

**T.C.**  
**RECEP TAYYIP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GÜNEYDOĞU KARADENİZ KIYILARI (ARTVİN-GİRESUN)**  
**PİGMENT KOMPOZİSYONUN MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ**

**PINAR TÜRKMEN**

**TEZ DANIŞMANI**

**YRD. DOÇ. DR. ERTUĞRUL AĞIRBAŞ**

**TEZ JÜRİLERİ**

**PROF. DR. ALİ MUZAFFER FEVZİOĞLU**

**YRD. DOÇ. DR. SERKAN KORAL**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**RİZE-2016**

**Her Hakkı Saklıdır**

T.C.  
RECEP TAYYIP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GÜNEYDOĞU KARADENİZ KIYILARI (ARTVİN-GİRESUN) PİGMENT  
KOMPOZİSYONUN MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ**

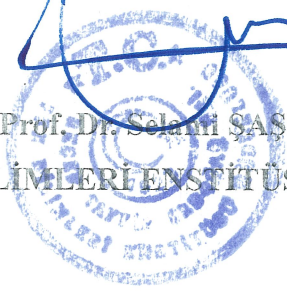
Yrd. Doç. Dr. Ertuğrul AĞIRBAŞ danışmanlığında Pınar TÜRKMEN tarafından hazırlanan bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla oluşturulan jüri tarafından 01/07/2016 tarihinde Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS** tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	Ünvanı Adı Soyadı
Başkan	: Prof. Dr. Ali Muzaffer FEYZİOĞLU
Üye	: Yrd. Doç. Dr. Serkan KORAL
Üye	: Yrd. Doç. Dr. Ertuğrul AĞIRBAŞ

İmzası

*(Handwritten signatures of Prof. Dr. Ali Muzaffer FEYZİOĞLU, Yrd. Doç. Dr. Serkan KORAL, and Yrd. Doç. Dr. Ertuğrul AĞIRBAŞ)*

  
Prof. Dr. Selami ŞAŞMAZ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ



## ÖNSÖZ

Güneydoğu Karadeniz kıyıları pigment kompozisyonu ve mevsimsel değişiminin araştırıldığı bu çalışma, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Ana Bilim Dalı'nda "Yüksek Lisans Tezi" olarak hazırlanmıştır. Çalışma süresince Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi bünyesinde bulunan araştırma laboratuvarları ve saha çalışmalarında ise Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü bünyesindeki R/V Sürat Araştırma I gemisi kullanılmıştır.

Bu çalışmayı yapma olanağı sağlayan, yüksek lisans öğrenimim boyunca, tez aşamasının her anında önerileri ve paylaşımlarıyla yardımını ve desteğini esirgemeyen çok değerli danışman hocam Sayın Yrd. Doc. Dr. Ertuğrul AĞIRBAŞ'a teşekkürlerimi borç bilirim.

Laboratuar çalışmalarımnda her zaman yanımda olan ve yardımlarını esirgemeyen çalışmamın HPLC analizleri kısmında Yrd. Doç. Dr. Serkan KORAL'a, Merve Nuriye KARADENİZ ve Mustafa BAKIRCI arkadaşlarıma, 113Y189 nolu TÜBİTAK proje ekibine teşekkür ederim.

Hayatımın her aşamasında, eğitimim sırasında ne zaman ihtiyaç duysam yanımda olan, her zaman maddi ve manevi destekleri ile esirgemeyen canım ailem; babam Cemil TÜRKER, annem Nurife ve kardeşlerim Pelin ve Mehmet Can TÜRKER, kayınpederim Ahmet, kayınvalidem Gönül ve sevgili eşim Hamza TÜRKMEN, en kıymetlilerim oğlum Mehmet Akif ve kızım Ayşe Yağmur TÜRKMEN'e tüm kalbimle teşekkür ederim.

Hazırlanan bu Yüksek lisans tezi TÜBİTAK 113Y189 nolu proje ile desteklenmiştir.

**Pınar TÜRKMEN**

## TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Tarafımdan hazırlanan “Güneydoğu Karadeniz Kıyıları (Artvin-Giresun) Pigment Kompozisyonun Mevsimsel Değişimi” başlıklı bu tezin, Yükseköğretim Kurulu Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesindeki hususlara uygun olarak hazırladığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal işlemi kabul ettiğimi beyan ederim.  
16/06/2016

**Pınar TÜRKMEN**

***Uyarı:** Bu tezde kullanılan özgün ve/veya başka kaynaklardan sunulan içeriğin kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.*

## ÖZET

### GÜNEYDOĞU KARADENİZ KIYILARINI (ARTVİN-GİRESUN) PİGMENT KOMPOZİSYONU MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ

**Pınar TÜRKMEN**

**Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Su Ürünleri Ana Bilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi  
Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Ertuğrul AĞIRBAŞ**

Kasım 2014 - Ağustos 2016 tarihleri arasında Güney Doğu Karadeniz kıyılarında (Artvin-Giresun) yürütülen bu çalışmada, fitoplankton pigment kompozisyonunun ve fitoplankton boy gruplarının zamansal ve alansal değişimleri araştırılmıştır. Araştırmada 12 farklı istasyonda (Giresun 2 mil, Giresun 8 mil, Trabzon 2 mil, Trabzon 8 mil, Trabzon 15 mil, Çamburnu 2 mil, Çamburnu 8 mil, Pazar 2 mil, Pazar 8 mil, Pazar 15 mil, Kemalpaşa 2 mil, Kemalpaşa 8 mil) yüzeyden itibaren 10 m aralıklarla 40 m derinliğe kadar mevsimsel örnekleme yapılmıştır.

HPLC analizleri sonucunda fitoplankton boy gruplarının toplam fitoplankton biyokütlesine yaptığı katkı pikoplankton, nanoplankton ve mikropilankton için sırası ile %1-71; %1-92 ve %8-93 arasında değişim göstermiştir. Mevsimsel olarak bir değerlendirme yapıldığında kış ve ilkbahar döneminde bariz bir şekilde yüksek olan mikropilankton katkı oranlarının yaz mevsiminde azalarak yerini pikoplanktona bıraktığı ve sonbahar mevsiminde ise tekrar artış gösterdiği tespit edilmiştir. Bölgede en fazla katkı yapan ikinci grup nanoplankton olurken özellikle klorofil maksimum olduğu derinliklerde en yüksek katkı oranına ulaşmıştır. İstasyonlar açısından bir değerlendirme yapıldığında ise kıyı istasyonların (2 ve 8 mil) katkı oranlarının daha yüksek olduğu görülmüştür.

**2016, 61 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Fitoplankton, Pigment, Boy Grupları, Karadeniz

## ABSTRACT

### SEASONAL CHANGES OF PIGMENT COMPOSITION ALONG THE SOUTH-EASTERN COASTS (ARTVIN-GIRESUN) OF THE BLACK SEA

**Pınar TÜRKMEN**

**Recep Tayyip Erdoğan University  
Graduate School of Naturel and Applied Sceinces  
Depaterment of Fisheries  
Master Thesis  
Supervisor: Assit. Prof. Dr. Ertuğrul AĞIRBAŞ**

In the present study, spatio-temporal pattern of phytoplankton pigment composition ve phytoplankton size classes from December 20134 to August 2015 were investigated along the south-eastern coasts (Giresun- Artvin) of the Black Sea. Along the 12 stations (Giresun 2 mil, Giresun 8 mil, Trabzon 2 mil, Trabzon 8 mil, Trabzon 15 mil, Çamburnu 2 mil, Çamburnu 8 mil, Pazar 2 mil, Pazar 8 mil, Pazar 15 mil, Kemalpaşa 2 mil, Kemalpaşa 8 mil) seasonal samplings were conducted from surface to 40 m depths with 10 m intervals.

After the HPLC analyses, the contribution of phytoplankton size classes to total phytoplankton biomass varied between 1 and 71%; 1 and 92%; 8 and 93% for picoplankton, nanoplankton and microplankton, respectively. In terms of seasonal evaluation, the contribution of microplankton was highest in winter and spring period and decreased throughout summer, which picoplankton were characterised with high contribution. The contribution of picoplankton increased in autumn; however the magnitude was less than spring. The second important group in the area was nanoplankton. Its contribution increased highest valueas at the chlorophyll maxima. In terms of stations; coastal stations (2 and 8 miles) generally had higher contribution in the area.

**2016, 61 pages**

**Keywords:** Phytoplankton, Pigment, Size Classes, Black Sea

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ .....	I
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	II
ÖZET .....	III
ABSTRACT.....	IV
İÇİNDEKİLER .....	V
ŞEKİLLER DİZİ.....	VII
TABLolar DİZİNİ.....	IX
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	X
1. GENEL BİLGİLER .....	1
1.1. Fitoplankton ve Önemi .....	1
1.2. Fitoplanktonik Grupların Teşhisinde Kullanılan Marker Pigmentler.....	3
1.3. Çalışma Bölgesi ve Çalışmanın Önemi.....	7
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	10
2.1. Materyal ve Metot.....	10
2.1.1. Çalışma Sahası.....	10
2.1.2. İletkenlik, Sıcaklık, ve Derinlik (CTD) Ölçümleri.....	12
2.1.3. Yerde (In-situ) Klorofil-a Ölçümleri .....	12
2.1.4. Fotosentetik Aktif Radyasyon (PAR) Ölçümleri.....	12
2.1.5. HPLC Analizi .....	13
2.1.6. Farklı Boy Sınıfındaki Fitoplanktonik Grupların Belirlenmesi.....	22
3. BULGULAR.....	23
3.1. Hidrografi.....	23
3.1.1. İletkenlik, Sıcaklık, Derinlik (CTD).....	23
3.1.2. Yerde ( <i>In-situ</i> ) Klorofil-a Ölçümleri .....	27
3.1.3. Fotosentetik Aktif Radyasyon (PAR).....	30
3.2. Pigment .....	31
3.3. Farklı Fitoplankton Boy Gruplarının Toplam Fitoplankton Biyokütlesine Yaptığı Katkı .....	41
4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR .....	48
5. ÖNERİLER.....	54
KAYNAKLAR .....	55

ÖZGEÇMİŞ..... 61





## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b>Şekil 1.</b>	Çalışma bölgesinde belirlenen örnekleme istasyonları (G2: Giresun 2 mil; G8: Giresun 8 mil; T2: Trabzon 2 mil; T8: Trabzon 8 mil; T15: Trabzon 15 mil; Ç2: Çamburnu 2 mil; Ç8: Çamburnu 8 mil; P2: Pazar 2 mil; P8: Pazar 8 mil; P15: Pazar 15 mil; K2: Kemalpaşa .....	10
<b>Şekil 2.</b>	SBE 25 CTD prob ve SBE 32 Carousel 12 şişeli su örnekleme cihazı.....	11
<b>Şekil 3.</b>	HPLC analizi için deniz suyu örneklerinin GF/F filtrelerden süzülmesi .....	14
<b>Şekil 4.</b>	GF/F filtrelerin sıvı azot içerisinde muhafazası .....	14
<b>Şekil 5.</b>	Sonikatör yardımı ile ekstraksiyon işleminin yapılması .....	15
<b>Şekil 6.</b>	Analiz öncesi örneklerin santrifüj edilmesi.....	15
<b>Şekil 7.</b>	Örneklerin HPLC de analiz aşaması .....	17
<b>Şekil 8.</b>	Peridinin pigmentine ait kromatogram.....	17
<b>Şekil 9.</b>	19-Hexanoyloxyfucoxanthin pigmentine ait kromatogram .....	18
<b>Şekil 10.</b>	Fucoxanthin pigmentine ait kromatogram .....	18
<b>Şekil 11.</b>	19-Butanoloksifucoxanthin pigmentine ait kromatogram.....	19
<b>Şekil 12.</b>	Alloxanthin pigmentine ait kromatogram .....	19
<b>Şekil 13.</b>	Zeaxanthin pigmentine ait kromatogram .....	20
<b>Şekil 14.</b>	Klorofil-b pigmentine ait kromatogram .....	20
<b>Şekil 15.</b>	Klorofil-a pigmentine ait kromatogram .....	21
<b>Şekil 16.</b>	Pigment standartlarına ait mix kromatogram .....	21
<b>Şekil 17.</b>	Kasım 2014 örneklemesinde istasyonlara ait sıcaklık profilleri (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).....	23
<b>Şekil 18.</b>	Şubat 2015 örneklemesinde istasyonlara ait sıcaklık profilleri (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil). .....	24
<b>Şekil 19.</b>	Mayıs 2015 örneklemesinde istasyonlara ait sıcaklık profilleri (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil). .....	24
<b>Şekil 20.</b>	Ağustos 2015 örneklemesinde istasyonlara ait sıcaklık profilleri (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil). .....	25
<b>Şekil 21.</b>	Kasım 2014 örneklemesinde istasyonlara ait tuzluluk profilleri (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil). .....	25
<b>Şekil 22.</b>	Şubat 2015 örneklemesinde istasyonlara ait tuzluluk profilleri (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil). .....	26
<b>Şekil 23.</b>	Mayıs 2015 örneklemesinde istasyonlara ait tuzluluk profilleri (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil). .....	26

<b>Şekil 24.</b>	Ağustos 2015 örneklemesinde istasyonlara ait tuzluluk profilleri (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).....	27
<b>Şekil 25.</b>	Kasım 2014 örneklemesinde istasyonlara klorofil-a profilleri (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).....	28
<b>Şekil 26.</b>	Şubat 2015 örneklemesinde istasyonlara klorofil-a profilleri (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).....	29
<b>Şekil 27.</b>	Mayıs 2015 örneklemesinde istasyonlara ait klorofil-a profilleri (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).....	29
<b>Şekil 28.</b>	Ağustos 2015 örneklemesinde istasyonlara ait klorofil-a profilleri (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).....	30
<b>Şekil 29.</b>	Kasım 2014 örneklemesinde pikoplanktonik grupların toplam fitoplanktona yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).....	41
<b>Şekil 30.</b>	Kasım 2014 örneklemesinde nanoplanktonik grupların toplam fitoplanktona yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).....	42
<b>Şekil 31.</b>	Kasım 2014 örneklemesinde mikropilanktonik grupların toplam fitoplanktona yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).....	42
<b>Şekil 32.</b>	Şubat 2015 örneklemesinde pikoplanktonik grupların toplam fitoplanktona yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).....	43
<b>Şekil 33.</b>	Şubat 2015 örneklemesinde nanoplanktonik grupların toplam fitoplanktona yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).....	43
<b>Şekil 34.</b>	Şubat 2015 örneklemesinde mikropilanktonik grupların toplam fitoplanktona yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).....	44
<b>Şekil 35.</b>	Mayıs 2015 örneklemesinde pikoplanktonik grupların toplam fitoplanktona yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).....	45
<b>Şekil 36.</b>	Mayıs 2015 örneklemesinde nanoplanktonik grupların toplam fitoplanktona yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).....	45
<b>Şekil 37.</b>	Mayıs 2015 örneklemesinde mikropilanktonik grupların toplam fitoplanktona yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).....	46
<b>Şekil 38.</b>	Ağustos 2015 örneklemesinde pikoplanktonik grupların toplam fitoplanktona yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).....	46
<b>Şekil 39.</b>	Ağustos 2015 örneklemesinde nanoplanktonik grupların toplam fitoplanktona yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).....	47
<b>Şekil 40.</b>	Ağustos 2015 örneklemesinde mikropilanktonik grupların toplam fitoplanktona yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).....	47

## TABLolar DİZİNİ

<b>Tablo 1.</b>	Alg gruplarının sahip oldukları fotosentetik pigmentler .....	5
<b>Tablo 2.</b>	İstasyonlara ait koordinatlar ve derinlikler. ....	12
<b>Tablo 3.</b>	Kasım 2014 örneklemesinde istasyonlara ait PAR derinlikleri (m) .....	30
<b>Tablo 4.</b>	Şubat 2015 örneklemesinde istasyonlara ait PAR derinlikleri (m).....	31
<b>Tablo 5.</b>	Mayıs 2015 örneklemesinde istasyonlara ait PAR derinlikleri (m).....	31
<b>Tablo 6.</b>	Ağustos 2015 (yaz) örneklemesinde istasyonlara ait PAR derinlikleri (m).....	31
<b>Tablo 7.</b>	Kasım 2014 örneklemesinde 2 deniz mili mesafesindeki istasyonlarda ölçülen HPLC pigment konsantrasyonları .....	33
<b>Tablo 8.</b>	Kasım 2014 örneklemesinde 8 deniz mili mesafesindeki istasyonlarda ölçülen HPLC pigment konsantrasyonları .....	34
<b>Tablo 9.</b>	Kasım 2014 örneklemesinde 15 deniz mili mesafesindeki istasyonlarda ölçülen HPLC pigment konsantrasyonları .....	34
<b>Tablo 10.</b>	Şubat 2015 örneklemesinde 2 deniz mili mesafesindeki istasyonlarda ölçülen HPLC pigment konsantrasyonları .....	35
<b>Tablo 11.</b>	Şubat 2015 örneklemesinde 8 deniz mili mesafesindeki istasyonlarda ölçülen HPLC pigment konsantrasyonları .....	36
<b>Tablo 12.</b>	Şubat 2015 örneklemesinde 15 deniz mili mesafesindeki istasyonlarda ölçülen HPLC pigment konsantrasyonları .....	36
<b>Tablo 13.</b>	Mayıs 2015 örneklemesinde 2 deniz mili mesafesindeki istasyonlarda ölçülen HPLC pigment konsantrasyonları .....	37
<b>Tablo 14.</b>	Mayıs 2015 örneklemesinde 8 deniz mili mesafesindeki istasyonlarda ölçülen HPLC pigment konsantrasyonları .....	38
<b>Tablo 15.</b>	Mayıs 2015 örneklemesinde 15 deniz mili mesafesindeki istasyonlarda ölçülen HPLC pigment konsantrasyonları .....	38
<b>Tablo 16.</b>	Ağustos 2015 örneklemesinde 2 deniz mili mesafesindeki istasyonlarda ölçülen HPLC pigment konsantrasyonları .....	39
<b>Tablo 17.</b>	Ağustos 2015 örneklemesinde 8 deniz mili mesafesindeki istasyonlarda ölçülen HPLC pigment konsantrasyonları .....	40
<b>Tablo 18.</b>	Ağustos 2015 örneklemesinde 15 deniz mili mesafesindeki istasyonlarda ölçülen HPLC pigment konsantrasyonları .....	40
<b>Tablo 19.</b>	Karadeniz’de yapılan klorofil-a çalışmalarının karşılaştırılması .....	50
<b>Tablo 20.</b>	Karadeniz’de marker pigment üzerine yürütülen çalışmaların karşılaştırılması .....	51

## SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

%	Binde
°C	Santigrat Derece
µg	Mikrogram
µM	Mikromerte
Allo	Alloxanthin
But-fuco	19-Butanoyloxifucxanthin
CO <sub>2</sub>	Karbondioksit
CTD	İletkenlik, Tuzluluk, Derinlik
DP	Diyagnostik pigmentler
DAD	Diode Array Detektörü
DMS	Dimetilsültik
E	Doğu
f <sub>micro</sub>	Mikroplanktonik fraksiyon
f <sub>nano</sub>	Nanoplanktonik fraksiyon
f <sub>pico</sub>	Picoplanktonik fraksiyon
Fuco	Fucoxanthin
Hex-fuco	19-Hexanoyloxifucxanthin
HPCL	Yüksek basınçlı sıvı kromatografisi
H <sub>2</sub> S	Hidrojen Sülfür
km	Kilometre
L	Litre
N	Kuzey
PAR	Photosynthetic Active Radiation, deniz yüzeyindeki güneş radyasyonunun %1'e düştüğü derinlik
Perid	Peridinin
TChlb	Toplam Clorofil b
vb	Ve benzeri
vd	Ve diğerleri
Zea	Zeaxanthin

## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.1. Fitoplankton ve Önemi

Fitoplankton toplulukları sahip oldukları fotosentetik kapasite ile yeryüzündeki birincil üretimin yaklaşık olarak %50'sini (Falkowski vd., 2007, Boyce vd., 2010) ve neredeyse denizel üretimin de tamamını oluşturmaktadır (Mackas, 2011). Aynı zamanda ekosistem içerisinde fotosentez mekanizması ile toplam CO<sub>2</sub> konsantrasyonunu etkilemekte ve pH dengesinin sağlanmasında da önemli bir role sahiptirler (Takahashi vd., 2002), bu mekanizma ile antropojenik kaynaklı sera gazları etkisini 1/3 oranında azaltmaktadırlar (Sabine ve Feely, 2007). Sahip oldukları bu önemli rollerinden dolayı, fitoplankton biyomasının takibi ve tür kompozisyonunun tespiti pelajik ekosistemin dinamiklerinin ve yapısının anlaşılmasında oldukça önem arz etmektedir (Jeffrey and Vesk, 1997; Ediger vd., 2006; Nair vd., 2008). Farklı fitoplanktonik gruplar buldukları ortamın trofik seviyesi hakkında bilgi verirken (Barlow vd., 2004), aynı zamanda gruplara özgü olan marker pigment oranları kullanılarak farklı biyo-coğrafik geçiş bölgelerinin ve su kütlelerinin yapısı belirlenebilmektedir (Gibb vd., 2000).

Fitoplanktonik topluluklarda meydana gelen değişimler besin zinciri yoluyla pelajik ekosistemin verimliliğini etkilediğinden sistemin sürekli izlenmesi gerekmektedir (Nagata vd., 1996), özellikle de diatom ve dinoflagellat grupları oldukça önemli rollere sahiptirler. Diatomlar, kopepod-balık arasındaki besin zincirinin temelini oluşturduklarından (Verity ve Smetacek, 1996) balıkçılık açısından son derece önem arz etmektedir. Aynı zamanda diatomlar global ölçekte birincil üretime yaklaşık olarak %20 gibi önemli bir katkı yaparken (Nelson vd., 1995) silikat döngüsünün de temel katılımcıları durumundadırlar (Falciatore vd., 2000). Aynı zamanda fırsatçı bir yapıya sahip olan diatom türleri, sisteme giren yeni besin girdisi ile kısa sürede ortamda baskın hale gelebildiklerinden çalışılan bölgenin trofik seviyesi hakkında da indikatör olarak değerlendirilmektedirler (Barlow vd., 2004; McQuatter vd., 2007). Diğer taraftan dinoflagellatların da ekolojik olarak önemli rolleri bulunmaktadır. DMS üretiminden sorumlu olan bu gruplar atmosfere bulut ve aerosol benzeri bileşenler saldıklarından yeryüzünün ısı ve güneş radyasyonu bütçesini etkilerken (Charlson vd., 1987), oluşturdukları toksinlerle de insan sağlığını etkileyebilmekte ve zararlı alg patlamalarına

neden olmaktadır (Milli vd., 1997). Bu grupların oranlarındaki değişimin belirlenmesi ötrofikasyonun (Micheli, 1999) ve iklimsel değişimin (Richardson ve Schoeman, 2004; Leterme vd., 2006) izlenmesi açısından da oldukça önem arz etmektedir.

Günümüzde yaklaşık olarak 4000 tane denizel fitoplankton türü tanımlanmış olup ve her geçen gün bunlara bir yenisini de eklenmektedir (Lalli ve Parsons, 1997). Geleneksel olarak deniz biyologları fitoplanktonu temelde 3 kategoriye ayırmaktadır (Aiken vd., 2009). Bunlar sırasıyla;

Pikoplankton (0.2-2 µm): Piko-prokaryotlar (cyanophyta, prochlorophyta ve bakteriler) ve pik-ökaryotlar.

Nanoplankton (2-20 µm): Ökaryotik flagellatlar (chryptophytes, chlorophytes, chrysophytes ve prymnesiophytes)

Mikroplankton (20-200 µm): Diatom ve Dinoflagellat.

Denizel ortamda oldukça fazla miktarda bulunan mikroplankton gruplarının önemli bir kısmını diatomlar ve dinoflagellatlar oluştururlar. Mikroplankton grupları genellikle, ışığın ve besin elementlerinin sınırlayıcı olmadığı ortamlarda baskın olmaları sebebiyle bulunduğu ortam hakkında bilgi verirler. Yüksek derecede karbon bioması, fotosentez, toplam klorofil-a içeriğine sahiptirler. Diatom, dünyada karbon fiksasyonuna ve biokimyasal döngüye yaklaşık olarak %20 katkı sağlamaktadırlar. Dinoflagellatlar, DMS üretimine katkıda bulduklarından dolayı asit yağmuru ve bulutların meydana gelmesinde etkilidirler. Bazı dinoflagellat türlerinin toksin ürettiği bilinmektedir.

Nanoplankton genellikle inorganik besin elementlerinin ve bazı ilave organik besin elementlerinin bulunduğu ortamlarda bol miktarlarda bulunurlar. Bu grup canlılar genellikle orta derecede fotosentez, karbon bioması ve toplam klorofil-a içeriğine sahiptirler. Bu grup içerisine, Prymnesiophytes, Chrysophytes, Chryptophytes girer. Bu gruplara örnek olarak kalkerli gruplardan coccolithophore *Emiliania huxleyii* ve DMS üretiminden sorumlu *Phaeocystis* söylenebilir.

Pikoplanktonik gruplar genellikle nütrientlerin sınırlı olduğu ortamlarda görülürler. Bu grup genellikle düşük fotosentetik aktiviteye sahip olmakla birlikte, diğer gruplarla karşılaştırıldığında, düşük karbon biyomasi ve toplam klorofil-a içeriğine sahiptirler. Pikoplanktonlar genellikle cyanobacteria (*Prochlorococcus*, *Synechococcus*) ve pico-ökaryotlardan oluşur. *Prochlorococcus* klorofil-a'nın divinil formunu kullanır ve bu özelliğiyle diğer gruplardan ayrılır (Aiken vd., 2009).

## 1.2. Fitoplanktonik Grupların Teşhisinde Kullanılan Marker Pigmentler

Fitoplanktonik çalışmalar genellikle mikroskop kullanılarak yürütülmektedir. Klasik bir yöntem olan bu teknik türlerin taksonomik özelliklerinden faydalanılarak teşhis edilmesi sağlanmaktadır (Utermohl, 1958; Booth, 1993; Eker-Develi vd., 2008). Ancak, zaman alan (örnek hazırlanması, çöktürülmesi vb) ve ciddi anlamda uzmanlık gerektiren bir teknik olması nedeniyle kısa zamanda fazla sayıda örnek çalışılmasına imkân vermemektedir. Taksonomik olarak dış yapısal özellikleri bulunmayan küçük grupların (pikoplankton) teşhisinde de sıkıntılar yaşanmaktadır (Mackey vd., 1996). Diğer taraftan mikroskop çalışmalarının yetersiz kaldığı durumlarda, deniz ortamındaki fitoplankton komünitelerinin kompozisyonunun belirlenmesinde son yıllarda en çok uygulanan yöntemlerin başında gelen 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.

Klorofil-a fitoplankton biyomasının belirlenmesinde uzun zamandır kullanılan temel fotosentetik bir pigmenttir (Boyce vd., 2010). Bu pigmentin yanı sıra fitoplanktonik gruplara özgü olan marker pigmentler kullanılarak da fitoplankton biyomasi ve fitoplanktonik grupların katkısı da kolaylıkla ortaya konulabilmektedir (Uitz vd., 2006). 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 fuko, zeaxanthin 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).

Deniz suyundaki fotosentetik pigmentlerin konsantrasyonunun bilinmesi fitoplankton populasyonlarının alg grupları hakkında bilgi verebilmektedir. Bu bilgiyi basit chl 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 1’de sunulmuştur.



**Tablo 1.** Alg gruplarının sahip oldukları fotosentetik pigmentler (Gibb vd. 2000)

Pigment	Cya	Pro	Dia	Pry	Chl	Pra	Dino	Chr	Cry
Chlorophyll c3				S				S	
Chlorophyllc2			S	S			S	S	S
Chlorophyll c1		S							
Divin klorofil b		S							
Klorofil b					S	S			
Divin klorofil a		S							
Peridin							S		
19'-Butanoksi-fukoksantin				s				S	
Fukoksantin			S	s				s	
19'Heksanoloksi-fukoksantin				S					
Violaksantin					S	S			
Prasinoksantin						S			
Diadinoksantin			P	P			P	P	
Alloksantin									P
Diatoksantin			p	p			p		
Zeaksantin	P	P			p			p	
Lutein					S	s			
$\alpha$ - karoten		p							p
$\beta$ - karoten	p	p			p	p			

P:büyük photoprotectan pigment; p: küçük veya değişken photoprotectant pigment

S: büyük fotosentetik pigment; s: küçük veya değişken fotosentetik pigment

Cya:Cyanobacteri, Pro:Prochlorophytes, Dia:Diatoms, Pry:Prymnesiophytes,  
Chl:Chlorophytes, Pra:Prasinophytes, Dino:Dinoflagellates, Chr:Chrysophytes,  
Cry:Cryptophytes

Klorofil-a diğer pigmentlere göre daha çabuk sentezlenip bozunabilen bir pigment olduğu için dış çevrede meydana gelen değişimlere çok tepki verebildiğinden dolayı temel pigmenttir. Tablo 1’de de sunulduğu üzere birçok pigment mevcuttur. Bu pigmentler (aksesuar pigmentler) alg gruplarının fizyolojik durumu ve taksonomik kompozisyonu hakkında bilgi verebilmektedir. Pigmentlerin bu özelliklerden yola çıkılarak fitoplanktonik grupları taksonomik olarak tanımlamada çeşitli “pigment indeksleri” kullanılmaktadır. Bu amaçla fitoplanktonik grupları temsilen yedi ana pigment (fuko, perid, 19-hek, 19-but, allo, klorofil- b ve zea) kullanılır. Bütün bunların toplamı “diyagnostik pigment” olarak tanımlanır ve bu oranlar aşağıdaki gibi ifade edilmektedir (Uitz vd., 2006);

$$DP = (Fuco) + (Perid) + (Hex-Fuco) + (But-fuco) + (Allo) + (TChlb) + (Zea) \quad (1)$$

Bu formülde DP tüm “diyagnostik pigmentlerin” konsantrasyonları toplamını temsil eder.

Farklı büyüklükteki alg sınıflarını (mikroplankton, nanoplankton ve pikoplankton) tanımlamak için aşağıdaki eşitlikler kullanılır;

$$(Fuco) + (Perid) / DP \quad (2)$$

$$(Hex-fuco) + (But-fuco) + (Allo) / DP \quad (3)$$

$$(TChlb) + (Zea) / DP \quad (4)$$

Burada önerilen pigment gruplamalarının fitoplankton topluluklarının doğru büyüklüğünü kesinlikle yansıtmadığı göz önünde bulundurulmalıdır. Gerçekte, bazı taksonomik pigmentler çeşitli fitoplankton gruplarınca paylaşılabilen (örneğin fukoksantin küçük miktarları, dinoflagellatların ana karatenoid pigmentleri bazı prymnesiohpytelerde ve pelagophytelerde de bulunmaktadır) ve bazı fitoplankton grupları geniş bir büyüklük yelpazesini kapsayabilmekte (örneğin; dinoflagellatlar genellikle mikroplanktonlara ait olsalar bile bazen nano büyüklük yelpazesinde gözlenirler).

### 1.3. Çalışma Bölgesi ve Çalışmanın Önemi

Karadeniz; yüzey alanı  $4.2 \times 10^5 \text{ km}^2$  ve hacmi  $5.3 \times 10^5 \text{ km}^3$  olan,  $40^\circ - 46^\circ \text{ N}$  enlemleri ile  $27^\circ - 41^\circ \text{ E}$  boylamları arasında yer alan dünyanın en büyük anoksik havzalarından biridir (Mee, 1992; Turgut vd., 1992). Diğer denizlerle bağlantısı İstanbul ve Çanakkale Boğazları ile olan Karadeniz sınırlı orandaki su değişimi, tuzluluk ara yüzeyi ve çanak şeklindeki yapısı vb özelliklerinden dolayı 150-200 metrelerden sonra (toplam hacmin %15'i) oksijence fakir bir tabaka oluşmasına sebep olmuştur. Basenin derinlerine doğru inildikçe artış gösteren, yüksek derişimde  $\text{H}_2\text{S}$  içermesi de diğer bir özelliğidir (Baraley ve Murray, 1995, Yılmaz, 2002).

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 büyük bir değere sahiptir. Karadeniz'in öfotik bölgesi pigment karakterizasyonu çalışmaları için ideal bir çevre sağlamaktadır.

Biyokütle ölçümleri için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. En çok tercih edilen yöntemler; pigment miktarlarının belirlenmesi, periyodik olarak yapılan tür takipleri, karbon içeriklerinin ölçülmesi şeklindedir. En iyi olduğu düşünülen aynı zamanda en çok tercih edilen pigmentler, konsantrasyonlarının yüksek olması ve analiz yöntemlerinin diğer pigmentlere göre nispeten daha kolay olmasından dolayı klorofil a, b, c ve karotenoidler gibi pigmentlerdir. Bu pigmentler neredeyse bütün alg gruplarında bulunurlar. Açık denizlerde ve kıyısız sistemlerde çeşitli yöntemler kullanılarak bu pigmentlerin ölçümleri, birim hacimdeki miktarlarındaki değişimlerinin belirlenmesi, toplam biyokütle ve ekosistem durumu hakkında bize bilgi sunmaktadır. (Stumpf ve Tyler, 1988; Okuş ve Uysal, 1988; Jeffrey vd., 1997; Tait ve Dipper, 2001).

Klorofil ve pigment analizlerine yönelik yürütülen çalışmalara 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 besin elementleri koşullarında *Heterocapsa sp.* (dinoflagellat) ve *Thalassiosira weissflogii* (diatom) türlerinin hücre içi pigment kompozisyonunda meydana gelen değişimler HPLC tekniği ile araştırılmış ve adaptasyon mekanizmaları belirlenmeye 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, zea ve lutein pigmentleri analiz edilmiş ve yöntem yeniden tanımlanmıştır (Barlow vd., 1997). Atlantik okyanusunda yapılan başka bir çalışmada ise 2003-2010 yılları arasında pigment kompozisyonu ve fitoplankton boy gruplarının değişimi ortaya konulmuştur (Ağırbaş vd., 2015).

Karadeniz’de fitoplankton biyokütlesi ve pigment içeriklerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar son 20 yıl içerisinde hız kazanmıştır. Bu çalışmalar temelde klorofil-a üzerine yoğunlaşmış olup pigment ve bunlara dayalı taksonomik yaklaşımlar daha azınlıkla kalmıştır. Bu amaç doğrultusunda 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). Benzer şekilde 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).

Karadeniz'in Anadolu sahillerinde HPLC tekniği ile pigment ölçümlerinin yapıldığı ve kemotaksonomik yaklaşımlar içeren çalışmalar oldukça sınırlıdır (Ediger vd., 2006; Ağırbaş, 2010; Eker-Develi vd., 2012; Koca, 2014) Ediger vd.( 2006)'nin Güneybatı Karadeniz kıyılarında yaptıkları çalışmada tek mevsimde alınan örneklerde HPLC tekniği ile pigment analizi yapılmış ve marker pigment (peridinin, fukoksantin, 19-heksanoloksifukoksantin vb.) oranları ile fitoplankton populasyonunun yapısı ortaya konmaya çalışılmıştır. Ağırbaş (2010) Güneydoğu Karadeniz sahillerinde pigment konsantrasyonlarının yıl içerisindeki değişimleri, fitoplankton gruplarına göre dağılımı ve batimetrik değişimlerini incelemiştir. Ağırbaş (2010) çalışmasında 7 adet marker pigment kullanmış, bunların oranlarından faydalanarak alg grupları hakkında kemotaksonomik yaklaşımlar yapmaya çalışmıştır. Eker-Develi vd. (2012) ise Kuzeybatı kıta sahanlığında fitoplankton biyoması ve marker pigment oranlarını araştırmıştır. Koca (2014) Güneydoğu Karadeniz Rize sahillerinde yürüttüğü çalışmasında bir yıl süreyle aylık ölçekte yüzey suyu fitoplanktonunda pigment kompozisyonunu araştırmış ve kemotaksonomik çıkarımlar yapmıştır. Karadeniz'in Anadolu sahillerinde fitoplankton biyomasının zamana bağlı değişimi konusunda yürütölen çalışmalar çoğunlukta iken özellikle pigment kompozisyonu ve pigmente dayalı fitoplankton boy gruplarının belirlenmesine yönelik çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu çalışma ile Güneydoğu Karadeniz kıyılarında (Artvin-Giresun) pigment kompozisyonunun mevsimsel değişimi araştırılmış ve temel fitoplankton boy gruplarının zaman ve alansal değişimi ortaya konulmaya çalışılmıştır.

## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

### 2.1. Materyal ve Metot

#### 2.1.1. Çalışma Sahası

Deniz çalışmaları, Güney Doğu Karadeniz (Artvin-Giresun) ekosisteminde seçilen farklı karakterlerdeki (2, 8 ve 15 deniz mili) istasyonlarda mevsimsel ölçekte yürütülmüştür (Şekil 1, Tablo 2). Deniz suyu örnekleri öfotik bölge içerisinde yüzeyden itibaren 10 metre aralıklar ile 40 m derinliğe kadar çalışılmıştır. Örnekleme sırasında, Sıcaklık, Tuzluluk, Fotosnetetik Aktif Radyasyon (PAR, Teorik olarak deniz yüzeyindeki güneş radyasyonunun %1'e düştüğü derinlik) ve pigment-floresan profili yerinde (*in-situ*) ölçülmüştür. Pigment analizleri için gerekli olan deniz suyu örnekleri SBE 32 Carousel 12 şişeli su örnekleme cihazı ile toplanmıştır (Şekil 2). Saha çalışmaları Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü bünyesinde bulunan R/V SÜRAT ARAŞTIRMA I gemisi ile yürütülmüştür.



**Şekil 1.** Çalışma bölgesinde belirlenen örnekleme istasyonları (G2: Giresun 2 mil; G8: Giresun 8 mil; T2: Trabzon 2 mil; T8: Trabzon 8 mil; T15: Trabzon 15 mil; Ç2: Çamburnu 2 mil; Ç8: Çamburnu 8 mil; P2: Pazar 2 mil; P8: Pazar 8 mil; P15: Pazar 15 mil; K2: Kemalpaşa



Şekil 2. SBE 25 CTD prob ve SBE 32 Carousel 12 şişeli su örnekleme cihazı

**Tablo 2.** İstasyonlara ait koordinatlar ve derinlikler.

İstasyon Adı	Derinlik	Koordinat	Koordinat
Giresun 2 mil	650 m	41° 01' 51''K	41° 01' 51''D
Giresun 8 mil	1300 m	41° 06' 07''K	38° 34' 39''D
Trabzon 2 mil	400 m	41° 10' 24''K	39° 25' 23''D
Trabzon 8 mil	500 m	41° 15' 37''K	39° 21' 07''D
Trabzon 15 mil	1500 m	41° 21' 04''K	39° 15' 27''D
Çamburnu 2 mil	400 m	40° 59' 44''K	40° 14' 27''D
Çamburnu 8 mil	750 m	41° 04' 02''K	40° 07' 46''D
Pazar 2 mil	450 m	41° 14' 27''K	40° 54' 32''D
Pazar 8 mil	1500 m	41° 19' 28''K	40° 49' 09''D
Pazar 15 mil	1700 m	41° 24' 33''K	40° 42' 52''D
Kemalpaşa 2 mil	120 m	41° 31' 48''K	41° 30' 29''D
Kemalpaşa 8 mil	350 m	41° 35' 11''K	40° 23' 42''D

### 2.1.2. İletkenlik, Sıcaklık ve Derinlik (CTD) Ölçümleri

Ölçümler SBE 25 CTD prob kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

### 2.1.3. Yerinde (*In-situ*) Klorofil-a Ölçümleri

*In-situ* (yerinde) klorofil-a ölçümleri CTD üzerinde bulunan WETLAB florometre kullanılarak ölçülmüştür.

### 2.1.4. Fotosentetik Aktif Radyasyon (PAR) Ölçümleri

Işık ölçümleri CTD üzerinde bulunan Li-Core marka PAR cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Ölçülen ışığın su içerisindeki değişimini belirlemek için her istasyonuna ait sönüm katsayıları hesaplanmıştır. Su içerisinde ışık derinliğe bağlı olarak üssel olarak azalmaktadır. 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;



$$K_d = \frac{\text{Loge}(I_0) - \text{Loge}(I_D)}{\text{Derinlik (m)}} \quad (5)$$

$I_0$ = Yüzeydeki radyasyon

$I_D$ = Verilen derinlikteki radyasyon

### 2.1.5. HPLC Analizi

HPLC ile pigment analizi Mantoura ve Llewelyn (1983)'e göre yapılmıştır. Yöntemde; koyu renkli polietilen şişelerle istenilen derinlikten alınan 1 lt deniz suyu örneği düşük vakum basıncı altında (0,5 atm den daha az) 47 mm çaplı GF/F filtrelerden süzölmüştür (Şekil3). Daha sonra filtreler analiz edilene kadar sıvı azot içerisinde (-196°C) muhafaza edilmiştir (Şekil 4). Ekstraksiyon işlemini hızlandırmak için içerisinde % 90'lık 5 ml HPLC grade aseton içerisinde bulunan filtreler analiz öncesinde sonikatör (1 dakika için 60 Hz, SonicPlus) parçalanmıştır (Şekil 5). Daha sonra örnekler bir gece karanlık ortamda +4°C'de buzdolabında saklanarak ekstraksiyonun daha iyi olması sağlanmıştır. Daha sonra örnekler analiz öncesinde 3500 rpm devirde 10 dakika süreyle hücresel parçaları ortadan kaldırmak amacıyla santrifüj edilmiştir (Şekil 6).



**Şekil 3.** HPLC analizi için deniz suyu örneklerinin GF/F filtrelerden süzülmesi



**Şekil 4.** GF/F filtrelerin sıvı azot içerisinde muhafazası



**Şekil 5.** Sonikatör yardımı ile ekstraksiyon işleminin yapılması



**Şekil 6.** Analiz öncesi örneklerin santrifüj edilmesi

Analizler C8 kolon ve DAD dedektör kullanılarak SHIMADZU marka HPLC cihazı ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 7). Ölçüm için, ekstrakt içerisinde 500 µl örnek alınarak 0,2 µm lik millipore filtrelerden süzülüp ve 500 µl 1M Amonyum Asetat İyon

çözeltisiyle karıştırmıştır. 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) ve 50 µl loop'a sahip HPLC sistemine enjekte edilmiştir. Pigmentlerin linear eğimli çift mobil faz sistem kullanılarak ayrılması sağlanmıştır. Mobil fazlar metanol ve 1 M amonyum asetat (80:30 v/v) oluşan mobil faz A ve % 100 metanol'den oluşan mobil faz B'den oluşmaktadır. Pigmentlerin pik alanları 1 ml/dk lık düşük akım altında linear eğimle belirlenmiştir (dakika, % mobil faz A, % B mobil faz): (0; 75; 25), (1; 50; 50), (20; 30; 70), (25; 0; 100), 32; 0; 100). Analiz sonrası veri toplanması ve entegrasyonu LC solution yazılımı kullanılarak yapılmıştır.

HPLC sistemi her pigment için ticari standartlar (klorofil a, b: Sigma Kolonu; klorofil c2, klorofil c3, perid, 19-but, fuco, 19 hex, diadinovanthin, allo, lutein, zea, divinil klorofil-a ve β karoten: VKI, Danimarka) kullanılarak kalibre edilmiştir. Klorofil a ve marker pigmentler için belirleme sınırı 0,005-0,007 µg/l dir.

Pigment konsantrasyonları aşağıdaki denkleme göre hesaplanmıştır,

$$C_p = \frac{A_p \times V_{ext} \times 10}{B \times V_{filt} \times V_{inj} \times 1000 \times R_f} \quad (6)$$

$C_p$  (µg L<sup>-1</sup>) = Pigment konsantrasyonu

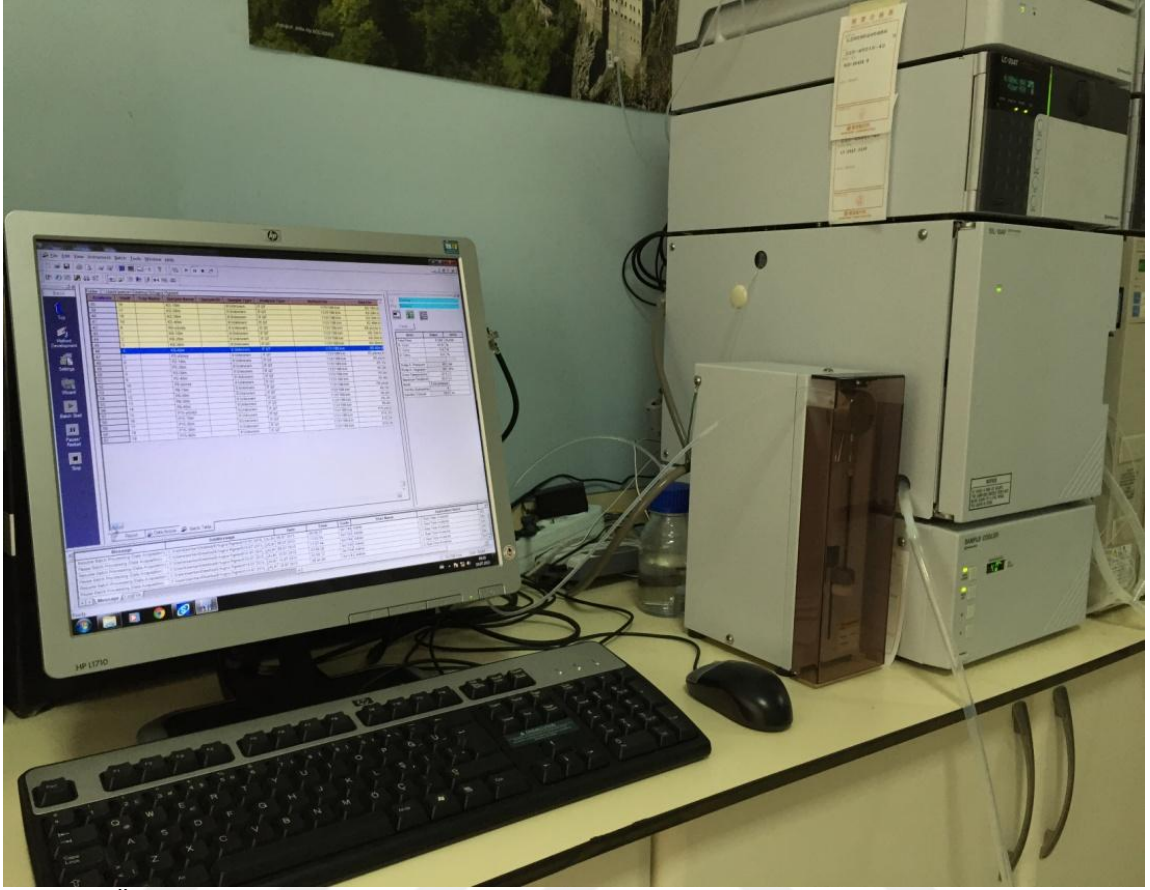
$A_p$  (mAU\*s) = Pik alanı

$R_f$  (ng mAU<sup>-1</sup>) = Kalibrasyon eğrisinin eğimi (ng kolon<sup>-1</sup>)

$V_{filt}$  (l) = Süzülen su hacmi

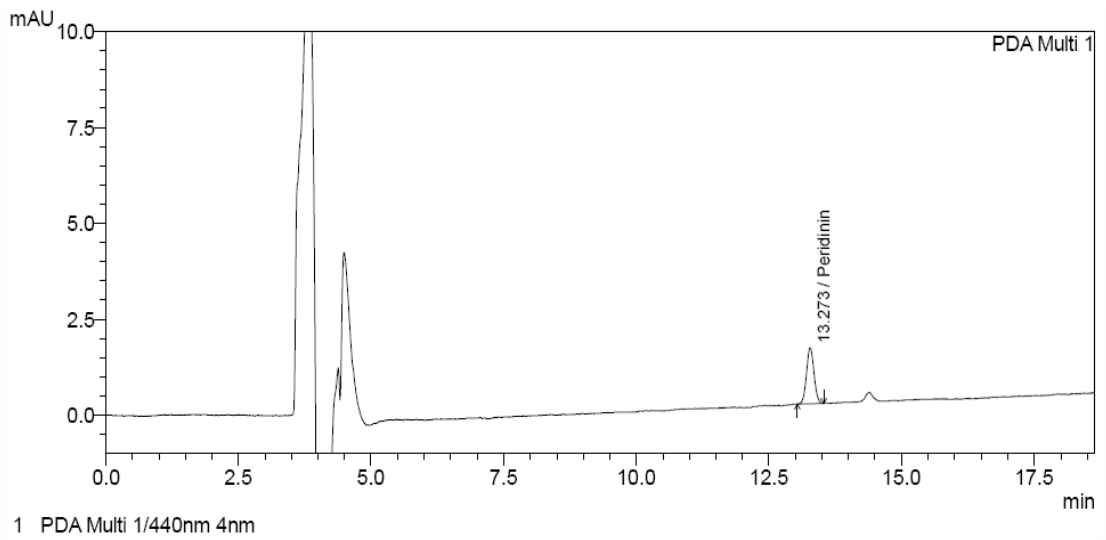
$V_{ext}$  (ml) = Ekstraksiyon için kullanılan çözücü hacmi

$V_{inj}$  (µl) = Kromatografi sistemine enjekte edilen örnek hacmi, B = Tampon seyreltme faktörü

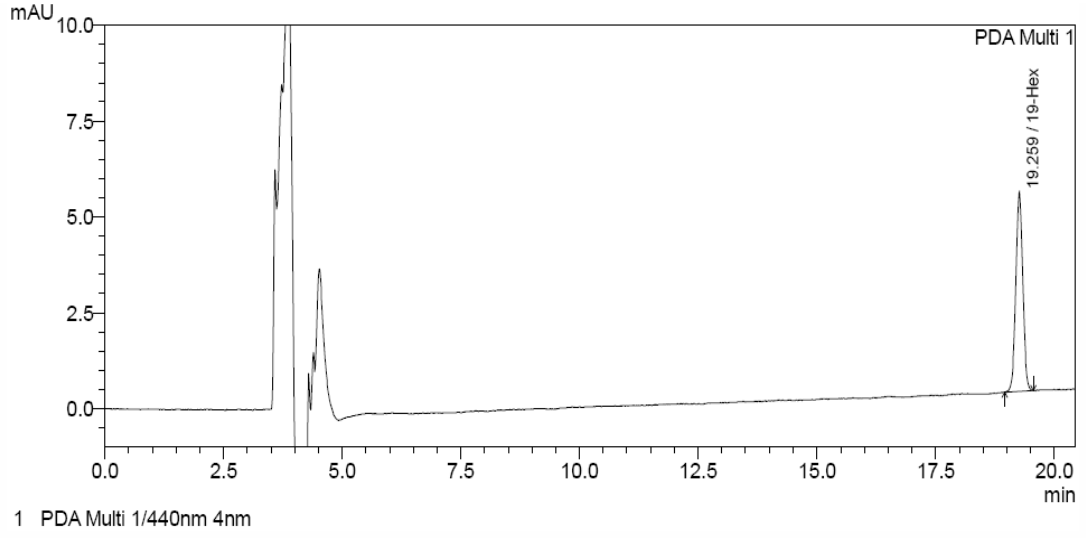


Şekil 7. Örneklerin HPLC de analiz aşaması

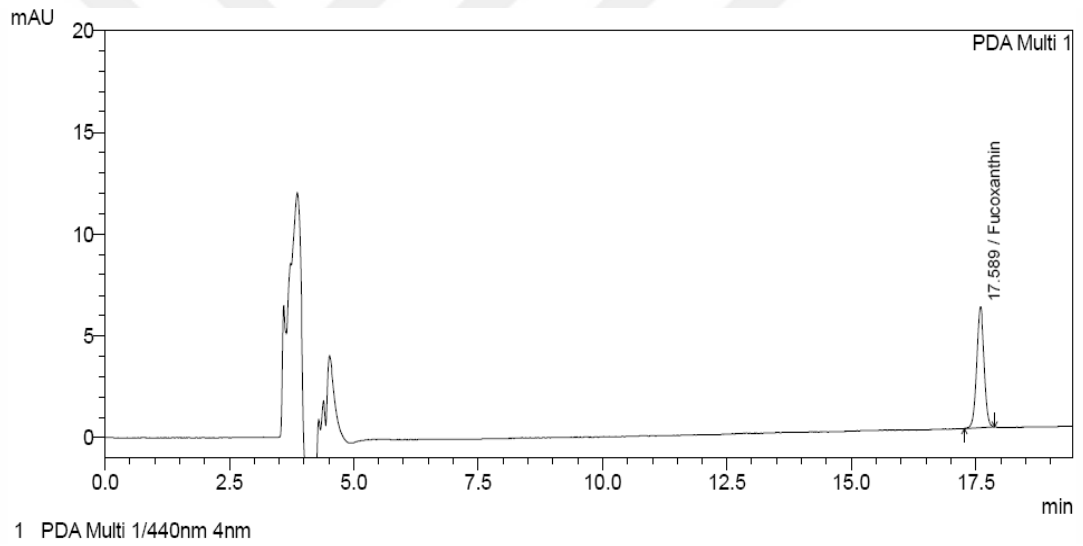
HPLC analizlerinde kullanılan pigment standartlarına ait kromatogram ve geliş zamanları aşağıda sunulmuştur (Şekil 8-16).



Şekil 8. Peridinin pigmentine ait kromatogram

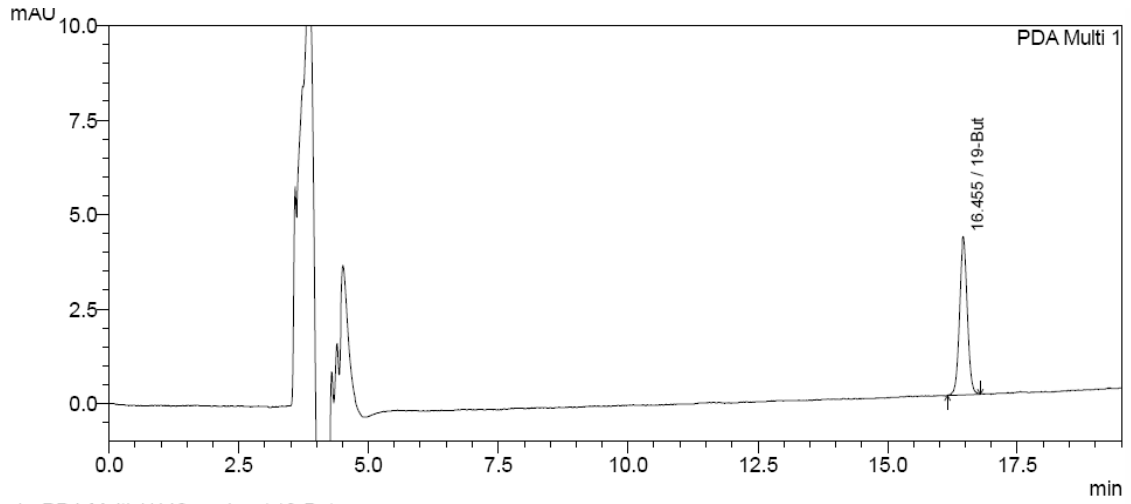


**Şekil 9.** 19-Hexanoyloxyfucoxanthin pigmentine ait kromatogram

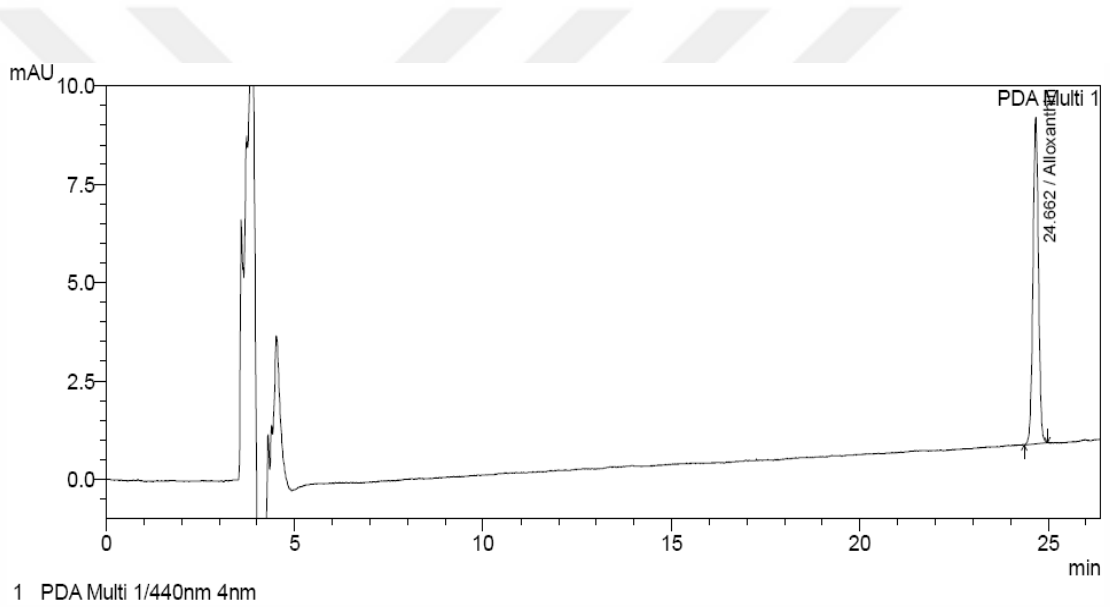


**Şekil 10.** Fucoxanthin pigmentine ait kromatogram

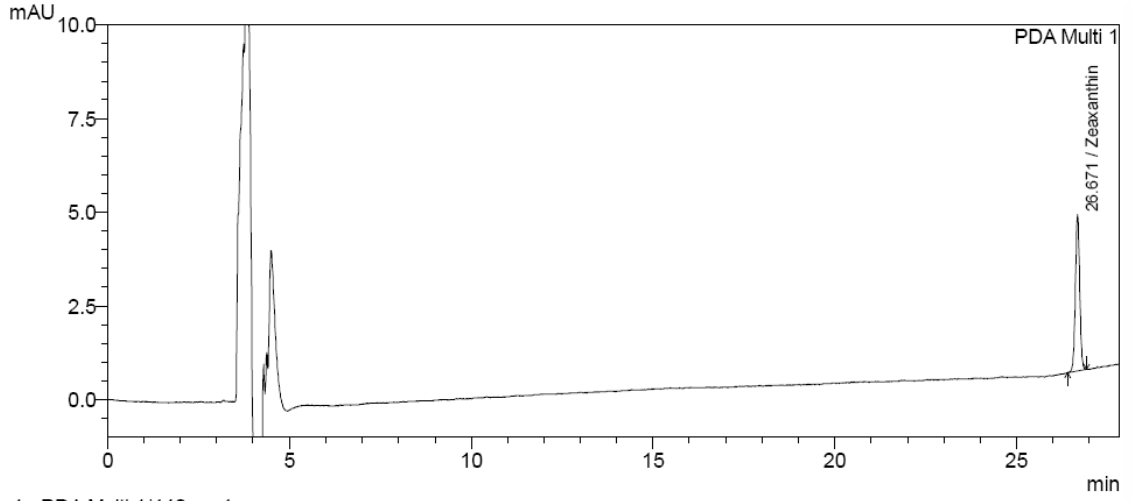




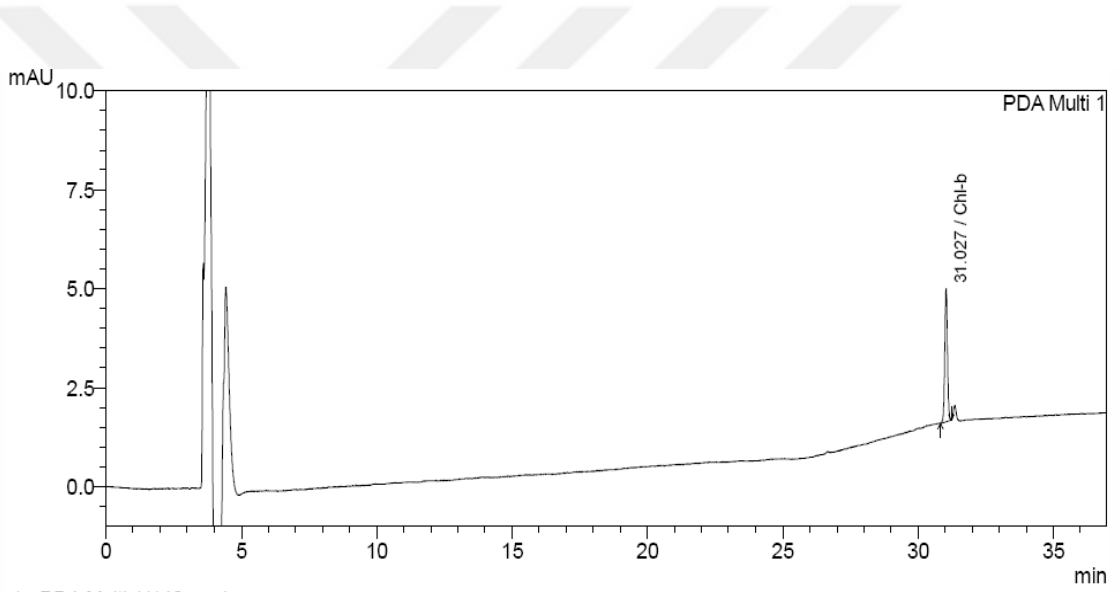
**Şekil 11.** 19-Butanoloksifucoxanthin pigmentine ait kromatogram



**Şekil 12.** Alloxanthin pigmentine ait kromatogram

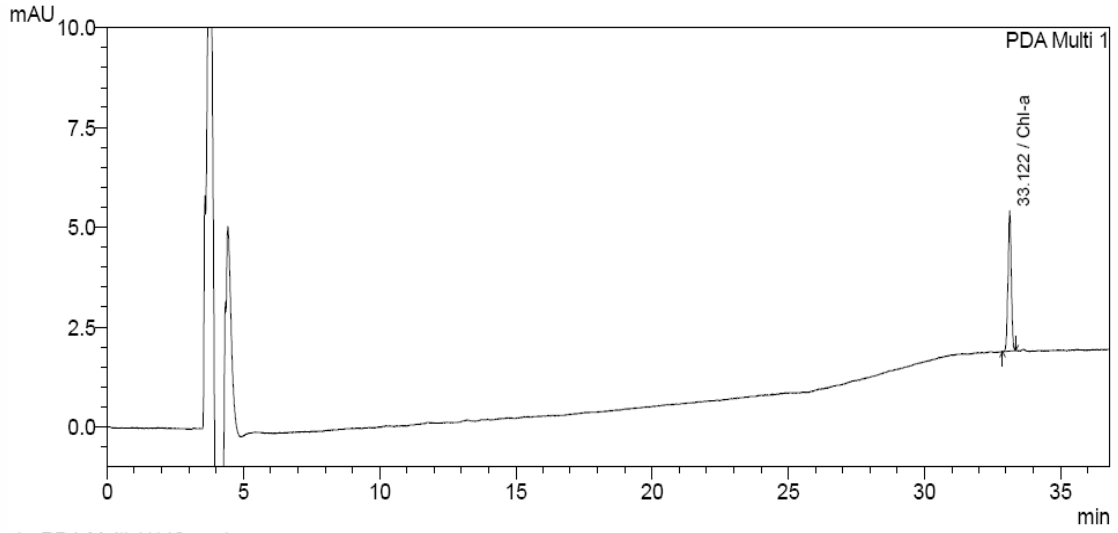


**Şekil 13.** Zeaxanthin pigmentine ait kromatogram

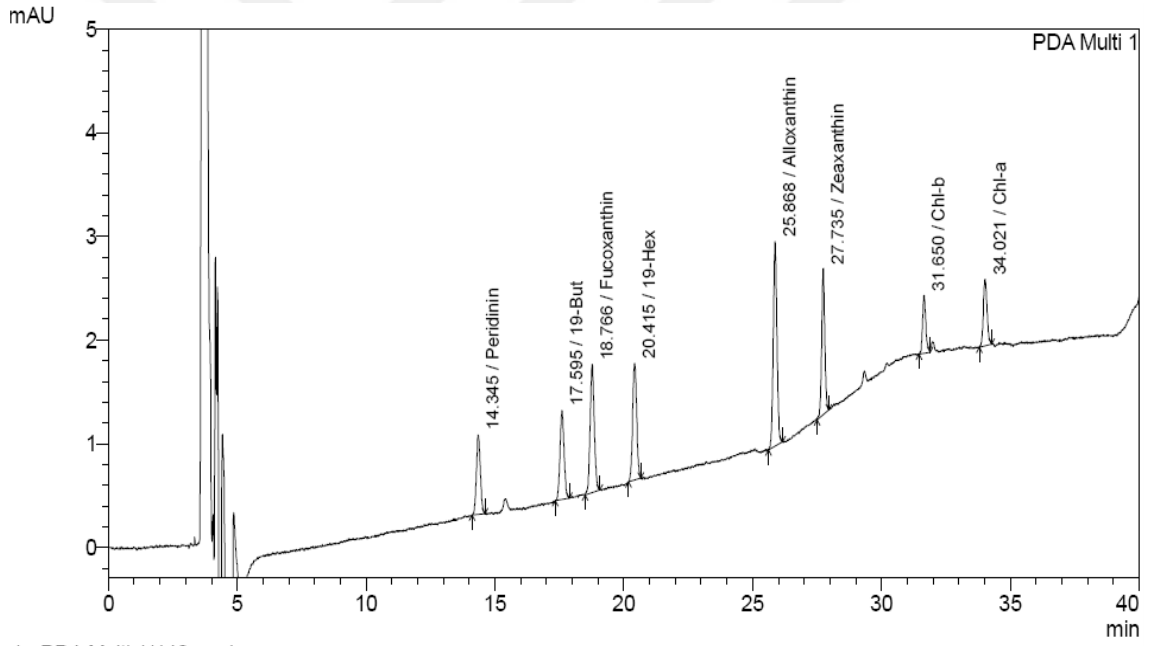


**Şekil 14.** Klorofil-b pigmentine ait kromatogram





Şekil 15. Klorofil-a pigmentine ait kromatogram



Şekil 16. Pigment standartlarına ait mix kromatogram

## 2.1.6. Farklı Boy Sınıfındaki Fitoplanktonik Grupların Belirlenmesi

Fitoplanktonik gruplar ve bunların toplam fitoplankton biyokütlerine yaptığı katkı oranları (%) Vidussi vd. (2001)'e göre belirlenmiştir:

$$\Sigma DP_w = 1,41 * [Fuco] + 1,41 * [Perid] + 1,27 * [Hex-fuco] + 0,35 * [But-fuco] + 0,60 * [Allo] + 1,01 * [TChlb] + 0,86 * [Zea] \quad (7)$$

$$f_{micro}: (1,41 * [Fuco] + 1,41 * [Perid]) / \Sigma DP_w \quad (8)$$

$$f_{nano}: (1,27 * [Hex-fuco] + 0,35 * [But-fuco] + 0,60 * [Allo]) / \Sigma DP_w \quad (9)$$

$$f_{pico}: (1,01 * [TChlb] + 0,86 * [Zea]) / \Sigma DP_w \quad (10)$$

$$f_{micro}: (\geq 20 \mu m)$$

$$f_{nano}: (2-20 \mu m)$$

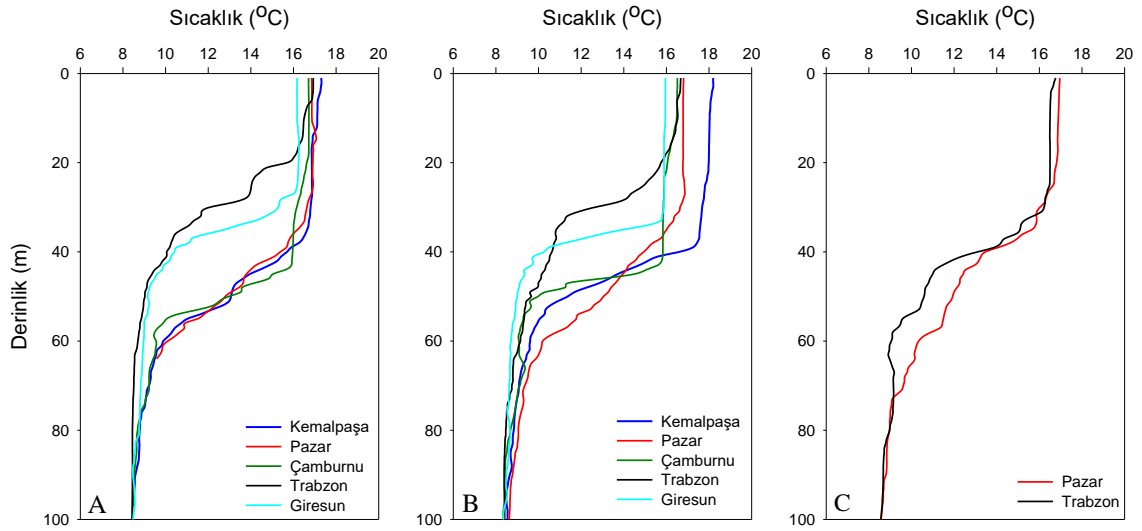
$$f_{pico}: (\leq 0,2-2 \mu m)$$

### 3. BULGULAR

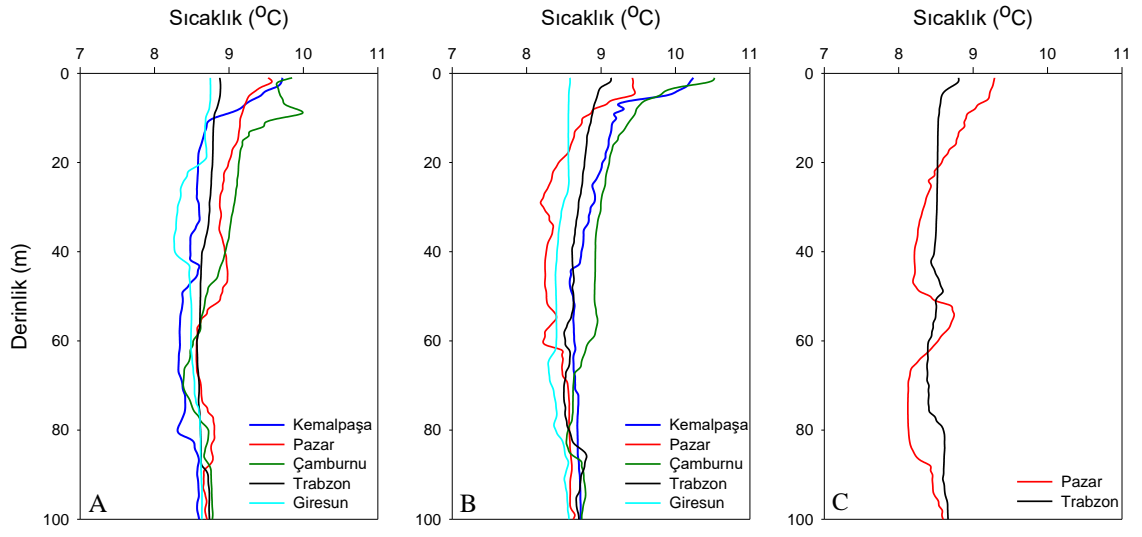
#### 3.1. Hidrografi

##### 3.1.1. İletkenlik, Sıcaklık, Derinik (CTD)

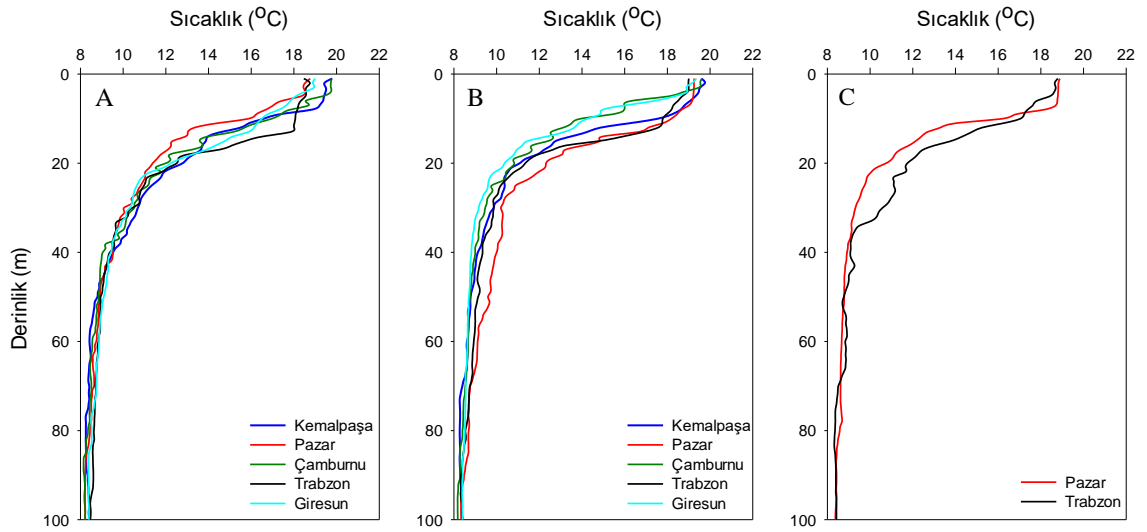
İstasyonlara ait sıcaklık profilleri Şekil 17-20'de sunulmuştur. Kasım 2014 (sonbahar) döneminde deniz suyu yüzey sıcaklığı 16-18°C arasında değişim göstermiş ve yaz döneminden kalma mevsimsel termoklinin devam ettiği görülmüştür (Şekil 17). Şubat 2015 (kış) örneklemesinde deniz suyu yüzey sıcaklığı 8-10°C arasında değişirken dikey karışımlarla birlikte mevsimsel termoklin tamamen ortadan kalkmıştır (Şekil 18). Mayıs 2015 (ilkbahar) döneminde deniz suyu yüzey sıcaklığı 18-19°C arasında değişim göstermiştir. Kış döneminde tamamen ortadan kaybolan mevsimsel termoklin tabakasının yeniden şekillenmeye başladığı tespit edilmiştir (Şekil 19). Ağustos 2015 (yaz) döneminde deniz suyu yüzey sıcaklığı sırasıyla 27-28°C arasında değişim göstermiştir (Şekil 20). Bu dönemde mevsimsel termoklin daha da belirginleşmiştir.



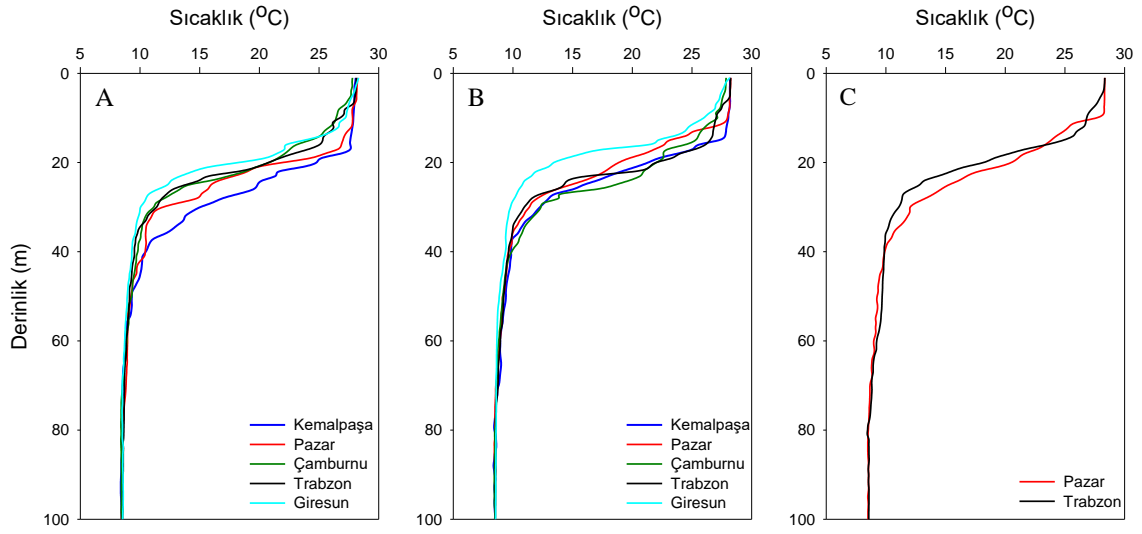
Şekil 17. Kasım 2014 örneklemesinde istasyonlara ait sıcaklık profilleri (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil)



**Şekil 18.** Şubat 2015 örneklemesinde istasyonlara ait sıcaklık profilleri (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).

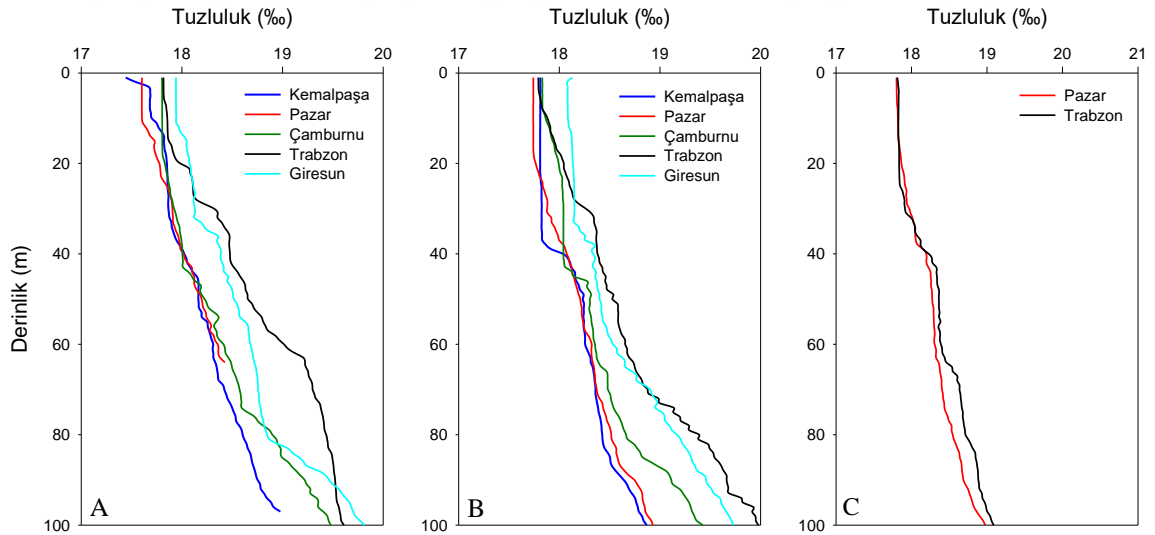


**Şekil 19.** Mayıs 2015 örneklemesinde istasyonlara ait sıcaklık profilleri (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).



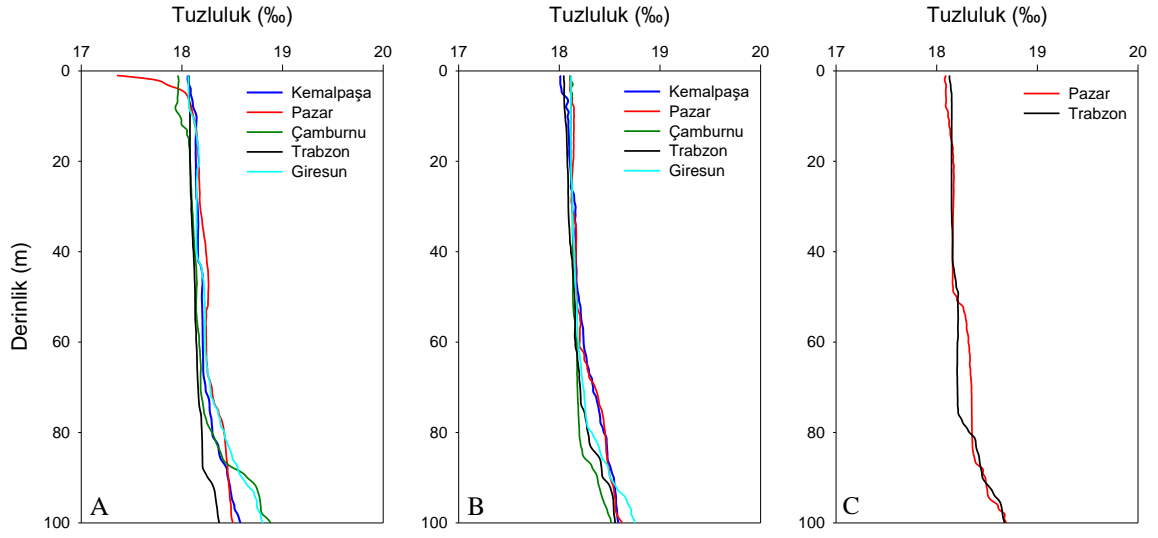
**Şekil 20.** Ağustos 2015 örneklemesinde istasyonlara ait sıcaklık profilleri (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).

Tuzluluk profilleri ise Karadeniz'in genel karakteristiğine uygun (‰ 17-18) bir yapı sergilerken derinlikle beraber ‰ 20 seviyelerine ulaşmıştır (Şekil 21-24). Özellikle nehir girdisine yakın olan istasyonlarda (Kemalpaşa, Pazar ve Çamburnu) ve yağışların etkili olduğu Şubat ve Mayıs dönemlerinde yüzey suyu tuzluluk değerleri ‰ 16'ya kadar düşmüştür.

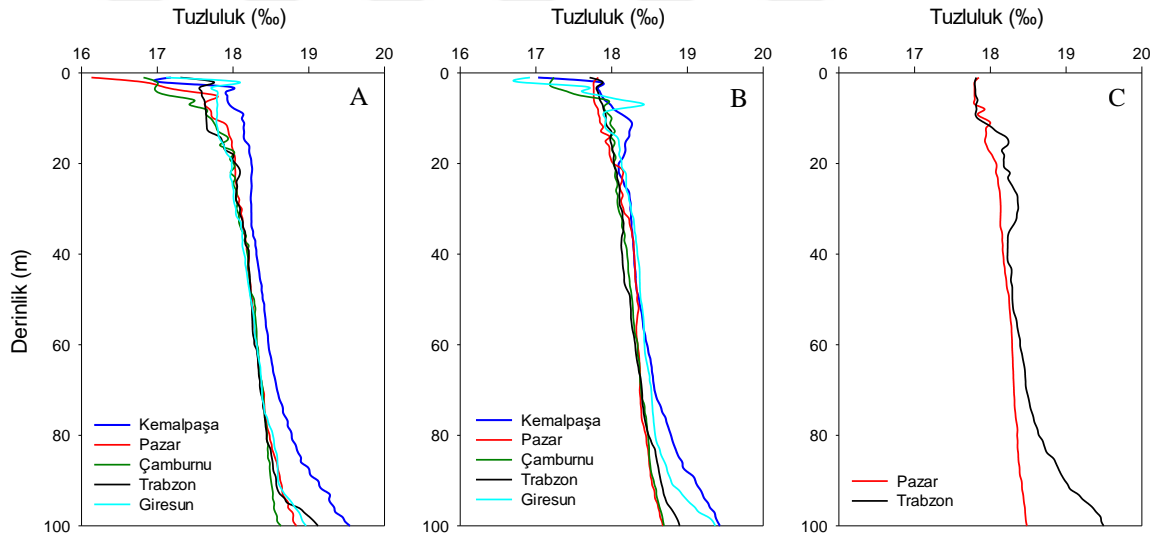


**Şekil 21.** Kasım 2014 örneklemesinde istasyonlara ait tuzluluk profilleri (A: 2 mil; B: 8

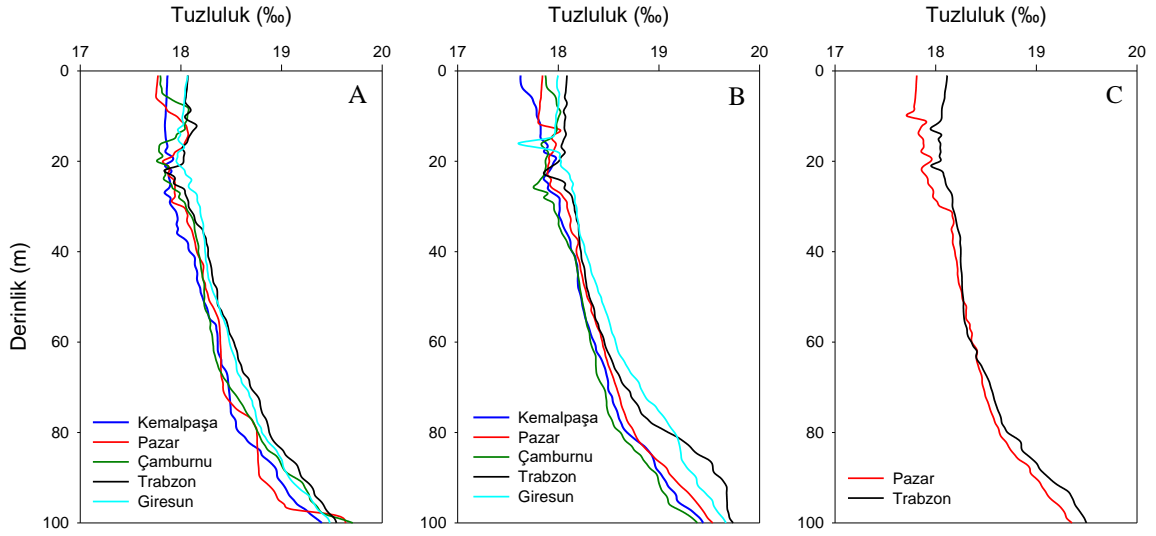
Ancak derinlikle beraber bu farklılık ortadan kalkmıştır. Trabzon ve Giresun'da yer alan istasyonlar daha yeknesak özellik göstermiş olup diğer istasyonlardan ayrılmışlardır. mil; C: 15 mil).



**Şekil 22.** Şubat 2015 örneklemede istasyonlara ait tuzluluk profilleri (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).



**Şekil 23.** Mayıs 2015 örneklemede istasyonlara ait tuzluluk profilleri (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).



**Şekil 24.** Ağustos 2015 örneklemesinde istasyonlara ait tuzluluk profilleri (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).

### 3.1.2. Yerde (In-situ) Klorofil-a Ölçümleri

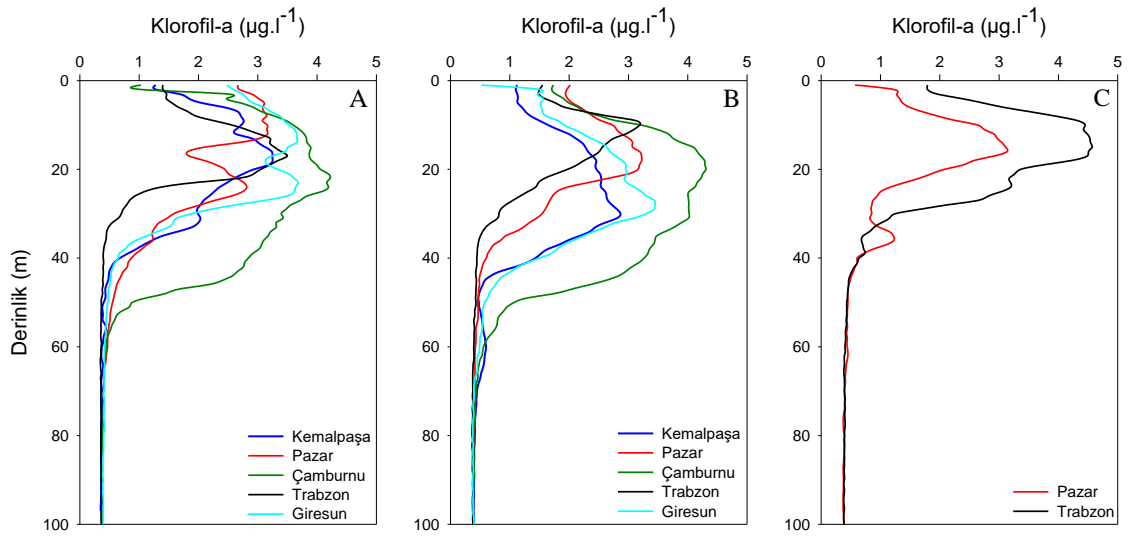
Floresana dayalı klorofil-a ölçümleri CTD üzerinde bulunan WETLAB florometre ile ölçülmüştür (Şekil 25-28). Kasım 2014 (sonbahar) örneklemesinde elde edilen klorofil-a profilleri daha düzenli bir yapı sergilemiş ve bütün istasyonlar benzer 60 m'den sonra benzer bir eğilim göstermiştir (Şekil 25). Bu dönemde klorofil maksimum kıyı istasyonlarda 20 m seviyelerinde tespit edilirken 8 deniz mili mesafesinde yer alan istasyonlarda biraz daha derinlere (30 m) kaymıştır. Açık sularda ise tekrar 20 m'lerde ve yüzeye yakın derinliklerde kaydedilmiştir.

Şubat 2015 (kış) örneklemesinde ise klorofil-a profili bir önceki döneme göre daha düzensiz bir yapı sergilemiştir, bu durumun dönem içerisinde meydana gelen karışımlar kaynaklandığı düşünülmektedir (Şekil 26). Ancak klorofil maksimum değerleri aşağı yukarı benzer derinliklerde kaydedilmiştir. Fakat klorofil-a değerleri özellikle açık sularda (15 mil) 3 µg/l'nin üzerine çıkmamıştır.

Karışımların yoğun olduğu ilkbahar döneminde klorofil-a profilleri derinliğe bağlı olarak dalgalanmalar göstermiştir. Klorofil maksimumun önceki dönemlere nazır daha derinlere kaymış, kıyı sularda 20-30 m arasında değişim gösterirken açık sularda 30-40

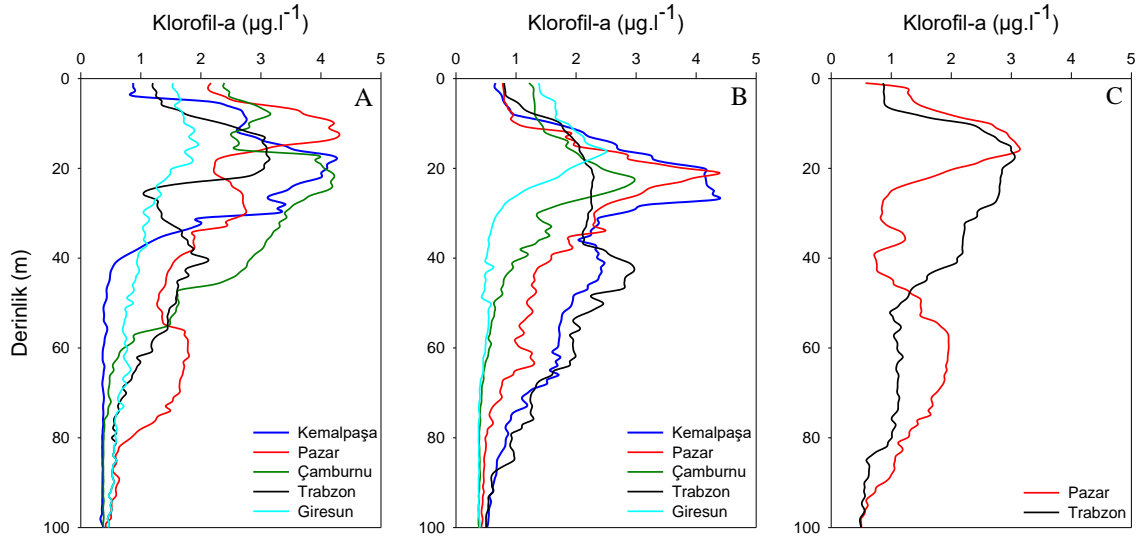
m arasında gözlenmiştir (Şekil 27). Bu dönemde klorofil-a değerleri  $2 \mu\text{g/l}$ 'nin üzerine çıkmamıştır.

Mevsimsel termoklin tabakasını çok güçlü olduğu yaz döneminde klorofil maksimum değerleri bütün istasyonlarda hemen hemen aynı derinliklerde (20 m) gözlenmiştir. Klorofil değerleri ise bir önceki döneme göre özellikle 8 ve 15 deniz mili mesafesinde yer alan istasyonlarda artış gösterirken kıyı istasyonlarında ise azalmıştır (Şekil 28).

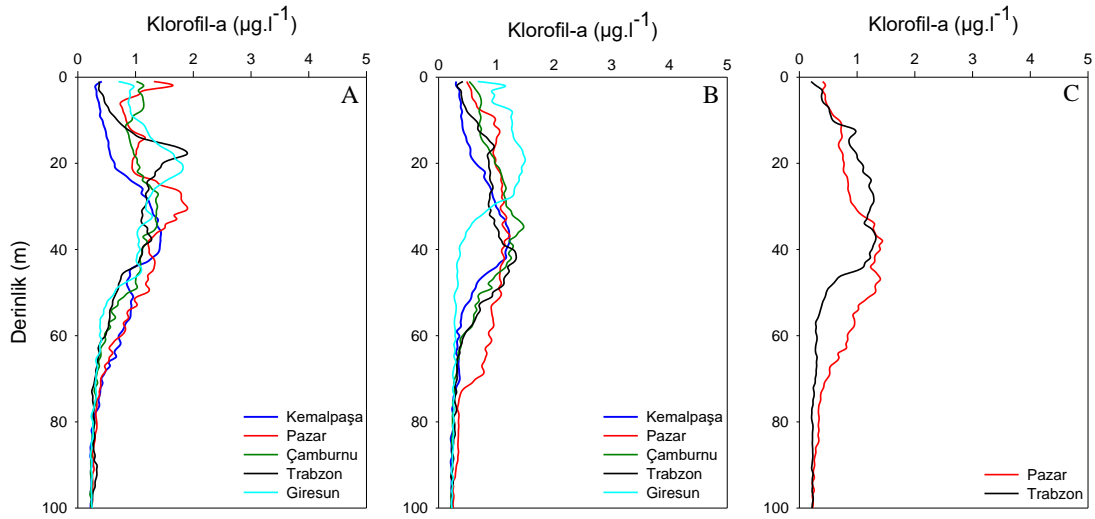


**Şekil 25.** Kasım 2014 örneklemesinde istasyonlara klorofil-a profilleri (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).

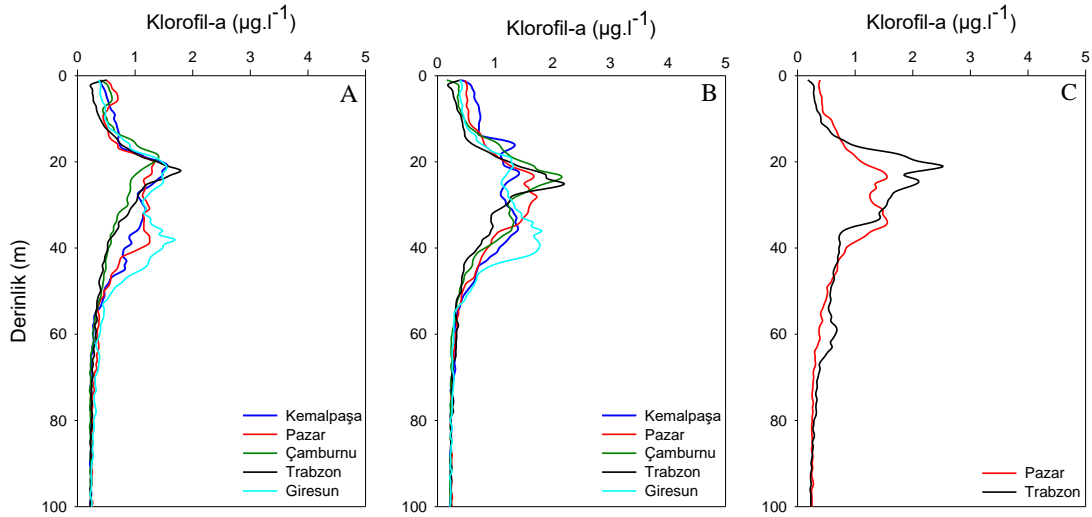




**Şekil 26.** Şubat 2015 örneklemesinde istasyonlara klorofil-a profilleri (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).



**Şekil 27.** Mayıs 2015 örneklemesinde istasyonlara ait klorofil-a profilleri (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).



**Şekil 28.** Ağustos 2015 örneklemesinde istasyonlara ait klorofil-a profilleri (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).

### 3.1.3. Fotosentetik Aktif Radyasyon (PAR)

İstasyonlara ait PAR derinlikleri Tablo 3-6’da verilmiştir. Kasım 2014 (sonbahar) dönemimde PAR derinliği 19-26 m arasında değişirken en yüksek değerler 15 deniz mili mesafesinde yer alan Pazar ve Trabzon istasyonlarında kaydedilmiştir (Tablo 3).

**Tablo 3.** Kasım 2014 örneklemesinde istasyonlara ait PAR derinlikleri (m)

	Kemalpaşa	Pazar	Çamburnu	Trabzon	Giresun
2 mil	19	20	21	21	22
8 mil	20	25	22	23	24
15mil		26		25	

Su kolonun daha homojen olduğu Şubat 2015 (kış) döneminde ise PAR daha derinlerde ölçülmüştür. Bu dönem içerisinde PAR değerleri 18- 36 m arında değişirken en yüksek değer K8 istasyonunda okunmuştur (Tablo 4).

**Tablo 4.** Şubat 2015 örneklemesinde istasyonlara ait PAR derinlikleri (m)

	<b>Kemalpaşa</b>	<b>Pazar</b>	<b>Çamburnu</b>	<b>Trabzon</b>	<b>Giresun</b>
2 mil	32	24	18	26	29
8 mil	36	30	26	29	31
15mil		31		32	

Mayıs 2015 (ilkbahar) ve Ağustos 2015 (yaz) dönemlerinde ise PAR derinliği sırasıyla 23-45 m ve 31-40 m arasında değişim göstermiştir (Tablo 5-6). Bu dönemlerde de en yüksek PAR değeri K8 istasyonunda ölçülmüştür.

**Tablo 5.** Mayıs 2015 örneklemesinde istasyonlara ait PAR derinlikleri (m)

	<b>Kemalpaşa</b>	<b>Pazar</b>	<b>Çamburnu</b>	<b>Trabzon</b>	<b>Giresun</b>
2 mil	34	23	24	27	23
8 mil	45	30	26	32	25
15mil		35		34	

**Tablo 6.** Ağustos 2015 (yaz) örneklemesinde istasyonlara ait PAR derinlikleri (m)

	<b>Kemalpaşa</b>	<b>Pazar</b>	<b>Çamburnu</b>	<b>Trabzon</b>	<b>Giresun</b>
2 mil	34	34	35	33	31
8 mil	40	35	36	36	34
15mil		37		38	

### 3.2. Pigment

HPLC analizleri sonrası ölçülen pigmentler ve bunların konsantrasyonları Tablo 7-18'de detaylı bir şekilde sunulmuştur. Örnekleme mevsimine ve fitoplanktonik aktiviteye bağlı olarak pigment konsantrasyonları önemli değişimler göstermiştir. Fitoplankton biyomasının bir göstergesi ve temel fotosentetik pigment olan klorofil-a kıyı sularda genellikle yüksek konsantrasyonlarda olup açığa gidildikçe düşüş göstermiştir. Mevsimsel termoklin tabakasının çok belirgin olduğu Ağustos 2015 (yaz) döneminde yüzeyde daha düşük olan pigment konsantrasyonları derinlikle beraber artış göstermiştir (Tablo 7-18).

Kasım 2014 (sonbahar) döneminde öne çıkan pigmentler başta klorofil-a olmak üzere perid, fuko ve 19-Hek pigmentleri olmuştur. Klorofil-a tüm fitoplanktonik gruplar için temel pigment özelliğinde olup fotosentezde oldukça önemli rolü vardır. Çalışma dönemi boyunca beklendiği üzere en yüksek konsantrasyona ve en fazla değişime sahip pigment olma özelliğinde olup, bu dönemde klorofil-a konsantrasyonu 0,129 µg/L-5,230 µg/L aralığında değişim göstermiştir. En yüksek konsantrasyon (5,230 µg/L) P8 istasyonunda 20 m'de tespit edilmiştir. Perid, dinoflagellat grupları için marker nitelikte olan bir pigment olup konsantrasyonu 0,135 µg/L – 3,485 µg/L aralığında değişmiştir. En yüksek konsantrasyon (3,485 µg/L) K2 istasyonunda 10 m'de okunmuştur. Fuko; diatom grupları için belirleyici özelliği olan bir pigmenttir. Bu dönem içerisinde konsantrasyonları 0,079 µg/L-2,517 µg/L aralığında değişim göstermiştir. En yüksek konsantrasyon (2,517 µg/L) Ç2 istasyonunda 20 metrede tespit edilmiştir. 19'-Heksa kokkolitoforlar için belirleyici özellik taşımaktadır. Konsantrasyonları 0,060 µg/L-0,991 µg/L aralığında değişim göstermiştir. En yüksek konsantrasyon (0,991 µg/L) G2 yüzey suyunda tespit edilmiştir (Tablo 7-9).

**Tablo 7.** Kasım 2014 örneklemesinde 2 deniz mili mesafesindeki istasyonlarda ölçülen HPLC pigment konsantrasyonları (Tespit limiti<0,005)(µg/L)

İstasyon	Derinlik(m)	Perid	19-But	Fuco	19-Hex	Allo	Zea	Chl-b	Chl-a
Kemalpaşa	Yüzey	3,485	<0,005	0,642	0,511	0,531	0,126	0,113	4,233
Kemalpaşa	10	1,837	<0,005	0,764	0,673	0,248	0,093	0,184	3,556
Kemalpaşa	20	1,176	<0,005	1,020	0,413	0,117	0,123	0,283	3,650
Kemalpaşa	30	0,814	<0,005	0,687	0,336	0,038	0,087	0,076	2,038
Kemalpaşa	40	0,731	<0,005	0,133	0,298	0,035	0,044	0,062	0,264
Pazar	Yüzey	2,621	<0,005	0,823	0,492	0,205	0,162	0,200	4,768
Pazar	10	1,704	<0,005	0,566	0,061	0,099	0,000	0,260	2,512
Pazar	20	1,349	<0,005	0,485	0,137	0,119	0,000	0,297	2,209
Pazar	30	0,714	<0,005	0,513	0,166	0,000	0,000	0,124	1,803
Pazar	40	0,225	<0,005	0,211	0,112	0,000	0,000	0,088	0,673
Çamburnu	Yüzey	2,616	<0,005	0,983	0,724	0,222	0,160	0,459	3,576
Çamburnu	10	1,758	<0,005	0,669	0,522	0,149	0,128	0,214	3,104
Çamburnu	20	2,136	<0,005	2,517	0,242	0,412	0,271	0,952	4,043
Çamburnu	30	1,071	<0,005	1,043	0,331	0,092	0,117	0,469	3,899
Çamburnu	40	0,860	<0,005	0,820	0,391	0,077	0,083	0,306	3,247
Trabzon	Yüzey	1,848	0,048	0,997	0,641	0,245	0,134	0,468	2,737
Trabzon	10	0,085	0,127	2,215	0,819	0,532	0,325	1,669	1,650
Trabzon	20	0,288	0,048	0,214	0,135	0,210	0,076	0,297	1,170
Trabzon	30	0,160	0,050	0,102	0,099	0,179	0,043	0,220	0,419
Trabzon	40	0,152	0,045	0,079	0,149	0,152	0,076	0,094	0,276
Giresun	Yüzey	1,098	<0,005	1,218	0,991	0,112	0,155	0,533	3,734
Giresun	10	1,151	<0,005	1,289	0,856	0,171	0,149	0,380	3,395
Giresun	20	1,133	<0,005	1,898	0,750	0,114	0,185	0,402	3,810
Giresun	30	0,691	<0,005	0,621	0,247	0,124	0,077	0,193	1,443
Giresun	40	0,618	<0,005	0,437	0,161	0,105	0,054	0,146	0,451

**Tablo 8.** Kasım 2014 örneklemesinde 8 deniz mili mesafesindeki istasyonlarda ölçülen HPLC pigment konsantrasyonları (Tespit limiti<0,005)(µg/L)

İstasyon	Derinlik(m)	Perid	19-But	Fuco	19-Hex	Allo	Zea	Chl-b	Chl-a
Kemalpaşa	Yüzey	0,597	<0,005	0,392	0,481	0,049	0,115	0,130	2,404
Kemalpaşa	10	0,995	<0,005	0,858	0,713	0,072	0,186	0,211	3,497
Kemalpaşa	20	0,824	<0,005	0,985	0,586	0,085	0,164	0,376	3,173
Kemalpaşa	30	1,189	<0,005	1,353	0,736	0,133	0,208	0,285	2,178
Kemalpaşa	40	0,731	<0,005	0,226	0,123	<0,005	0,103	0,183	0,641
Pazar	Yüzey	3,397	<0,005	1,171	0,261	0,214	0,124	0,280	4,122
Pazar	10	1,962	<0,005	0,911	0,443	0,224	0,000	0,192	3,918
Pazar	20	2,608	<0,005	1,316	0,528	0,190	0,336	0,452	5,230
Pazar	30	0,315	<0,005	0,424	0,207	<0,005	0,258	<0,005	0,921
Pazar	40	0,135	<0,005	0,137	0,151	<0,005	<0,005	0,168	0,355
Çamburnu	Yüzey	1,558	<0,005	0,680	0,631	0,180	0,130	0,307	3,471
Çamburnu	10	1,152	<0,005	1,083	0,718	0,098	0,094	0,286	3,610
Çamburnu	20	1,444	0,108	1,932	0,094	0,179	0,236	0,797	4,024
Çamburnu	30	1,277	0,076	1,366	0,107	0,202	0,107	0,737	3,696
Çamburnu	40	1,239	<0,005	0,773	0,071	0,130	0,077	0,480	2,392
Trabzon	Yüzey	1,307	<0,005	0,710	0,402	0,219	0,078	0,359	3,042
Trabzon	10	1,412	0,097	1,103	0,463	0,180	0,110	0,532	3,882
Trabzon	20	1,180	<0,005	0,303	0,308	0,152	0,042	0,403	0,129
Trabzon	30	1,102	<0,005	0,200	0,168	0,168	0,033	0,137	0,878
Trabzon	40	0,883	<0,005	0,176	0,236	0,022	0,055	0,106	0,201
Giresun	Yüzey	0,987	<0,005	0,444	0,495	0,070	0,148	0,184	2,486
Giresun	10	1,370	0,073	0,678	0,783	0,100	0,221	0,174	3,555
Giresun	20	1,263	0,077	0,993	0,601	0,060	0,140	0,233	3,065
Giresun	30	1,509	0,036	1,076	0,355	0,060	0,099	0,184	3,019
Giresun	40	0,552	<0,005	0,231	0,335	<0,005	0,073	0,090	0,860

**Tablo 9.** Kasım 2014 örneklemesinde 15 deniz mili mesafesindeki istasyonlarda ölçülen HPLC pigment konsantrasyonları (Tespit limiti<0,005)(µg/L)

İstasyon	Derinlik m)	Perid	19-But	Fuco	19-Hex	Allo	Zea	Chl-b	Chl-a
Pazar	Yüzey	1,747	0,081	0,576	0,458	0,149	0,212	0,220	3,203
Pazar	10	1,581	<0,005	0,911	0,694	0,173	0,248	0,204	4,035
Pazar	20	0,610	<0,005	0,421	0,248	<0,005	0,058	<0,005	1,258
Pazar	30	<0,005	<0,005	0,340	0,154	<0,005	0,048	<0,005	1,179
Pazar	40	<0,005	<0,005	0,213	0,060	<0,005	0,096	0,059	0,909
Trabzon	Yüzey	2,471	<0,005	0,165	0,296	0,373	<0,005	0,800	2,137
Trabzon	10	0,675	<0,005	0,351	0,068	0,078	<0,005	0,197	1,069
Trabzon	20	2,678	<0,005	0,198	0,222	0,328	0,263	0,604	3,139
Trabzon	30	0,331	<0,005	0,320	0,091	0,087	<0,005	0,198	1,216
Trabzon	40	0,281	<0,005	0,267	0,099	0,091	<0,005	0,132	0,131

Şubat 2015 (kış) döneminde öne çıkan pigmentler klorofil-a, perid, fuco, 19'-Hek ve klorofil-b olmuştur. Bu dönemde klorofil-a konsantrasyonu 0,156 µg/L - 5,945 µg/L aralığında değişim göstermiştir. En yüksek konsantrasyon (5,945 µg/L) Ç8 istasyonunda 20 m'de tespit edilmiştir. Perid konsantrasyonu 0,168 µg/L - 1,349 µg/L

aralığında değişim göstermiştir. En yüksek konsantrasyon (1,349 µg/L) P8 istasyonunda yüzey suyunda tespit edilmiştir. Fuko konsantrasyonları 0,334 µg/L - 1,785 µg/L aralığında değişim göstermiştir. En yüksek konsantrasyon (1,785 µg/L) T8 istasyonunda 30 metrede tespit edilmiştir. Klorofil-b mavi-yeşil algler ve yeşil algler için belirleyici pigment özelliğindedir. Klorofil-b konsantrasyonları bu dönem içinde 0,057 µg/L - 0,724 µg/L aralığında değişim göstermiştir. En yüksek konsantrasyon (0,724 µg/L) K2 istasyonunda 10 m'de tespit edilmiştir. Öne çıkan diğer bir pigment olan 19'-Heks konsantrasyonları 0,061 µg/L – 2,562 µg/L aralığında değişim göstermiştir. En yüksek konsantrasyon (2,562 µg/L) K2 istasyonunda 20 metrede tespit edilmiştir (Tablo 10-12).

**Tablo 10.** Şubat 2015 örneklemesinde 2 deniz mili mesafesindeki istasyonlarda ölçülen HPLC pigment konsantrasyonları (Tespit limiti<0,005)(µg/L)

İstasyon	Derinlik(m)	Perid	19-But	Fuco	19-Hex	Allo	Zea	Chl-b	Chl-a
Kemalpaşa	Yüzey	0,642	<0,005	<0,005	1,542	0,428	0,259	0,578	4,321
Kemalpaşa	10	0,562	<0,005	<0,005	0,088	0,381	0,159	0,724	4,825
Kemalpaşa	20	0,672	<0,005	<0,005	2,562	0,296	0,130	0,564	5,379
Kemalpaşa	30	0,787	<0,005	<0,005	1,659	0,176	<0,005	0,260	3,408
Kemalpaşa	40	0,866	<0,005	<0,005	2,052	0,180	<0,005	0,182	2,161
Pazar	Yüzey	0,347	<0,005	0,085	0,216	0,361	0,087	0,520	1,931
Pazar	10	0,235	<0,005	0,080	2,338	0,361	0,087	0,447	3,523
Pazar	20	0,315	<0,005	0,061	1,604	0,277	0,109	0,403	2,702
Pazar	30	0,191	<0,005	0,061	0,123	0,102	0,079	0,285	1,332
Pazar	40	0,169	<0,005	0,034	0,769	0,107	0,053	0,205	1,503
Çamburnu	Yüzey	1,283	<0,005	0,787	0,068	0,451	<0,005	0,163	3,105
Çamburnu	10	<0,005	<0,005	1,262	0,075	0,366	<0,005	0,205	1,578
Çamburnu	20	0,310	0,029	1,311	0,085	0,399	<0,005	0,199	2,774
Çamburnu	30	<0,005	<0,005	0,955	0,090	0,095	<0,005	0,134	1,232
Çamburnu	40	<0,005	<0,005	0,810	0,063	0,087	<0,005	0,059	1,115
Trabzon	Yüzey	0,464	<0,005	0,830	0,103	0,253	<0,005	0,250	2,602
Trabzon	10	0,753	<0,005	1,477	0,132	0,639	<0,005	0,289	4,949
Trabzon	20	0,555	<0,005	1,157	0,298	<0,005	<0,005	0,464	4,375
Trabzon	30	<0,005	<0,005	0,147	0,561	0,035	<0,005	0,103	1,382
Trabzon	40	<0,005	<0,005	1,367	<0,005	0,074	<0,005	0,089	2,085
Giresun	Yüzey	0,391	<0,005	0,513	0,081	0,309	<0,005	0,335	2,376
Giresun	10	0,720	<0,005	0,533	0,106	0,148	<0,005	0,187	1,676
Giresun	20	0,506	<0,005	0,672	0,221	0,131	<0,005	0,176	1,099
Giresun	30	0,396	<0,005	0,383	0,327	0,116	<0,005	0,220	0,835
Giresun	40	0,337	<0,005	0,335	0,553	0,060	<0,005	0,198	0,942

**Tablo 11.** Şubat 2015 örneklemesinde 8 deniz mili mesafesindeki istasyonlarda ölçülen HPLC pigment konsantrasyonları (Tespit limiti<0,005)(µg/L)

İstasyon	Derinlik(m)	Perid	19-But	Fuco	19-Hex	Allo	Zea	Chl-b	Chl-a
Kemalpaşa	Yüzey	0,530	<0,005	<0,005	1,517	0,410	0,230	0,505	4,258
Kemalpaşa	10	0,461	<0,005	<0,005	0,063	0,363	0,129	0,651	4,761
Kemalpaşa	20	0,560	<0,005	<0,005	2,537	0,279	0,101	0,491	5,324
Kemalpaşa	30	0,618	<0,005	<0,005	1,634	0,159	<0,005	0,187	3,735
Kemalpaşa	40	0,675	<0,005	<0,005	2,027	0,163	<0,005	0,108	4,159
Pazar	Yüzey	1,349	<0,005	<0,005	0,461	0,207	0,154	0,398	2,225
Pazar	10	0,731	<0,005	<0,005	0,572	0,160	<0,005	0,512	1,595
Pazar	20	0,499	<0,005	<0,005	1,617	0,201	<0,005	0,594	4,275
Pazar	30	0,393	<0,005	<0,005	1,276	0,073	<0,005	0,057	1,908
Pazar	40	0,315	<0,005	<0,005	0,483	0,053	<0,005	0,108	1,347
Çamburnu	Yüzey	0,279	<0,005	0,512	0,115	0,339	0,145	0,177	3,141
Çamburnu	10	0,374	<0,005	0,525	0,080	0,302	<0,005	0,304	2,603
Çamburnu	20	0,393	<0,005	1,516	0,061	0,514	<0,005	0,259	5,945
Çamburnu	30	0,286	<0,005	0,805	0,099	0,213	<0,005	0,435	2,765
Çamburnu	40	<0,005	<0,005	0,773	0,088	0,053	<0,005	0,150	1,903
Trabzon	Yüzey	0,689	<0,005	0,625	0,073	0,366	<0,005	0,301	2,412
Trabzon	10	0,579	<0,005	1,017	0,105	0,490	<0,005	0,364	4,062
Trabzon	20	<0,005	<0,005	1,290	0,066	0,202	<0,005	0,462	3,879
Trabzon	30	0,367	<0,005	1,785	0,150	0,048	<0,005	0,294	3,941
Trabzon	40	<0,005	<0,005	1,679	0,186	0,021	<0,005	0,147	3,518
Giresun	Yüzey	0,720	<0,005	1,278	0,318	0,000	0,150	0,664	5,805
Giresun	10	0,787	<0,005	1,092	0,378	0,089	<0,005	0,512	0,919
Giresun	20	0,506	<0,005	0,922	1,109	0,362	<0,005	0,321	4,215
Giresun	30	0,315	<0,005	0,740	1,143	0,262	<0,005	0,176	2,030
Giresun	40	0,169	<0,005	0,751	0,869	0,244	<0,005	0,146	1,537

**Tablo 12.** Şubat 2015 örneklemesinde 15 deniz mili mesafesindeki istasyonlarda ölçülen HPLC pigment konsantrasyonları (Tespit limiti<0,005)(µg/L)

İstasyon	Derinlik(m)	Perid	19-But	Fuco	19-Hex	Allo	Zea	Chl-b	Chl-a
Pazar	Yüzey	0,705	<0,005	<0,005	0,294	0,151	0,095	0,293	1,944
Pazar	10	0,598	<0,005	<0,005	0,295	0,083	0,030	0,250	1,413
Pazar	20	0,560	<0,005	<0,005	0,452	0,124	<0,005	0,389	2,536
Pazar	30	0,281	<0,005	<0,005	0,525	<0,005	<0,005	0,346	1,641
Pazar	40	0,202	<0,005	<0,005	0,348	<0,005	<0,005	0,161	0,156
Trabzon	Yüzey	<0,005	<0,005	0,648	0,000	0,280	<0,005	0,140	2,710
Trabzon	10	<0,005	<0,005	0,857	0,098	0,279	0,030	0,457	2,835
Trabzon	20	<0,005	<0,005	0,625	0,083	0,064	<0,005	0,312	1,742
Trabzon	30	<0,005	<0,005	0,735	0,087	0,087	<0,005	0,340	1,449
Trabzon	40	<0,005	<0,005	0,521	0,083	<0,005	<0,005	0,425	1,453

Mayıs 2015 (ilkbahar) döneminde öne çıkan pigmentler klorofil-a, perid, fuco, klorofil-b ve 19'-Hek pigmentleri olmuştur. Bu dönemde klorofil-a konsantrasyonu 0,157 µg/L - 3,748 µg/L aralığında değişim göstermiştir. En yüksek konsantrasyon (3,748 µg/L) T8 istasyonunda 20 metrede tespit edilmiştir. Peridinin konsantrasyonu



0,143 µg/L - 0,922 µg/L aralığında değişim göstermiş olup en yüksek konsantrasyonu (0,922 µg/L) Ç8 istasyonunda yüzey suyunda tespit edilmiştir. Fuco; bu dönem içerisinde konsantrasyonları 0,024 µg/L - 0,896 µg/L aralığında değişim göstermiştir. En yüksek konsantrasyon (0,896 µg/L) P2 istasyonunda 30 metrede tespit edilmiştir. Klorofil-b konsantrasyonları bu dönem içinde 0,040 µg/L - 0,803 µg/L aralığında değişim göstermiştir. En yüksek konsantrasyon (0,803 µg/L) Ç8 istasyonunda 40 metrede tespit edilmiştir. 19'-Hek bu dönem içerisinde konsantrasyonları 0,044 µg/L - 0,754 µg/L aralığında değişim göstermiştir. En yüksek konsantrasyon (0,754 µg/L) P15 istasyonunda 20 metrede tespit edilmiştir (Tablo13-15).

**Tablo 13.** Mayıs 2015 örneklemede 2 deniz mili mesafesindeki istasyonlarda ölçülen HPLC pigment konsantrasyonları (Tespit limiti<0,005)(µg/L)

İstasyon	Derinlik(m)	Perid	19-But	Fuco	19-Hex	Allo	Zea	Chl-b	Chl-a
Kemalpaşa	Yüzey	0,152	0,101	0,161	0,367	0,055	0,236	0,127	1,205
Kemalpaşa	10	0,253	<0,005	0,646	<0,005	0,087	<0,005	0,120	1,502
Kemalpaşa	20	0,144	0,082	0,434	0,336	0,067	<0,005	0,110	2,086
Kemalpaşa	30	0,270	0,167	0,831	0,174	0,070	<0,005	0,466	3,395
Kemalpaşa	40	0,202	<0,005	0,223	<0,005	0,066	<0,005	0,458	1,308
Pazar	Yüzey	0,393	<0,005	0,303	0,089	<0,005	0,077	0,124	0,685
Pazar	10	0,392	<0,005	0,264	0,062	<0,005	<0,005	0,198	1,396
Pazar	20	0,495	<0,005	0,321	0,075	<0,005	<0,005	0,315	1,073
Pazar	30	0,509	<0,005	0,896	0,028	<0,005	<0,005	0,388	2,413
Pazar	40	0,331	<0,005	0,101	0,121	<0,005	<0,005	0,485	3,205
Çamburnu	Yüzey	<0,005	<0,005	0,331	0,296	0,097	<0,005	0,476	1,534
Çamburnu	10	<0,005	<0,005	0,177	0,199	<0,005	<0,005	0,293	1,484
Çamburnu	20	0,443	<0,005	0,672	0,080	0,090	<0,005	0,364	2,875
Çamburnu	30	0,197	<0,005	0,064	0,070	<0,005	<0,005	0,099	1,501
Çamburnu	40	0,000	<0,005	0,049	0,232	<0,005	<0,005	0,410	1,626
Trabzon	Yüzey	0,374	<0,005	0,161	0,447	0,140	0,150	0,151	1,831
Trabzon	10	0,349	<0,005	0,000	0,263	0,122	0,068	0,064	1,965
Trabzon	20	0,914	<0,005	0,561	0,139	0,076	<0,005	0,111	2,629
Trabzon	30	0,890	<0,005	0,649	0,109	0,035	<0,005	0,299	3,213
Trabzon	40	0,415	<0,005	0,713	0,103	0,069	<0,005	0,663	3,179
Giresun	Yüzey	0,472	<0,005	0,109	0,106	0,164	<0,005	0,220	1,087
Giresun	10	0,658	<0,005	0,037	0,046	0,057	<0,005	0,081	2,558
Giresun	20	0,562	<0,005	0,061	0,085	0,101	<0,005	0,092	1,356
Giresun	30	0,743	<0,005	0,074	0,103	0,239	<0,005	0,238	2,764
Giresun	40	0,464	<0,005	0,024	0,489	0,131	<0,005	0,336	1,941

**Tablo 14.** Mayıs 2015 örneklemesinde 8 deniz mili mesafesindeki istasyonlarda ölçülen HPLC pigment konsantrasyonları (Tespit limiti<0,005)(µg/L)

İstasyon	Derinlik(m)	Perid	19-But	Fuco	19-Hex	Allo	Zea	Chl-b	Chl-a
Kemalpaşa	Yüzey	0,618	<0,005	0,091	0,045	<0,005	0,176	<0,005	0,902
Kemalpaşa	10	0,877	<0,005	0,122	0,062	<0,005	0,135	<0,005	0,943
Kemalpaşa	20	0,751	<0,005	0,068	0,054	<0,005	0,244	0,313	3,122
Kemalpaşa	30	0,433	<0,005	0,029	0,162	<0,005	0,119	<0,005	1,643
Kemalpaşa	40	0,199	<0,005	0,260	0,085	<0,005	0,132	0,353	1,211
Pazar	Yüzey	<0,005	<0,005	0,033	0,099	0,035	0,292	0,108	3,095
Pazar	10	<0,005	<0,005	0,325	0,039	0,027	0,103	0,459	1,936
Pazar	20	0,407	<0,005	0,058	0,478	<0,005	0,053	0,234	2,167
Pazar	30	0,743	<0,005	0,055	0,132	0,036	0,070	0,255	2,974
Pazar	40	<0,005	<0,005	0,253	0,161	0,021	0,054	0,247	1,196
Çamburnu	Yüzey	0,922	<0,005	<0,005	0,286	<0,005	0,116	0,256	1,700
Çamburnu	10	0,304	<0,005	<0,005	0,058	<0,005	<0,005	0,293	0,579
Çamburnu	20	0,414	<0,005	<0,005	0,047	<0,005	<0,005	0,211	2,374
Çamburnu	30	0,709	<0,005	<0,005	0,066	0,054	<0,005	0,520	3,285
Çamburnu	40	0,194	<0,005	<0,005	0,093	<0,005	<0,005	0,804	3,328
Trabzon	Yüzey	0,270	<0,005	<0,005	0,101	0,284	0,121	0,164	1,498
Trabzon	10	<0,005	<0,005	0,101	<0,005	0,041	0,072	0,040	0,979
Trabzon	20	<0,005	0,081	0,890	0,407	0,066	0,318	0,482	3,748
Trabzon	30	0,537	<0,005	0,586	0,294	0,052	0,288	0,446	3,672
Trabzon	40	<0,005	<0,005	0,471	0,348	0,021	0,235	0,256	2,449
Giresun	Yüzey	<0,005	<0,005	0,521	0,117	0,225	0,064	0,167	0,157
Giresun	10	0,295	<0,005	0,805	0,248	0,284	<0,005	0,126	2,825
Giresun	20	0,324	<0,005	0,156	0,191	0,057	<0,005	0,252	1,422
Giresun	30	<0,005	<0,005	0,141	0,182	<0,005	<0,005	0,241	1,120
Giresun	40	0,202	<0,005	0,029	0,061	<0,005	<0,005	0,102	0,409

**Tablo 15.** Mayıs 2015 örneklemesinde 15 deniz mili mesafesindeki istasyonlarda ölçülen HPLC pigment konsantrasyonları (Tespit limiti<0,005)(µg/L)

İstasyon	Derinlik(m)	Perid	19-But	Fuco	19-Hex	Allo	Zea	Chl-b	Chl-a
Pazar	Yüzey	0,389	0,036	0,702	0,555	<0,005	0,243	0,146	2,598
Pazar	10	0,595	<0,005	0,664	0,222	<0,005	0,223	0,388	2,929
Pazar	20	0,373	<0,005	0,136	0,755	0,094	0,143	0,256	2,093
Pazar	30	0,824	<0,005	0,807	0,204	<0,005	0,158	0,321	2,748
Pazar	40	0,451	<0,005	0,637	0,531	0,086	0,092	0,015	2,384
Trabzon	Yüzey	0,337	<0,005	<0,005	0,082	<0,005	0,068	<0,005	0,917
Trabzon	10	0,201	<0,005	<0,005	0,175	<0,005	0,087	<0,005	1,282
Trabzon	20	<0,005	<0,005	0,066	0,259	<0,005	0,088	<0,005	1,228
Trabzon	30	<0,005	<0,005	0,367	0,057	<0,005	<0,005	0,115	1,799
Trabzon	40	0,319	<0,005	0,119	0,396	<0,005	<0,005	0,445	2,425

Ağustos 2015 (yaz) döneminde öne çıkan pigmentler klorofil-a, perid, fuco, klorofil-b, 19'-Hek ve zeaxantin pigmentleri olmuştur. Bu dönemde klorofil-a konsantrasyonu 0,179 µg/L - 4,987 µg/L aralığında değişim göstermiştir. En yüksek konsantrasyon

(4,987 µg/L) Ç8 istasyonunda 30 metrede tespit edilmiştir. Peridinin konsantrasyonu 0,145 µg/L - 3,296 µg/L aralığında değişim göstermiştir. En yüksek konsantrasyon (3,296 µg/L) P8 istasyonunda 30 metrede tespit edilmiştir. Fuco; bu dönem içerisinde konsantrasyonları 0,076 µg/L - 1,681 µg/L aralığında değişim göstermiştir. En yüksek konsantrasyon (1,681 µg/L) Ç8 istasyonunda 30 metrede tespit edilmiştir. Klorofil-b konsantrasyonları bu dönem içinde 0,074 µg/L - 0,432 µg/L aralığında değişim göstermiştir. En yüksek konsantrasyon (0,432 µg/L) T8 istasyonunda 30 metrede tespit edilmiştir. 19'-Hek bu dönem içerisinde konsantrasyonları 0,031 µg/L - 0,624 µg/L aralığında değişim göstermiştir. En yüksek konsantrasyon (0,624 µg/L) Ç8 istasyonunda 30 metrede tespit edilmiştir. Zea ve Klorofil-b mavi-yeşil algler ve yeşil algler için belirleyici pigment özelliğindedir. Bu dönemde zea konsantrasyonu 0,054 µg/L - 0,998 µg/L aralığında değişim göstermiştir. En yüksek konsantrasyon (0,998 µg/L) K2 istasyonunda 10 metrede tespit edilmiştir. (Tablo16-18).

**Tablo 16.** Ağustos 2015 örneklemede 2 deniz mili mesafesindeki istasyonlarda ölçülen HPLC pigment konsantrasyonları (Tespit limiti<0,005)(µg/L)

İstasyon	Derinlik(m)	Perid	19-But	Fuco	19-Hex	Allo	Zea	Chl-b	Chl-a
Kemalpaşa	Yüzey	0,191	<0,005	0,417	0,124	0,094	0,811	<0,005	2,420
Kemalpaşa	10	0,265	<0,005	0,464	0,153	0,105	0,998	0,078	2,540
Kemalpaşa	20	0,370	<0,005	0,516	0,233	0,131	0,786	0,148	2,549
Kemalpaşa	30	1,295	0,088	0,923	0,088	0,156	0,177	0,176	3,027
Kemalpaşa	40	0,978	<0,005	0,540	<0,005	0,113	0,261	0,204	2,432
Pazar	Yüzey	0,200	<0,005	0,196	<0,005	<0,005	0,218	<0,005	0,582
Pazar	10	0,292	<0,005	0,271	<0,005	0,053	0,673	0,329	2,194
Pazar	20	0,393	<0,005	0,271	<0,005	<0,005	0,223	<0,005	1,325
Pazar	30	0,518	<0,005	0,184	0,075	<0,005	0,054	<0,005	1,662
Pazar	40	0,145	<0,005	0,394	0,063	<0,005	0,134	0,247	1,208
Çamburnu	Yüzey	<0,000	<0,005	0,496	0,072	<0,005	0,738	<0,005	1,908
Çamburnu	10	<0,000	<0,005	0,375	0,139	<0,005	0,555	<0,005	1,617
Çamburnu	20	0,680	<0,005	0,511	0,294	<0,005	0,215	0,075	2,064
Çamburnu	30	0,913	<0,005	0,524	0,319	<0,005	0,147	0,079	2,298
Çamburnu	40	<0,005	<0,005	0,412	0,221	<0,005	0,176	0,088	1,704
Trabzon	Yüzey	<0,005	<0,005	0,127	0,035	<0,005	0,160	<0,005	0,179
Trabzon	10	<0,005	<0,005	0,173	0,040	<0,005	0,305	<0,005	0,763
Trabzon	20	0,256	<0,005	0,309	0,050	<0,005	0,397	<0,005	1,458
Trabzon	30	<0,005	<0,005	0,732	0,052	<0,005	0,209	0,200	2,986
Trabzon	40	0,442	<0,005	0,631	0,063	0,011	0,368	0,336	2,403
Giresun	Yüzey	<0,005	<0,005	0,164	<0,005	0,013	0,347	<0,005	0,467
Giresun	10	<0,005	<0,005	0,254	0,164	<0,005	0,406	<0,005	0,834
Giresun	20	0,572	<0,005	0,440	0,498	<0,005	0,391	<0,005	1,336
Giresun	30	<0,005	<0,005	1,140	0,484	<0,005	0,440	<0,005	2,840
Giresun	40	1,272	0,093	1,418	0,378	<0,005	0,702	0,195	4,059

**Tablo 17.** Ağustos 2015 örneklemede 8 deniz mili mesafesindeki istasyonlarda ölçülen HPLC pigment konsantrasyonları (Tespit limiti<0,005)(µg/L)

İstasyon	Derinlik(m)	Perid	19-But	Fuco	19-Hex	Allo	Zea	Chl-b	Chl-a
Kemalpaşa	Yüzey	<0,005	<0,005	0,691	0,063	<0,005	0,083	<0,005	2,261
Kemalpaşa	10	<0,005	<0,005	0,304	0,077	<0,005	0,393	<0,005	1,202
Kemalpaşa	20	0,327	<0,005	1,116	0,328	<0,005	0,216	0,264	2,112
Kemalpaşa	30	0,818	<0,005	0,710	0,554	<0,005	0,207	0,254	2,798
Kemalpaşa	40	0,667	<0,005	0,754	0,624	<0,005	<0,005	0,126	2,974
Pazar	Yüzey	<0,005	<0,005	0,215	0,069	<0,005	0,189	<0,005	0,772
Pazar	10	<0,005	<0,005	0,267	0,080	<0,005	0,336	<0,005	1,101
Pazar	20	0,609	<0,005	0,245	0,116	<0,005	0,085	<0,005	1,301
Pazar	30	3,296	<0,005	0,942	0,145	<0,005	0,210	0,214	4,382
Pazar	40	0,922	<0,005	0,761	0,135	<0,005	0,197	0,220	2,628
Çamburnu	Yüzey	<0,005	<0,005	0,330	0,081	<0,005	0,551	<0,005	1,058
Çamburnu	10	<0,005	<0,005	0,167	0,129	<0,005	0,363	<0,005	0,968
Çamburnu	20	<0,005	<0,005	0,273	0,167	<0,005	0,121	<0,005	1,041
Çamburnu	30	2,642	0,091	1,681	0,621	0,053	0,435	<0,005	4,987
Çamburnu	40	1,612	<0,005	1,296	0,233	<0,005	0,389	<0,005	4,296
Trabzon	Yüzey	<0,005	<0,005	0,113	<0,005	0,008	0,475	<0,005	0,461
Trabzon	10	<0,005	<0,005	0,105	<0,005	0,009	0,409	<0,005	0,707
Trabzon	20	0,396	<0,005	0,122	<0,005	0,010	0,311	<0,005	0,873
Trabzon	30	1,719	<0,005	1,487	0,131	0,027	0,261	0,432	4,281
Trabzon	40	0,202	<0,005	0,730	0,169	0,035	0,421	0,324	2,792
Giresun	Yüzey	1,596	<0,005	0,346	0,144	<0,005	0,497	<0,005	1,304
Giresun	10	<0,005	<0,005	0,218	0,119	<0,005	0,264	<0,005	0,685
Giresun	20	<0,005	<0,005	0,312	0,075	<0,005	0,339	<0,005	1,386
Giresun	30	1,183	<0,005	0,342	0,075	<0,005	0,311	0,130	1,559
Giresun	40	0,963	<0,005	0,570	0,053	<0,005	0,355	0,261	1,817

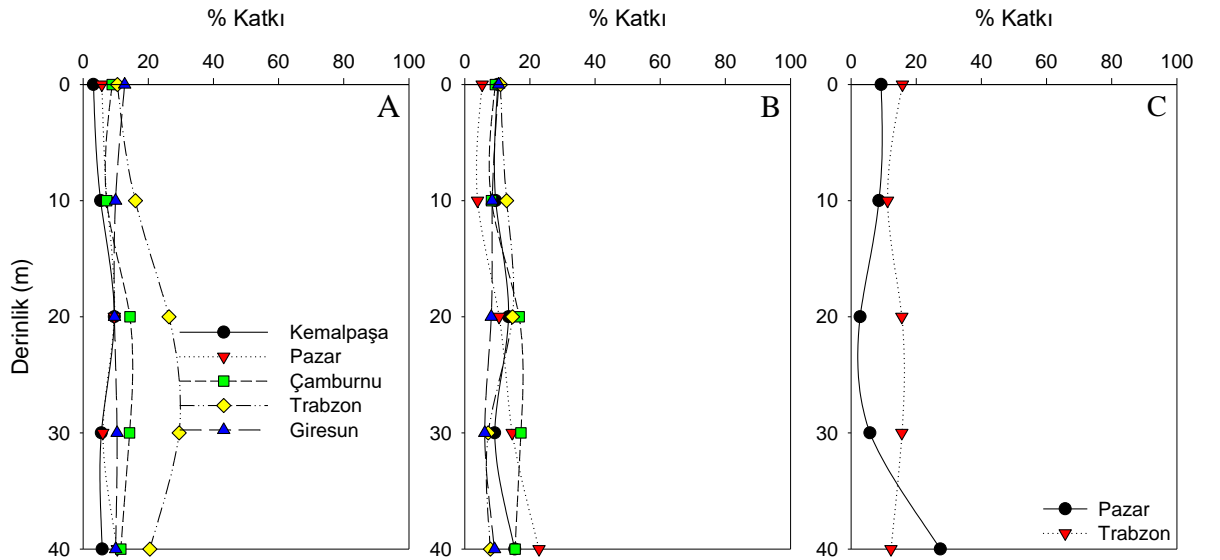
**Tablo 18.** Ağustos 2015 örneklemede 15 deniz mili mesafesindeki istasyonlarda ölçülen HPLC pigment konsantrasyonları (Tespit limiti<0,005)(µg/L)

İstasyon	Derinlik(m)	Perid	19-But	Fuco	19-Hex	Allo	Zea	Chl-b	Chl-a
Pazar	Yüzey	0,360	<0,005	0,192	0,037	0,042	0,245	<0,005	0,856
Pazar	10	0,437	<0,005	0,202	0,055	<0,005	0,354	<0,005	1,008
Pazar	20	0,531	<0,005	0,335	0,031	<0,005	0,218	<0,005	1,747
Pazar	30	0,834	<0,005	0,754	0,250	<0,005	0,271	0,185	3,394
Pazar	40	1,350	<0,005	0,912	0,178	<0,005	0,509	0,335	4,163
Trabzon	Yüzey	0,174	<0,005	0,204	0,177	<0,005	0,473	<0,005	1,087
Trabzon	10	0,834	<0,005	0,076	0,298	<0,005	0,724	<0,005	0,668
Trabzon	20	0,985	<0,005	0,342	0,390	<0,005	0,357	0,206	1,590
Trabzon	30	2,761	<0,005	1,056	0,419	0,054	0,390	0,283	3,232
Trabzon	40	1,215	<0,005	1,200	0,270	0,109	0,495	0,406	3,925

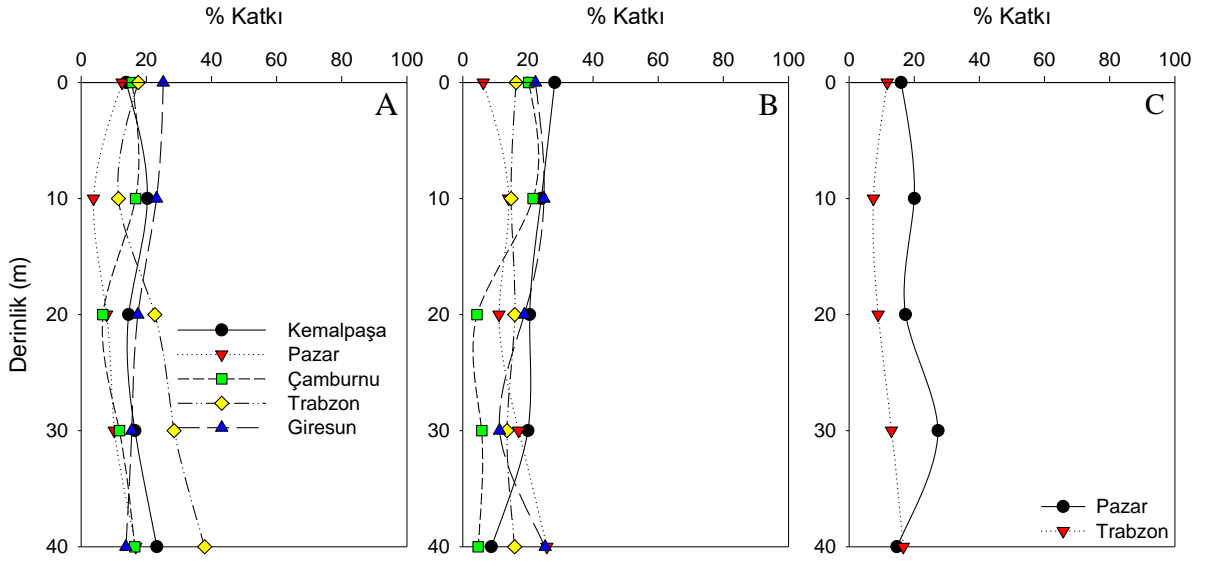
### 3.3. Farklı Fitoplankton Boy Gruplarının Toplam Fitoplankton Biyokütlesine Yaptığı Katkı

Pigment konsantrasyonları ile uygun eşitlikler kullanılarak hesaplanan fitoplankton boy gruplarının katkı (%) oranları gerek grup bazında ve gerekse istasyonlar bazında şekil 30-41'de sunulmuştur. Genel olarak sonbahar döneminde düşük olan katkı oranları ilkbahar mevsimine doğru artış göstererek en yüksek seviyelere ulaşmıştır. Gruplar açısından bir değerlendirme yapıldığında mikroplanktonik gruplar ilkbahar mevsiminde en fazla katkı yapan grup olurken bunu nanoplanktonik ve pikoplanktonik gruplar takip etmiştir.

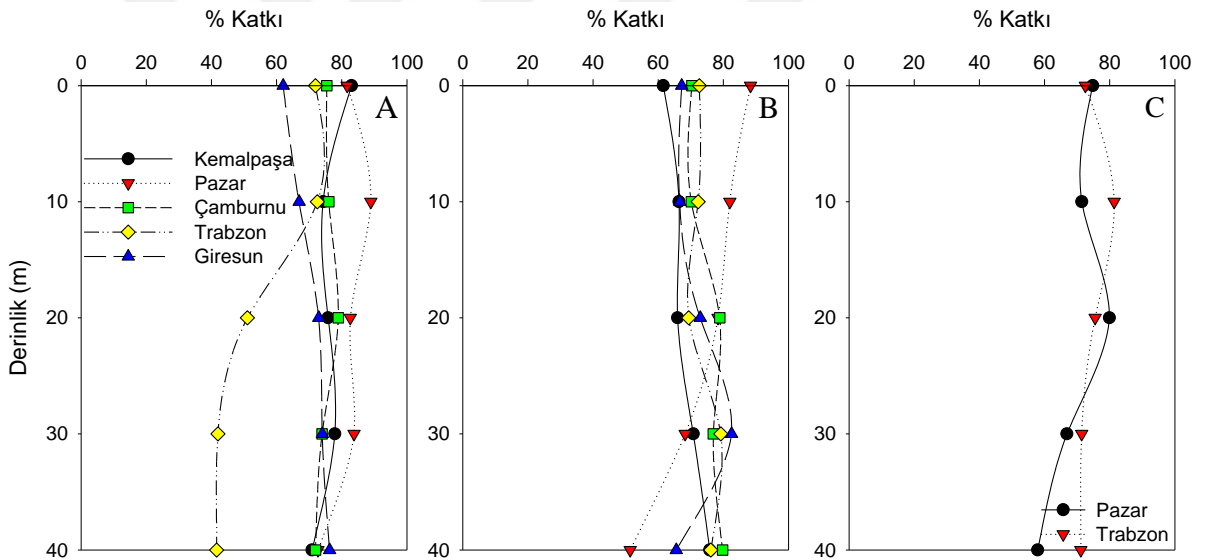
Kasım 2014 (sonbahar) döneminde mikroplankton grupları en fazla katkı yapan grup olurken, katkı oranları % 60 seviyesinin altına hiç inmemiştir. Bu grubu nanoplankton takip ederken bu dönemde en az katkısı olan grup pikoplanktonik gruplar olmuştur. Nanoplanktonun katkısı %15-30 arasında değişirken pikoplanktonun katkısı genellikle % 20 seviyesinin altında kalmıştır. Bu iki grup derinliğe göre (20 m'den sonra) nispeten artış gösterse de bu artış nanoplankton için % 40 ve pikoplankton için % 25 seviyelerini geçmemiştir (Şekil 29-31).



Şekil 29. Kasım 2014 örnekleme istasyonlarında pikoplanktonik grupların toplam fitoplanktona yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).



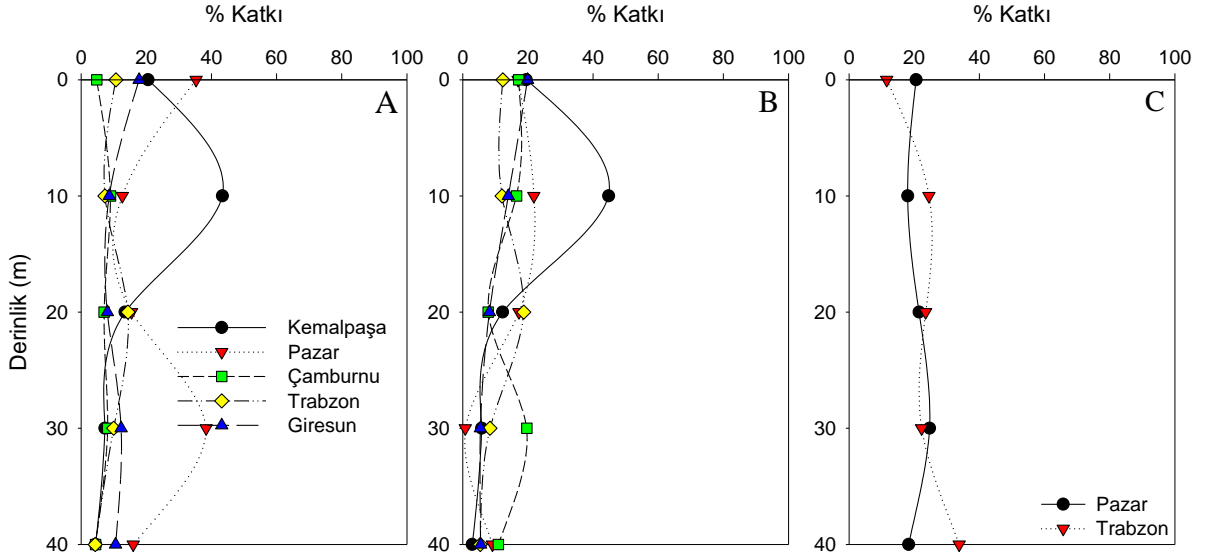
Şekil 30. Kasım 2014 örneklemeinde nanoplanktonik grupların toplam fitoplanktona yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).



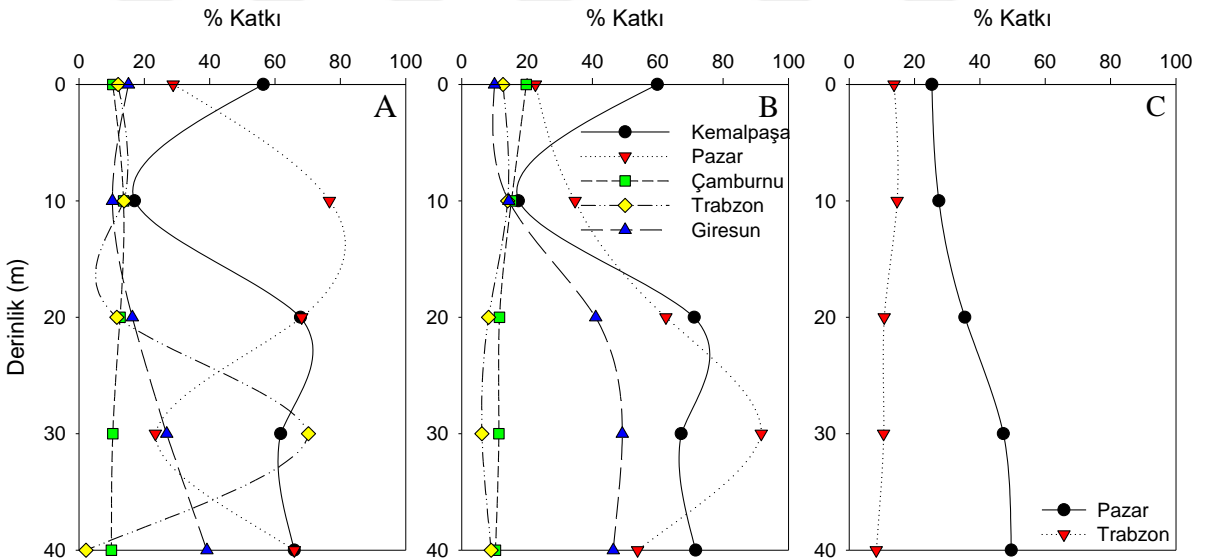
Şekil 31. Kasım 2014 örneklemeinde mikroplanktonik grupların toplam fitoplanktona yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).

Karışımların olduğu ve termoklin tabakasının kaybolduğu Şubat 2015 (kış) döneminde grupların katkı oranlarında önemli değişimler gözlenmiştir. Genel olarak bu dönemde de mikroplankton baskınlığı dikkat çekmektedir ancak oranları % 80 seviyelerinin altında kalmıştır. Bu dönemde nanoplankton gruplarının katkısı önemli ölçüde artış göstermiş zaman zaman % 80 seviyelerine ulaşmıştır. Kıyı sularda (2 ve 8 deniz mili) nanoplankton baskınlığı özellikle 20-30 m derinliklerde artış göstermiştir. Pikoplankton katkısı en az olan (% 40 ve daha az) grup olurken önceki döneme göre yüzey artış göstermiştir. İstasyonlar değerlendirildiğinde mikro- ve naoplankton grupları

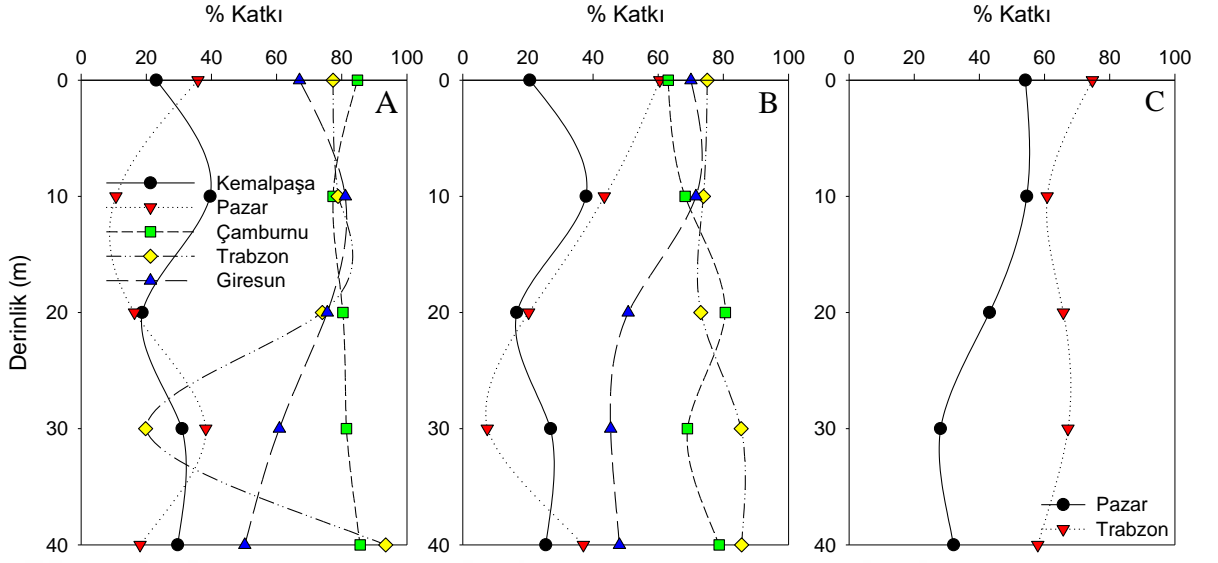
için Kemalpaşa ve Pazar istasyonlarının (2 ve 8 deniz mili) benzer bir yapı sergilediği ve diğer istasyonların kendi arasında bir grup oluşturduğu dikkat çekmiştir (Şekil 32-34).



Şekil 32. Şubat 2015 örneklemeinde pikoplanktonik grupların toplam fitoplanktona yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).



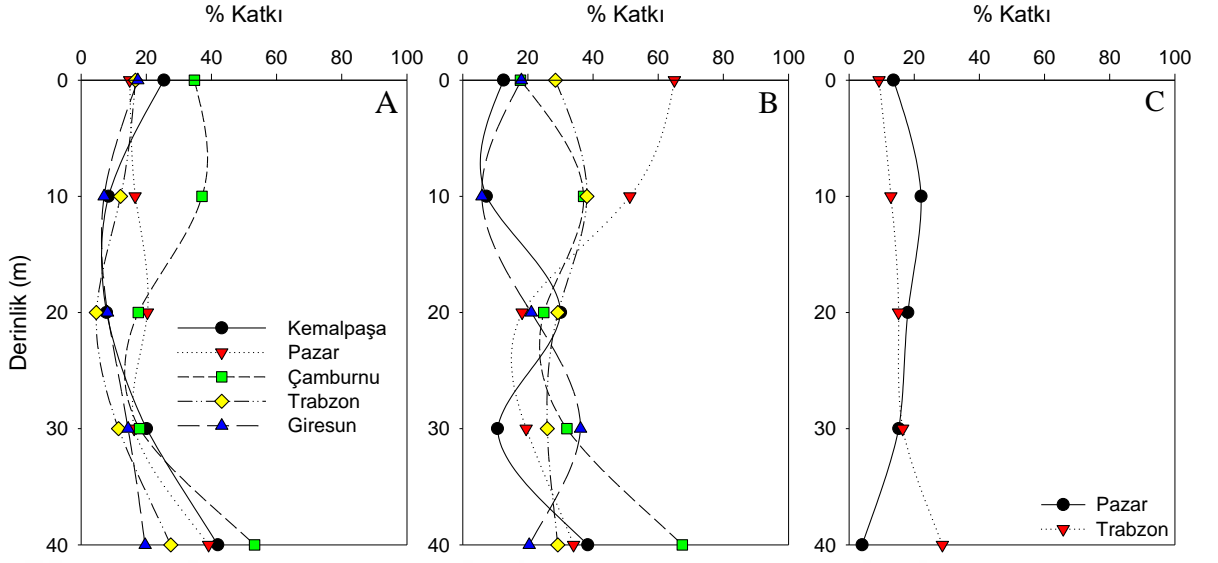
Şekil 33. Şubat 2015 örneklemeinde nanoplanktonik grupların toplam fitoplanktona yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).



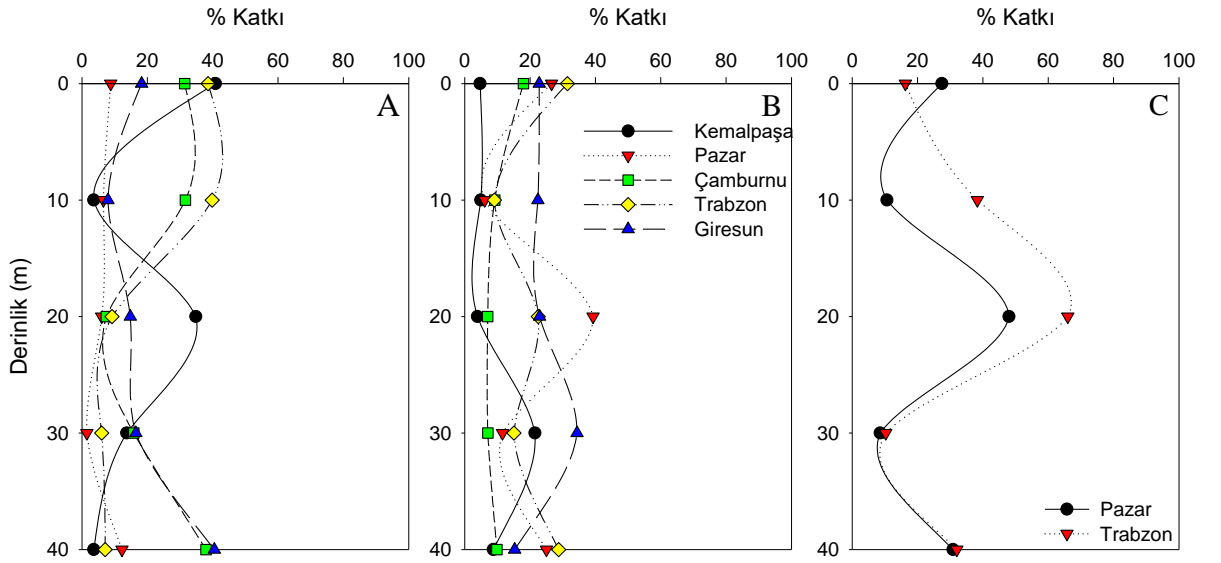
**Şekil 34.** Şubat 2015 örneklemesinde mikroplanktonik grupların toplam fitoplanktona yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).

Yeni nütrient girdisinin olduğu Mayıs 2015 (ilkbahar) döneminde mikroplankton grupları en fazla katkı yapan grup olurken, katkı oranları % 85 seviyelerine kadar ulaşmıştır. Bu grubu kıyı sularda (2 deniz mili) nanoplankton takip ederken açık sularda (8 deniz mili) pikoplankton takip etmiştir. Bir önceki döneme göre nanoplanktonun katkısı azalırken pikoplanktonun katkısı artmış zaman zaman yüzey sularında % 60'ın üzerine çıktığı olmuştur. Derinliğe bağlı bir değerlendirme yapıldığında miktoplankton 10 m'de en yüksek katkı oranına ulaşırken nanoplankton en fazla katkıyı 20 m derinlikte yapmıştır. Pikoplankton ise daha derinlerde (40 m) en yüksek katkı oranına ulaşmıştır. İstasyonlar değerlendirildiğine coğrafi olarak yakın olan istasyonların (Trabzon ve Çamburnu) özellikle mikro- ve nanoplankton için benzer eğilim sergilediği görülmüştür (Şekil 35-37).

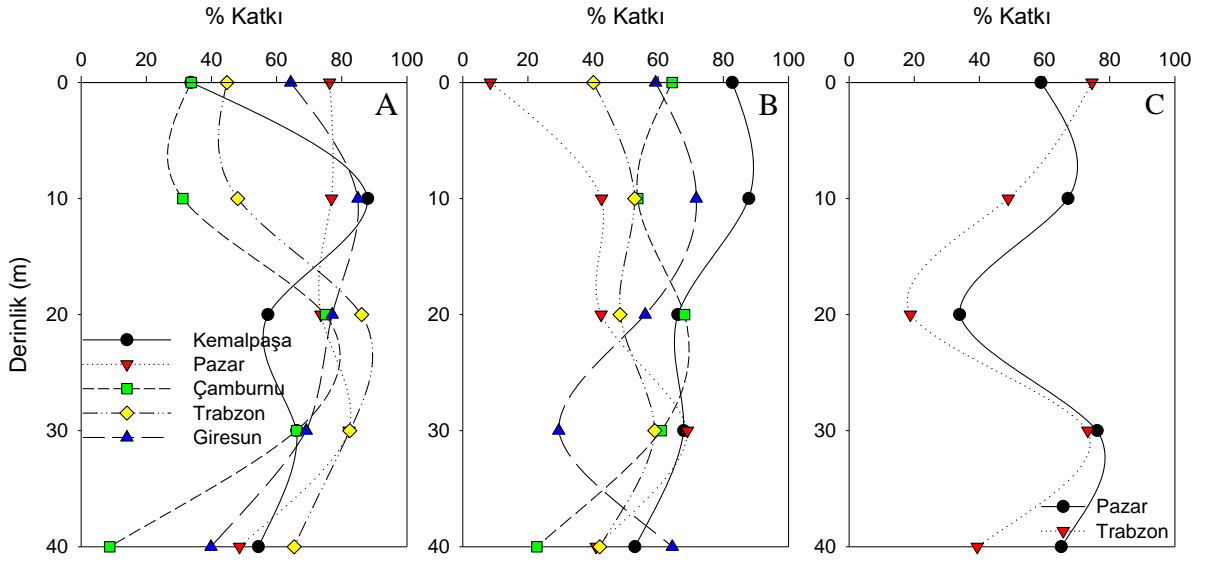




Şekil 35. Mayıs 2015 (ilkbahar) örneklemede pikoplanktonik grupların toplam fitoplanktona yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).

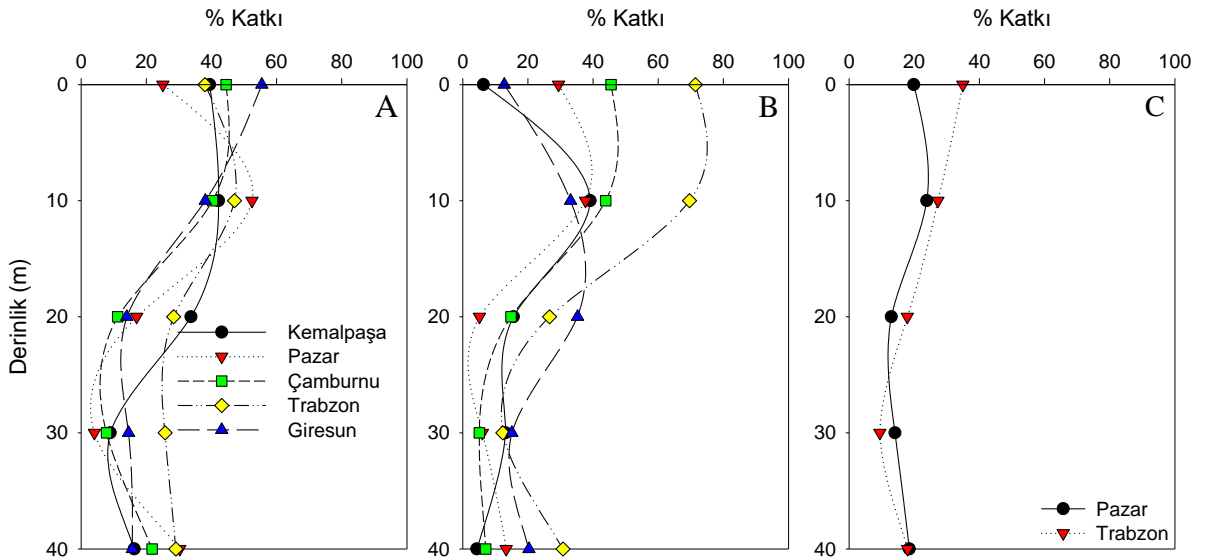


Şekil 36. Mayıs 2015 örneklemede nanoplanktonik grupların toplam fitoplanktona yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).

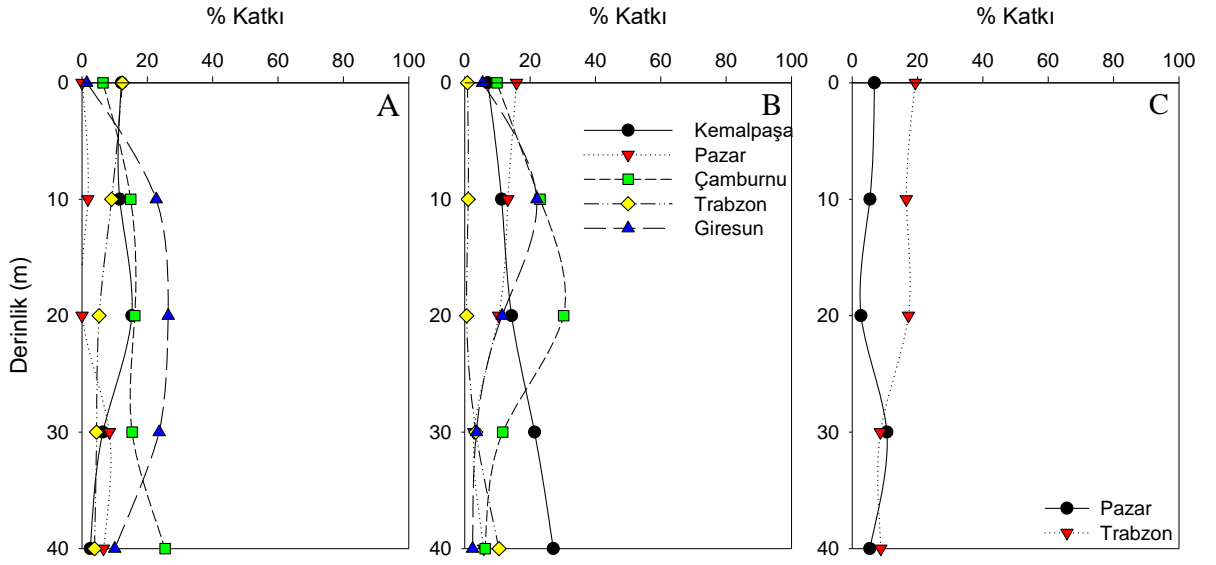


**Şekil 37.** Mayıs 2015 örneklemesinde mikrop planktonik grupların toplam fitoplanktona yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).

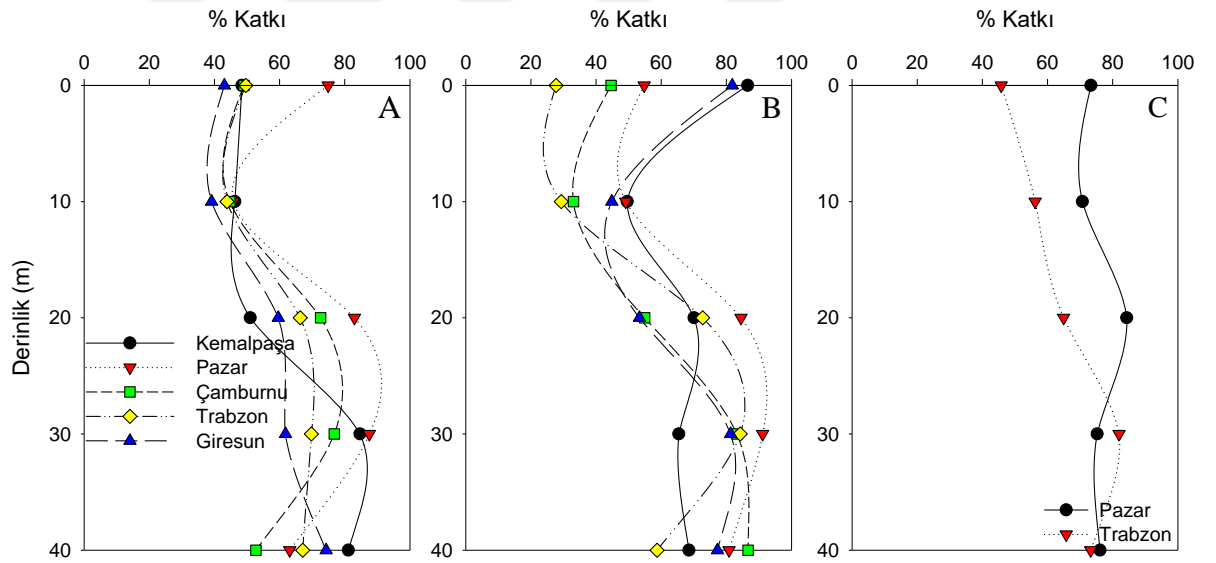
Mevsimsel termoklinin şekillendiği Ağustos 2015 (yaz) döneminde yüzey sularında pikoplanktonun katkısı önemli oranda artış göstererek 10 m'den sonra önemli ölçüde azalmıştır. Bu dönemde nanoplanktonun katkısı önemli ölçüde düşerek % 20 seviyelerinin altında kalmıştır (Ç8 20 m hariç). Yüzey sularındaki katkısı % 40-80 arasında olan mikrop planktonun katkısı termoklin tabakasının başladığı derinliğe kadar (20 m) azalmış ve termoklin tabakasından sonra tekrar artış göstermiştir (Şekil 38-40)



**Şekil 38.** Ağustos 2015 örneklemesinde pikoplanktonik grupların toplam fitoplanktona yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).



Şekil 39. Ağustos 2015 örneklemeinde nanoplanktonik grupların toplam fitoplanktona yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).



Şekil 40. Ağustos 2015 örneklemeinde mikrop planktonik grupların toplam fitoplanktona yaptıkları katkı (A: 2 mil; B: 8 mil; C: 15 mil).

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Güney Doğu Karadeniz kıyıları (Artvin-Giresun) pigment kompozisyonun zamansal değişiminin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen bu çalışma Kasım 2014-Ağustos 2015 tarihleri arasında mevsimsel dönemler halinde yürütülmüştür. Araştırma süresince 12 farklı istasyonda (G2: Giresun 2 mil; G8: Giresun 8 mil; T2: Trabzon 2 mil; T8: Trabzon 8 mil; T15: Trabzon 15 mil; Ç2: Çamburnu 2 mil; Ç8: Çamburnu 8 mil; P2: Pazar 2 mil; P8: Pazar 8 mil; P15: Pazar 15 mil; K2: Kemalpaşa 2 mil; K8: Kemalpaşa 8 mil) yüzeyden itibaren 40 m derinliğe kadar örneklemeler yapılmıştır.

Sucul ekosistemlerin ve özellikle de denizlerin yapısının/şleyişinin anlaşılmasında fitoplankton kompozisyonun sürekli olarak takip edilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla geleneksel bir yöntem olan mikroskopik hücre sayım tekniği uzun yıllar kullanılan bir yöntemdir. Bu teknikle tür kompozisyonu ve taksonomik gruplar belirlenebilirken ciddi anlamda uzmanlık gerektiren ve zaman alan bir yöntem olmasından dolayı geniş alanları kısa sürede çalışmaya olanak tanımamaktadır. Mikroskopik tekniğin yanı sıra fitoplankton boy grupları için belirleyici nitelikte olan fotosentetik pigmentler ve oranları kullanılarak fitoplankton topluluklarının yapısı daha hızlı bir şekilde ortaya konulabilmektedir. Bu çalışmada fitoplankton boy grupları için belirleyici nitelikte olan 7 adet fotosentetik pigment konsantrasyonları HPLC tekniği ile belirlenmiş ve uygun eşitlikler yardımıyla hesaplanan fitoplankton boy gruplarının toplam fitoplankton biyokütlesine yaptığı katkının zamansal ve alansal değişimi belirlenmeye çalışılmıştır.

HPLC tekniği bir çok araştırma gurubu tarafından (Wright ve Jeffrey, 1987; Gieskes, 1991; Millie vd., 1993; Jeffrey ve Vesk., 1997, Gibb vd., 2000, 2001; Barlow vd., 2002, 2004; Aiken vd., 2009, Ağırbaş vd., 2015) uzun zamandan beri yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Karadeniz’de ise bu tekniğe dayalı çalışmalar ise oldukça sınırlıdır (Ediger vd., 2006; Eker-Develi vd., 2012; Ağırbaş, 2010, Koca, 2014). Karadeniz’de yürütülen çalışmaların ağırlıklı olarak daha çok yüzey suyu klorofil-a konsantrasyonlarının belirlenmesine yönelik ya da uydu oşinografisine dayalı çalışmalar olduğu görülmektedir (Tablo 19). Uzaktan algılamaya dayalı gerçekleştirilen çalışmalarda Karadeniz’in derin kısımları için ortalama yüzey suyu klorofil-a

konsantrasyonu 1964-1986 yılları için  $0,15 \pm 0,04$   $\mu\text{g/L}$  olarak rapor edilmiştir (Yunev vd., 2002). Yine başka bir çalışmada ise Karadeniz'in tamamı için ortalama klorofil-*a* değerlerinin  $0,59-0,69$   $\mu\text{g/L}$  arasında değiştiği bildirilmiştir (Kopelevecih vd., 2004). Yerinde ölçüm tekniği ile gerçekleştirilen çalışmalar incelendiğinde ise Güney Karadeniz kıyılarında 1995-1996 dönemi için klorofil-*a* değerleri  $0,1-1,5$   $\mu\text{g/L}$  arasında değişim göstermiştir (Yılmaz vd., 1998). Türkiye kıyılarını kapsayacak şekilde 1996-1998 dönemleri arasında yüzey klorofil-*a* değerleri sırasıyla  $0,34-0,42$   $\mu\text{g/L}$  arasında değiştiği rapor edilmiştir (Eker-Develi vd., 2003). Yılmaz vd. (2006) İstanbul Boğazı ile Kuzeybatı kıta sahanlığı arasındaki bölge için 2001 yılı için yüzey suyu klorofil-*a* değerlerini  $0,03-1,92$   $\mu\text{g/L}$  arasında rapor etmektedirler. Ediger vd. (2006) Güneybatı Karadeniz için ortalama klorofil-*a* konsantrasyonun  $0,15-1,23$   $\mu\text{g/L}$  arasında değiştiğini rapor etmiştir. Ağırbaş (2010) tarafından Güneydoğu Karadeniz'de aylık dönemler halinde yürütülen çalışmada ise yüzey suyu klorofil-*a* değerleri kıyı (2 mil) açık (8 mil) için ortalama klorofil-*a* değerlerini sırasıyla  $1,97$   $\mu\text{g/L}$  ve  $1,84$   $\mu\text{g/L}$  bildirmiştir. Koca (2014) Güney Doğu Karadeniz Rize sahillerinde yürüttüğü çalışmada klorofil-*a* konsantrasyonunu  $0,34-2,71$   $\mu\text{g/L}$  arasında ve ortalama  $1,62$   $\mu\text{g/L}$  olarak rapor etmiştir. Daha geniş bir alanda ve farklı karakterlerdeki su kütlelerinde gerçekleştirilen bu çalışmada ise yüzey suyu ortalama klorofil-*a* konsantrasyonları 2, 8 ve 15 mil için sırasıyla  $0,37-2,68$   $\mu\text{g/L}$ ,  $0,16-2,04$   $\mu\text{g/L}$  ve  $0,32-1,79$   $\mu\text{g/L}$  arasında değişim göstermiştir. Ortalama değerler ise sırasıyla  $1,22$   $\mu\text{g/L}$ ,  $0,81$   $\mu\text{g/L}$  ve  $0,76$   $\mu\text{g/L}$  olarak hesaplanmıştır. Elde edilen bu değerler yukarıda sunulan literatür verileriyle kısmen uyumluluk göstermekle beraber nispeten düşük olduğu görülmektedir. Gözlenen bu farklılıklar temelde kullanılan yöntemin farklı olması (HPLC, Spektrofotometre, Florometre, in-situ floresan ve uzaktan algılama vb), farklı bölgelerde çalışılmış olması (daha geniş bir alan ve açık istasyonlar var olması, nehir ağzları, siklonik ve antisiklonik döngüler vb), çalışma dönemlerinin farklı olması, yürütülen çalışmaların örnekleme periyotlarının sıklığı veya az oluşundan ve fitoplankton komünite yapısındaki değişimlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

**Tablo 19.** Karadeniz’de yapılan klorofil-a çalışmalarının karşılaştırılması  
(Ağırbaş,2010).

<b>Bölge</b>	<b>Dönem</b>	<b>Klorofil-a(<math>\mu\text{g/L}</math>)</b>	<b>Kaynak</b>
Tüm Basen	1964-1986	0,15	Yunev vd., 2002
	1992	0,99	
	1993	0,26	
Tüm Basen	1998-2001	0,59-0,69	Kopelevceh vd., 2004
Ukrayna	1991	0,2-0,6	Krupatkina ve Berseneva, 1995
Güney Kar.	1995-1996	0,1-1,5	Yılmaz vd., 1998
Güney Kar.	Temmuz 1997 ve Eylül 1998	<0,5-1,5	Yayla vd., 2001
Anadolu sahilleri			Eker-Develi vd., 2003
	Haziran-Temmuz 1996	0,34	
	Mart-Nisan 1998	0,42	
	Eylül 1998	0,40	
Kuzey Batı Kar.	Mayıs-Haziran 2001	0,03-1,92	Yılmaz vd., 2006
Güney Batı Kar.	Mayıs 2001	0,15-1,23	Ediger vd., 2006
Güney Doğu Kar.	Şubat-Aralık 2009		
Güney Doğu Kar.	Kıyı (2 mil), aylık	1,97	Ağırbaş, 2010
Güney Doğu Kar.	Açık (8 mil), aylık	1,84	Ağırbaş, 2010
Güney Doğu Kar.	Kıyı (2 mil), aylık	0,6	Kopuz, 2012
Güney Doğu Kar.	Kıyı (1 mil), aylık	1,62	Koca, 2014
Güney Doğu Kar.	Kıyı (2 mil), mevsimsel	1,22	Bu çalışma
Güney Doğu Kar.	Kıyı (8 mil), mevsimsel	0,81	Bu çalışma
Güney Doğu Kar.	Kıyı (15 mil), mevsimsel	0,76	Bu çalışma

Karadeniz’de klorofil-a haricinde fotosentetik pigmentler üzerine gerçekleştirilen çalışmaların sayısı oldukça azdır. Bu anlamda yapılan çalışmalar irdelendiğinde; Ediger vd. (2006) tarafından Güneybatı Karadeniz’de tek dönemde gerçekleştirilen çalışmada klorofil-a’nın yanı sıra temel fotosentetik pigmentlerden peridinin fukoksantin ve 19’-Heksanoloksifukoksantin’i HPLC tekniği ile analiz etmiş ve konsantrasyonlarının sırasıyla 0,03-0,33 µg/L; 0,02-0,18 µg/L ve 0,04-0,19 µg/L arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Güneydoğu Karadeniz’de 2 ve 8 deniz mili mesafesinde yer alan istasyonlarda aylık dönemler halinde yürütülen başka bir çalışmada ise peridinin, fukoksantin ve 19’-Heksanoloksifukoksantin konsantrasyonlarının sırasıyla 0,04-0,45 µg/L; 0,06-1,45 µg/L ve 0,04-0,43 µg/L arasında değişim gösterdiği rapor edilmiştir (Ağırbaş, 2010). Koca (2014) tarafından Güneydoğu Karadeniz Rize sahillerinde yüzey suyunda yürütülen başka çalışmada ise önceki çalışmalardan farklı olarak 4 farklı marker pigment (diadinoksantin, zeaksantin, klorofil-*b* ve β-Karoten) daha incelenmiş ve bunların aylık değişimleri ortaya konmuştur (Tablo 20). Bu çalışmada ise yukarıda adı geçen fotosentetik pigmentlere ilaveten 19-Butanoloksifukoksantin ve Alloksantin pigmentleri de analiz edilmiş ve bunlar uygun eşitlikler yardımıyla fitoplankton boy gruplarının % katkı oranlarının belirlenmesinde kullanılmıştır.

**Tablo 20.** Karadeniz’de marker pigment üzerine yürütülen çalışmaların karşılaştırılması (mg/l)

Bölge	Perid	Fuko	19-Heks	Diad	Zea	Klorofil-b	B-Kar	Kaynak
Güneybatı Karadeniz	0,03-0,33	0,02-0,18	0,04-0,19	-	-	-	-	Ediger vd., 2006
Güneydoğu Karadeniz	0,04-0,45	0,06-1,45	0,04-0,43	0,01-1,00	0,01-0,77	-	0,01-0,25	Ağırbaş, 2010
Güneydoğu Karadeniz	0,04-0,78	0,07-0,90	0,03-0,57	0,01-0,61	0,02-0,47	0,02-0,36	0,01-0,21	Koca, 2014
Güneydoğu Karadeniz	0,14-3,48	0,02-2,52	0,02-2,56	-	0,03-0,99	0,01-1,67	-	Bu çalışma

Bu çalışmadan elde edilen marker pigment konsantrasyonları önceki çalışmalarla kıyaslandığında yüksek olduğu dikkat çekmektedir. Yüksek konsantrasyonların okunduğu istasyonlar genellikle kıyıya yakın mesafede ve nehir deşarjı etkisi altına olan

istasyonlar (Kemalpaşa, Pazar ve Çamburnu) olup ve genellikle 10 ila 20 m arasında kaydedilmiştir.

Pigment konsrasyonlarına göre hesaplanan fitoplankton boy grupları ve bunların oranları alansal ve zamansal olarak önemli ölçüde değişmiştir. Kasım 2014 döneminde mikroplankton baskınlığı dikkat çekerken bunu nano- ve pikoplankton takip etmiştir. Bu durum pigment konsntrasyonlarında da kendini göstermiştir. Bu dönemde özellikle peridinin ve fukoksantin konsantrasyonu oldukça yüksek çıkmıştır (sırasıyla 3,48 µg/L - 2,52 µg/L). Su kolonun daha homojen olduğu Şubat 2015 döneminde ise mikroplankton baskınlığı dikkat çekerken oranlarında nispeten azalmalar görülmüştür. Bu dönemde nanoplankton gruplarının katkısı önemli ölçüde artış göstermiş özellikle 20 m'lerden sonra mikroplanktonun yerini almıştır. Bu derinlikler klorofil maksimumun (10-20 m) altına denk gelmektedir. Bu dönemde pikoplanktonun katkısı az kalırken bazı istasyonlarda (Kemalpaşa 2 ve 8 mil) klorofil maksimumuna denk gelen derinliklerde oranlarında % 40'a kadar artış görülmüştür.

Mayıs 2015 (ilkbahar) döneminde yeni nütrent girdinse bağlı olarak mikropalnkton tekrar artış sergilemiş ve % 85 seviyelerine kadar ulaşmıştır. Diğer taraftan nanoplankton katkısı azalırken pikoplanktonun katkısı özellikle yüzey sularında artmıştır. Bu dönemde klorofil maksimum daha derinlere inmiş ve kıyı sularda 30 m'de tespit edilmişken açık sularda 40 m'de tespit edilmiştir. Özellikle pikoplankton klorofil maksimumuna denk gelen derinliklerde en yüksek katkı oranına ulaşmıştır. Termoklinin tabakasının çok güçlü olduğu ve nütrientlerin tüketildiği Ağustos 2015 döneminde yüzey sularında pikoplankton katkısı önemli oranda artış göstermiştir. Katkısı % 40-80 arasında olan mikroplanktonun katkısı termoklin tabakasının başladığı derinliğe kadar (20 m) azalmış ve termoklin tabakasından sonra tekrar artış göstermiştir. Bu dönemde nanoplanktonun katkısı önemli ölçüde (% 20) azalmıştır.

Sucul ekosistemler trofik durumu açısından birçok paramtre ile değerlendirilebilir. Bu paramterelerden biri de sahip klorofil-a konsantrasyonudur. Buna göre klorofil-a konsantrasyonu 0,25 µg/L'nin altında olan ortamlar oligotrofik, 0,25-1,2 µg/L arasında olan sular mesotrofik ve >1,25 µg/L'den fazla olan sular ise ötrofik kabul edilmiştir



(Aiken vd., 2009). Bu sınıflandırma dikkate alındığında çalışmanın yürütüldüğü dönem içerisinde çalışma bölgesinin mesotrofik-ötrofik karakterde olduğu belirlenmiştir.

Diğer taraftan Barlow vd. (2002) mikroplankton ve nanoplanktonun baskın olduğu ötrofik karakterdeki suların pigment kompozisyonunun da üniform olduğu ve bunların düşey dağılımlarının derinlikle beraber azaldığını rapor etmişlerdir. Benze bir durum özellikle Kasım 2014 ve Şubat 2015 dönemlerinde çalışma bölgesinde kendini göstermiştir. Saha çalışmaları oligotrofik bölgelerde fitoplankton kömmünite yapısının pikoplankton tarafından domine edildiği ve klorofil maksimuma doğru inildikçe nanoplanktonun katkısının arttığını göstermiştir (Gibb vd., 2000; Zubkov vd., 2000; Barlow vd., 2002). Nanoplanktonun klorofil maksimum ve altında yüksek oranlarda neden bu denli yüksek olduğunun nedenleri tam olarak ortaya konulamazken bununla ilgili birkaç teori ortaya atılmıştır. Claustre ve Marty (1995) nanoplanktonun nütrikline yakın bölgelerde gelişebildiğinin ve düşük ışık şartlarının nitrat alımını etkilediğini öne sürmüşlerdir. Diğer taraftan Perez vd. (2006) klorofil maksimumdaki nanoplankton baskınlığını nütriklindeki yüksek in-situ büyüme oranına, düşük ışık koşullarına karşı geliştirilen fizyolojik adaptasyon, yüksek nütrient konsantrasyonu, fitoplanktonik grupların agregasyon davranışları ve fitoplankton üzerindeki grazing baskısı şeklinde açıklamışlardır. Çalışmanın yürütüldüğü dönemde özellikle Şubat 2015 döneminde klorofil maksimumun (10-20 m) dan itibaren önemli ölçüde nanoplankton baskınlığı dikkat çekmektedir. Bu durum diğer mevsimlerde görülmesine rağmen bu dönemdeki gibi bariz değildir. Öte yandan sistemin oligotrofikliğe kaydığı (besin elementleri açısından) ve mevsimsel termoklin çok bariz bir şekilde şekillendiği Ağustos 2015 döneminde yüzey sularda pikoplanktonun katkısı dikkat çekmektedir. Fitoplankton boy gruplarında gözlemlenen bu durum yukarıda bahsedilen mekanizmalarla da örüşmektedir. Benzer şekilde fotik bölgeye yeni nütrient girdisinin olduğu ilkbahar döneminde, termoklin tabakasının kaybolmaya başladığı sonbahar dönemi ve sonraki dönemlerde bölgede mikroplankton önemli oranda katkı yapan grup olurken bunu nanoplankton takip etmiştir. Ayrıca elde edilen bulgular son dönemlerde Karadeniz için rapor edilen grup oranlarındaki değişimi destekler nitelikte olup sistemin daha küçük boy gruplarına kayma eğiliminde olduğunu göstermiştir.

Sonuç olarak pigmente dayalı fitoplankton gruplarının tahmin edilmesi ve toplam fitoplanktona yaptığı katkı oranlarının tespit edilerek HPLC tekniği ile kısa sürede ortaya konulması ve özellikle geniş alanlar hakkında başarılı sonuçlar verdiği bu çalışma ile ortaya konulmuştur. Ancak sadece marker pigmentleri kullanarak bu karakterizasyonu yapmak yanıltıcı olabilir (Gieskes, 1991; Millie vd., 1993, Brewin vd., 2010; Ağırbaş vd., 2015). Pigmente dayalı yapılan tahminler fitoplankton grup oranları hakkında bilgi verirken sistematik açıdan (tür teşhisi vb.) net bir bilgi ortaya koyamamaktadır. Bundan dolayı HPLC tekniğinin mikroskobik hücre sayımları ile desteklenmesi büyük önem arz etmektedir.



## 5. ÖNERİLER

Sucul ortam için indiktör olan fitoplanktonik gruplar ve bunların oranları ekosistemin taşıma kapasitesinin belirlenmesinde ve izlenmesinde temel ekoloji indekslerin başında gelmektedir. Ekosistemde meydana gelen değişmelerin etkilerini anlayabilmek için bu organizma gruplarının hızlı ve kısa bir zamanda tespit edilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak klasik yöntemlerle bunun gerçekleştirilmesi mümkün olmamaktadır. Bu noktada daha hızlı ve tekrarlanabilir yöntemler örneğin HPLC ve uzaktan algılama devreye girmektedir. Bu yöntemlerden uzaktan algılama tekniği çok geniş alanları çalışma imkanı tanırken bu yöntemin de birçok dezavantajı (bulutluluk, yüzeyden belli bir derinliğe kadar ölçüm yapabilmesi vb.) vardır. Daha tekrarlanabilir bir yöntem olan HPLC tekniği ile her derinlikten çalışma imkanı mevcuttur. Her üç yöntemde birbirini tamamlar nitelikte olduğundan planlanan çalışmaların bu pencerden değerlendirilmesi oldukça önemlidir.

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 artarken, bu tür programların kısa zamanda ve geniş alanları kapsayacak şekilde yürütülmesi daha da önemlidir.

Karadeniz'in Anadolu sahillerinde fitoplanktonik çalışmalar daha çok lokal ve kısa süreli olması bu tür çalışmaların ne kadar zahmetli ve zaman aldığı da bir göstergesidir. HPLC tekniği ile bu tür sorunlar ortadan kalkmakta ve geniş alanları niteleyecek şekilde çalışmalar yürütmek mümkün olabilecektir. Fitoplankton tür ve pigment kompozisyonu, nütrient rejimi, hidrografi ve birincil üretim miktarı denizel ekosistemlerin izlenmesinde oldukça önemli parametrelerdir. Bundan dolayı benzeri çalışmaların Karadeniz'in ülkemiz kıyıları için daha geniş alanlarda ve sürekli olarak yürütülmesi gerekliliğini de ortaya çıkarmaktadır.

## KAYNAKLAR

- Ağırbaş, E., 2010.** Güneydoğu Karadeniz’de Pigment Konsantrasyonu ve Birincil retim Çevre Koşulları İle Etkileşimi, (Doktora Tezi) Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Trabzon, Türkiye, 199s.
- Ağırbaş, E., Martinez-Vicente, V., Brewin, RJW., Racault, MF., Airs, RL., and Llewellyn, CA. 2015.** Temporal changes in total and size-fractionated chlorophyll-a in surface waters of three provinces in the Atlantic Ocean (September to November) between 2003 and 2010. *Journal of Marine Systems*, 150; 56-65.
- Aiken, J. , Pradhan Y., Barlow R., Lavender S., Poulton A., Holligan P., Hardman-and Mountford N., 2009.** Phytoplankton pigments and functional types in the Atlantic Ocean: A decadal assessment, 1995-2005. *Deep-Sea Research Part I-Topical Studies in Oceanography* 56 (15), 899-917.
- Baraley, A., and 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.,and Gibb S. W., 1997.** Improved Resolution of mono- and Divinyl Chlorophyll-as a and b and Zeaxantin and Lutein in Phytoplankton Extracts Using Reverse Phase C-8 HPLC, *Marine Ecology Progress Series*, 161, 303-307.
- Barlow, R.G., Aiken J., Moore G.F., Holligan P.M. and Lavender S., 2004.** Pigment adaptations in surface phytoplankton along the eastern boundary of the Atlantic Ocean. *Marine Ecology Progress Series*, 281, 13-26.
- Barlow, R.G., Aiken, J., Holligan, P.M., Cummings, D.G., Maritorea, S., and Hooker, S. 2002.** Phytoplankton pigment and absorption characteristics along meridional transects in the Atlantic Ocean. *Deep-Sea Research Part I-Oceanographic Research Papers* 49 (4): 637-660.
- Bianchi, T. S., Lambert C.,and 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.
- Brewin RJW, Sathyendranath S, Hirata T, Lavender SJ, Barciela RM, and Hardman-Mountford NJ., 2010.** A three-component model of phytoplankton size class for the Atlantic Ocean. *Ecological Modelling* 221 (11): 1472-1483.
- 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, pp. 199-205.

- Boyce, D.G., Lewis, M.R., and Worm, B., 2010.** Global phytoplankton decline over the past century. *Nature* ,466 (7306), 591-596
- Charlson, R.J., Lovelock, J.E., Andreae, M.O., and Warren, S.G., 1987.** Ocean phytoplankton, atmospheric sulphur, cloud albedo and climate. *Nature* ,326, 655-661.
- Chu, P. C., Ivanov, L. M. and Margolina, T. M., 2005.** Seasonal Variability of the Black Sea Chlorophyll-a Concentration, *Journal of Marine Systems*, 56, 243-261.
- Claustre H, Marty JC., 1995.** Specific phytoplankton biomasses and their relation to primary production in the tropical North Atlantic. *Deep-Sea Res Part I* 42:1475–1493.
- Ediger, D., Weeks, A. R., Robinson, S. I. and 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.
- Ediger, D., Soydemir, N. and Kideys, A.E. 2006.** Estimation of phytoplankton biomass using HPLC pigment analysis in the Southwestern Black Sea. 53, 1911-1922.
- Eker-Develi E, and Kideys AE 2003** Distribution of phytoplankton in the southern Black Sea in summer 1996, spring and autumn 1998. *Journal of Marine Systems*,39: 203-211.
- Eker-Develi, E., Berthon, J.F. and Linde, D. 2008.** Phytoplankton class determination by microscopic and HPLC-CHEMTAX analyses in the southern Baltic Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 359, 69-87.
- Eker-Develi E, Berthon JF, Canuti E, Slabakova N, Moncheva S, Shtereva G, and Dzhurova B. 2012** Phytoplankton taxonomy based on CHEMTAX and microscopy in the Northwestern Black Sea. *Journal of Marine Systems*, 94,18-32.
- Falciatore A, d'Alcalà MR, Croot P and Bowler C. 2000.** Perception of environmental signals by a marine diatom. *Science*, 288, 2363–2366.
- Falkowski, P. G. and Raven, J. A., 2007.** Aquatic photosynthesis, Princeton University Press, Second edition, 484 s.
- Finenko, Z. Z., Churilova, T. Ya., Sosik, H. M. and Basturk, O. 2002.** Variability of Photosynthetic Parameters of the Surface Phytoplankton in the Black Sea. *Marine Biology*, 42(1), 53-67.
- Gibb S.W., Barlow R.G., Cummings D.G., Rees N.W., Trees C.C., Holligan P. and Suggett D. 2000.** Surface phytoplankton pigment distributions in the Atlantic Ocean: an assessment of basin scale variability between 50°N and 50°S. *Progress in Oceanography* ,45, 339-368.

- Gibb, SW, Cummings, D.G., Irigoien, X., Barlow, R.G., Fauzi, R, Mantoura and C., 2001.** Phytoplankton pigment chemotaxonomy of the northeastern Atlantic, Deep Sea Research II, 48, 795-823
- Gieskes, W. W. C. and 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.
- Gieskes, W.W.C., 1991.** Algal pigment fingerprints: clue to taxonspecific abundance, productivity and degradation of phytoplankton in seas and oceans. In: Demers, S. (Ed.), Particle Analysis in Oceanography, NATO ASI Series', vol. G27. pp. 61–69.
- Guillard, R. R. L., Murphy, L. S., Foss, P. and Liaen-Jensen, S., 1985.** Synechococcus spp. as likely Zeaxanthin-dominant Ultraphytoplankton in the North Atlantic. Limnol. Oceanography, 30, 412-414.
- Jeffrey, S.W. and Hallegraeff, G.M., 1987.** Phytoplankton pigments, species and light climate in a complex warm-core eddy of the east Australian Current. Deep-Sea Research 34, 649–673.
- Jeffrey S.W. and Vesik M. 1997.** Introduction to marine phytoplankton and their pigment signatures. In: Jeffrey SW, Mantoura RFC, Wright SW (Eds.), Phytoplankton Pigments in Oceanography: Guidelines to Modern Methods. UNESCO, Paris, pp. 19-36.
- Kopelevich, O. V., Sheberstov, S. V., Yunev, O., Baştürk O., Finenko, Z. Z., Nikonov, S. and 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.
- Koca, L., 2014.** Güney Doğu Karadeniz Kıyıları (Rize) Diatom/Dinoflagellat Oranları Ve Pigment Kompozisyonun Zamansal Değişimi, Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 73 s.
- Kopuz, U., 2012.** Mikrobiyal Döngüde Pikoplankton Dinamiği ve Güneydoğu Karadeniz Pelajik Besin Zincirindeki Önemi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye. 112 s.
- Krupatkina, D. K. and 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.
- Leterme, S.C., Seuront, L., Edwards, M., 2006.** Differential contribution of diatoms and dinoflagellates to phytoplankton biomass in the NE Atlantic Ocean and the North Sea. Marine Ecology Progress Series, 312; 57–65.

- Mackas D.L., 2011.** Does blending of chlorophyll data bias temporal trend *Nature*, 472 (7342), E4-E5.
- Mackey, M.D., Mackey, D.J., Higgins, H.W. and Wright, S.W. 1996.** CHEMTAX-a program for estimating class abundances from chemical markers: application to HPLC measurements of phytoplankton. *Marine Ecology Progress Series*, 144, 265-283.
- Mantoura, R.F.C. and 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.
- McQuatters-Gollop A., Raitos D.E., Edwards, M. and Attrill, M.J., 2007.** Spatial patterns of diatom and dinoflagellate seasonal cycles in the NE Atlantic Ocean. *Marine Ecology Progress Series*, 339; 301-307.
- Mee, L., 1992.** The Black Sea in crisis: A need for concerted international action, *Ambio*, 21, 4, 286 .
- Micheli, F., 1999.** Eutrophication, fisheries, and consumer-resource dynamics in marine pelagic ecosystems. *Science*, 285.
- Millie, D.F., Paerl, H.W., Hurley, J.P. and Kirkpatrick, G.J., 1993.** Algal pigment determinations in aquatic ecosystems: Analytical Evaluations, applications and recommendations. *Current Topics Botanical Research.*, 1, 1-13. *Oceanography UNESCO, Paris*, 327-341.
- Millie, D. F., Paerl, H.W. and 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.
- Nagata T, Takai K, Kawabata KI, Nakanishi M and Urabe J., 1996.** The trophic transfer via a picoplankton-flagellate copepod food chain during a picocyanobacterial bloom in Lake Biwa. *Arch Hydrobiol*, 137;145–160.
- Nair A., Sathyendranath S., Platt T., Morales J., Stuart V., Forge, M.H., Devred E. and Bouman H., 2008.** Remote sensing of phytoplankton functional types. *Remote Sensing of Environment*, 112 (8), 3366-3375.
- Nelson, D. M., Treguer, P., Brzezinski, M. A., Leynaert, A., and Queguiner, B., 1995.** Production and dissolution of biogenic silica in the ocean: Revised global estimates, comparison with regional data and relationships to biogenic sedimentation. *Global Biogeochemical Cycles*, 9, 359–372.
- Obayashi, Y., Tanoue, E., Suzuki, K., Handa, N., Nojiri, Y. and 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.

- Okuş, E. ve Uysal, A., 1988.** Küçükçekmece ve Büyükçekmece Göllerinin Klorofil-a Miktarları ve Birincil Verimliliğinin Saptanması, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Bülten Sayı: 5, 75-87.
- Perez, V., Fernandez, E., Maranon, E., Serret, P., Varela, R., Bode, A., Varela, M., Varela, M.M., Moran, X., Woodward, E.M.S., Kitidis, V. and Garcia-Soto, C., 2005.** Latitudinal distribution of microbial plankton abundance, production, and respiration in the Equatorial Atlantic in Autumn 2000. *Deep-Sea Research I* 52, 861–880.
- Richardson A and Schoeman DS., 2004.** Climate impact on planktonic ecosystems in the Northeast Atlantic. *Science* 305: 1609–1612.
- Stauber, J.L. and Jeffrey, S.W., 1988.** Photosynthetic Pigments in fifty-one Species of Marine Diatoms. *Journal of Phycology* 24, 158-172.
- Stumpf, R.P. and Tyler, M.A., 1988.** Satellite Detection of Bloom and Pigment Distribution in Estuaries. *Remote Sensing of Environment*, 24, 385-304.
- Tait, R. V. and Dipper, F. A., 2001.** *Elements of Marine Ecology*, Butterworth-Heinemann Pub., forth edition, Great Brita Publication, 462 s.
- Takahashi T., Sutherland S.C., Sweeney C., Poisson A., Metzl N., Tilbrook B., Bates N., Wanninkhof R., Feely R.A., Sabine C., Olafsson J. and Nojiri Y., 2002.** Global sea-air CO<sub>2</sub> flux based on climatological surface ocean pCO<sub>2</sub>, and seasonal biological and temperature effects. *Deep-Sea Research Part II-Topical Studies in Oceanography* ,49 (9-10), 1601-1622.
- Trees, C. C., Clark, D. K., Bidigare, R.R., Ondrusek, M. E. and Mueller, J. L., 2000.** Accessory Pigments Versus Chlorophyll-a Concentrations within Euphotic Zone: a Ubiquitous Relationships, *Limnol. Oceanogr.*, 45, 5, 1130–1143.
- Tuğrul, S., Baştürk, O., Saydam, C. and Yılmaz, A., 1992.** Changes in the Hydrochemistry of Black Sea Inferred from Water Density Profiles, *Nature*, 359, 137-139.
- Uitz J., Claustre H., Morel A. and Hooker S.B., 2006.** Vertical distribution of phytoplankton communities in open ocean: An assessment based on surface chlorophyll. *Journal of Geophysical Research-Oceans*, DOI: 10.1029/2005JC003207
- Utermohl, H. 1958.** Zur Vervollkommnung der quantitativen phytoplankton: Methodik Mitteilung Internationale Vereinigung Theoretische und Angewandte Limnologie 9, 1-38.



- Verity, P.G. and Smetacek, V., 1996.** Organism life cycles, predation, and the structure of marine pelagic systems. *Marine Ecology-Progress Series* 130, 277–293.
- Vidussi, F., Claustre, H., Manca, B.B., Luchetta, A. and Marty, J.C. 2001.** Phytoplankton pigment distribution in relation to upper thermocline circulation in the Eastern Mediterranean Sea during winter. *Journal of Geophysical Research* 106 (19), 19939-19956.
- Wright, S. W. and 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., Jeffrey, S.W., 1987.** Fucoxanthin pigment markers of marine phytoplankton analysed by HPLC and HPTLC. *Marine Ecology Progress Series* 38, 259–266.
- Wright, S.W. and 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, *Marine Ecology Progress Series*, 144, 285-298.
- Yacobi, Y. Z., Pollinger, U., Gönen, Y., Gerhardt, V. and 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.
- Yayla, M., Yılmaz, A. and 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., 2002.** Türkiye Denizlerinin Biyo-jeokimyası: Dağılımlar ve Döngüler, *Turkish Journal of Engineering Environmental Sciences*, 26, 219-235.
- Yılmaz A., Tugrul S., Polat C., Ediger D., Çoban, Y. and Morkoc 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, (1998).
- Yuney, O., Vladimir, A., Baştürk, Ö., Yılmaz, A., Kideyş, A. E., Moncheva, S. and Kononov, 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.

## ÖZGEÇMİŞ

Pınar TÜRKMEN, 10.11.1986 tarihinde Antalya'nın Alanya ilçesinde doğdu. İlköğretimini Denizli Çardak Merkez İlköğretim Okulu'nda, Ortaöğretimini Denizli Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2011 yılında Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümünü başarı ile tamamladı. 2013-2014 güz döneminde Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda başladığı yüksek lisans eğitimini halen devam ettirmektedir. Hamza TÜRKMEN ile evli, Mehmet Akif ve Ayşe Yağmur TÜRKMEN'in annesidir.

