe ait kromatogram



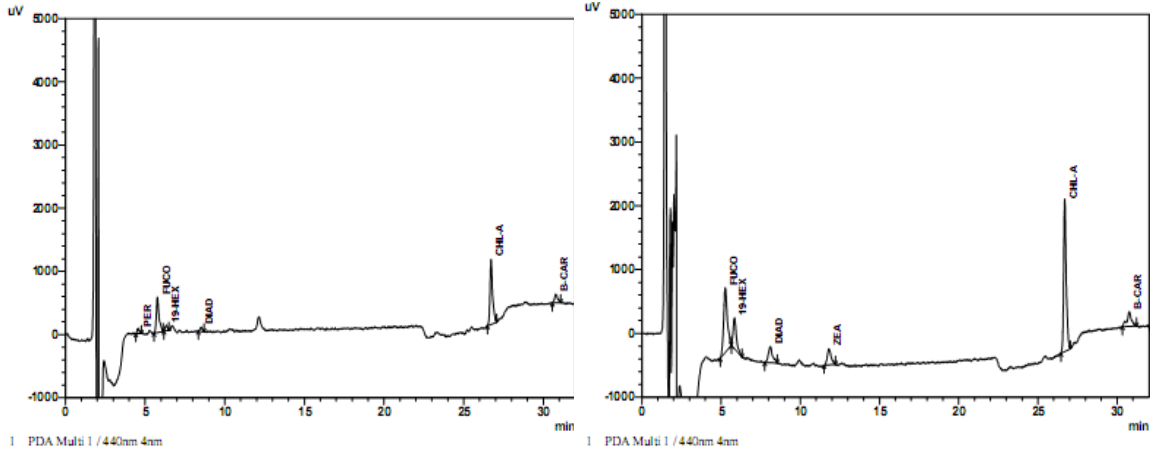
Ek Şekil 77. Ağustos 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 20 m derinliğe ait kromatogram



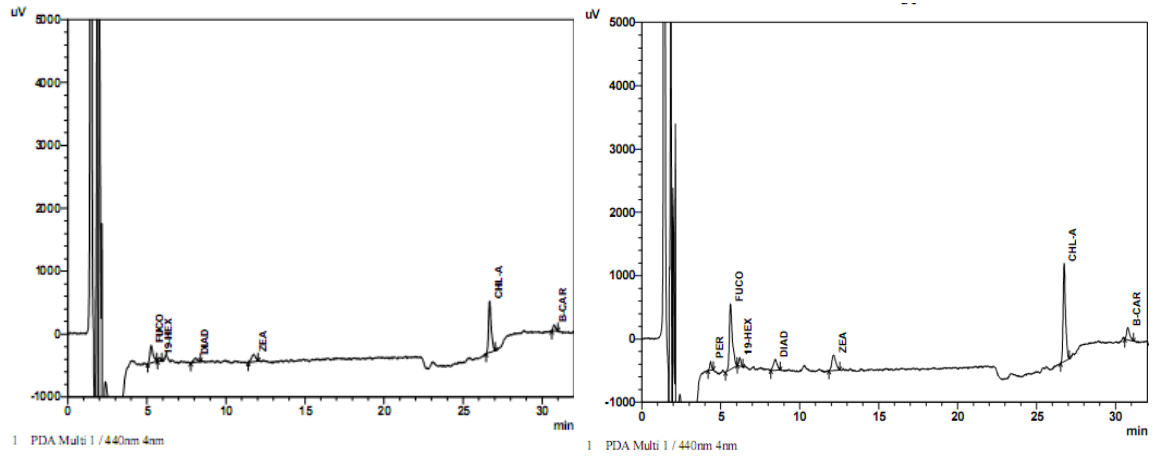
Ek Şekil 78. Ağustos 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 25 m derinliğe ait kromatogram



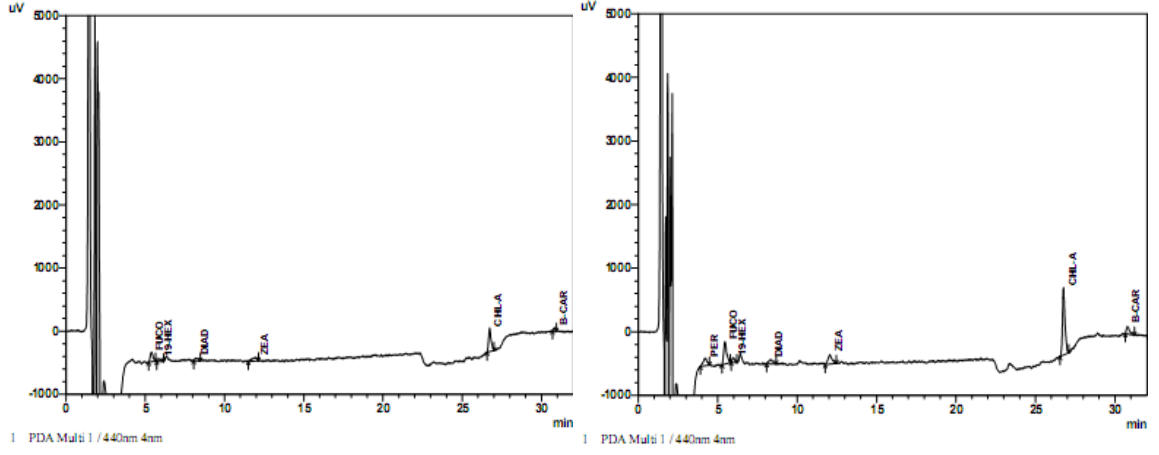
Ek Şekil 79. Ağustos 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 30 m derinliğe ait kromatogram



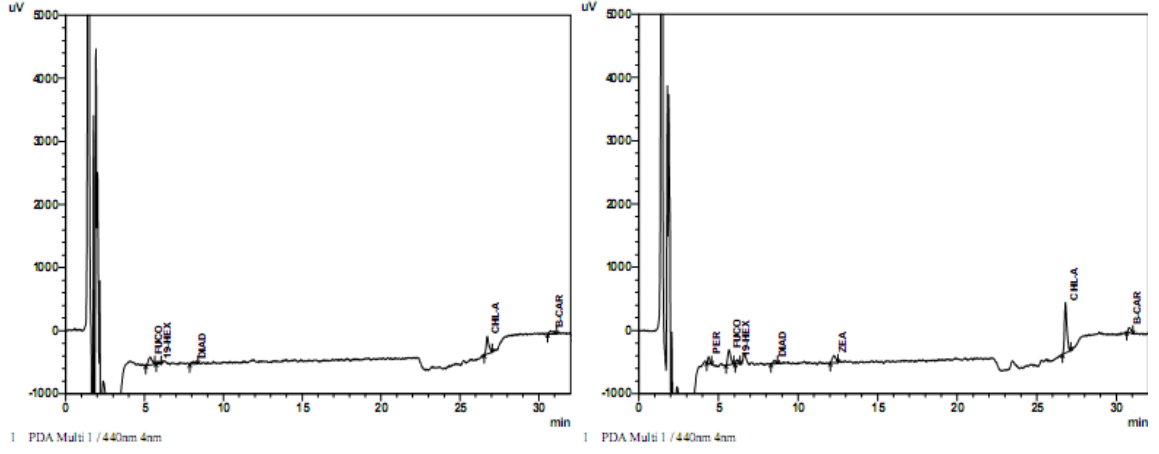
Ek Şekil 80. Ağustos 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 35 m derinliğe ait kromatogram



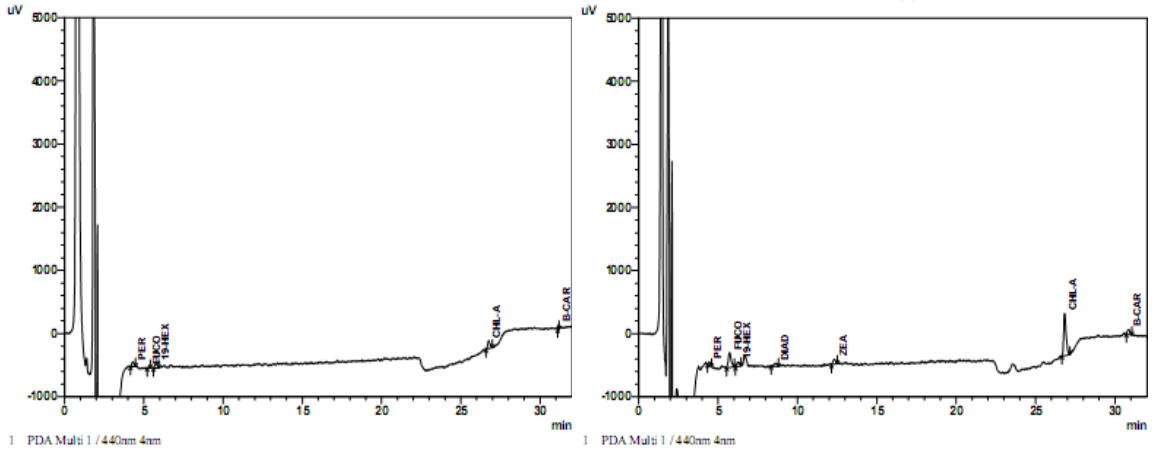
Ek Şekil 81. Ağustos 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 40 m derinliğe ait kromatogram



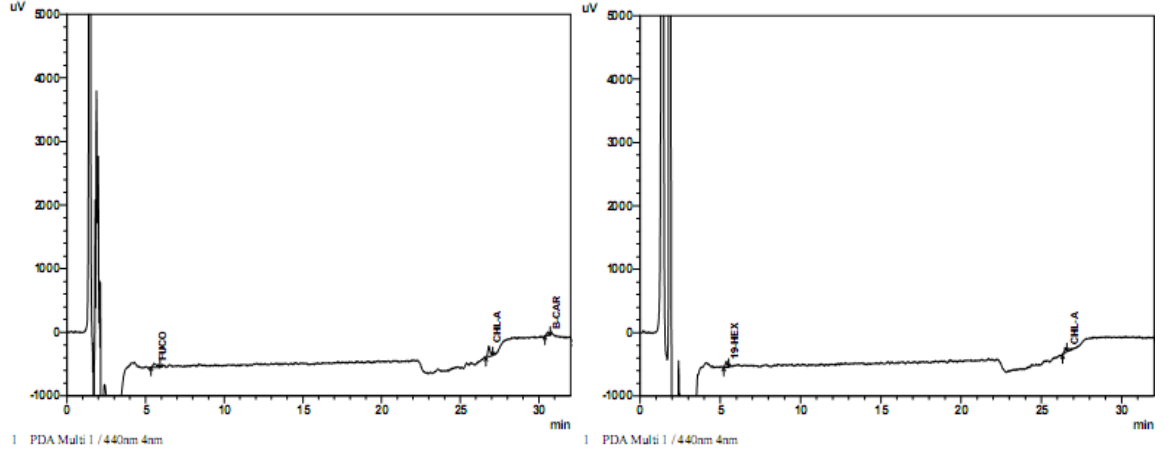
Ek Şekil 82. Ağustos 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 45 m derinliğe ait kromatogram



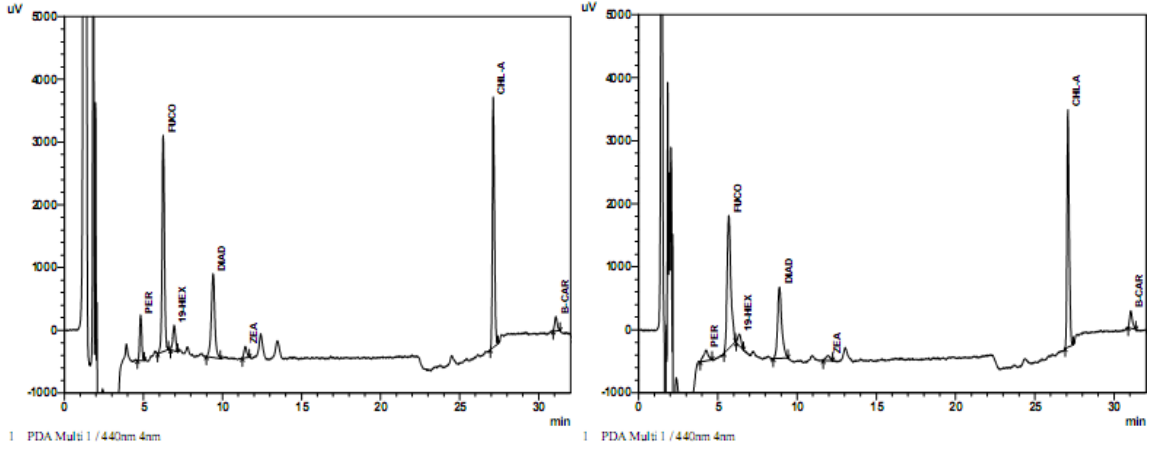
Ek Şekil 83. Ağustos 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 50 m derinliğe ait kromatogram



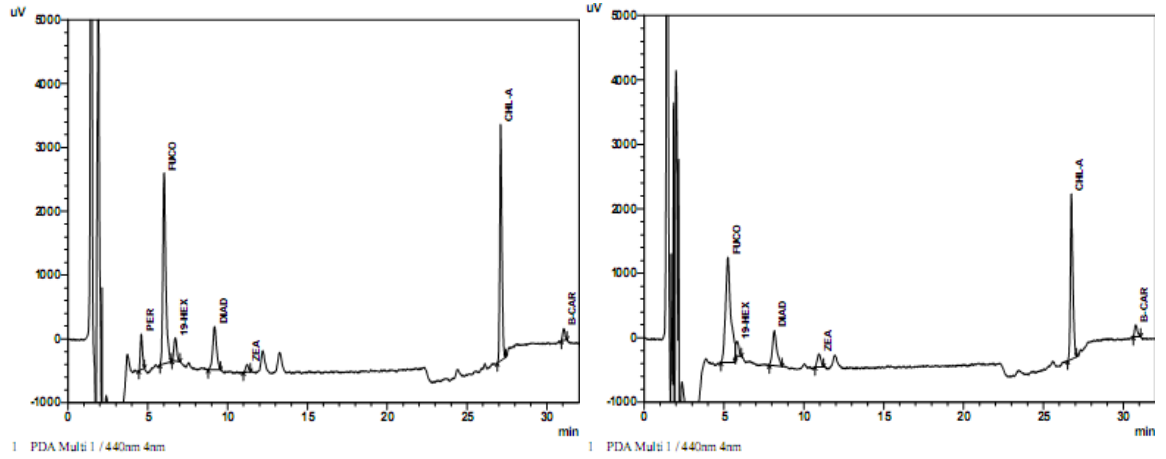
Ek Şekil 84. Ağustos 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 55 m derinliğe ait kromatogram



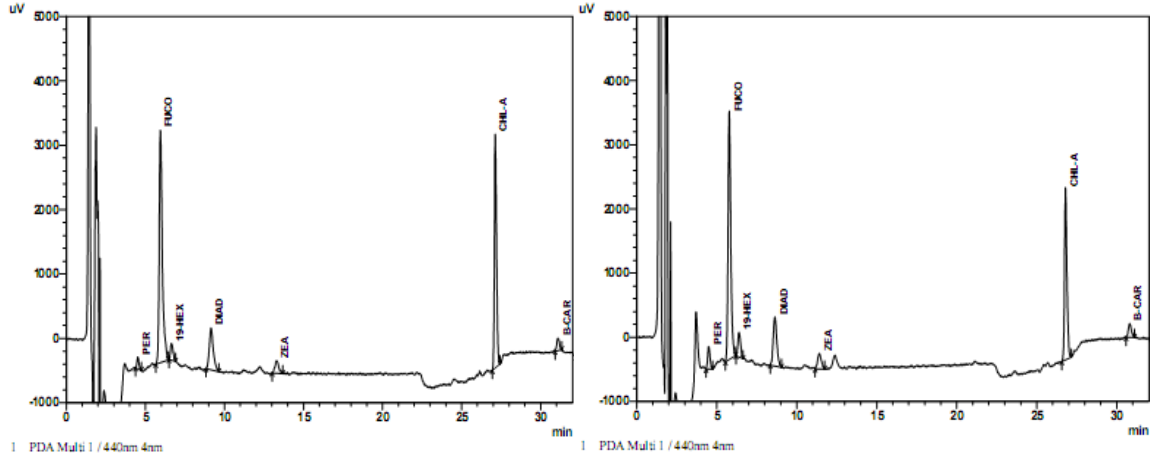
Ek Şekil 85. Ağustos 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 60 m derinliğe ait kromatogram



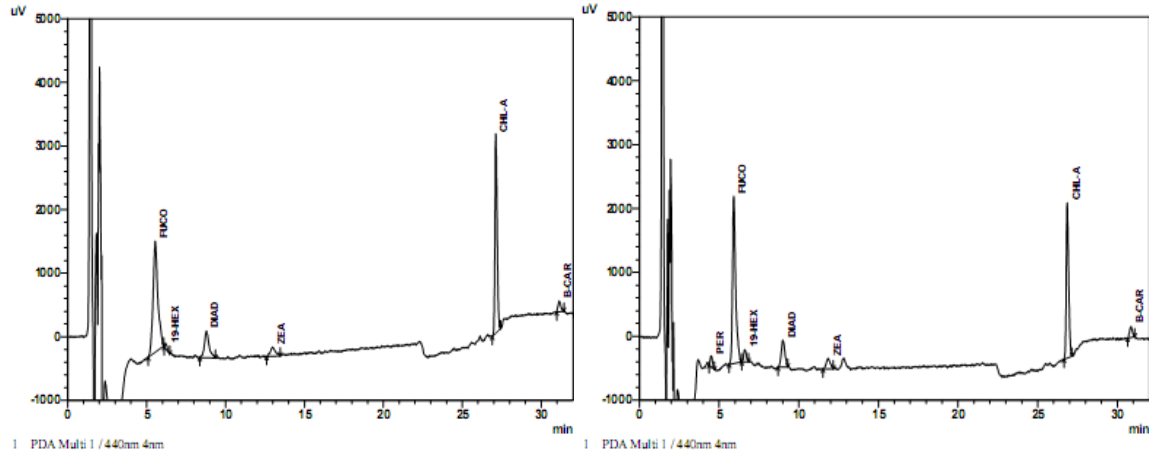
Ek Şekil 86. Eylül 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu yüzey örneğine ait kromatogram



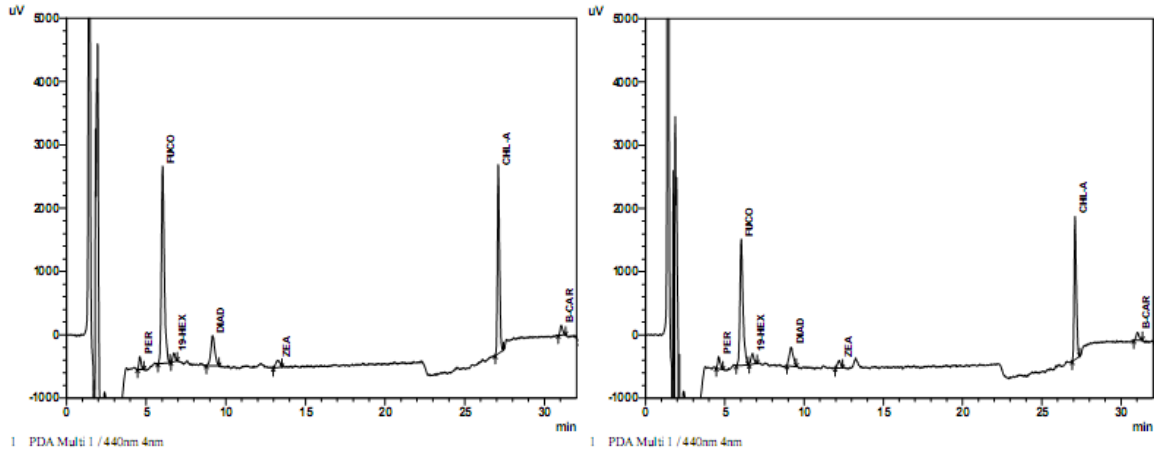
Ek Şekil 87. Eylül 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 5 m derinliğe ait kromatogram



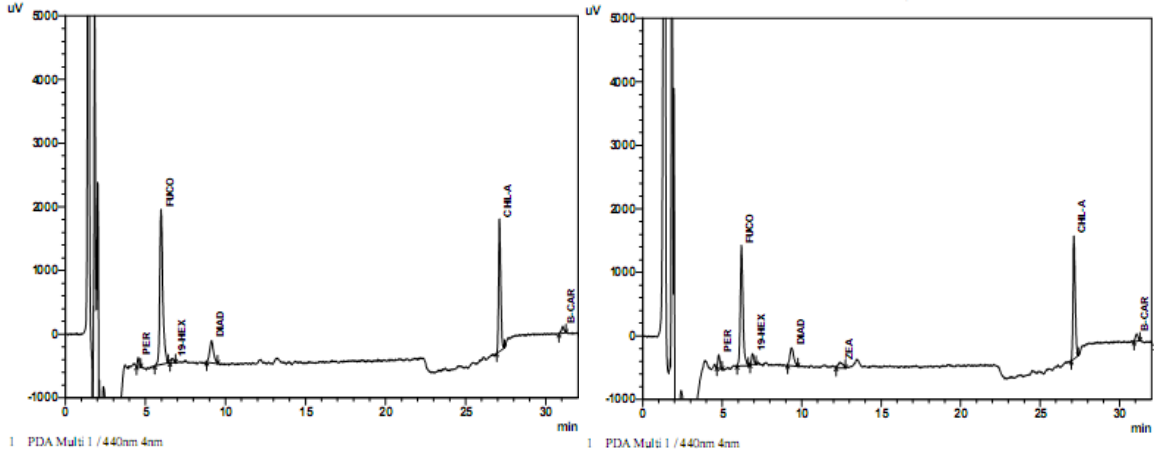
Ek Şekil 88. Eylül 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 10 m derinliğe ait kromatogram



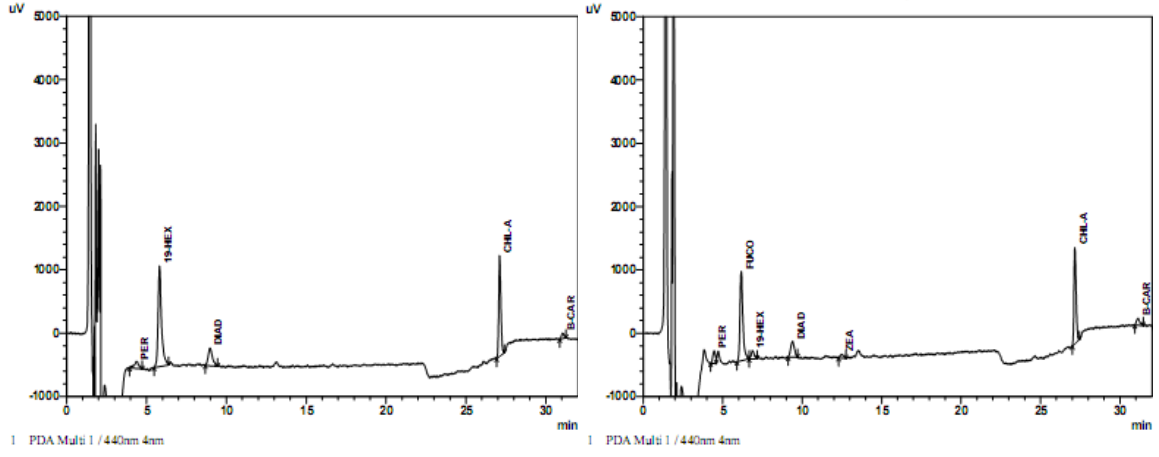
Ek Şekil 89. Eylül 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 15 m derinliğe ait kromatogram



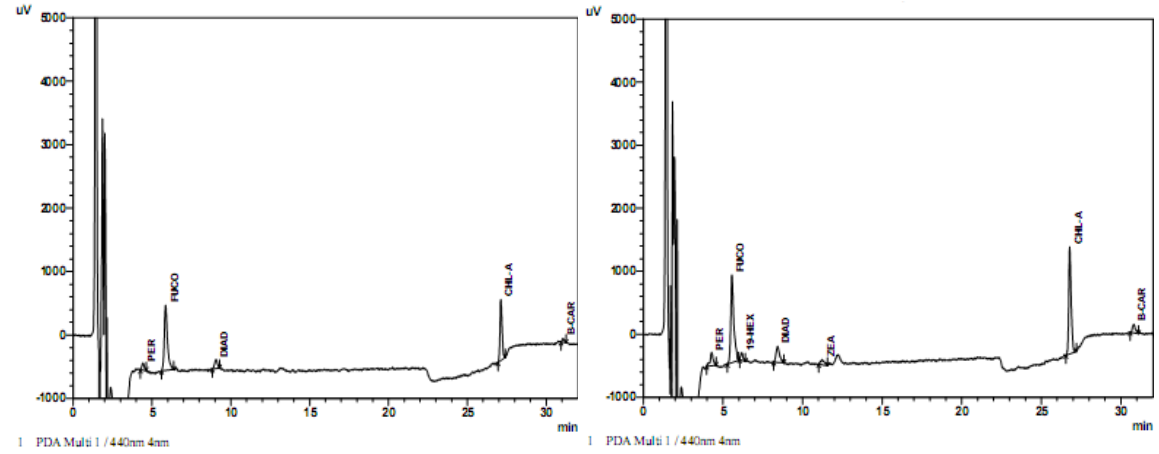
Ek Şekil 90. Eylül 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 20 m derinliğe ait kromatogram



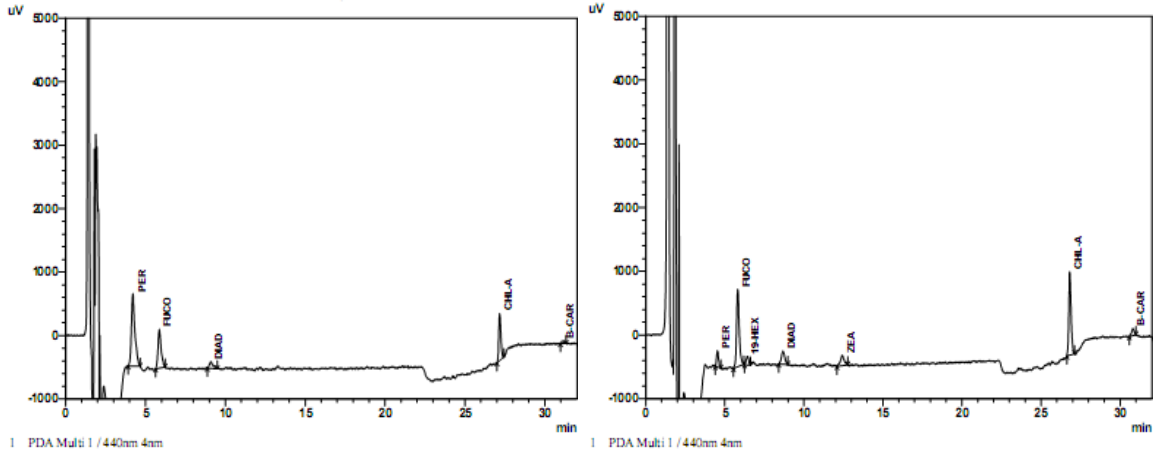
Ek Şekil 91. Eylül 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 25 m derinliğe ait kromatogram



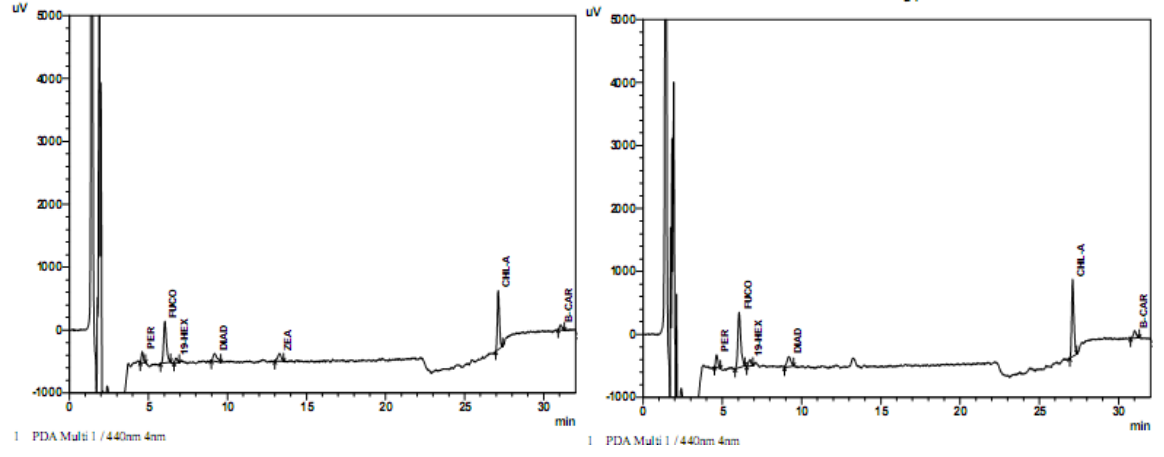
Ek Şekil 92. Eylül 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 30 m derinliğe ait kromatogram



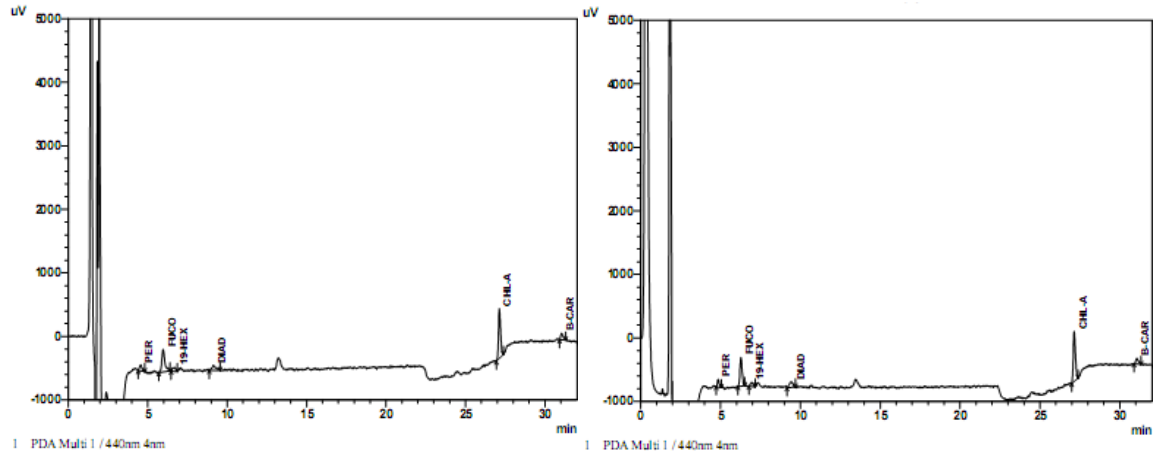
Ek Şekil 93. Eylül 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 35 m derinliğe ait kromatogram



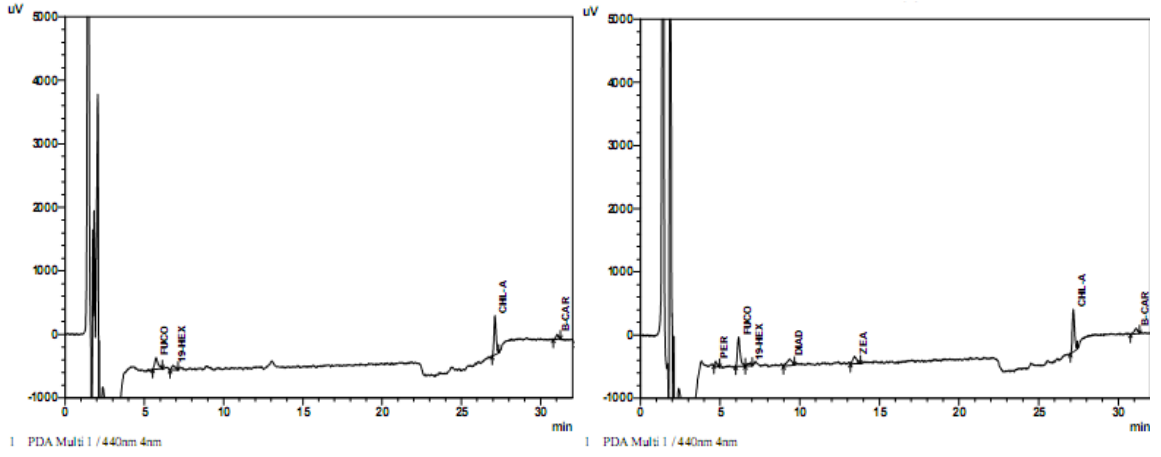
Ek Şekil 94. Eylül 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 40 m derinliğe ait kromatogram



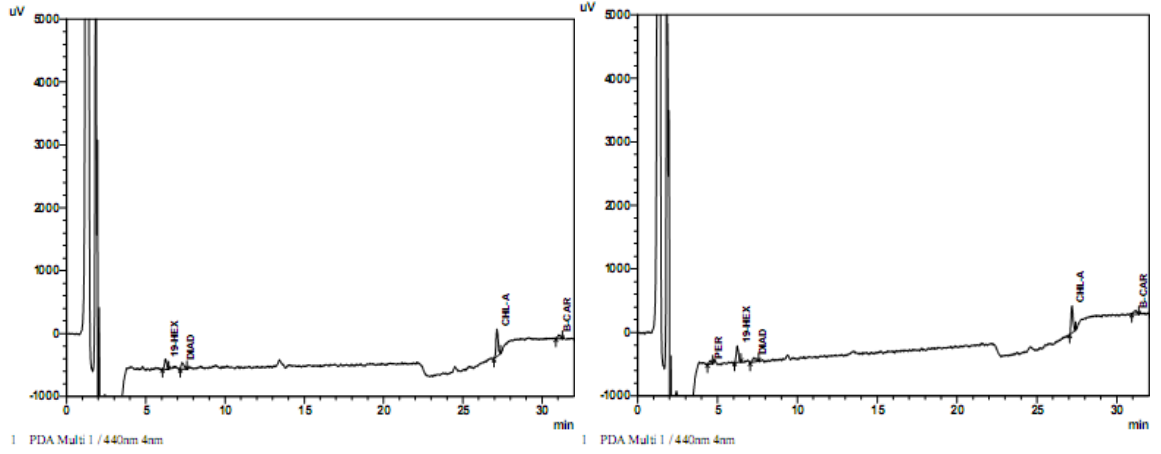
Ek Şekil 95. Eylül 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 45 derinliğe ait kromatogram



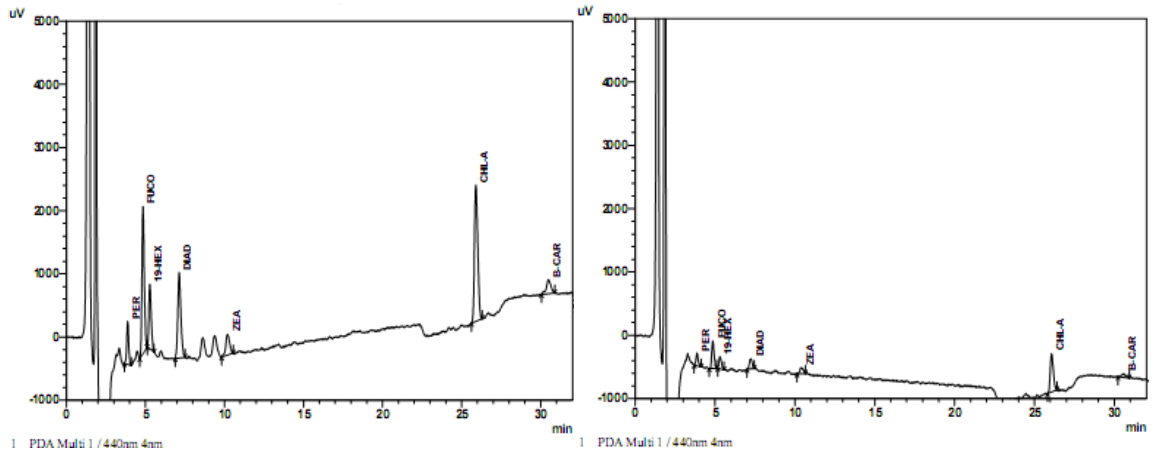
Ek Şekil 96. Eylül 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 50 m derinliğe ait kromatogram



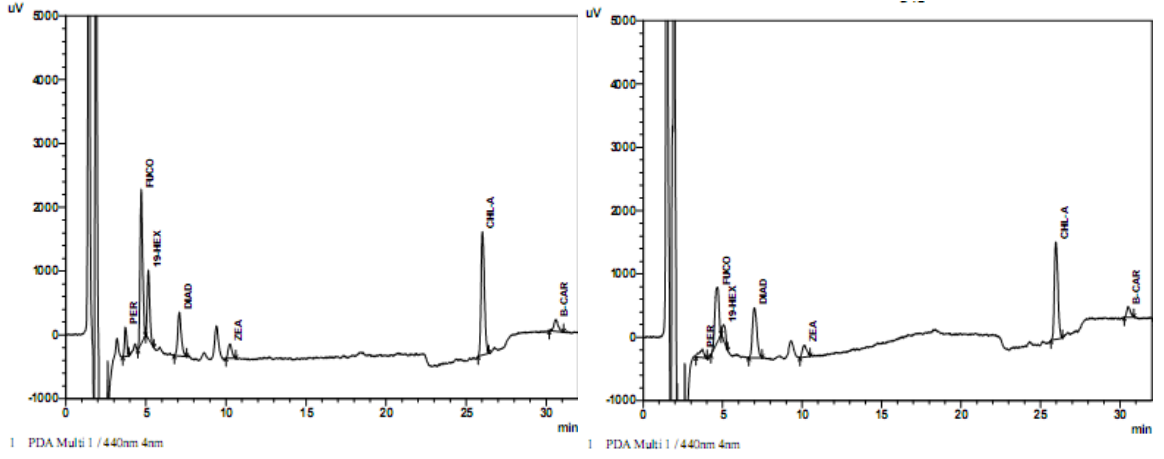
Ek Şekil 97. Eylül 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 55 m derinliğe ait kromatogram



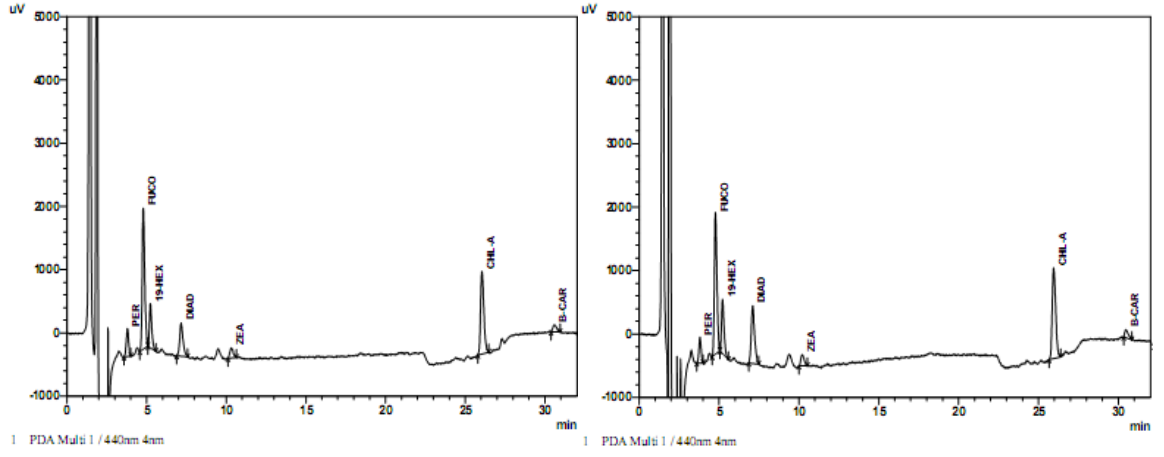
Ek Şekil 98. Eylül 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 60 m derinliğe ait kromatogram



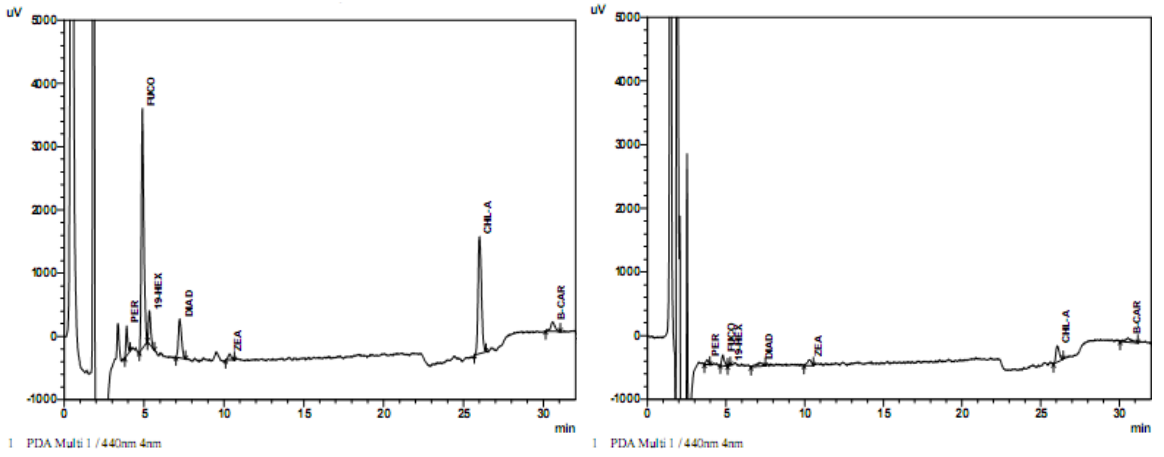
Ek Şekil 99. Ekim 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu yüzey örneğine ait kromatogram



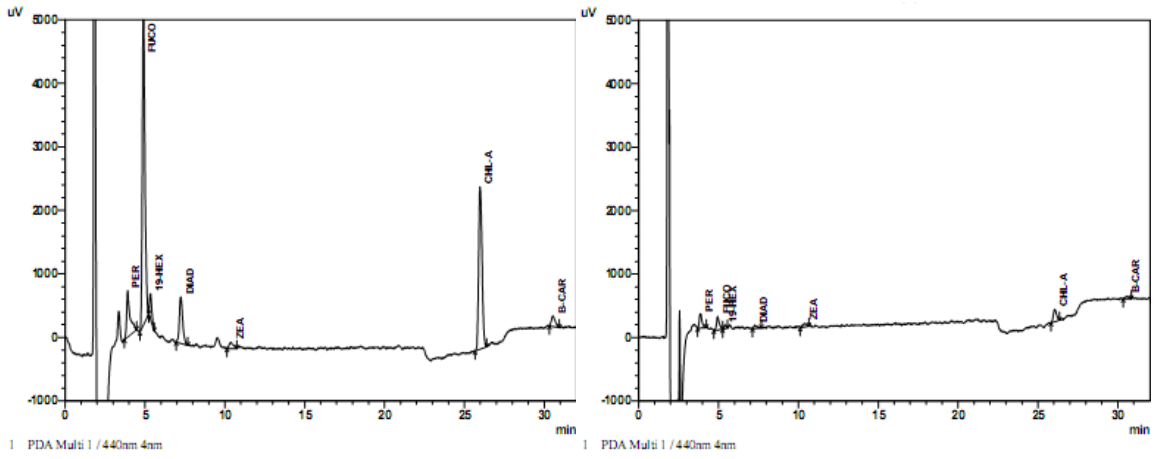
Ek Şekil 100. Ekim 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 5 m derinliğe ait kromatogram



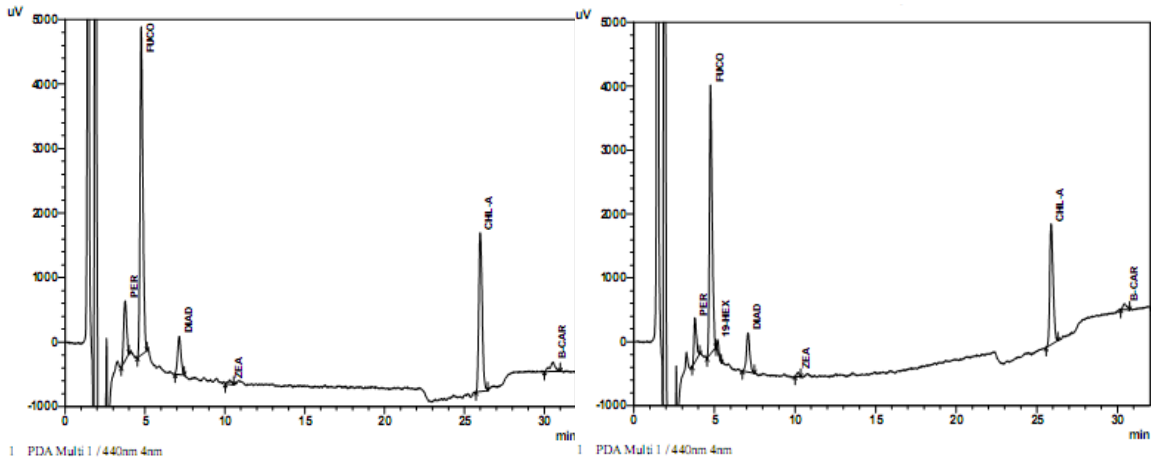
Ek Şekil 101. Ekim 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 10 m derinliğe ait kromatogram



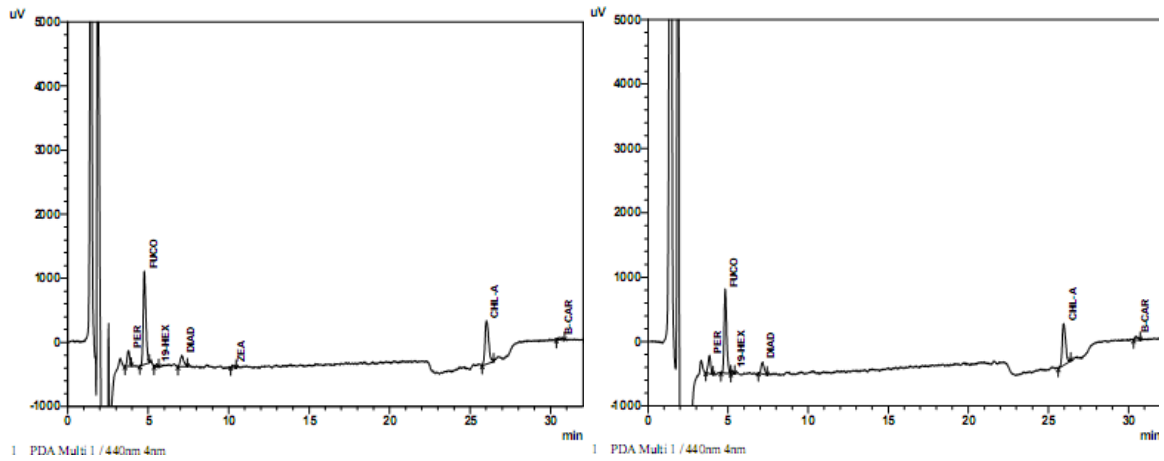
Ek Şekil 102. Ekim 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 15 m derinliğe ait kromatogram



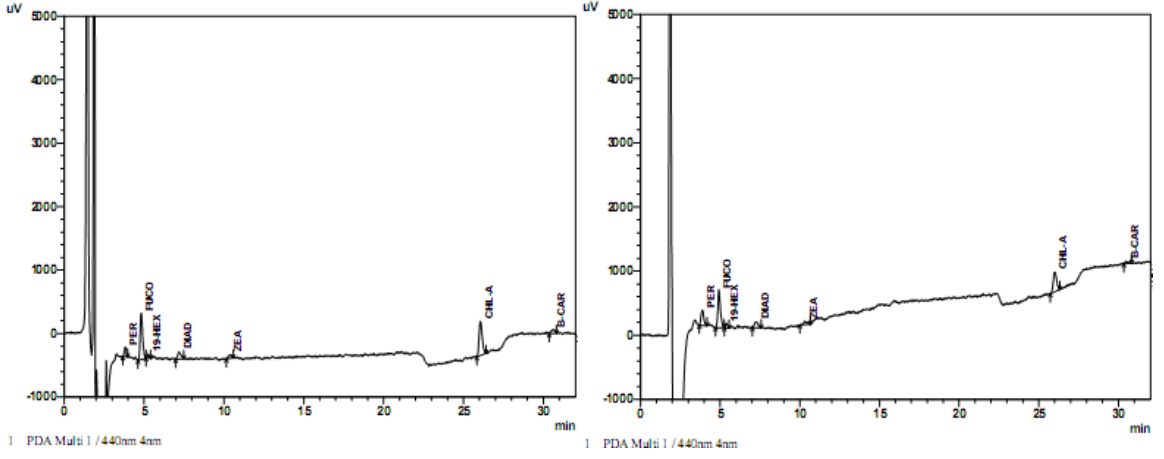
Ek Şekil 103. Ekim 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 20 m derinliğe ait kromatogram



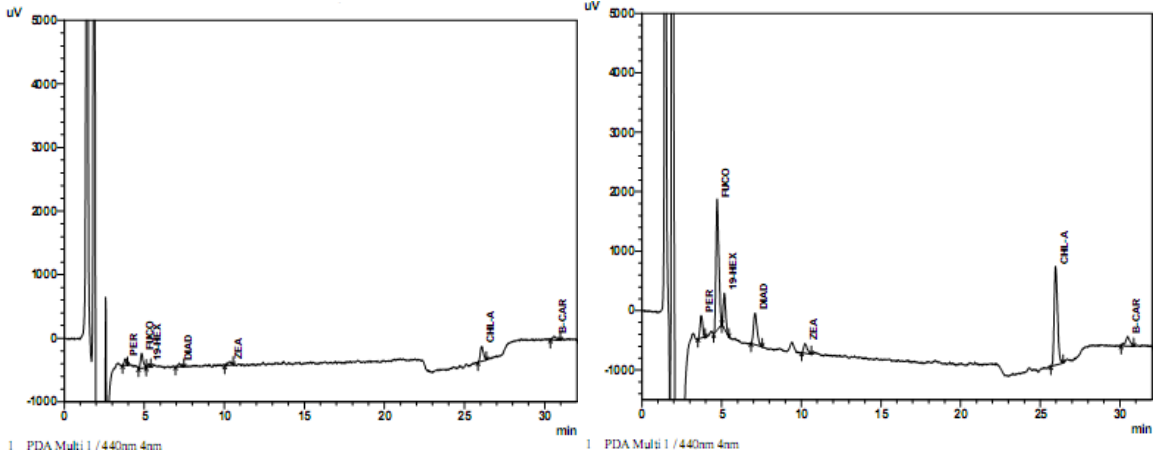
Ek Şekil 103. Ekim 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 25 m derinliğe ait kromatogram



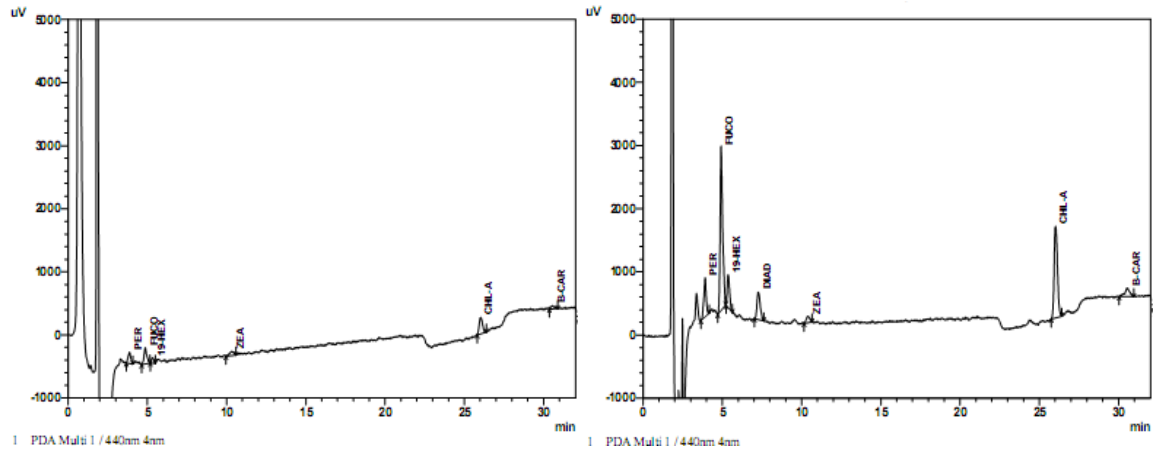
Ek Şekil 104. Ekim 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 30 m derinliğe ait kromatogram



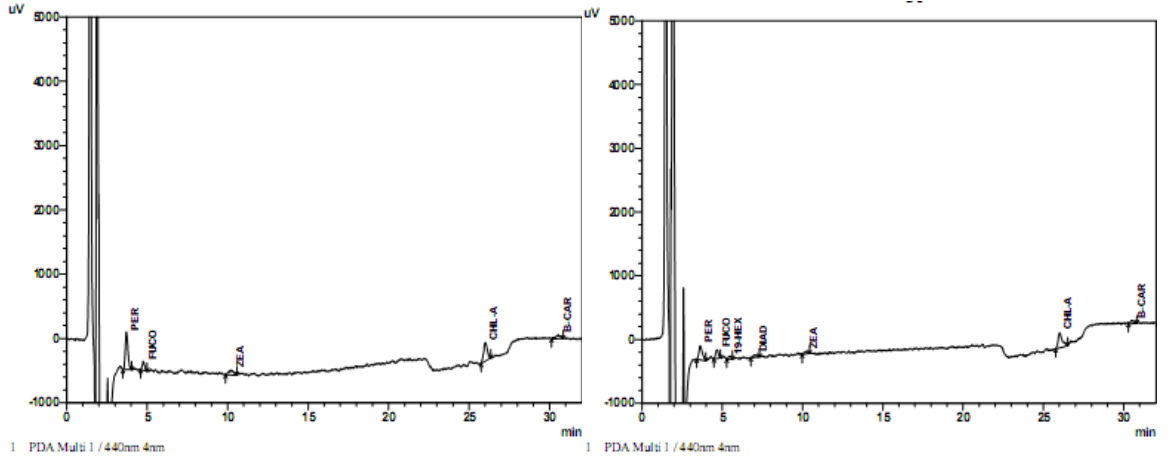
Ek Şekil 105. Ekim 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 35 m derinliğe ait kromatogram



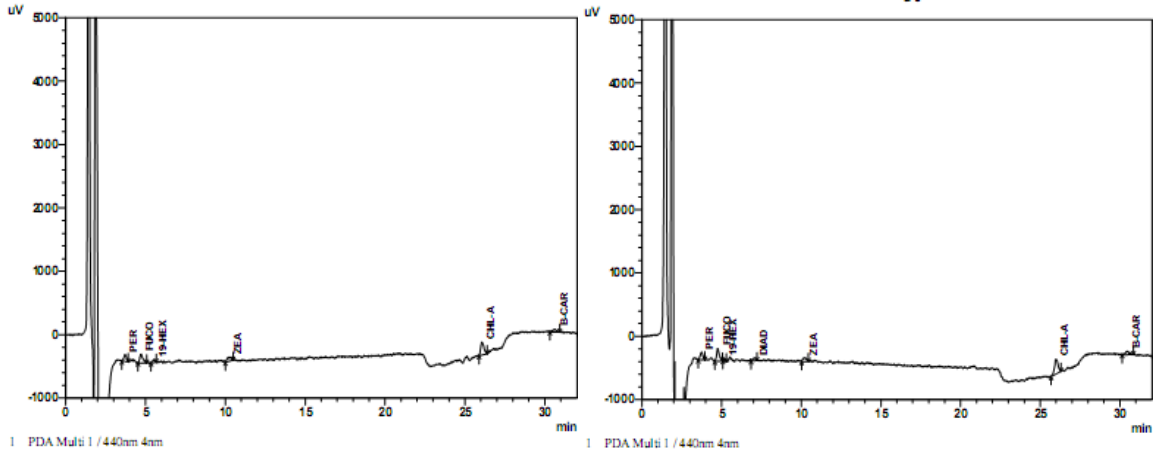
Ek Şekil 106. Ekim 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 40 m derinliğe ait kromatogram



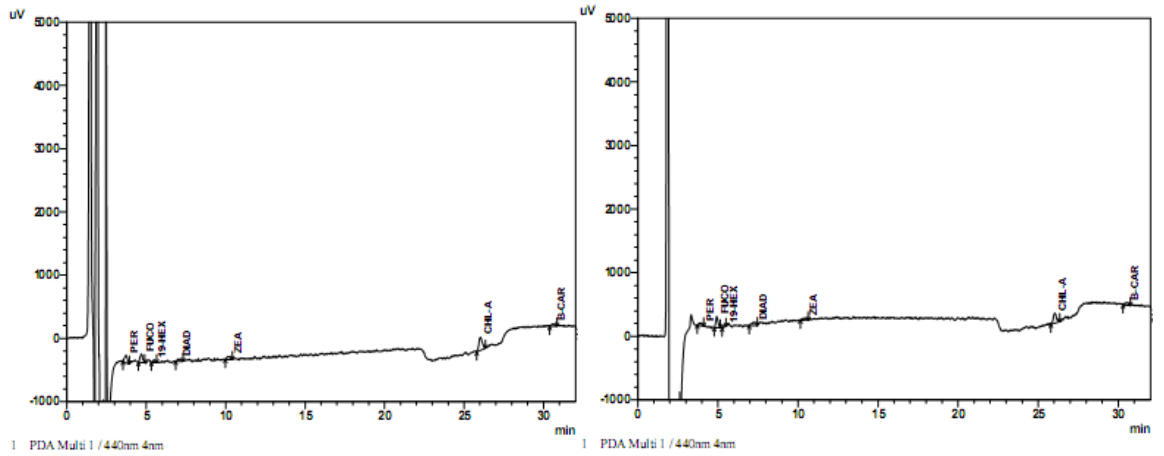
Ek Şekil 107. Ekim 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 45 m derinliğe ait kromatogram



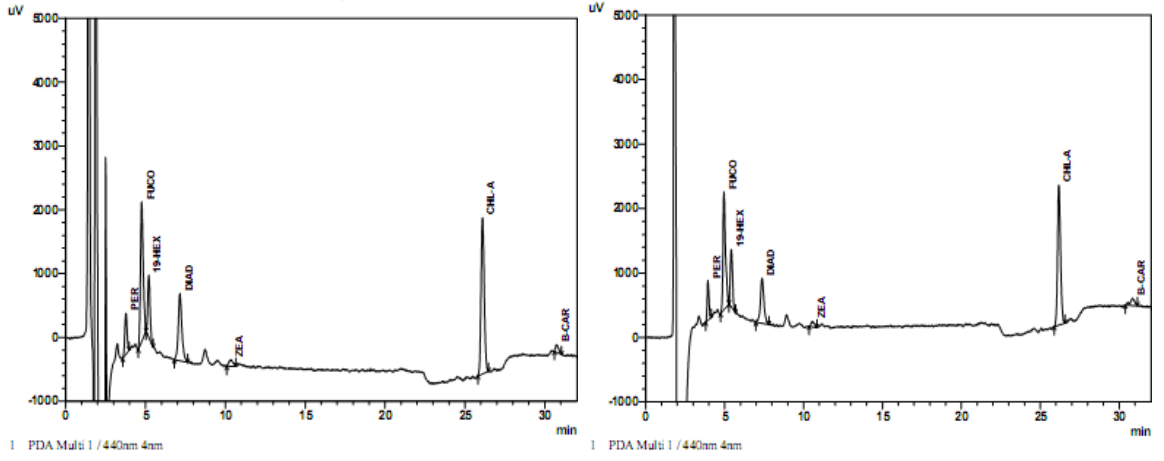
Ek Şekil 108. Ekim 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 50 m derinliğe ait kromatogram



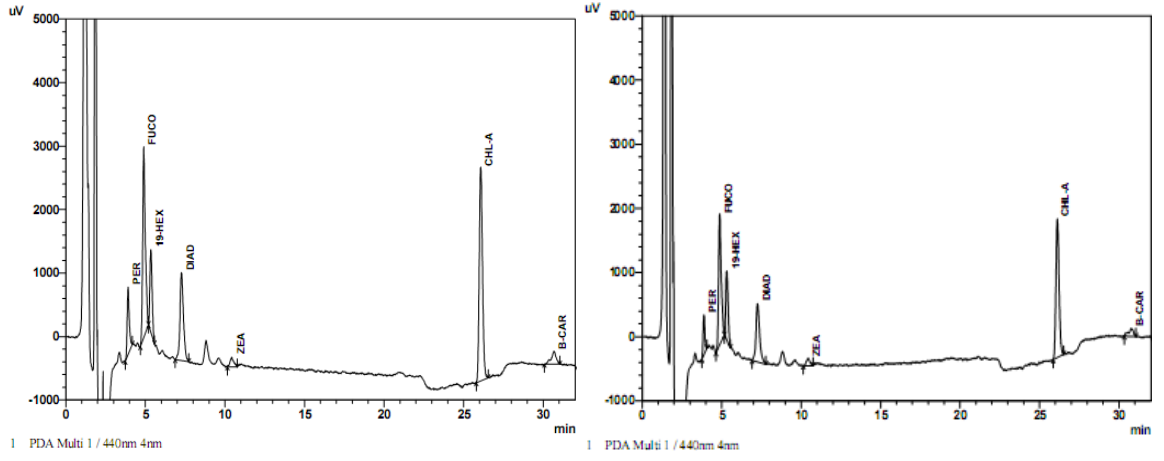
Ek Şekil 109. Ekim 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 55 m derinliğe ait kromatogram



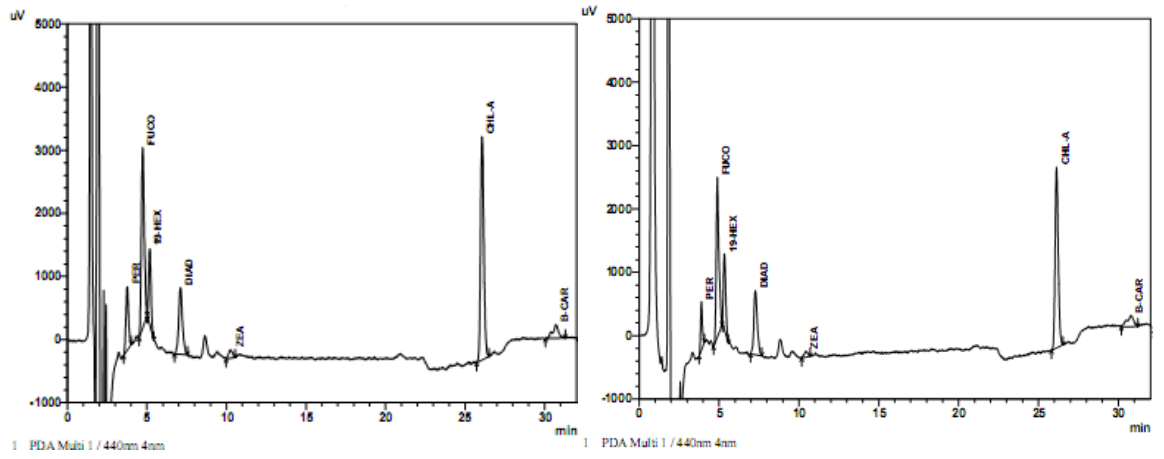
Ek Şekil 110. Ekim 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 60 m derinliğe ait kromatogram



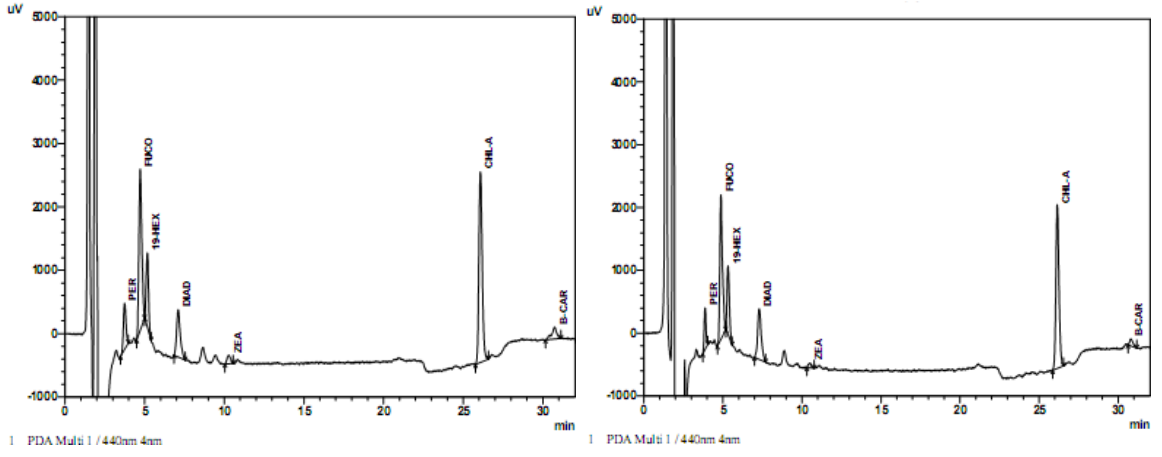
Ek Şekil 111. Kasım 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu yüzey örneğine ait kromatogram



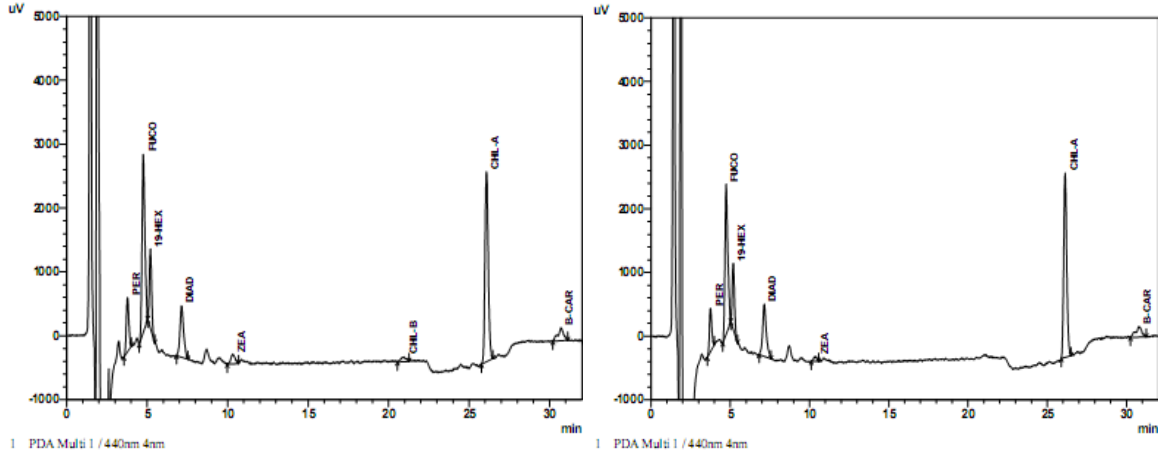
Ek Şekil 112. Kasım 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 5 m derinliğe ait kromatogram



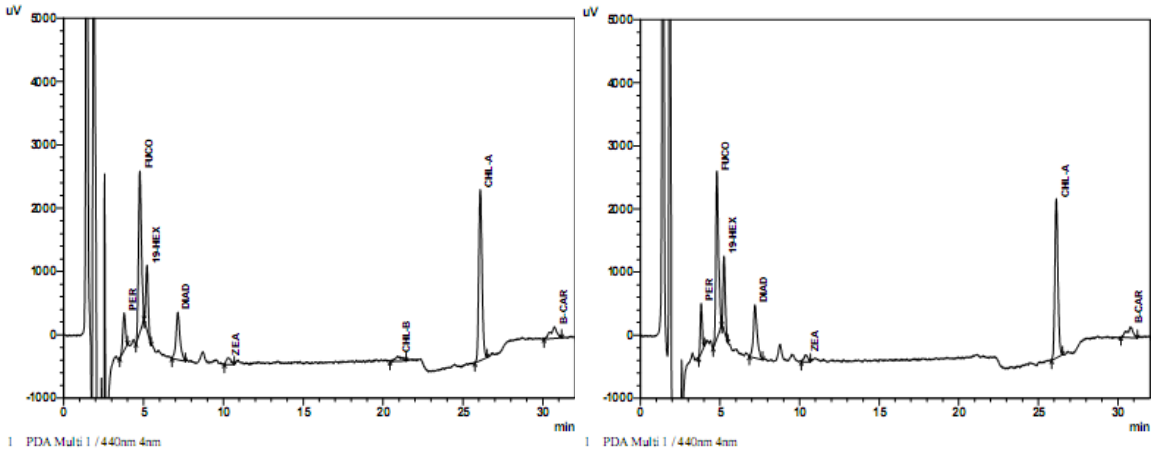
Ek Şekil 113. Kasım 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 10 m derinliğe ait kromatogram



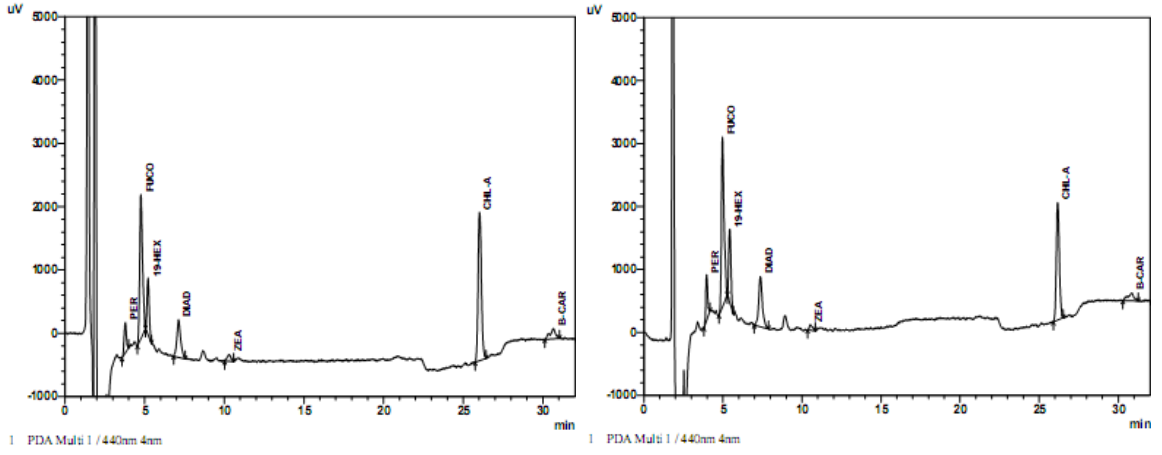
Ek Şekil 114. Kasım 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 15 m derinliğe ait kromatogram



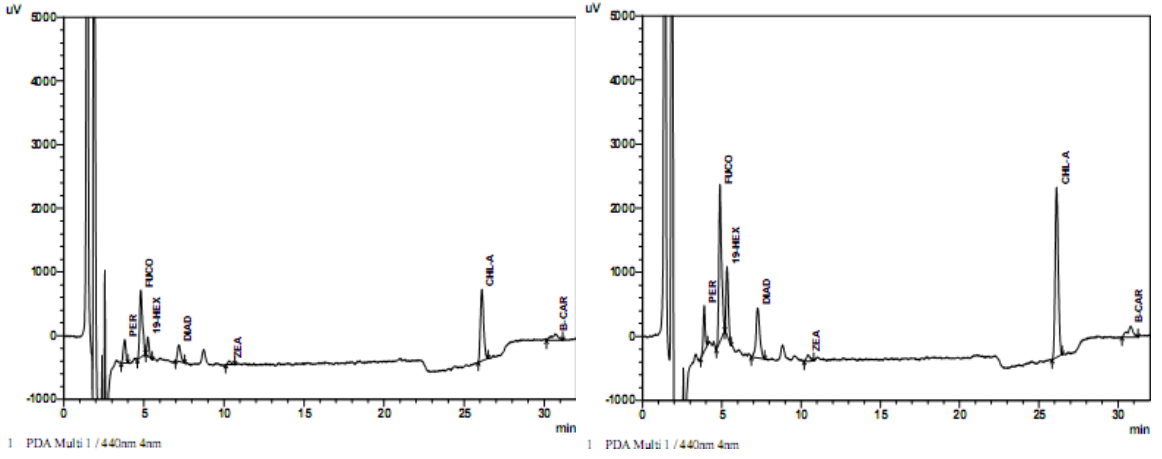
Ek Şekil 115. Kasım 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 20 m derinliğe ait kromatogram



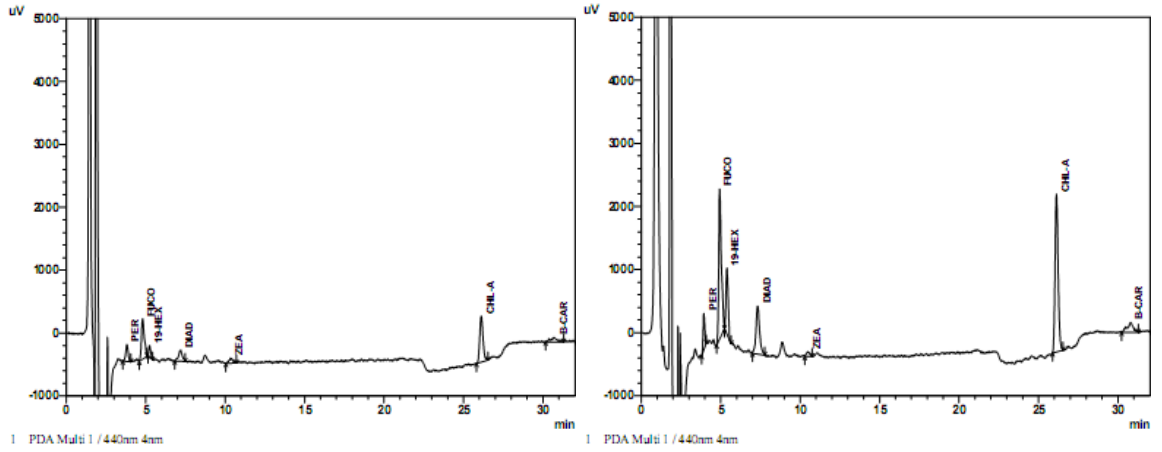
Ek Şekil 116. Kasım 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 25 m derinliğe ait kromatogram



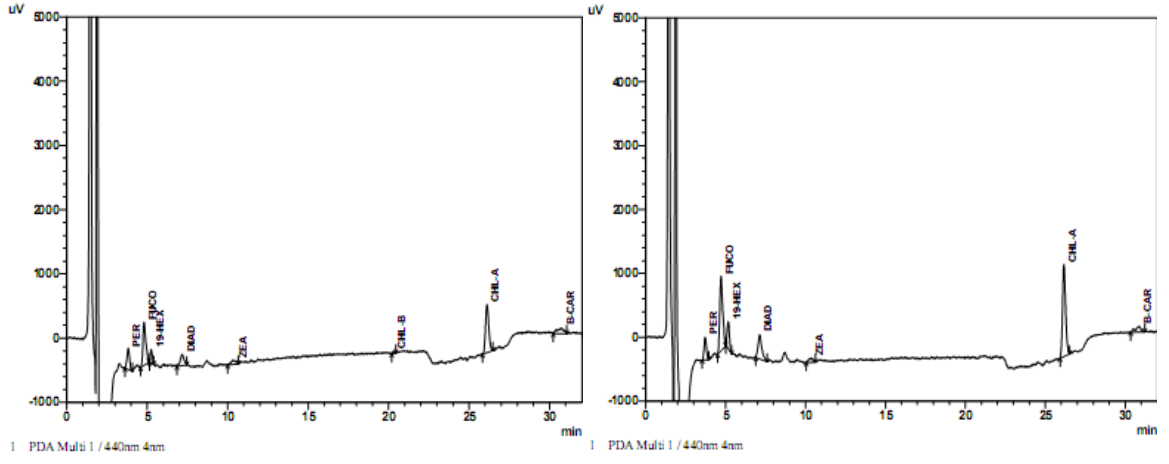
Ek Şekil 117. Kasım 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 30 m derinliğe ait kromatogram



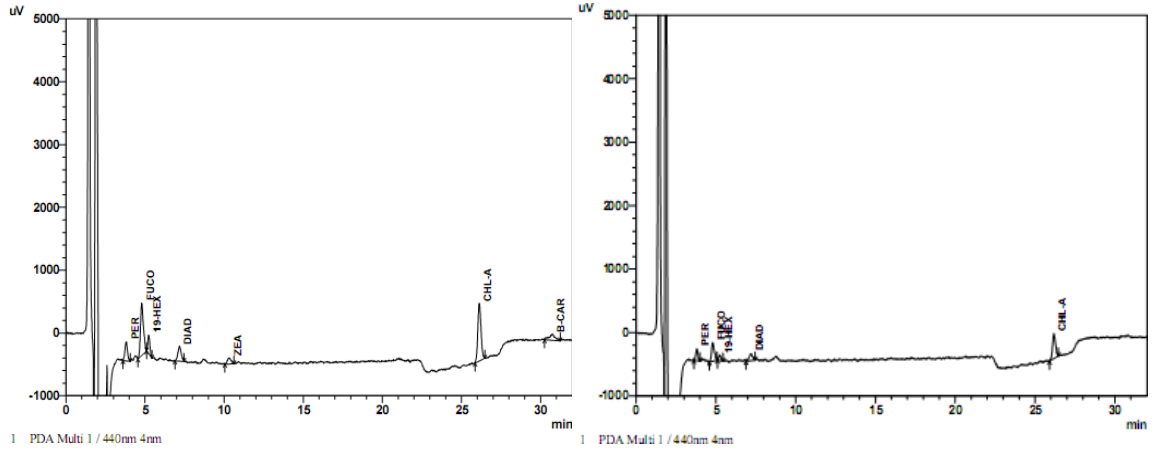
Ek Şekil 118. Kasım 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 35 m derinliğe ait kromatogram



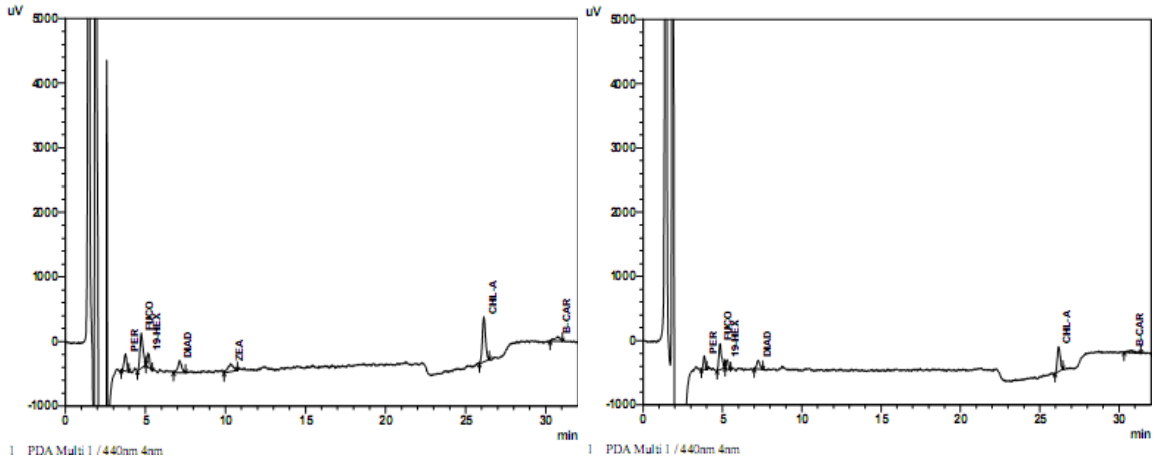
Ek Şekil 119. Kasım 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 40 m derinliğe ait kromatogram



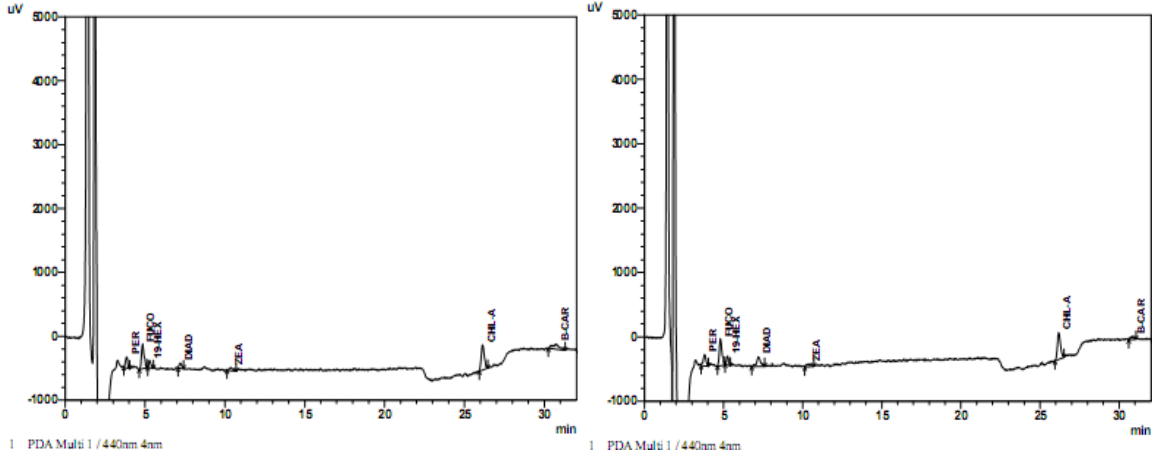
Ek Şekil 120. Kasım 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 45 m derinliğe ait kromatogram



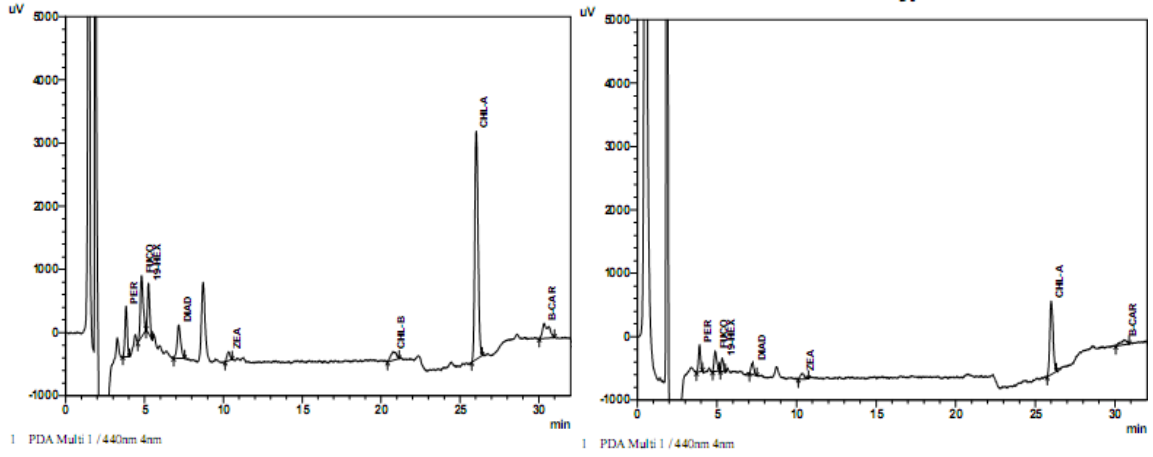
Ek Şekil 121. Kasım 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 50 m derinliğe ait kromatogram



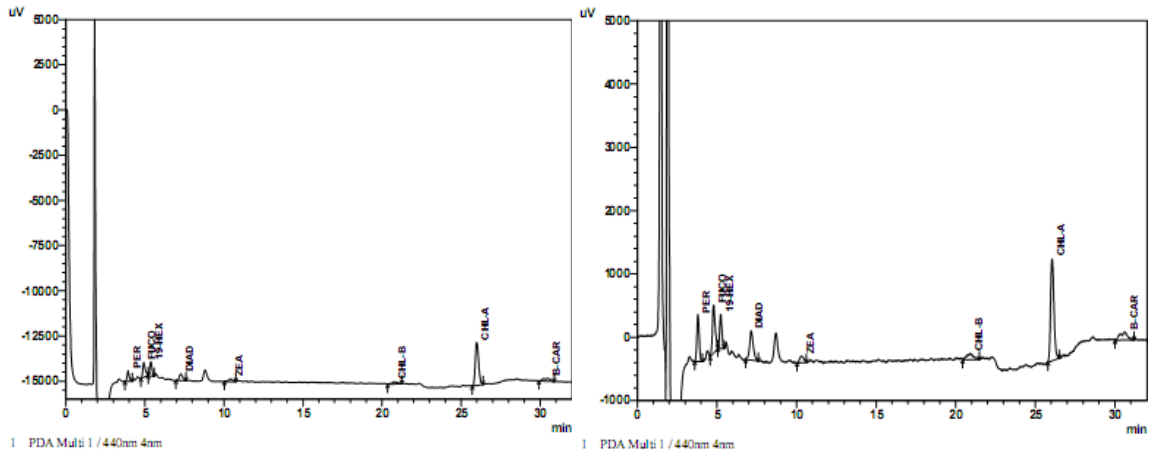
Ek Şekil 122. Kasım 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 55 m derinliğe ait kromatogram



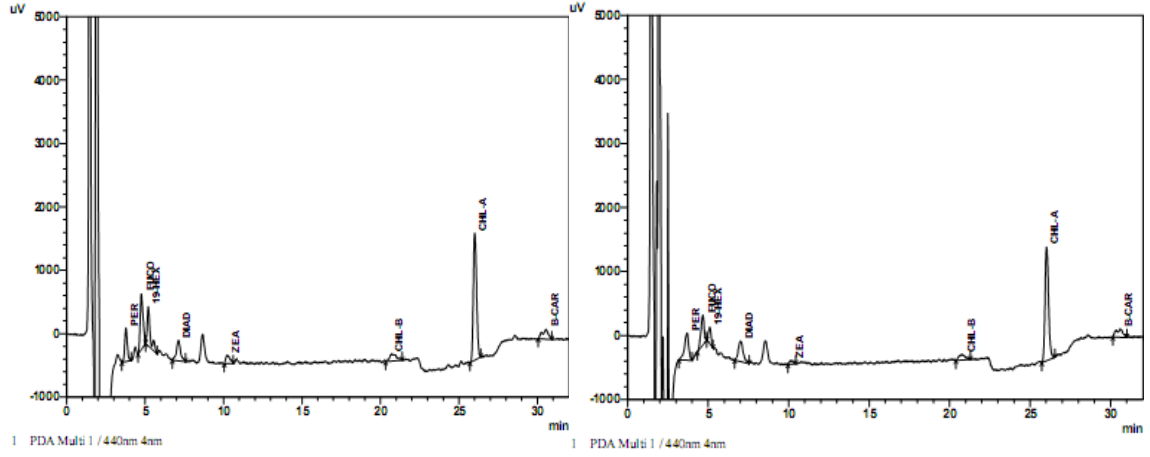
Ek Şekil 123. Kasım 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 60 m derinliğe ait kromatogram



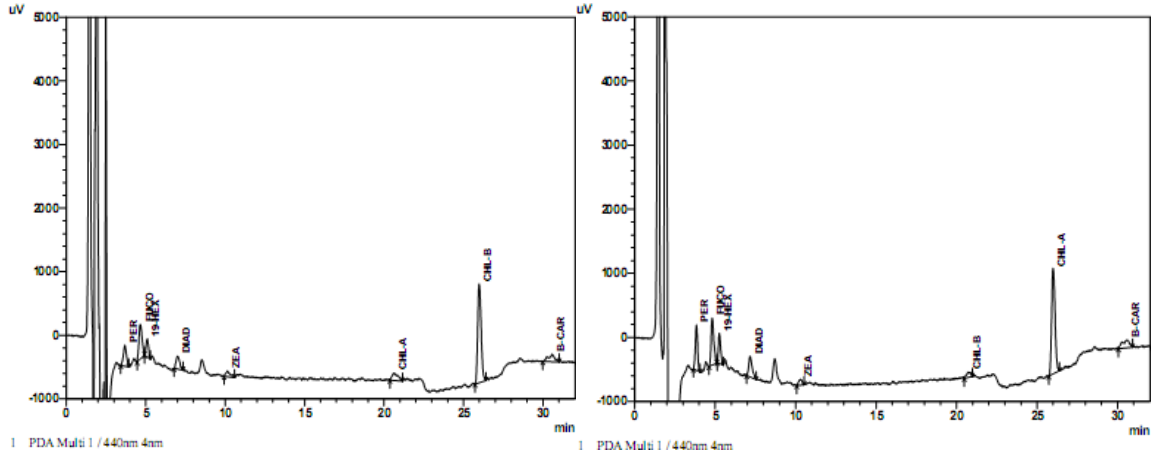
Ek Şekil 124. Aralık 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu yüzey örneğine ait kromatogram



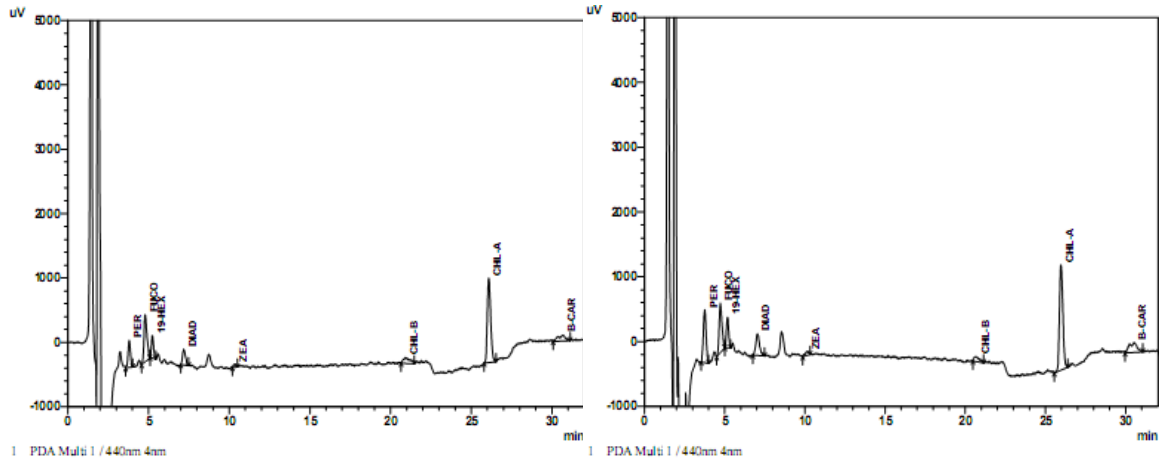
Ek Şekil 125. Aralık 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 5 m derinliğe ait kromatogram



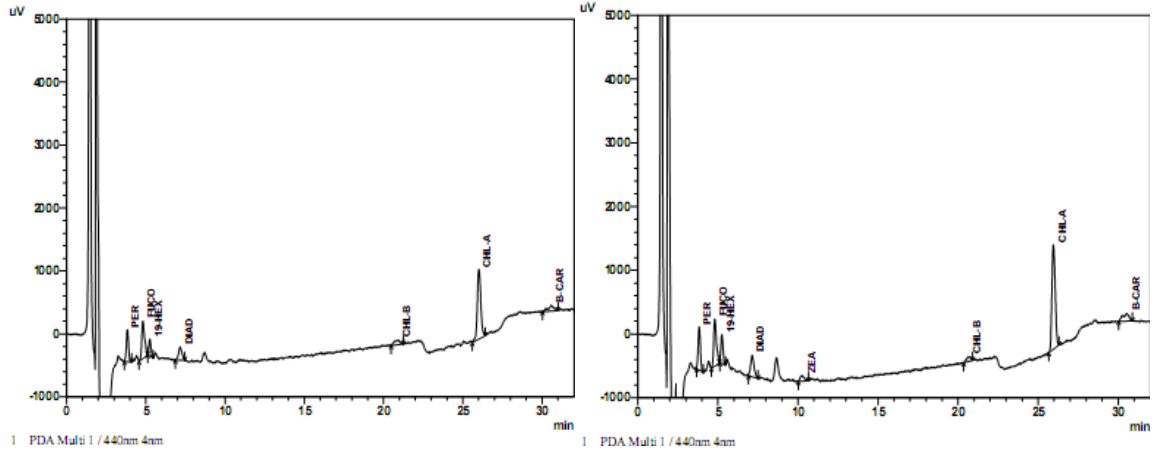
Ek Şekil 126. Aralık 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 10 m derinliğe ait kromatogram



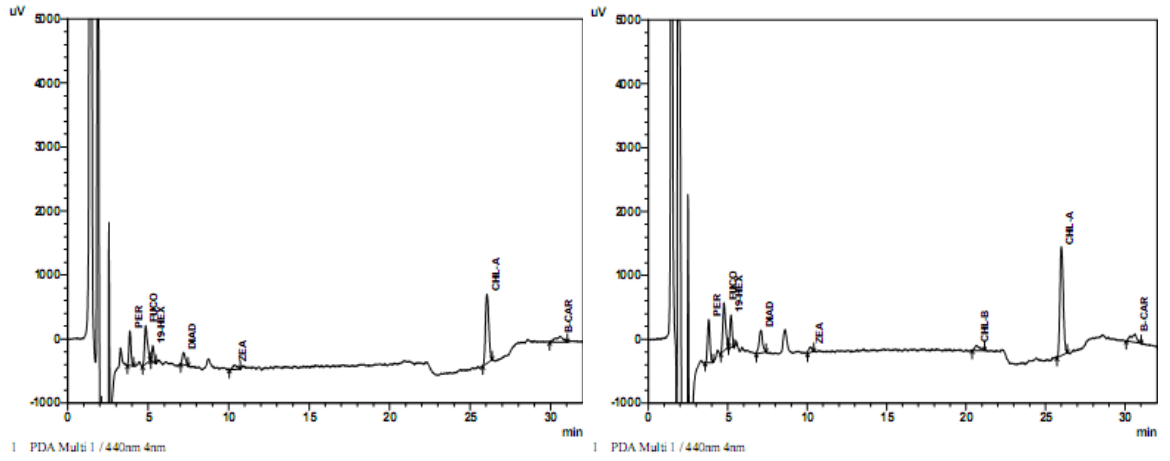
Ek Şekil 127. Aralık 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 15 m derinliğe ait kromatogram



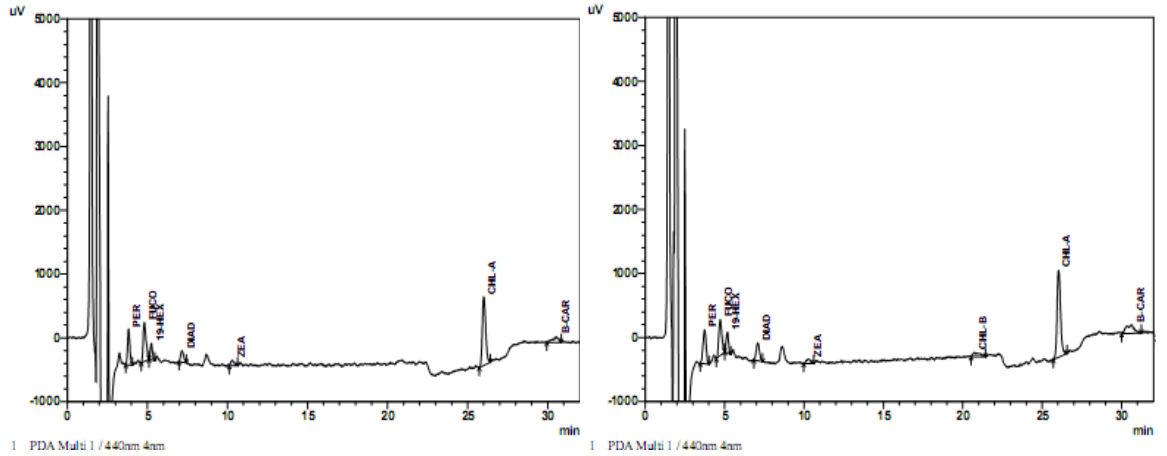
Ek Şekil 128. Aralık 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 20 m derinliğe ait kromatogram



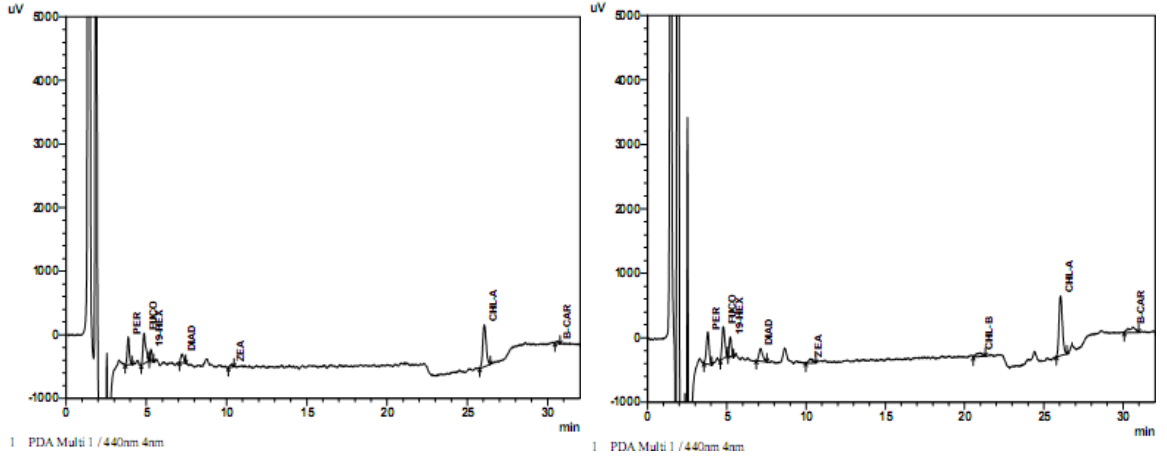
Ek Şekil 129. Aralık 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 25 m derinliğe ait kromatogram



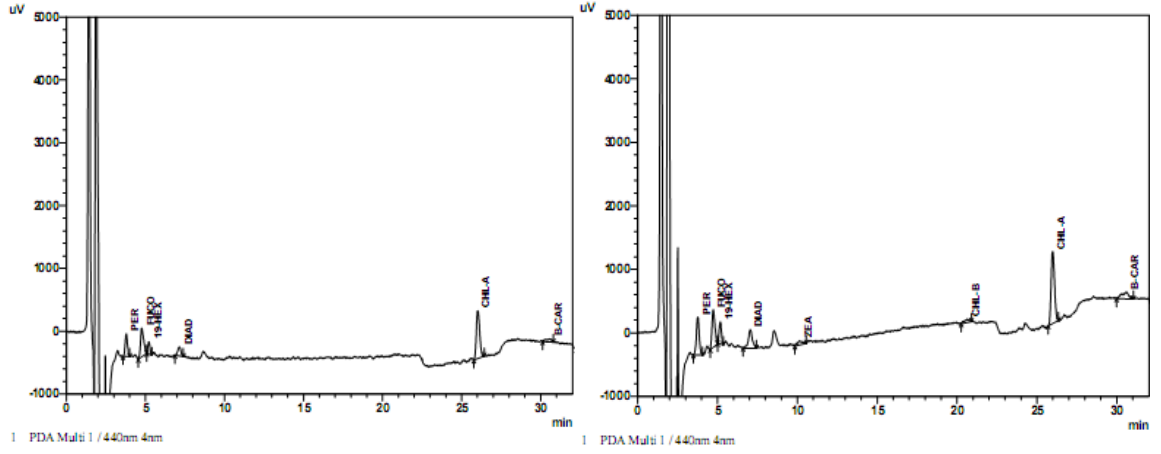
Ek Şekil 130. Aralık 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 30 m derinliğe ait kromatogram



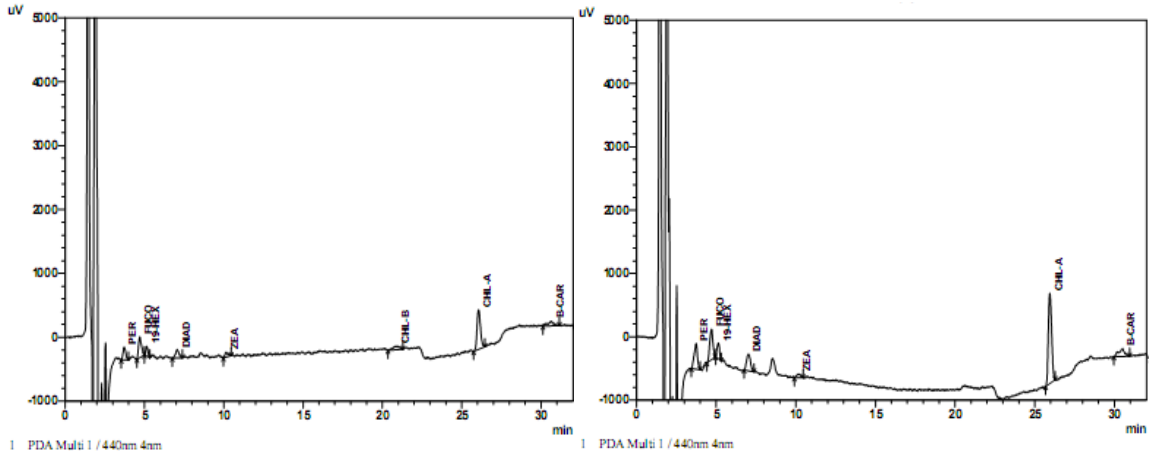
Ek Şekil 131. Aralık 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 35 m derinliğe ait kromatogram



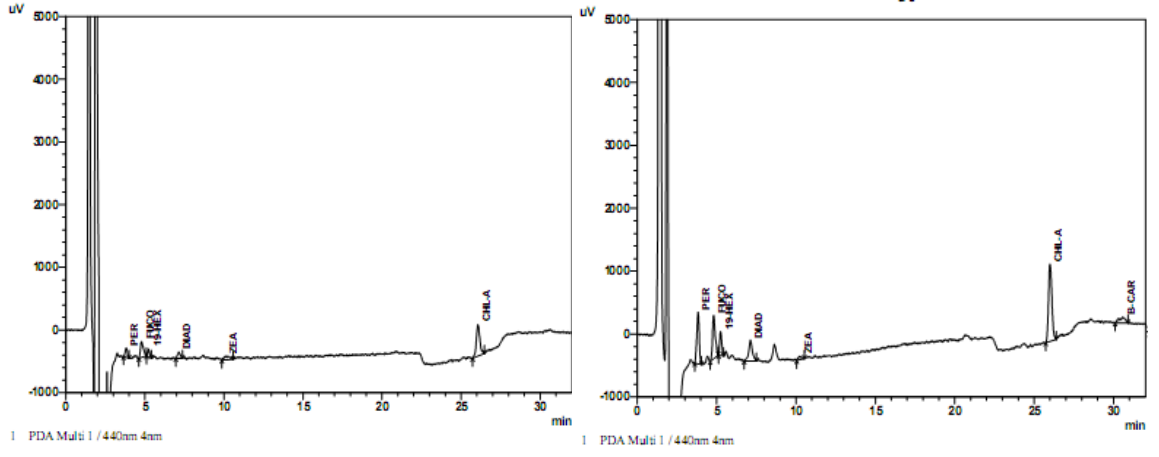
Ek Şekil 132. Aralık 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 40 m derinliğe ait kromatogram



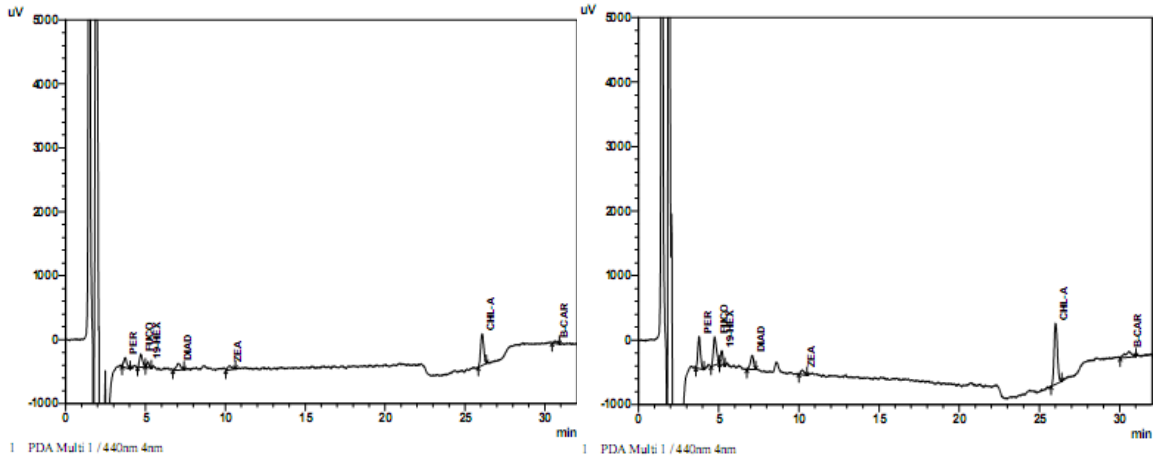
Ek Şekil 133. Aralık 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 45 m derinliğe ait kromatogram



Ek Şekil 134. Aralık 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 50 m derinliğe ait kromatogram



Ek Şekil 135. Aralık 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 55 m derinliğe ait kromatogram



Ek Şekil 136. Aralık 2009 dönemi kıyı ve açık istasyonu 60 m derinliğe ait kromatogram

ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Artvin'in Şavşat ilçesinde doğdu. İlköğrenim ve Liseyi Muş İlinde tamamladı. 1999 yılında KTÜ Rize Su Ürünleri Fakültesi'ni kazandı. 2003 yılında bu fakülteden mezun oldu. 2003–2004 Eğitim Öğretim yılında KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim dalında yüksek lisans eğitimine başladı. 2006 yılında yüksek lisans eğitimini tamamladı. Aralık 2003 tarihinde KTÜ Rize Su Ürünleri Fakültesi'nde araştırma görevlisi olarak göreve başladı. Halen aynı kurumda araştırma görevlisi olarak çalışmakta ve İngilizce bilmektedir.