

T.C.
RECEP TAYYIP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GÜNEY DOĞU KARADENİZ KIYILARI (RİZE)
DİATOM/DİNOFLAGELLAT ORANLARI VE PİGMENT
KOMPOZİSYONUN ZAMANSAL DEĞİŞİMİ

Lütfiye KOCA

Tez Danışmanı

Yrd. Doç. Dr. Ertuğrul AĞIRBAŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

RİZE 2014

T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GÜNEY DOĞU KARADENİZ KIYILARI (RİZE)
DİATOM/DİNOFLAGELLAT ORANLARI VE PİGMENT
KOMPOZİSYONUN ZAMANSAL DEĞİŞİMİ

Bu çalışma, 27/10/2014 tarihinde yapılan sınav ile Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS** tezi olarak kabul edilmiştir.

	Ünvanı, Adı, Soyadı
Tez Danışmanı	: Yrd. Doç. Dr. Ertuğrul AĞIRBAŞ
Jüri Üyesi	: Prof. Dr. Ali Muzaffer FEYZİOĞLU
Jüri Üyesi	: Yrd. Doç. Dr. Ülgen KOPUZ

İmza




Prof. Dr. Selami ŞAŞMAZ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖNSÖZ

Bu çalışma Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda "Güney Doğu Karadeniz Kıyıları (Rize) Diatom/Dinoflagellat Oranları ve Pigment Kompozisyonunun Zamansal Değişimi" başlıklı yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır. Çalışma süresince Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi bünyesinde bulunan araştırma laboratuvarları ve Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü imkanları kullanılmıştır. Örnekleme çalışmalarım boyunca yardımlarını gördüğüm, Arş. Gör. Hatice BAL'a, Uzman Yusuf CEYLAN'a, Uzman Özay KÖSE'ye ve manevi desteğiyle yanımda olan sevgili arkadaşım Yüksek Lisans öğrencisi R.Sema NADİR'e teşekkür ederim. Laboratuvar çalışmalarını esnasında HPLC analizlerinin yürütülmesinde Prof. Dr. Sevim KÖSE'ye, Prof. Dr. Ali Muzaffer FEYZİOĞLU'na ve Yrd. Doç. Dr. Serkan KORAL'a ve nütrient analizlerinin yapılmasında Kimyager Serkan SERDAR'a teşekkür ederim. Ayrıca, Yüksek Lisans dönemim boyunca, çalışmamın doğru ve isabetli tarafları; zamanı, emeği, yardım ve bilgi birikimleriyle sağladığı bütün imkânlar için minnettar olduğum, danışman hocam sayın Yrd. Doç. Dr. Ertuğrul AĞIRBAŞ'a teşekkürü borç bilirim.

Son olarak, dualarıyla her zaman yanımda olduğunu hissettiğim aileme; ne zaman ihtiyaç duysam yanımda olan canım babama, manevi huzuru ve fedakârlıkları için anneme ve sevgili kardeşlerime şükranlarımı sunarım.

ÖZET

Güney Doğu Karadeniz Kıyıları (Rize) Diatom/Dinoflagellat Oranları ve Pigment Kompozisyonunun Zamansal Değişimi

Nisan 2013-Mart 2014 tarihleri arasında Güney Doğu Karadeniz kıyılarında (Rize) yürütülen bu çalışmada, Diatom/Dinoflagellat oranları ve pigment kompozisyonunun zamana bağlı değişimleri araştırılmıştır. Araştırma süresince dört farklı istasyonda (İyidere, Derepazarı, Rize Limanı ve Gündoğdu istasyonu) yüzey suyundan (0,5 m) örneklemeler yapılmıştır.

Besin elementlerinden nitrat değerleri (4,59 μM) Karadeniz için belirtilen değerlerin üst sınırlarında tespit edilmiştir. Ortalama nitrit konsantrasyonu ise 0,23 μM olarak ölçülmüştür. Ortalama fosfat konsantrasyonu 0,26 μM olarak belirlenmiştir. Silikat değerleri Karadeniz'in genel profili ile uyum içerisinde olup ortalama 7,54 μM olarak belirlenmiştir.

Çalışmanın yürütüldüğü dönem içerisinde toplam 71 tür teşhis edilmiş olup, bunların büyük bir kısmını dinoflagellat (41 tür) ve diatom türleri (18 tür) oluşturmuştur. Toplam fitoplankton tür sayısının % 57,76'sını dinoflagellat türleri oluştururken; bunu % 25,35 ile diatom türleri takip etmiştir. Hücre sayısı bakımından, diatomlar en baskın grup olmuştur. En yüksek hücre sayısına Mayıs 2013 döneminde ulaşılmıştır. Dinoflagellatlarda ise en yüksek hücre sayısı Temmuz 2013, Eylül 2013 ve Ekim 2013 dönemlerinde tespit edilmiştir. Genel anlamda diatomlar ilkbahar ve sonbaharda belirgin bir şekilde baskın hale gelirken dinoflagellat ise ağırlıklı olarak yaz döneminde baskın olurken kısmen de sonbahar piklerine rastlanılmıştır.

Bölgede baskın pigment klorofil-*a* olup (ortalama 1,62 $\mu\text{g/L}$) fitoplankton hücre sayısı ile uyum içerisinde olduğu tespit edilmiştir. Klorofil-*a*'dan sonra en baskın pigment fukoksantin olup (ortalama 0,35 $\mu\text{g/L}$) bunu sırasıyla 19'-Heksanoloksifukoksantin (ortalama 0,24 $\mu\text{g/L}$) ve peridinin pigmenti (ortalama 0,18 $\mu\text{g/L}$) takip etmiştir. HPLC sonuçlarına göre pigment konsantrasyonları ile hücre sayıları arasında pozitif ilişkiler marker pigmentlerin fitoplankton gruplarının taksonomik açıdan karakterize etmek için kullanılabileceğini göstermiştir.

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

SUMMARY

Temporal Variation of Diatom/Dinoflagellat Ratios and Pigment Composition Along the South-Eastern Coasts (Rize) of the Black Sea

In the present study, temporal pattern of diatom/dinoflagellat ratios and pigment composition from April 2013 to March 2014 were investigated along the south-eastern coasts (Rize) of the Black Sea. Surface (0,5 m) water samples were collected from four different stations (İyidere station, Derepazarı station, Rize station ve Gündoğdu station) during the study period,

According to nutrients results, nitrate concentrations (4,59 μM) were higher than upper limit of the Black Sea. Mean nitrite values were measured as 0,23 μM . Mean phosphate values were determined as 0,26 μM . Silicate values demonstrated a general pattern of the Black Sea, and mean silicate concentrations were determined as 7,54 μM .

A total of 71 species were identified during the study period, 41 species of these were dinoflagellate species, and 18 species were diatoms. In terms of species numbers, dinoflagellates contributed to 57,76% of the total phytoplankton species. Diatoms were the second important group with an average contribution of 25,35% to the total phytoplankton species. The highest cell numbers in diatoms were observed in May 2013. In dinoflagellates, the highest cell numbers were also detected in July 2013, September 2013 and October 2013. While diatoms were generally dominate in spring and fall, whereas dinoflagellates were dominate in summer and rarely in fall.

The dominant pigment in the area was chlorophyll-*a* (mean 1,62 $\mu\text{g/L}$) revealed a consistency with phytoplankton cell numbers. The second prominent pigment was fucoxanthin (mean 0,35 $\mu\text{g/L}$) and followed by 19-Hexanoyloxifucoxanthin (mean 0,24 $\mu\text{g/L}$) and peridinin (mean 0,18 $\mu\text{g/L}$). The positive relationships between cell number and pigment concentrations revealed that these marker pigments can be used for taxonomic characterisation of phytoplankton groups.

Keywords: Black Sea, Phytoplankton, Chlorophyll-*a*, Fucoxanthin, 19'-Hexanoyloxifucoxanthin

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	I
ÖZET	II
SUMMARY	III
ŞEKİLLER DİZİNİ	V
1.GENEL BİLGİLER	1
1.1.Giriş	1
1.2. Fotosentetik Pigmentler	2
1.3. Çalışmanın Önemi ve Önceki Çalışmalar	5
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	8
2.1. Materyal ve Metot	8
2.1.1. Deniz Çalışmaları	8
2.1.2. Laboratuar Çalışmaları	8
2.1.3. Fitoplankton Örneklerinin Teşhisi	8
2.1.4. Pigment Analizleri	9
2.1.5. Besin Elementlerinin Belirlenmesi	15
3. BULGULAR	16
3. 1. Fiziksel ve Kimyasal Ortam	16
3.1.1. Besin Elementleri	17
3.1.1.1. Nitrit Azotu	17
3.1.1.2. Nitrat Azotu	18
3.1.1.3. Fosfat	19
3.1.1.4. Silikat	20
3.2. Fitoplankton	21
3.3. Pigment	25
4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR	39
4. 1. Besin Elementleri	39
4. 2. Fitoplankton	42
4. 3. Pigment	46
5. ÖNERİLER	54
6. KAYNAKLAR	55
ÖZGEÇMİŞ	65

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Çalışma bölgesi ve örnekleme istasyonları (1: İyidere istasyonu, 2:Derepazarı istasyonu, 3: Rize Limanı istasyonu, 4: Gündoğdu istasyonu).....	8
Şekil 2. Peridinin pigment standardına ait kromatogram	11
Şekil 3. Fukoksantin pigment standardına ait kromatogram	11
Şekil 4. 19-Heksanoloksifukoksantin pigment standardına ait kromatogram	12
Şekil 5. Diadinoksantin pigment standardına ait kromatogram	12
Şekil 6. Zeaksantin pigment standardına ait kromatogram	13
Şekil 7. Klorofil-b pigment standardına ait kromatogram.....	13
Şekil 8. Klorofil-a pigment standardına ait kromatogram	14
Şekil 9. β - Karoten pigment standardına ait kromatogram.....	14
Şekil 10. Mix standarda ait kromatogram	15
Şekil 11. Rize Limanının istasyonundaki Deniz Suyu Yüzey Sıcaklığı (A) ve Hava	16
Şekil 12. Örnekleme istasyonlarına ait Nitrit Azot ($\text{NO}_2\text{-N}$) konsantrasyonunun	17
Şekil 13. Örnekleme istasyonlarına ait Nitrat Azot ($\text{NO}_3\text{-N}$) konsantrasyonunun.....	18
Şekil 14. Örnekleme istasyonlarına ait Fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$) konsantrasyonunun aylık	19
Şekil 15. Örnekleme istasyonlarına ait Silikat ($\text{SiO}_2\text{-Si}$) konsantrasyonunun aylık.....	20
Şekil 16. Örnekleme istasyonlarındaki diatom gruplarının hücre bolluğu (L) aylık değişimi	22
Şekil 17. Örnekleme istasyonlarındaki dinoflagellat gruplarının hücre bolluğu (L) aylık değişimi	22
Şekil 18. Örnekleme istasyonlarına ait Peridinin konsantrasyonunun aylık değişimi ..	31
Şekil 19. Örnekleme istasyonlarına ait Fukoksantin konsantrasyonunun aylık değişimi.....	32
Şekil 20. Örnekleme istasyonlarına ait 19'-Heks., konsantrasyonunun aylık değişimi.33	
Şekil 21. Örnekleme istasyonlarına ait Diadinoksantin konsantrasyonunun aylık değişimi	34
Şekil 22. Örnekleme istasyonlarına ait Zeaksantin konsantrasyonunun aylık değişimi.....	35
Şekil 23. Örnekleme istasyonlarına ait Klorofil- <i>b</i> konsantrasyonunun aylık değişimi..	36
Şekil 24. Örnekleme istasyonlarına ait Klorofil- <i>a</i> konsantrasyonunun aylık değişimi..	37
Şekil 25. Örnekleme istasyonlardaki β -Karoten konsantrasyonunun aylık değişimi....	38

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Alg gruplarının sahip oldukları fotosentetik pigmentler (Gibb vd., 2000).....	4
Tablo 2. Örnekleme dönemi içerisinde istasyonlarda tespit edilen türlerin aylara göre.....	23
Tablo 3. İyidere istasyonunda değişkenler arasında tespit edilen pozitif ve negatif ilişki.....	26
Tablo 4. Derepazarı istasyonunda değişkenler arasında tespit edilen pozitif ve negatif.....	27
Tablo 5. Rize Limanı istasyonunda değişkenler arasında tespit edilen pozitif ve negatif.....	28
Tablo 6. Gündoğdu istasyonunda değişkenler arasında tespit edilen pozitif ve negatif.....	29
Tablo 7. İstasyon farkı gözetmeksizin değişkenler arasında tespit edilen pozitif ve negatif.....	30
Tablo 8. Karadeniz’de yapılan çalışmaların fitoplankton bolluğu açısından kıyaslanması.....	44
Tablo 9. Karadeniz’de yapılan fitoplanktonik çalışmaların tür sayısı bakımından karşılaştırılması (Ağırbaş, 2010).....	46
Tablo 10. Karadeniz’de yapılan klorofil- <i>a</i> çalışmalarının karşılaştırılması (Ağırbaş, 2010).....	49
Tablo 11. Karadeniz’de marker pigment üzerine yürütülen çalışmaların karşılaştırılması.....	50

1.GENEL BİLGİLER

1.1.Giriş

Plankton, denizlerin vazgeçilmez en önemli üyeleridir. Tüm ekosistemlerde besin zinciri yolu ile balıklardan kuşlara ve memeli hayvanlara kadar enerjinin aktarılmasında kilit rol oynarlar. Planktonik organizmalardan özellikle fitoplankton grupları ise birincil üretimi oluşturmalarından dolayı ekosistemlerin taşıma kapasitesinin belirlenmesinde birinci adım olarak kullanılabilirler. Fitoplankton toplulukları besin elementleri miktarını, besin zincirinin etkinliğini ve yapısını etkilediğinden ekosistem içerisinde önemli rol oynamaktadırlar (Smith ve Sakshaug, 1990). 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. Diatom, 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 (Falcitare 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. Dimetilsülfür (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 and Schoeman, 2004; Leterme et al., 2006) izlenmesi açısından da oldukça önem arz etmektedir.

Geleneksel olarak fitoplanktonik çalışmalar mikroskop kullanılarak yürütülmektedir. Bu teknik klasik bir yöntem olup, türlerin taksonomik özelliklerinin kullanılarak teşhisi, sayılması ve biyomaslarının belirlenmesini içermektedir (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 pikoplankton ($\leq 2 \mu\text{m}$) gibi küçük grupların teşhisinde de sıkıntılar yaşanmaktadır (Mackey vd., 1996). Diğer taraftan yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) tekniği ile fitoplankton toplulukları hakkında bilgi veren klorofil-*a* ve diğer marker pigmentler hızlı ve doğru bir şekilde tespit edilebilmektedir (Mantoura ve Llewellyn, 1983).

1.2. Fotosentetik Pigmentler

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

Klorofil-*a* fitoplankton canlı kütlelerinin (biyomas) tahmininde uzun zamandır kullanılan eşsiz bir pigmenttir (Boyce vd., 2010). Klorofil-*a*'nın yanı sıra fitoplanktonik gruplara özgü olan parmak izi niteliğindeki marker pigmentler kullanılarak fitoplankton biyoması ve grupların katkısı da kolaylıkla ortaya konulabilmektedir (Uitz vd., 2006). Örneğin 19'-Heksanoloksifukoksantin (HEX), fukoksantin (FUOCO) ve 19'-Butanoloksifukoksantin (BUT) pigmentleri sırasıyla prymnesiophyte, diatom ve *chrysophytes* için bio-marker olarak kullanılabilir (Wright ve Jeffrey, 1987; Barlow 1997, Mantoura vd., 1993; Millie vd., 1993, Gieskes vd., 1988).

Deniz suyundaki fotosentetik pigmentlerin konsantrasyonunun bilinmesi fitoplankton popülasyonlarının katkı yapan gruplar hakkında bilgi verebilmektedir. Bu bilgiyi klorofil ve feopigment analizlerinden elde etmek mümkün olamamaktadır (Wright vd., 1996). Bu nedenle fotosentetik pigmentleri daha detaylı araştırıp incelemek

amacıyla çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Mikroalg 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). Mikroalg grupları için marker özellik taşıyan fotosentetik pigmentler Tablo 1’de sunulmuştur (Gibb vd; 2000).

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

Pigment	Kısaltması	Bulunduğu Taksonomik Gruplar
Alloksantin	Allo	Cryptophyta
19-Butanoloksifukoksantin	But	Cryptophyta, Prymnesiophyta
Klorofil-a	Chl-a	Toplam alg canlı kütlesi (cyanophyta dahil)
Klorofil-b	Chl-b	Chlorophyta, Prasinophyta
Klorofil-c ₁ c ₂	Chl-c ₂	Bacillariophyta, Prymnesiophyta, Chlorophyta, Dinophyta
Klorofil-c ₃	Chl-c ₃	Prymnesiophyta, Chrysophyta
Diadinoksantin	Diadino	Bacillariophyta, Bacillariophyta, Prymnesiophyta, Chrysophyta
Diotoksantin	Diato	Bacillariophyta, Bacillariophyta, Prymnesiophyta, Chrysophyta
Divinyl Klorofil-a	DvChl a	Prochlorophyta
Fukoksantin	Fuc	Bacillariophyta , Prymnesiophyta, Chrysophyta
19- Heksanoloksifukoksantin	Hex	Prymnesiophyta
Lutein	Lut	Chlorophyta, Prasinophyta
Peridinin	Per	Bacillariophyta
Violaksantin	Vio	Chlorophyta, Prasinophyta
Prasinoksantin	Pras	Prasinophyta
Zeaksantin	Zea	Cyanophyta, Prochlorophyta

1.3. Çalışmanın Önemi ve Önceki Çalışmalar

Maksimum derinliği 2200 m, yüzey alanı $4,2 \times 10^5 \text{ km}^2$ ve hacmi $5,3 \times 10^5 \text{ km}^3$ olan Karadeniz, dünyanın en büyük yarı kapalı denizlerinde biridir. Sadece Türk Boğazlar Sisteminin olarak verdiği ölçüde olan su değişimi dünya denizleriyle ilişkisinin hemen hemen kesilmiş olması, sadece yüzeyden 150 m derinliğe kadar (toplam hacmin % 15'inde) oksijen içeren, daha derinlerde ise hidrojen sülfür (H_2S) bulunduran, tümüyle oksijensiz bir ortamın oluşmasına yol açmıştır. Kalıcı bir haloklin (tuzluluk ara yüzeyi) oksijenli ve oksijensiz suları ayırır. Karadeniz'i diğer denizlerden farklı kılan en önemli özelliği, oksijenli yüzey tabakalarının altında yer alan ve basenin derinlerine doğru inildikçe artış gösteren, yüksek derişimlerde H_2S içermesidir (Yılmaz, 2002). Bu yapısı ile Karadeniz dünya üzerindeki en büyük anoksik havza olma özelliğine de sahiptir (Mee, 1992; Turgut vd., 1992).

Fitoplankton, pelajik ekosistem içerisinde organik üretimin büyük bir bölümünü gerçekleştiren en önemli gruptur (Tait ve Dipper, 2001). Bütün denizlerde olduğu gibi Karadeniz'de de fitoplanktonun yapısal ve fonksiyonel karakteristikleri ekosistem ile yakından ilgilidir. Bu nedenle planktonik organizmalar ekosistemin içinde bulunduğu durumu tanımlamak için indikatör olarak kullanılabilir (Yunev vd., 2002). Denizlerdeki döngüler içerisinde önemli bir yere sahip olan fitoplanktonik organizmaların biyokütlelerinin ve gruplarının belirlenmesi ekosistemin anlaşılması ve yönetilmesinde önem taşımaktadır.

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

Fitoplankton türlerinin teşhisinde kullanılan en ideal yöntemler ışık mikroskobu, fluoressan ve elektron mikroskopları kullanılarak yapılan çalışmalar olmasına karşılık, hem deneyimli elemana ihtiyaç duyulması hem de zaman açısından uzun süre alması

nedeniyle değerlendirmelerde zorluklar içermektedir (Utermohl, 1958; Booth, 1993). Bunun yanında *prochlorofit* gibi denizlerin verimliliğinde yüksek katkıya sahip olan pikoplanktonik grupları mikroskopta belirlemek de çok zordur (Chisholm vd., 1988). Mikroskop çalışmalarının yetersiz kaldığı durumlarda, deniz ortamındaki fitoplankton komünitelerinin kompozisyonunun belirlenmesinde son yıllarda en çok uygulanan yöntemlerin başında gelen yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (HPLC) kullanımı artmıştır (Mantoura ve Llewellyn, 1983; Wright ve Shearer, 1984; Trees vd., 2000). Bu metodun temelinde farklı alg sınıflarının imza niteliğinde olan özel pigmentlere sahip olmaları yatmaktadır. Bu pigmentler marker pigment olarak isimlendirilirler. Örneğin *Bacillariophyta* (diatom) (Stauber ve Jeffrey, 1988), *Cyanophyta* (mavi-yeşil algler) (Guillard vd., 1985; Millie vd., 1993) ve *Chlorophyta* (yeşil algler) (Jeffrey ve Vest, 1997) için sırasıyla fukoksantin, zeaksantin ve klorofil-*b* marker pigment olarak seçilebilmektedir. Bunun ötesinde her bir marker pigmentin klorofil-*a* pigmentine oranı 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).

Karadeniz’de yapılan planktonik çalışmalar incelendiğinde, araştırmaların ağırlıklı olarak Rusya ve Romanya kaynaklı olup, daha çok mikroskobik hücre sayımları ve türlerin tespitine yönelik olduğu dikkat çekmektedir. Karadeniz planktonik açıdan son derece verimli bir deniz olmasına karşın, özellikle Karadeniz’in Anadolu sahillerine ait süreklilik arz eden bir izleme programı oluşturulamamıştır. Yapılan çalışmalar ise daha çok geniş alanlarda mevsimlik ya da lokal alanlarda fitoplankton türlerini izlemeye yönelik programlar şeklinde (Ağırbaş, 2010). Ancak pigment-fitoplankton ilişkisi üzerine olan çalışmaların azınlıkta olduğu dikkat görölmektedir. Son zamanlarda ise spektrofotometrik ve flourometrik çalışmalar önem kazanmaya başlamıştır (Wright vd., 1991).

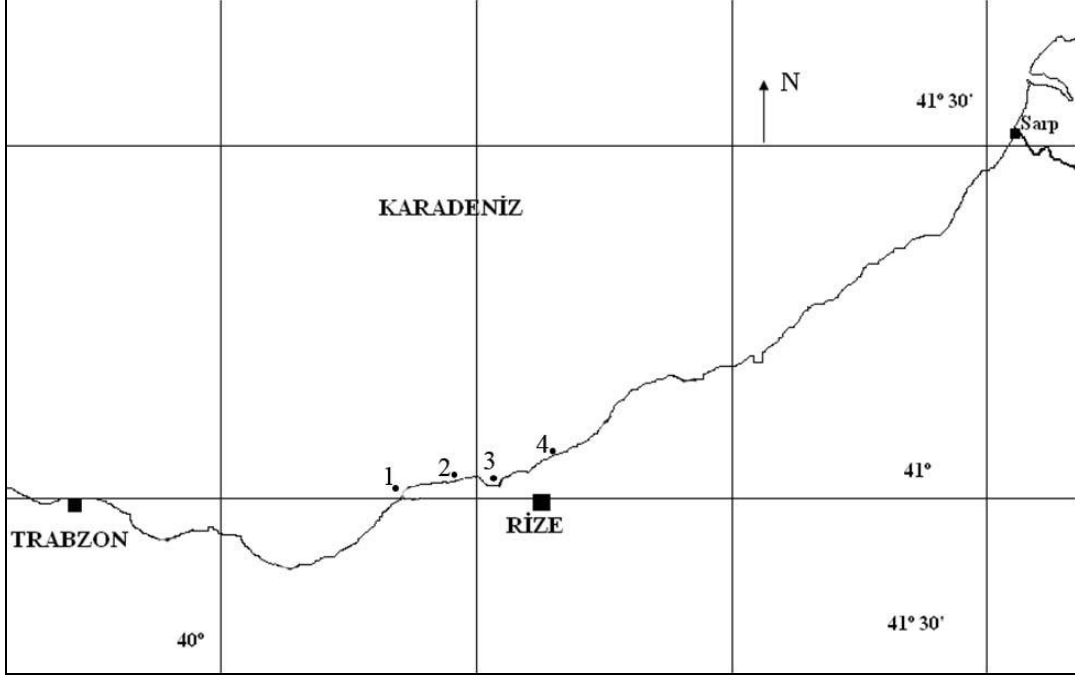
Karadeniz’de plankton biyokütlesi tespitine ait yapılan çalışmalarda, analiz hassasiyetlerinin artmasına bağlı olarak pigment, karbon içeriklerinin belirlenmesi ve birincil üretime yönelik çalışmalar son 15 yıl içerisinde hız kazanmıştır. Çeşitli araştırma grupları Karadeniz ekosisteminde meydana gelen hızlı değişimleri ve olumsuz yöndeki etkileri ortaya koyabilmek amacıyla klorofil-*a*’nın mevsimsel değişimini yerinde ve uzaktan algılama tekniği ile takip etmişlerdir (Chu vd., 2005). Yine bu amaç doğrultusunda Rus araştırmacılar tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada kış ve

sonbahar sezonlarında klorofil-*a* miktarlarındaki değişimler karşılaştırılmıştır (Krupatkina ve Berseneva, 1995). Ukrayna kıyılarında yapılan başka bir araştırmada 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 (Ağırbaş, 2010).

Ülkemiz araştırmacıları tarafından HPLC tekniği ile pigment ölçümlerinin yapıldığı ve kemotaksonomik yaklaşımlar içeren çalışmalar oldukça sınırlıdır (Ediger vd., 2006; Ağırbaş, 2010; Eker-Develi vd., 2012). Ediger vd. (2006)’nin Güneybatı Karadeniz kıyılarında yaptıkları çalışmada tek mevsimde alınan örneklerde HPLC tekniği ile pigment analizi yapılmış ve fitoplankton populasyonunun yapısı ortaya konmaya çalışılmıştır. Ağırbaş (2010) Güneydoğu Karadeniz sahillerinde pigment konsantrasyonlarının yıl içerisindeki değişimleri, fitoplankton gruplarına göre dağılımı ve batimetrik değişimlerini incelemiştir. Eker-Develi vd. (2012) ise Kuzeybatı kıta sahanlığında fitoplankton biyoması ve marker pigment oranlarını araştırmıştır. Karadeniz’in Anadolu sahillerinde plankton biomasının zamana bağlı değişimi konusunda düzenli olarak yapılan örnekleme sınırlıdır. Özellikle pigment çalışmaları daha seyrek rastlanan çalışmalardır. Bu çalışma ile Güneydoğu Karadeniz kıyılarında (Rize sahilleri) klorofil-*a*, *b*, peridinin, fukoksantin, 19’-Heksanoloksifukoksantin, diadinoksantin, zeaksantin ve β -karoten marker pigment olarak belirlenerek temel fitoplankton grupları (diatom-dinoflagellat) ile ilişkilendirilmiş ve kemotaksonomik yaklaşımlar yapılmaya çalışılmıştır. Ayrıca belirlenen istasyonların besin elementleri kompozisyonları da araştırılarak fitoplankton grupları ile olan ilişkisi de ortaya konulmaya çalışılmıştır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu çalışma, Güneydoğu Karadeniz kıyılarında (Rize) seçilen 4 farklı istasyonda (İyidere, Der pazarı, Rize Limanı ve Gündoğdu), aylık dönemlerde (Nisan 2013-Mart 2014) yürütülmüştür. Çalışmada seçilen istasyonlar Şekil 1’de sunulmuştur.



Şekil 1. Çalışma bölgesi ve örnekleme istasyonları (1: İyidere istasyonu, 2: Der pazarı istasyonu, 3: Rize Limanı istasyonu, 4: Gündoğdu istasyonu)

2.1. Materyal ve Metot

2.1.1. Deniz Çalışmaları

Deniz çalışmaları Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi’ne ait R/V RİZESUAR araştırma gemisi kullanılarak yürütülmüştür. Besin elementleri, fitoplanktonun kalitatif ve kantitatif dağılımı, klorofil ve diğer pigment analizleri için kullanılacak olan su örnekleri Niskin örnekleme şişesi ile yüzey altından (0,5 m) alınmıştır.

2.1.2. Laboratuvar Çalışmaları

2.1.3. Fitoplankton Örneklerinin Teşhisi

Deniz çalışmalarında aylık olarak yüzeyden 1 L’lik polietilen şişelere alınan fitoplankton örnekleri, son konsantrasyonu % 4 olacak şekilde formaldehit ile fikse edilmiştir. Laboratuvara getirilen örnekler çöktürülmüştür. Çöken kısım konsantre

edilerek 50 ml'lik örnekleme şişelerine alınmıştır. Bu işleme son konsantrasyon hacmi 10 ml olana kadar devam edilmiştir. Plankton örneklerinin tür teşhisleri Nikon Eclipse E100 aydınlık alan ve Leica DM4500 epifloresan mikroskobu kullanılarak yapılmıştır. Diatom ve dinoflagellat gruplarına ait hücreler mümkün olan en alt taksonomik seviyeye kadar teşhis edilmeye çalışılmış (Drebes 1974; Ramphi ve Bernhard 1978; Spector 1984, Balech 1988, Fukuyo vd., 1990; Tomas 1993, 1996) ve her bir grubun litredeki bolluk miktarları tespit edilmiştir.

2.1.4. Pigment Analizleri

Laboratuar çalışmaları kapsamında fitoplankton gruplarına özgü olan klorofil-*a*, *b*, fukoksantin, peridinin, diadinoksantin, zeaksantin, β -karoten, 19'-heksanoloksifukoksantin pigmentlerinin konsantrasyonları belirlenmiştir. Bu amaç doğrultusunda KTÜ Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi bünyesinde bulunan SHIMADZU LC-20 AT/ Prominence HPLC cihazı kullanılmıştır. HPLC yöntemi ile pigment analizleri için yüzeyden alınan deniz suyu örneklerinden 1 L koyu renkli polietilen şişelere aktarılmıştır. Örnekler düşük vakum basıncında (<0,5atm) 25 mm GF/F filtreden süzölmüş ve filtreler analiz edilene kadar sıvı azot içerisinde (-196°C) muhafaza edilmiştir. Analiz öncesinde filtreler % 90'lık 5 ml HPLC cinsi aseton içerisine alınmış ve Bandelin Sonopuls Ultrasonikatör (1 dakika için 60 Hz) ile hücreler parçalanarak daha kolay çözülmeleri sağlanmıştır. Bu işlemde sonra örnekler +4°C' de bir gece buzdolabında saklanarak pigmentlerin aseton içerisinde çözünmesi sağlanmıştır. Daha sonra örnek tüpleri, içerisindeki katı parçacıkları çöktürmek amacıyla 3500 rpm devirde 10 dakika süreyle santrifüj edilmiştir (Mantoura ve Llewellyn, 1983).

Daha küçük partikülleri uzaklaştırmak için santrifüj edilmiş olan örnek içerisinden 500 μ L alınarak 0,2 μ m'lik filtrelerden süzölmüş ve içerisine 500 μ L 1M Amonyum Asetat iyon çözeltisi ilave edilmiştir. Tamponlu ekstraktan 100 μ l alınarak Thermo Hypersil MOS-2 C8 kolonuna (150 x 4,6 mm, 3 μ m parçacık büyüklüğü, 120 Å göz açıklığı ve % 6,5 karbon yükleme oranı) 100 μ L hacme sahip otoörnekleyici ile enjekte edilmiştir. Pigmentler LC Solution paket programı kullanılarak akış hızı; 1,0 ml/dk ve çift mobil faz sistemi (A: % 100 Metanol ve 1 M Amonyum Asetat (80: 20 v/v), B: % 100 Metanol (0; 75; 25), (1; 50; 50), (20; 30; 70), (25; 0; 100), 32; 0; 100)

kullanılarak 440 nm dalga boyunda DAD detektörde (SPD-M20A, Shimadzu, Japan) analiz edilmiştir.

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

Pigment konsantrasyonları aşağıdaki denkleme göre hesaplanmıştır,

$$C_p = \frac{A_p \times V_{ext} \times 10}{B \times V_{filt} \times V_{inj} \times 1000 \times R_f} \quad (1.1)$$

C_p ($\mu\text{g/L}^{-1}$) = Pigment konsantrasyonu

A_p (mAU*s) = Pik alanı

R_f (ngmAU^{-1}) = Kalibrasyon eğrisinin eğimi (ng kolon^{-1})

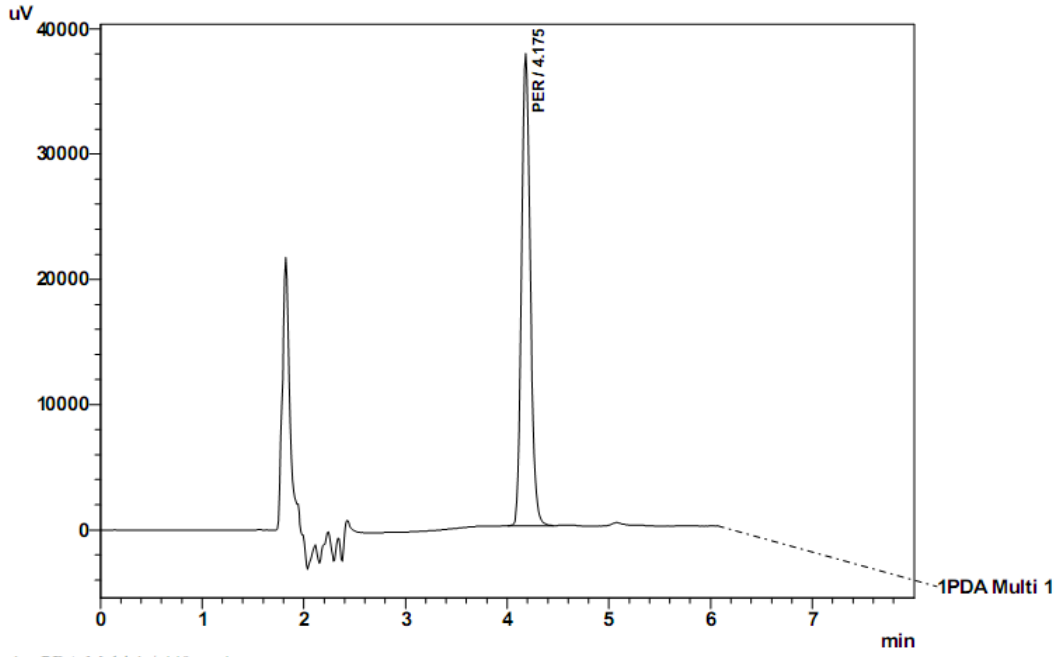
V_{filt} (l) = Süzülen su hacmi

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

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

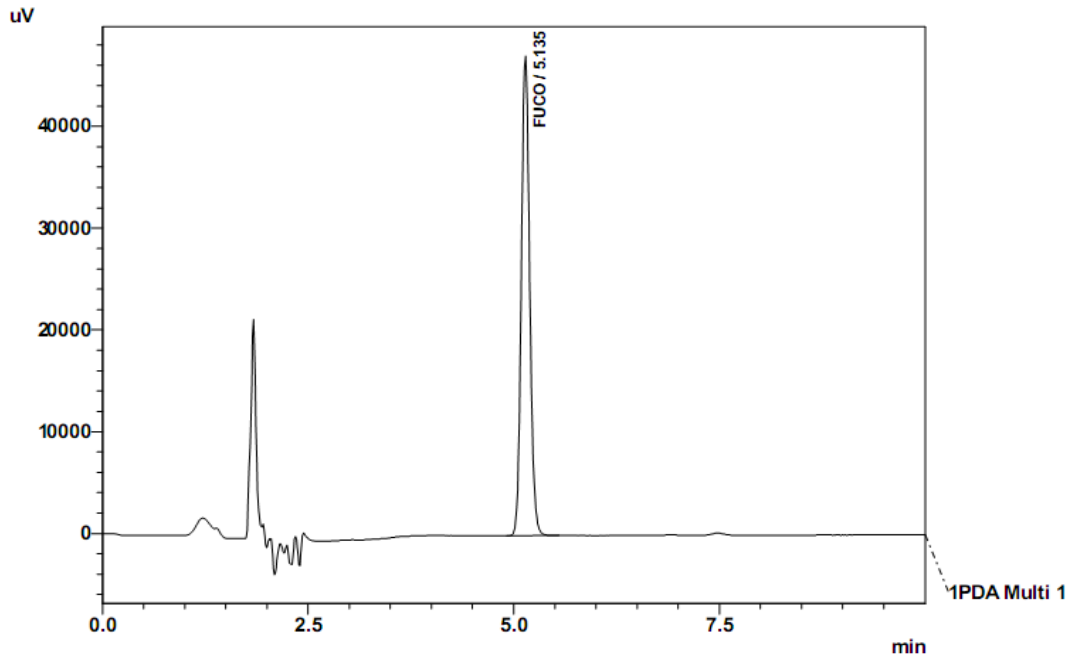
B = Tampon seyreltme faktörü (1)

İstasyonların pigment konsantrasyonları belirlenmeden önce mevcut pigment standartları ile kalibrasyonlar gerçekleştirilmiş ve her bir pigmentin geliş zamanı (alınma zamanı) belirlenmiştir. Sonrasında ise pigmentlerin geliş zamanlarına göre okumalar yapılmıştır. Kalibrasyonda kullanılan standartlara ait kromatogramlar Şekil 2-10'da sunulmuştur.



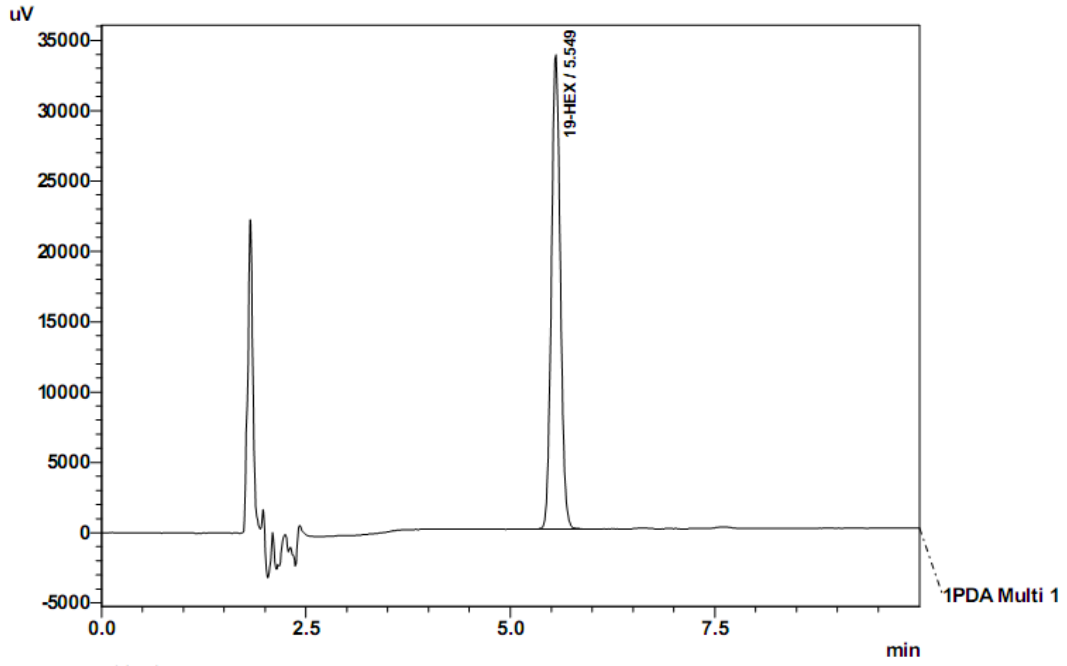
1 PDA Multi 1 / 440nm 4nm

Şekil 2. Peridinin pigment standardına ait kromatogram



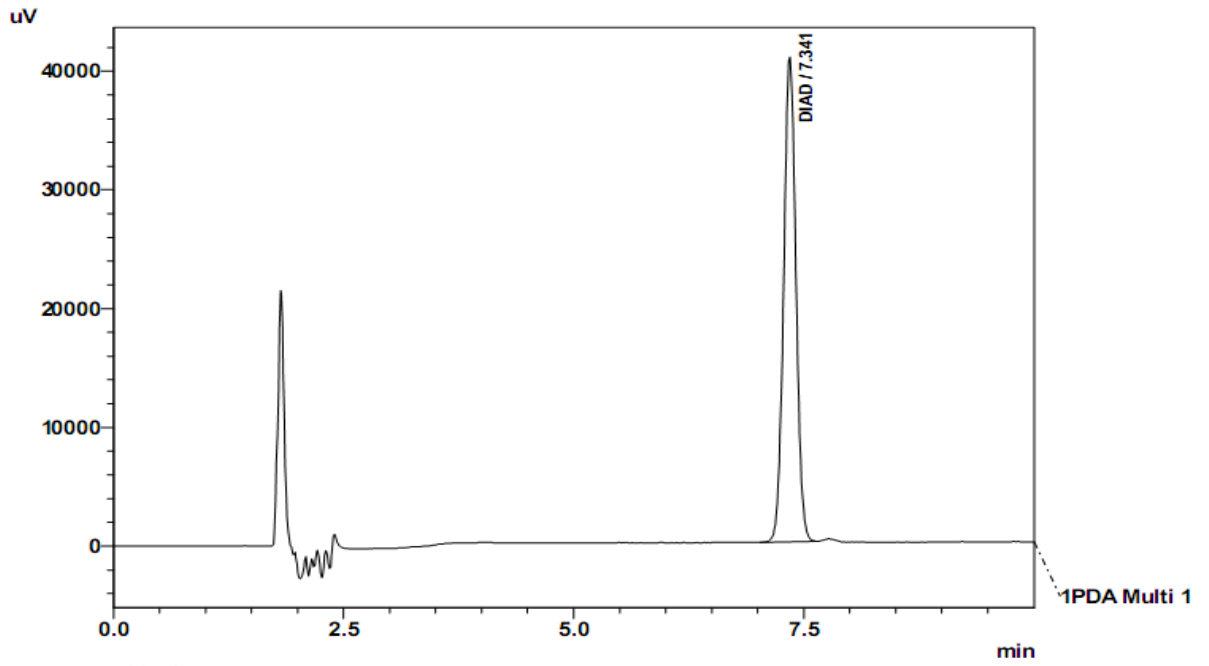
1 PDA Multi 1 / 440nm 4nm

Şekil 3. Fukoksantin pigment standardına ait kromatogram



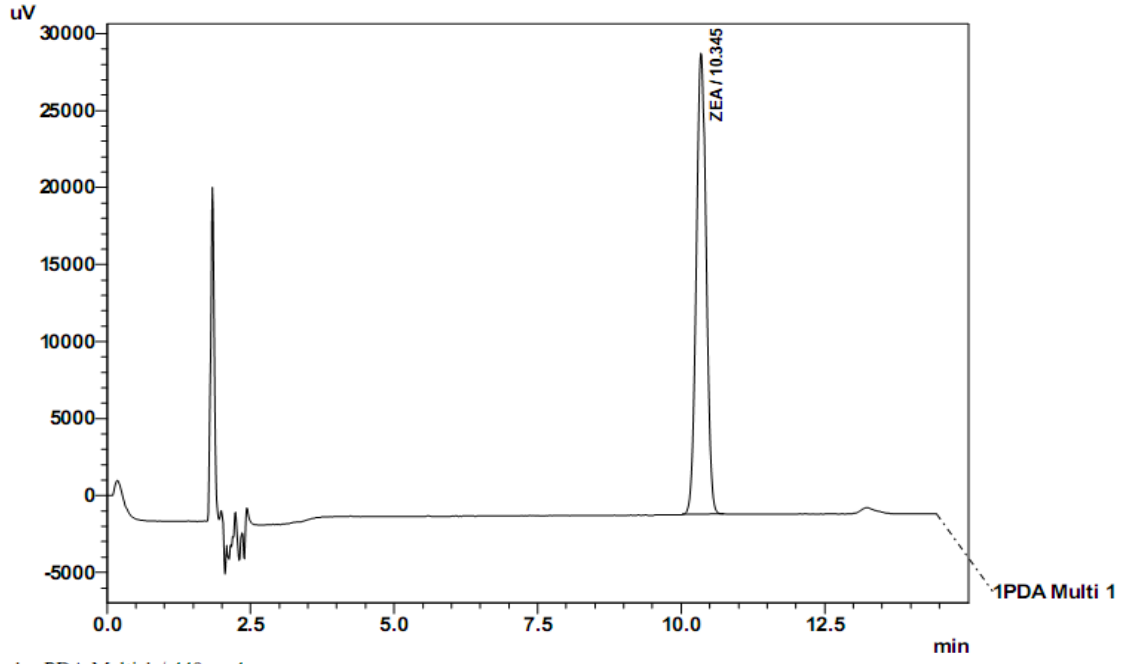
1 PDA Multi 1 / 440nm 4nm

Şekil 4. 19'-Heksanoloksifukoksantin pigment standardına ait kromatogram

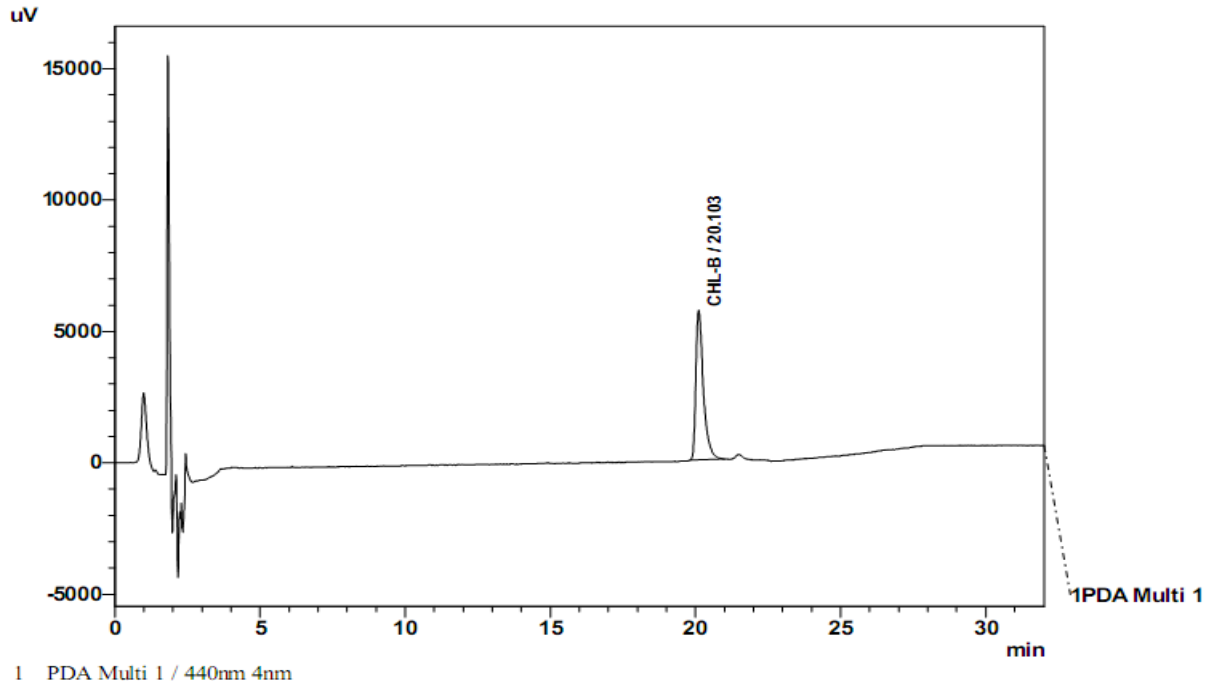


1 PDA Multi 1 / 440nm 4nm

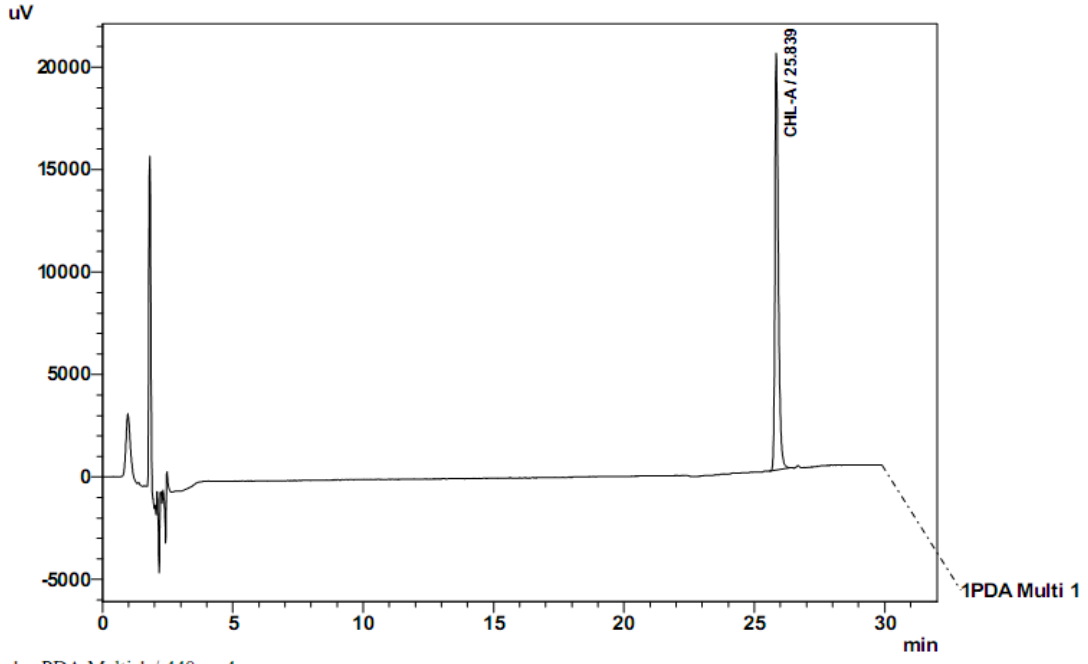
Şekil 5. Diadinoksantin pigment standardına ait kromatogram



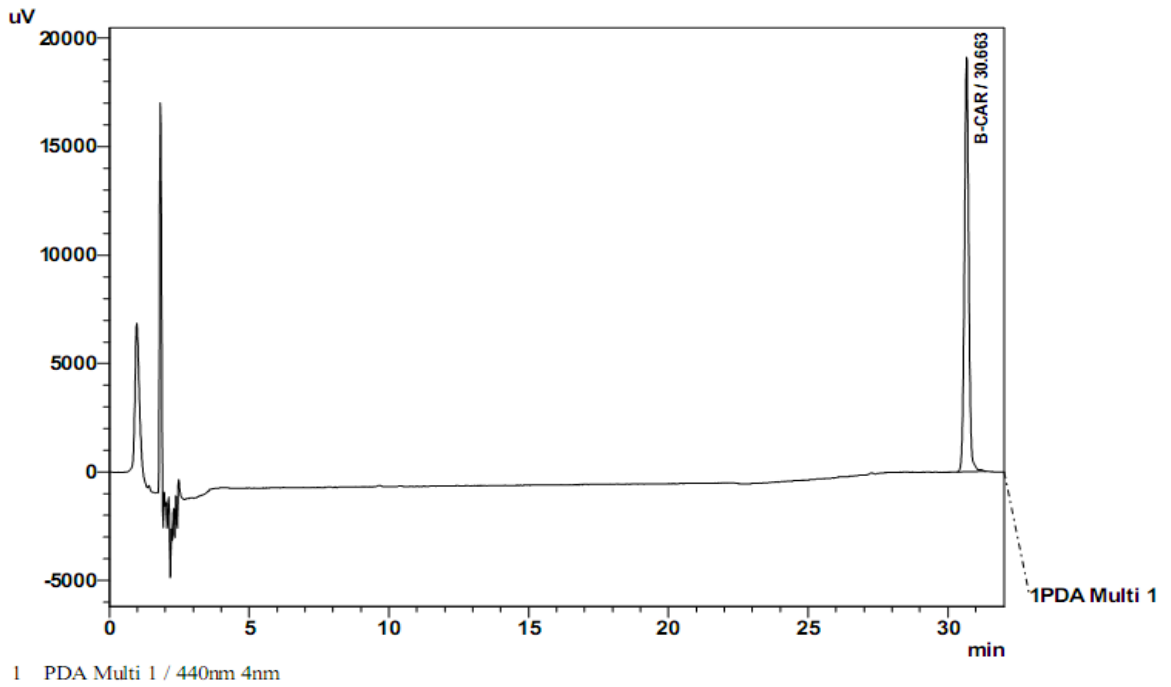
Şekil 6. Zeaxantin pigment standardına ait kromatogram



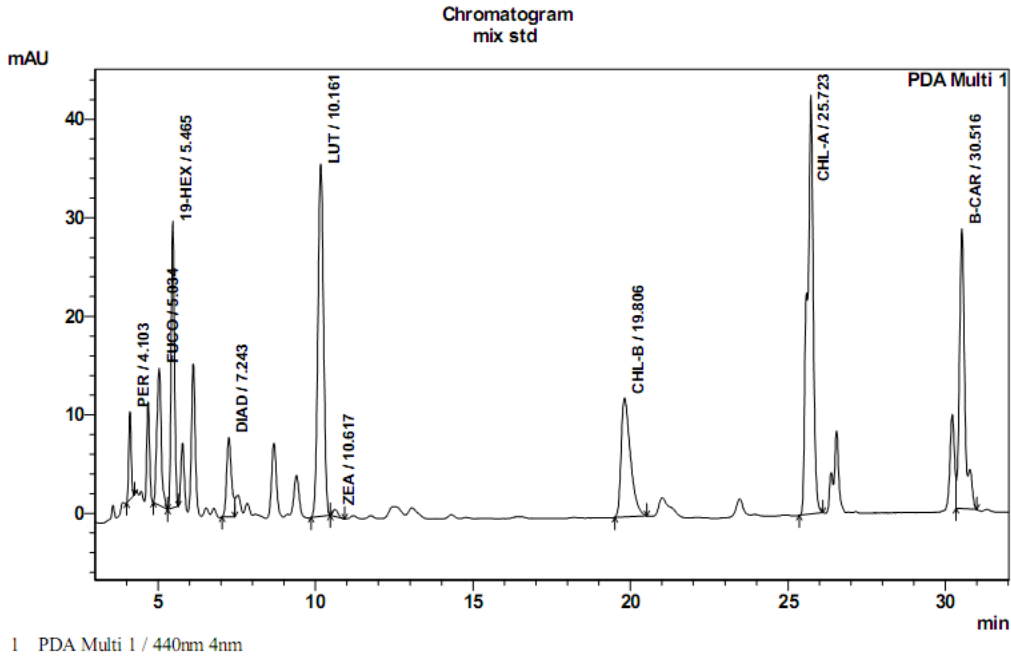
Şekil 7. Klorofil-*b* pigment standardına ait kromatogram



Şekil 8. Klorofil-*a* pigment standardına ait kromatogram



Şekil 9. β - Karoten pigment standardına ait kromatogram



Şekil 10. Mix standarda ait kromatogram

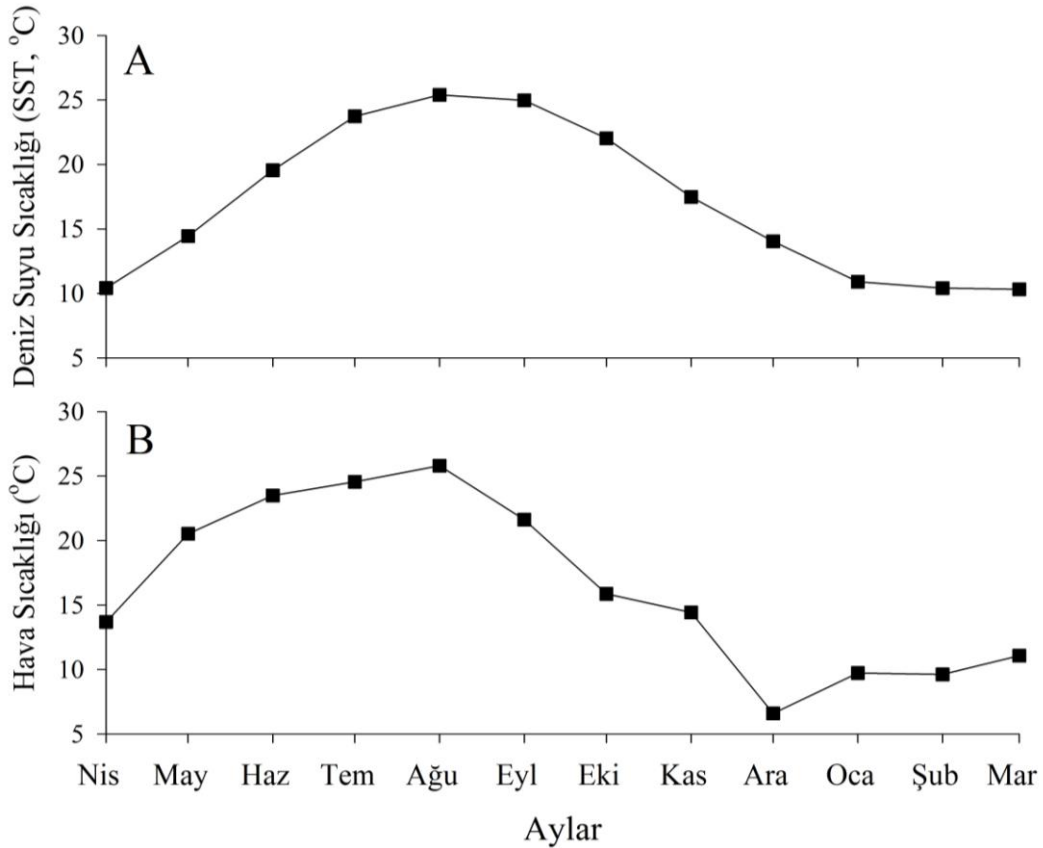
2.1.5. Besin Elementlerinin Belirlenmesi

Laboratuar çalışmaları kapsamında örnekleme istasyonlarının nütrient konsantrasyonları da belirlenmiştir. Bu amaç doğrultusunda Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü bünyesinde bulunan SEAL marka Oto-Analizör kullanılmış ve Nitrit ($\text{NO}_2\text{-N}$), Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$), Fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$) ve Silikat ($\text{SiO}_2\text{-Si}$) analizleri yapılmıştır. Okunan besin elementlerinin konsantrasyonları “ μM ” düzeyinde verilmiştir (Parsons vd., 1984).

3. BULGULAR

3. 1. Fiziksel ve Kimyasal Ortam

Örnekleme süresi deniz suyu yüzey sıcaklığı 10,3°C (Mart 2014) ile 25,4 °C (Ağustos 2013) arasında değişim göstermiştir (Şekil 11-A). Diğer taraftan hava sıcaklığındaki değişim 6,6°C (Aralık 2013) ile 25,8°C (Ağustos 2013) arasında belirlenmiştir (Şekil 11-B). Hava sıcaklığının en düşük değerlerde seyrettiği ve soğumanın maksimuma ulaştığı Aralık, Ocak ve Şubat aylarını takiben deniz suyu yüzey sıcaklığı da en düşük değerlere ulaşmıştır. Benzer şekilde ısınmanın başladığı bahar aylarıyla beraber deniz suyu sıcaklığı da artış eğilimi göstermiş ve Ağustos döneminde en yüksek değerine ulaşmıştır. İstasyonlarda su kolonunda sıcaklık ölçümleri alınamadığından örnekleme dönemi içerisinde meydana gelmiş olan sıcaklık tabakalaşması ve termoklinin durumu ortaya konulamamıştır.



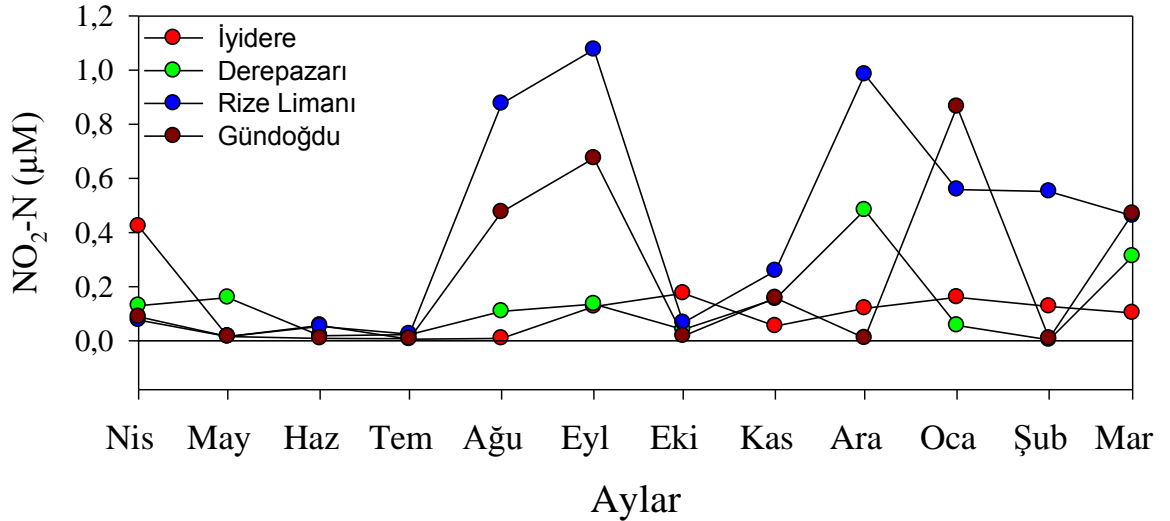
Şekil 11. Rize Limanının istasyonundaki Deniz Suyu Yüzey Sıcaklığı (A) ve Hava Sıcaklığı (B)'ndeki aylık değişim

3.1.1. Besin Elementleri

3.1.1.1. Nitrit Azotu

Nisan 2013-Mart 2014 tarihleri arasında aylık dönemlerle alınan su örneklerinde ölçülen nitrit azotu konsantrasyonlarının değişimi Şekil 12’de verilmiştir. En yüksek nitrit konsantrasyonları İyidere, Derepaşarı, Rize Limanı ve Gündoğdu istasyonlarında sırasıyla Nisan 2013 (0,42 μM), Aralık 2013 (0,48 μM), Eylül 2013 (1,08 μM) ve Ocak 2014 (0,87 μM) dönemlerinde belirlenmiştir. Diğer taraftan en düşük nitrit değerleri İyidere, Derepaşarı, Rize Limanı ve Gündoğdu istasyonlarında sırasıyla Ağustos 2013 (0,01 μM), Temmuz 2013 (0,01 μM), Mayıs-Temmuz 2013 (0,02 μM) ve Haziran-Temmuz 2013 (0,01 μM) dönemlerinde belirlenmiştir.

İstasyonların ortalama nitrit azotu konsantrasyonları değerlendirildiğine Rize Limanı istasyonu (0,42 μM) en yüksek konsantrasyona sahipken, İyidere istasyonunun (0,12 μM) ise en düşük konsantrasyona sahip olduğu belirlenmiş, istatistikî olarak istasyonlar arasındaki farkın önemli olmadığı görülmüştür (One Way Anova, $p>0,05$). Diğer taraftan örnekleme dönemleri açısından bir kıyaslama yapıldığında, örnekleme dönemleri arasındaki değişimin istatistik olarak önemli olduğu belirlenmiştir (One Way Anova, $p<0,05$).

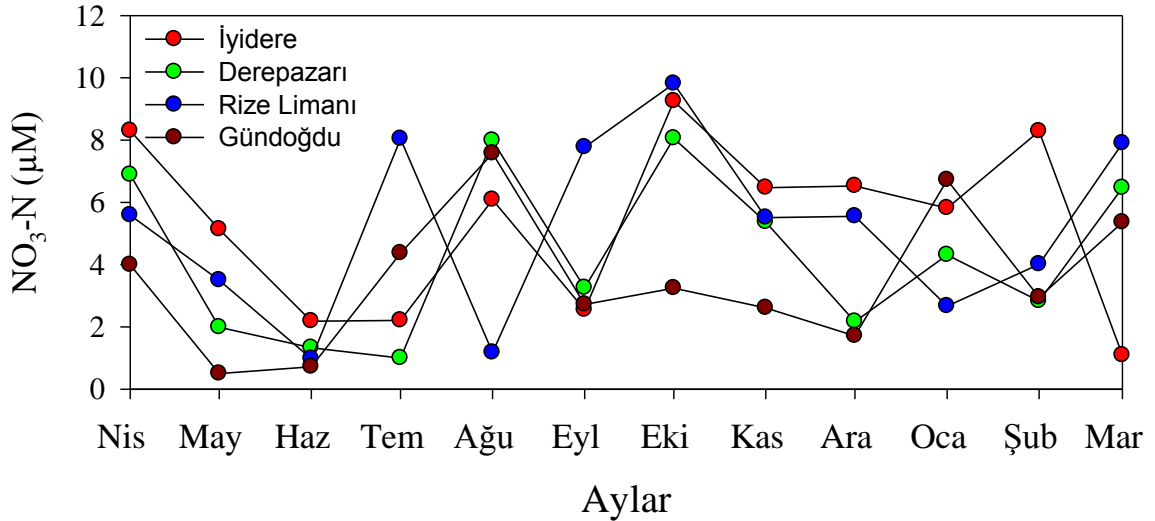


Şekil 12. Örnekleme istasyonlarına ait Nitrit Azot ($\text{NO}_2\text{-N}$) konsantrasyonunun aylık değişimi

3.1.1.2. Nitrat Azotu

Örnekleme istasyonlarına ait nitrat azotu konsantrasyonlarının değişimi Şekil 13'te verilmiştir. En yüksek nitrat konsantrasyonları İyidere, Derepazarı, Rize Limanı ve Gündoğdu istasyonlarında sırasıyla Ekim 2013 (9,25 μM), Ekim 2013 (8,06 μM), Ekim 2013 (9,81 μM) ve Ağustos 2013 (7,57 μM) dönemlerinde belirlenmiştir. En düşük nitrat değerleri ise İyidere, Derepazarı, Rize Limanı ve Gündoğdu istasyonlarında sırasıyla Mart 2014 (1,09 μM), Temmuz 2013 (1,00 μM), Haziran 2013 (0,98 μM) ve Mayıs 2013 (0,50 μM) dönemlerinde belirlenmiştir.

İstasyonlar genel olarak değerlendirildiğinde İyidere istasyonu (5,32 μM) en yüksek nitrat ortalaması ile öne çıkarken Gündoğdu istasyonu (3,54 μM) ise en düşük nitrat ortalaması ile temsil edilmiştir. İstasyonlar arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olmadığı görülmüştür (One Way Anova, $p>0,05$). Öte yandan örnekleme dönemleri içerisinde nitrat azotu konsantrasyonu dalgalanma sergilemiş ve dönemler arasında görülen bu değişimlerin istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir (One Way Anova, $p<0,05$).

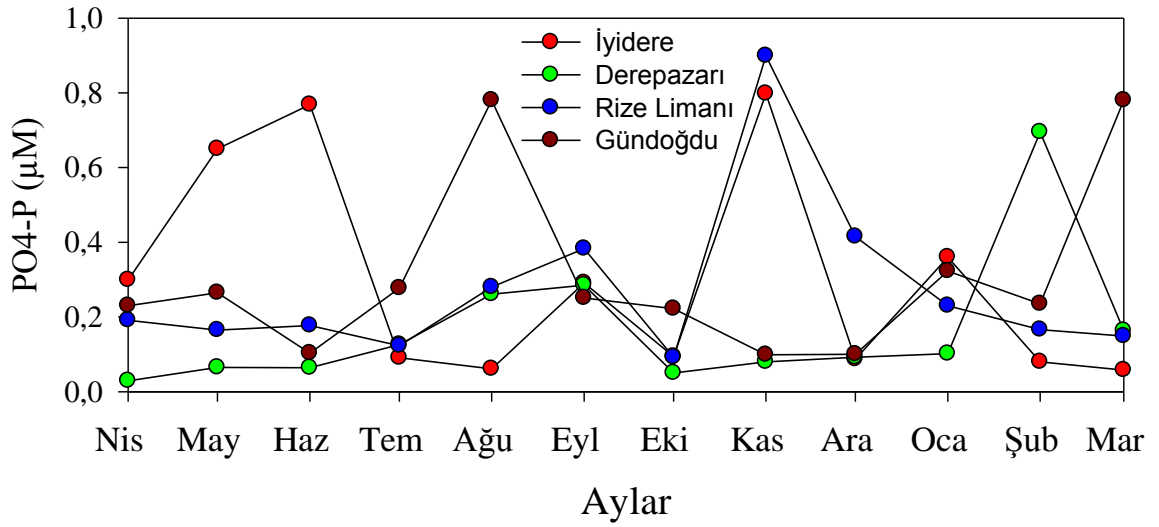


Şekil 13. Örnekleme istasyonlarına ait Nitrat Azot ($\text{NO}_3\text{-N}$) konsantrasyonunun aylık değişimi

3.1.1.3. Fosfat

İstasyonlarda ölçülen fosfat konsantrasyonlarının değişimi Şekil 14’de sunulmuştur. En yüksek fosfat konsantrasyonları İyidere, Derepaşarı, Rize Limanı ve Gündoğdu istasyonlarında sırasıyla Haziran 2013 (0,80 μM), Şubat 2014 (0,70 μM), Kasım 2013 (0,90 μM) ve Ağustos 2013 (0,78 μM) dönemlerinde belirlenmiştir. Diğer taraftan en düşük fosfat değerleri İyidere, Derepaşarı, Rize Limanı ve Gündoğdu istasyonlarında sırasıyla Mart 2014 (0,06 μM), Nisan 2013 (0,03 μM), Ekim 2013 (0,09 μM) ve Aralık 2013 (0,10 μM) dönemlerinde belirlenmiştir.

Fosfat konsantrasyonları açısından istasyonlar kıyaslandığında, Gündoğdu istasyonu en yüksek ortalama konsantrasyona (0,31 μM) sahipken, Derepaşarı istasyonu en düşük değerle temsil edilmiştir (0,17 μM). İstasyonlardaki değişim istatistiksel olarak önemli olmazken (One Way Anova, $p>0,05$), dalgalanmaların görüldüğü örnekleme dönemleri arasında ise istatistiksel farklılıklar tespit edilmiştir (One Way Anova, $p<0,05$).

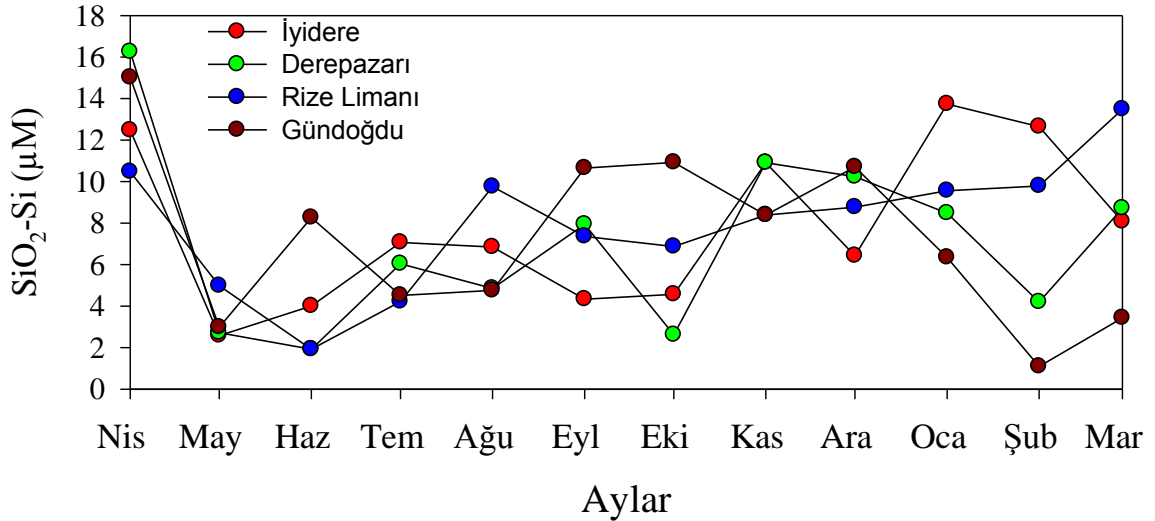


Şekil 14. Örnekleme istasyonlarına ait Fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$) konsantrasyonunun aylık değişimi

3.1.1.4. Silikat

İstasyonlarda okunan birdiğer nütrient silikat olup elde edilen konsantrasyonlar Şekil 15’de verilmiştir. En yüksek silikat konsantrasyonları İyidere, Derepazarı, Rize Limanı ve Gündoğdu istasyonlarında sırasıyla Ocak 2014 (13,74 μM), Nisan 2013 (16,25 μM), Mart 2014 (13,48 μM) ve Nisan 2013 (15,02 μM) dönemlerinde belirlenmiştir. Diğer taraftan en düşük silikat değerleri İyidere, Derepazarı, Rize Limanı ve Gündoğdu istasyonlarında sırasıyla Mayıs 2013 (2,58 μM), Haziran 2013 (1,92 μM), Haziran 2013 (1,92 μM) ve Şubat 2014 (0,10 μM) dönemlerinde belirlenmiştir.

En yüksek konsantrasyonlarda temsil edilen silikatın örnekleme istasyonlarındaki değişimi istatistiki olarak bir farklılık göstermemiştir (One Way Anova, $p>0,05$). En yüksek ortalama silikat konsantrasyonu Rize Limanı istasyonunda (7,96 μM) kaydedilmişken, en düşük konsantrasyon Derepazarı istasyonunda (7,07 μM) kaydedilmiştir. Öte yandan yıl içerisinde dalgalanma gösteren ve yılın soğuk aylarında artış gösteren silikat konsantrasyonundaki değişimin istatistiki olarak önemli oluşu belirlenmiştir (One Way Anova, $p<0,05$).

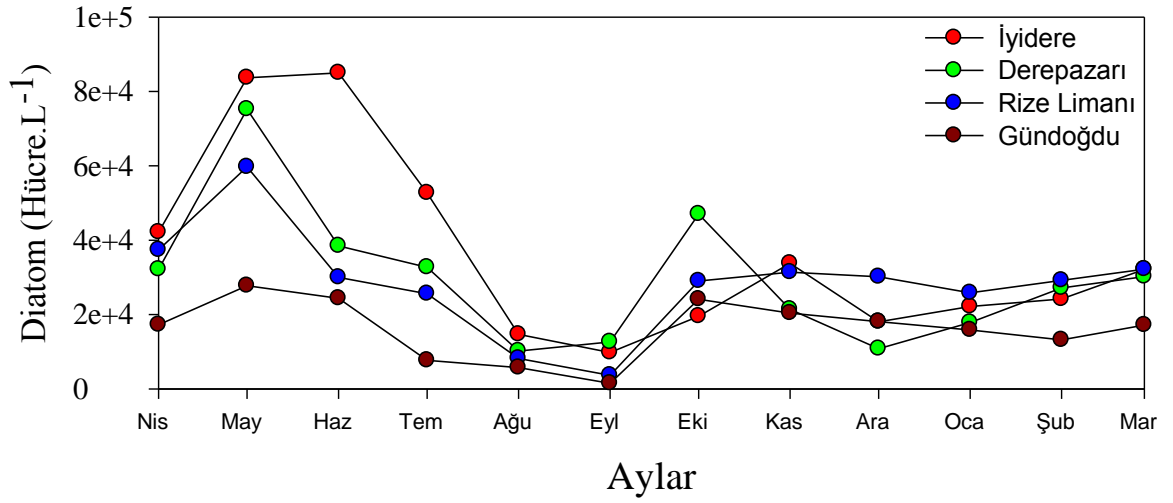


Şekil 15. Örnekleme istasyonlarına ait Silikat ($\text{SiO}_2\text{-Si}$) konsantrasyonunun aylık değişimi

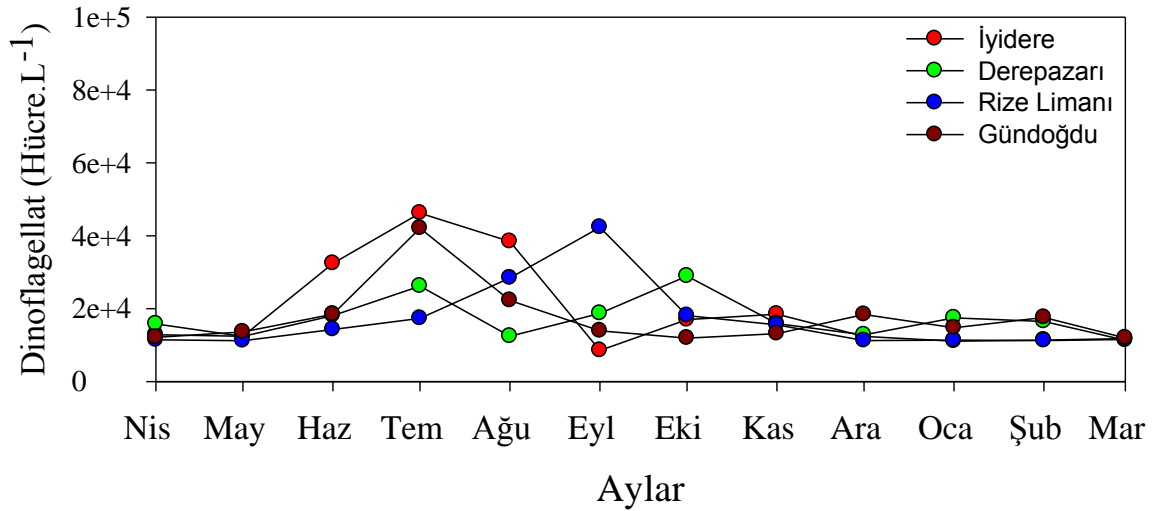
3.2. Fitoplankton

Saha çalışmaları sırasında örneklenen yüzey suyu örneklerinde temel planktonik gruplar (diatom, dinoflagellata, silikoflagellata, *chlorophyta*) belirlenmekle beraber bu çalışmada farklı olarak sadece diatom ve dinoflagellat grupları üzerinde durulmuştur. Öfotik zonda örnekleme dönemi boyunca yapılan hücre sayım sonuçları, hücre/litre cinsinden sunulmuştur (Şekil 16-17).

Örnekleme istasyonları kantitatif açıdan değerlendirilmesinde diatomlar hücre sayısı bakımında en baskın grup olmuştur. En yüksek hücre sayısı ($8,5 \times 10^4$ hücre/L) Mayıs 2013 döneminde bütün istasyonlarda tespit edilmiştir. Bu döneme ait en baskın türlerin *Rhizosolenia calcaravis* ve *Proboscia sp.* olduğu tespit edilmiştir. Bunu Haziran, Temmuz ve Kasım ayları takip etmiştir. Bu dönemlerde öne çıkan türler ise *Coscinodiscus granii*, *Rhizosolenia calcaravis*, *Proboscia alata*, *Thalassionema nitzschioides* ve *Licmophora sp.*'dir. Dinoflagellatlarda ise en yüksek hücre sayısı ($4,6 \times 10^4$ hücre/L) Temmuz 2013, Eylül 2013 ve Ekim 2013 dönemlerinde gözlenmiştir, bu gruba ait en baskın türler ise *Ceratium furca*, *Ceratium fusus*, *Gynodinium sanguenum*, *Prorocentrum compressum*, *Prorocentrum micans*, *Prorocentrum minimum*, *Protoperidinium steinii*, *Protoperidinium oblangum* türleri olmuştur. Toplam fitoplankton bolluğuna yapılan katkı değerlendirildiğinde ise İyidere, Derepazarı, Rize Limanı ve Gündoğdu istasyonlarındaki toplam fitoplanktonun sırasıyla % 32,4; % 29,8; % 30,9 ve % 18,3'ünü diatom grupları oluştururken; dinoflagellat grupları ise sırasıyla % 17,2; % 17,3; % 18,4 ve % 20'lik oranlarla temsil edilmişlerdir.



Şekil 16. Örnekleme istasyonlarındaki diatom gruplarının hücre bolluğu (L) aylık değişimi



Şekil 17. Örnekleme istasyonlarındaki dinoflagellat gruplarının hücre bolluğu (L) aylık değişimi

Çalışmada, Dinoflagellatlar tür sayısı bakımından en fazla gözlenen fitoplankton grubu olmuştur. Çalışma dönemi boyunca toplam 71 tür belirlenmiş, bunların 41'i dinoflagellat, 18'i diatom ve 12'si de diğer gruplar altında değerlendirilmiştir. Dönemlere göre tespit edilen türler Tablo 2'de verilmiştir. Kalitatif olarak toplam fitoplankton tür sayısında grupların yaptığı katkı değerlendirildiğine dinoflagellat %57,76 ile ilk sırada yer alırken, bunu %25,35 ile diatom türleri ve %16,89 ile diğer gruplara ait türler oluşturmuşlardır.

Tablo 2. Örnekleme dönemi içerisinde istasyonlarda tespit edilen türlerin aylara göre dağılımı (N: Nisan; M: Mayıs; H: Haziran, T: Temmuz; A: Ağustos; E: Eylül; E: Ekim; K: Kasım; A: Aralık; O: Ocak; Ş: Şubat; M: Mart)

Fitoplankton Türleri	N	M	H	T	A	E	E	K	A	O	Ş	M
Bacillariophyceae												
<i>Achnanthes sp.</i>						+	+	+				
<i>Cerataulina bergonii</i> H. Peragallo	+					+		+		+		
<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder				+		+	+	+				
<i>Chaetoceros sp.</i>				+				+	+		+	
<i>Coscinodiscus granii</i> Gough		+		+	+	+						
<i>Coscinodiscus sp.</i>	+			+		+	+	+				
<i>Licmophora sp.</i>			+	+		+						
<i>Navicula sp</i>	+			+		+		+			++	+
<i>Nitzschia longissima</i> Pritchard						+						
<i>Nitzschia sp.</i>	+					+		+				
<i>Pleurasigma sp.</i>						+		+		+		
<i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundström	+	+	+	+	+	+	+	+				+
<i>Rhizosolenia calcaravis</i> Schultze	+	+	+	+	+	+	+	+			+	
<i>Striatella sp.</i>						+		+			+	+
<i>Thalassionema nitzschioides</i> Mereschkow	+	+		+	+	+	+	+		+		+
<i>Thalassionema sp.</i>	+			+		+	+	+			+	+
<i>Triceratium sp.</i>	+							+		+	++	+
Tanımlanamayan diatom		+	+	+	+	+	+	+		+	++	
Dinophyceae												
<i>Alexandrium minutum</i> Halim			+	+		+		+				+
<i>Alexandrium sp.</i>	+		+	+		+	+	+			++	+
<i>Amphidinium sp.</i>	+					+	+			+	++	
<i>Amphidinium sphonoides</i>		+	+	+			+					
<i>Ceratium furca</i> Claparède et Lachmann	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+
<i>Ceratium fusus</i> (Ehrenberg) Dujardin	+	+	+			+	+	+		+	+	+
<i>Ceratium tripos</i> (O. F. Müller) Nitzsch	+	+	+	+		+		+		+	+	+
Dinoflagellat geçici kist	+	+		+	+	+	+	+			+	+
<i>Dinophysis acuminata</i> Claparède et Lachmann		+		+	+			+			+	+
<i>Dinophysis acuta</i> Ehrenberg					+			+				+
<i>Dinophysis fortii</i> Pavillard		+									+	+
<i>Dinophysis rodundata</i> Claparède et Lachmann			+			+	+	+				
<i>Dinophysis caudata</i> Saville-Kent						+						
<i>Dinophysis sp.</i>		+		+		+	+	+				
<i>Diplopsalis lenticula</i> Bergh										+		+

Tablo. 2 (devam)

Fitoplankton Türleri	N	M	H	T	A	E	E	K	A	O	Ş	M
<i>Gonyaulax africana</i> Schiller						+						
<i>Gonyaulax spinifera</i> Diesing	+					+		+	+	+	+	+
<i>Gonyaulax sp.</i>			+			+		+	+	+		
<i>Gymnodium sp.</i>	+		+			+	+	+	+	+	+	+
<i>Gymnodium sanguenum</i> Hirasaka		+	+									
<i>Gyrodinium sp.</i>	+	+	+	+		+	+	+	+			+
<i>Heterocapsa ratundata</i> G. Hansen	+		+			+			+			
<i>Heterocapsa triquetra</i> (Ehrenberg) Stein	+		+	+	+			+			+	+
<i>Noctiluca scintillans</i> Kofoid et Swezy	+		+	+		+		+			+	+
<i>Peridinium sp.</i>	+							+				+
<i>Prorocentrum compressum</i> Abé ex Dodge	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Prorocentrum minimum</i> (Pavillard) Schiller	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Protoberidinium bipes</i> (Paulsen) Balech	+							+			+	
<i>Protoberidinium brevipes</i> (Paulsen) Balech					+							
<i>Protoberidinium conicum</i> (Gran) Balech	+							+				
<i>Protoberidinium depressum</i> (Bailey) Balech					+	+		+	+	+		
<i>Protoberidinium divergens</i> (Ehrenberg) Balech		+		+		+	+	+	+	+		
<i>Protoberidinium oblongum</i> Parke et Dodge	+				+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Protoberidinium pallidum</i> (Ostenfeld) Balech	+				+	+		+			+	+
<i>Protoberidinium rotundata</i>								+				
<i>Protoberidinium sp.</i>	+	+		+		+		+			+	+
<i>Protoberidinium steinii</i> (Jørgensen) Balech	+		+	+	+	+	+	+			+	+
<i>Scrippsiella trochoidea</i> (Stein) Loeblich III		+	+	+	+							
<i>Scrippsiella trochoidea</i> kist										+	+	+
Tanımlanamayan Dinoflagellat	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

3.3. Pigment

Fitoplankton gruplarını taksonomik açıdan karakterize etmek için Nisan 2013-Mart 2014 döneminde aylık olarak gerçekleştirilen örnekleme sonuçlarında alınan deniz suyu örnekleri HPLC ile analiz edilmiştir. Analizler doğrultusunda elde edilen marker pigment konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimleri ortaya konulmuş ve aralarındaki ilişkiler tespit edilmeye çalışılmıştır. Yapılan analiz sonuçlarında klorofil-*a* en baskın pigment olurken, bunu sırasıyla Fukoksantin, 19'-Heksanoloksifukoksantin ve Peridinin pigmentleri takip etmiştir. Diğer marker pigmentler ise daha düşük konsantrasyonlarda kalmıştır.

Peridinin, dinoflagellat grupları için belirleyici bir pigmenttir (Ediger vd., 2006, Jeffrey vd., 1997). HPLC kromatogramında ilk ayrılan pigmenttir. Dinoflagellat gruplarının toplam fitoplanktona olan katkısını belirlemek için indeks olarak kullanılmaktadır. Çalışmanın yapıldığı dönem içerisinde istasyonlardaki peridinin konsantrasyonunun aylık değişimi Şekil 18'de sunulmuştur. Peridinin konsantrasyonu İyidere istasyonunda 0,07 µg/L (Şubat 2014)-0,53 µg/L (Temmuz 2013), Derepaşarı istasyonunda 0,05 µg/L (Nisan 2013)-0,29 µg/L (Ekim 2013), Rize Limanı istasyonunda 0,04 µg/L (Mart 2014)-0,77 µg/L (Temmuz 2013) ve Gündoğdu istasyonunda ise 0,05 µg/L (Şubat 2014) – 0,29 µg/L (Temmuz 2013) aralığında değişim göstermiştir.

Peridinin konsantrasyonları istasyonlarda örnekleme dönemi süresince genel olarak Temmuz 2013 ve Ekim 2013 dönemlerinde belirgin pikler yapmıştır. Bu dönemlerin yanı sıra bazı istasyonlarda Haziran 2013 ve Kasım 2013 dönemleri de dikkat çekmektedir. Pigment konsantrasyonlarının pik yaptıkları dönemlerdeki hücre sayıları incelendiğinde özellikle Haziran 2013 ($8,5 \times 10^4$ hücre/L) ve Temmuz 2013 ($4,6 \times 10^4$ hücre/L) dönemlerinde hücre sayısının en yüksek değere ulaştığı görülmüştür. Peridinin konsantrasyonun artış gösterdiği yaz dönemlerinde dinoflagellat hücre sayısında gözlenen artış bu pigmentinin dinoflagellat gruplarının kemotaksonomik karakterizasyonu için kullanılabileceğini göstermektedir.

İstasyonlara ait peridinin konsantrasyonundaki değişimler göz önünde tutulduğunda istasyonlar arasında farklılıkların mevcut olduğu ancak istatistiki açıdan önemli olmadığı görülmüştür (One Way Anova, $p > 0,05$). Örnekleme dönemleri kendi arasında kıyaslandığında ise Haziran ve Temmuz 2013 aylarının diğer aylardan istatistiki olarak farklı olduğu belirlenmiştir (One Way Anova, $p < 0,05$).

Çalışmanın yürütüldüğü dönem içerisinde istasyonlara ait olan değişkenler arasındaki ilişkiler (korelasyon) Tablo 3-7’de sunulmuştur. Korelasyonlar incelendiğinde fitoplankton grupları ile gerek besin elementleri ve gerekse marker pigmentler arasında pozitif ve negatif ilişkiler tespit edilmiştir.

İyidere istasyonunda diatom grupları, klorofil-*a* ($r=0,59$, $p<0,05$) ile pozitif ilişkiler gösterirken, β -Karoten ($r= -0,67$, $p<0,05$), negatif ilişkiler sergilemiştir. Dinoflagellat grupları ise peridinin ($r=0,72$, $p<0,05$), klorofil-*a* ($r=0,62$, $p<0,05$), ile pozitif korelasyon göstermiştir (Tablo 3).

Tablo 3. İyidere istasyonunda değişkenler arasında tespit edilen pozitif ve negatif ilişkiler (Pearson Korelasyonu, siyah olarak belirtilen değerler ($p<0,05$) istatistiki önem derecesine göre önemli olanları göstermektedir, N:12, Sig. 2-tailed)

	Diat	Dino	NO ₂	NO ₃	PO ₄	SiO ₂	Per	Fuco	19-Hex	Diad	Zea	Chl-b	Chl-a	B-Car	SST
Diat	1,00	0,34	-0,13	-0,24	-0,56	-0,14	0,29	0,15	0,26	0,33	-0,40	0,33	0,59	-0,67	-0,25
Dino		1,00	-0,47	-0,21	-0,03	-0,23	0,72	0,33	0,41	0,69	-0,13	0,32	0,62	-0,19	0,58
NO ₂			1,00	0,48	-0,16	0,48	-0,37	-0,21	-0,18	-0,35	0,11	-0,01	-0,36	-0,14	-0,47
NO ₃				1,00	-0,13	0,38	-0,44	0,19	0,36	0,06	0,57	-0,07	0,06	0,04	-0,23
PO ₄					1,00	-0,12	-0,22	0,18	0,21	-0,05	-0,58	-0,36	0,12	-0,48	-0,03
SiO ₂						1,00	-0,09	0,27	0,27	0,16	0,34	-0,18	-0,01	0,11	-0,59
Per							1,00	0,38	0,24	0,69	0,04	0,46	0,64	0,08	0,25
Fuco								1,00	0,93	0,82	-0,07	0,00	0,69	0,20	-0,09
19-Hex									1,00	0,82	-0,06	0,05	0,73	0,01	-0,09
Diad										1,00	0,09	0,21	0,83	0,12	0,04
Zea											1,00	0,06	0,05	0,42	-0,16
Chl-b												1,00	0,47	-0,38	0,07
Chl-a													1,00	-0,11	-0,07
B-Car														1,00	-0,07
SST															1,00

Derepazarı istasyonunda diatom grupları, klorofil-*a* ($r=0,76$, $p<0,05$), diadinoksanin ($r=0,68$, $p<0,05$) ve 19’-Heksanoloksifukoksantin ($r=0,71$, $p<0,05$) ile pozitif ilişkiler sergilemiştir. Diğer taraftan nütrientlerle olan ilişkisi genelde negatif olup ancak bu ilişki istatistiki olarak önemli değildir. Dinoflagellat grupları ise klorofil-*a* ($r=0,43$, $p<0,05$) ve zeaksantin ($r=0,61$, $p<0,05$) ile pozitif korelasyon göstermiştir. Besin elementleri ile negatif bir korelasyon gösterirken istatistiki olarak sadece nitrit ile ($r= -0,62$, $p<0,05$) korelasyon göstermiştir (Tablo 4).

Tablo 4. Derepaazarı istasyonunda değişkenler arasında tespit edilen pozitif ve negatif ilişkiler(PearsonKorelasyonu, siyah olarak belirtilen değerler($p<0,05$)istatistikî önem derecesine göre önemli olanları göstermektedir, N:12, Sig. 2-tailed)

	Diat	Dino	NO ₂	NO ₃	PO ₄	SiO ₂	Per	Fuco	19-Hex	Diad	Zea	Chl-b	Chl-a	B-Car	SST
Diat	1,00	0,25	-0,36	-0,14	-0,24	-0,36	0,21	0,56	0,71	0,68	0,10	0,47	0,76	0,06	-0,22
Dino		1,00	-0,62	-0,08	-0,09	-0,25	0,29	0,18	0,10	0,31	0,61	0,47	0,43	0,49	0,46
NO₂			1,00	0,01	-0,25	0,43	-0,13	-0,38	-0,32	-0,61	-0,35	-0,41	-0,66	-0,49	-0,29
NO₃				1,00	-0,12	0,27	-0,10	-0,22	0,06	-0,08	0,37	-0,33	0,06	0,16	0,02
PO₄					1,00	-0,24	0,03	0,19	0,12	0,10	0,18	-0,02	0,02	0,42	-0,09
SiO₂						1,00	-0,63	-0,57	-0,36	-0,69	0,17	-0,28	-0,41	-0,34	-0,40
Per							1,00	0,37	0,51	0,64	0,14	0,11	0,49	0,18	0,51
Fuco								1,00	0,69	0,65	0,10	-0,02	0,42	0,19	-0,18
19-Hex									1,00	0,71	0,32	0,14	0,76	0,02	-0,25
Diad										1,00	0,18	0,23	0,84	0,37	0,20
Zea											1,00	-0,08	0,33	0,52	-0,03
Chl-b												1,00	0,54	0,07	0,32
Chl-a													1,00	0,30	0,18
B-Car														1,00	0,44
SST															1,00

Rize Limanı istasyonunda diatom grupları klorofil-*a* ($r=0,49$, $p<0,05$) ile pozitif ilişki gösterirken; nitrit ($r= -0,71$, $p<0,05$) ve SST ile ($r= -0,65$, $p<0,05$) negatif ilişkiler sergilemiştir. Dinoflagellat grupları ise peridinin ($r=0,28$, $p<0,05$) ve SST ($r=0,86$, $p<0,05$) ile pozitif korelasyon göstermiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Rize Limanı istasyonunda değişkenler arasında tespit edilen pozitif ve negatif ilişkiler (Pearson Korelasyonu, siyah olarak belirtilen değerler $p < 0,05$ istatistikî önem derecesine göre önemli olanları göstermektedir, N:12, Sig. 2-tailed)

	Diat	Dino	NO ₂	NO ₃	PO ₄	SiO ₂	Per	Fuco	19-Hex	Diad	Zea	Chl-b	Chl-a	B-Car	SST
Diat	1,00	-0,92	-0,71	-0,05	-0,15	-0,07	-0,45	0,14	0,06	0,13	-0,15	-0,15	0,49	-0,21	-0,65
Dino		1,00	-0,44	-0,17	-0,17	-0,16	0,28	0,25	-0,19	0,04	0,00	0,23	0,28	0,22	0,86
NO₂			1,00	-0,09	0,27	0,44	-0,58	-0,10	0,24	-0,42	0,11	-0,06	-0,46	-0,13	0,12
NO₃				1,00	-0,04	0,17	-0,25	-0,23	-0,40	-0,19	0,47	0,02	-0,11	0,07	0,13
PO₄					1,00	0,11	-0,26	-0,25	-0,26	-0,39	-0,55	-0,34	0,01	-0,48	0,09
SiO₂						1,00	-0,71	-0,81	-0,13	-0,80	0,09	-0,47	-0,65	-0,66	-0,51
Per							1,00	0,65	0,18	0,87	-0,12	0,65	0,78	0,36	0,16
Fuco								1,00	0,24	0,75	0,06	0,68	0,63	0,64	0,46
19-Hex									1,00	0,26	-0,06	0,07	0,08	0,06	-0,06
Diad										1,00	0,00	0,76	0,60	0,62	0,38
Zea											1,00	0,09	-0,35	0,61	-0,12
Chl-b												1,00	0,56	0,44	0,42
Chl-a													1,00	0,10	0,09
B-Car														1,00	0,30
SST															1,00

Gündoğdu istasyonunda diatom grupları klorofil-*a* ($r=0,57$, $p < 0,05$) ile pozitif ilişki gösterirken; B-Karoten ($r = -0,69$, $p < 0,05$) ve SST ile ($r = -0,65$, $p < 0,05$) negatif ilişkiler sergilemiştir. Dinoflagellat grupları ise SST ($r=0,45$, $p < 0,05$) ile pozitif korelasyon göstermiştir (Tablo 6).

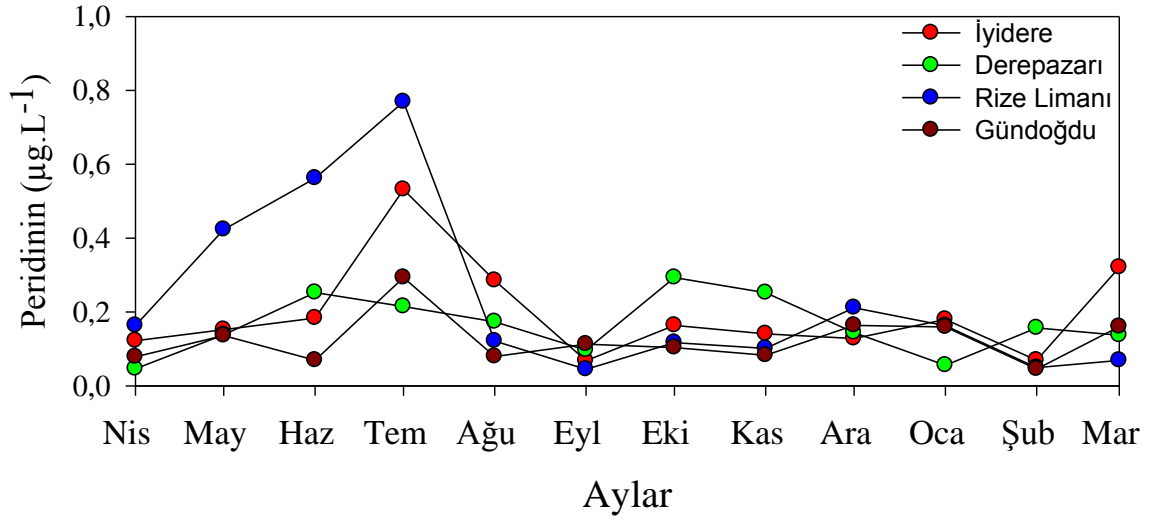
Tablo 6. Gündoğdu istasyonunda değişkenler arasında tespit edilen pozitif ve negatif ilişkiler (Pearson Korelasyonu, siyah olarak belirtilen değerler $p < 0,05$ istatistikî önem derecesine göre önemli olanları göstermektedir, N:12, Sig. 2-tailed)

	Diat	Dino	NO ₂	NO ₃	PO ₄	SiO ₂	Per	Fuco	19-Hex	Diad	Zea	Chl-b	Chl-a	B-Car	SST
Diat	1,00	-0,28	-0,52	-0,30	-0,24	-0,05	-0,09	0,40	0,25	0,22	0,00	-0,40	0,57	-0,69	-0,56
Dino		1,00	-0,21	-0,16	-0,03	-0,34	0,37	-0,04	-0,19	0,28	-0,35	0,08	0,27	-0,16	0,45
NO ₂			1,00	0,65	0,49	-0,05	0,17	0,27	0,13	0,19	0,14	0,13	0,21	0,54	0,03
NO ₃				1,00	0,74	-0,16	0,16	-0,06	-0,16	0,18	0,17	0,17	0,06	0,18	0,04
PO ₄					1,00	-0,43	0,12	-0,03	-0,10	0,22	-0,23	0,10	0,01	0,05	0,05
SiO ₂						1,00	-0,06	-0,09	0,07	-0,21	0,24	0,42	0,22	0,12	0,11
Per							1,00	0,84	0,53	0,82	-0,10	0,62	0,46	0,18	0,12
Fuco								1,00	0,75	0,72	0,12	0,47	0,54	0,37	-0,08
19-Hex									1,00	0,55	0,12	0,25	0,33	0,21	-0,23
Diad										1,00	-0,16	0,51	0,59	-0,06	0,23
Zea											1,00	0,09	0,48	0,49	-0,45
Chl-b												1,00	0,60	0,40	0,43
Chl-a													1,00	0,31	-0,08
B-Car														1,00	-0,04
SST															1,00

Çalışmanın yürütüldüğü süre içerisinde elde edilen veriler istasyon farkı gözetmeksizin kendi aralarında değerlendirildiğinde gerek marker pigment & fitoplankton ve gerekse nütrient & fitoplankton arasında önemli korelasyonlar tespit edilmiştir. Bölgenin genelinde diatom grupları klorofil-*a* ($r=0,70$, $p<0,05$), fukoksantin ($r=0,37$, $p<0,05$) ve diadinoksantin ($r=0,66$, $p<0,05$) ile pozitif ilişkiler gösterirken; Zeaksantin ($r= -0,62$, $p<0,05$) ve fosfat ($r= -0,56$, $p<0,05$) ile ($r= -0,65$, $p<0,05$) negatif ilişkiler sergilemiştir. Dinoflagellat grupları ise peridinin ($r=0,75$, $p<0,05$), diadinoksantin ($r=0,70$, $p<0,05$) ve SST ($r=0,58$, $p<0,05$) ile pozitif korelasyon göstermiştir. Diğer taraftan besin elementleri ile gözlenen negatif korelasyonlar ise istatistikî olarak ($p<0,05$) önemli bulunmamıştır (Tablo 7).

Tablo 7. İstasyon farkı gözetmeksizin değişkenler arasında tespit edilen pozitif ve negatif ilişkiler (Pearson Korelasyonu, siyah olarak belirtilen değerler $p < 0,05$ istatistikî önem derecesine göre önemli olanları göstermektedir, N:12, Sig. 2-tailed)

	Diat	Dino	NO ₂	NO ₃	PO ₄	SiO ₂	Per	Fuco	19-Hex	Diad	Zea	Chl-b	Chl-a	B-Car	SST
Diat	1,00	0,34	-0,13	-0,24	-0,56	-0,14	0,60	0,37	0,23	0,66	-0,62	0,16	0,70	-0,46	-0,25
Dino		1,00	-0,47	-0,21	-0,03	-0,23	0,75	0,03	0,01	0,70	-0,20	0,30	0,48	-0,09	0,58
NO ₂			1,00	0,48	-0,16	0,48	-0,54	-0,53	-0,32	-0,68	0,31	0,08	-0,24	-0,24	-0,47
NO ₃				1,00	-0,13	0,38	-0,45	-0,29	0,20	-0,36	0,48	-0,31	0,16	-0,47	-0,23
PO ₄					1,00	-0,12	0,12	0,46	0,28	0,28	-0,71	-0,21	0,39	-0,42	-0,03
SiO ₂						1,00	-0,42	-0,38	-0,02	-0,50	0,57	-0,58	-0,34	-0,31	-0,59
Per							1,00	0,49	0,24	0,90	-0,40	0,46	0,69	-0,07	0,33
Fuco								1,00	0,64	0,64	-0,38	0,02	0,42	0,12	0,08
19-Hex									1,00	0,40	-0,20	-0,45	0,45	-0,34	-0,25
Diad										1,00	-0,48	0,28	0,69	-0,03	0,35
Zea											1,00	-0,18	-0,41	0,19	-0,07
Chl-b												1,00	0,24	0,38	0,46
Chl-a													1,00	-0,58	0,07
B-Car														1,00	0,45
SST															1,00

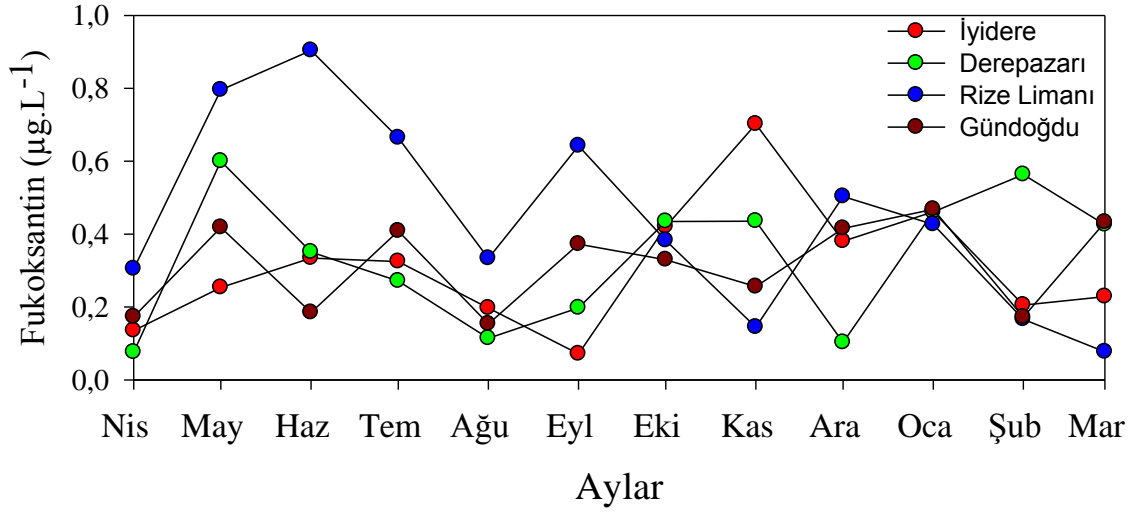


Şekil 18. Örnekleme istasyonlarına ait Peridinin konsantrasyonunun aylık değişimi

Fukoksantin; fitoplankton gruplarından özellikle diatom grupları için belirleyici özelliği olan bir pigmenttir (Wright ve Jeffrey, 1987; Jeffrey ve Vesk., 1997). HPLC kromatogramında ikinci olarak ayrılan pigmenttir. Fukoksantin konsantrasyonları İyidere istasyonunda 0,07 µg/L (Eylül 2013)-0,70 µg/L (Kasım 2013), Derepaşarı istasyonunda 0,08 µg/L (Nisan 2013)-0,60 µg/L (Mayıs 2013), Rize Limanı istasyonunda 0,08 µg/L (Mart 2014)-0,90 µg/L (Mayıs 2013) ve Gündoğdu istasyonunda 0,15 µg/L (Ağustos 2013)-0,47 µg/L (Temmuz 2013-Ocak 2014) aralığında değişim göstermiştir (Şekil 19).

Örnekleme dönemi süresince istasyonlardaki Fukoksantin konsantrasyonları genel olarak Mayıs 2013, Eylül 2013 ve Kasım 2013 örnekleme dönemlerinde belirgin pikler yapmıştır. Bu dönemlerin yanı sıra bazı istasyonlarda Temmuz 2013 ve Şubat 2014 örnekleme dönemleri de dikkat çekmektedir. Yüksek konsantrasyonların kaydedildiği dönemlere ait fitoplankton hücre sayıları incelendiğinde Mayıs 2013 ($8,4 \times 10^4$ hücre/L), Haziran 2013 ($8,5 \times 10^4$ hücre/L) ve Kasım 2013 ($3,4 \times 10^4$ hücre/L) dönemlerinde hücre sayısının en yüksek olduğu görülmüştür. Özellikle Fukoksantin konsantrasyonunun artış gösterdiği ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde diatom hücre sayısındaki artış bu pigmentin diatom gruplarının kemotaksonomik karakterizasyonu için kullanılabileceğini göstermektedir.

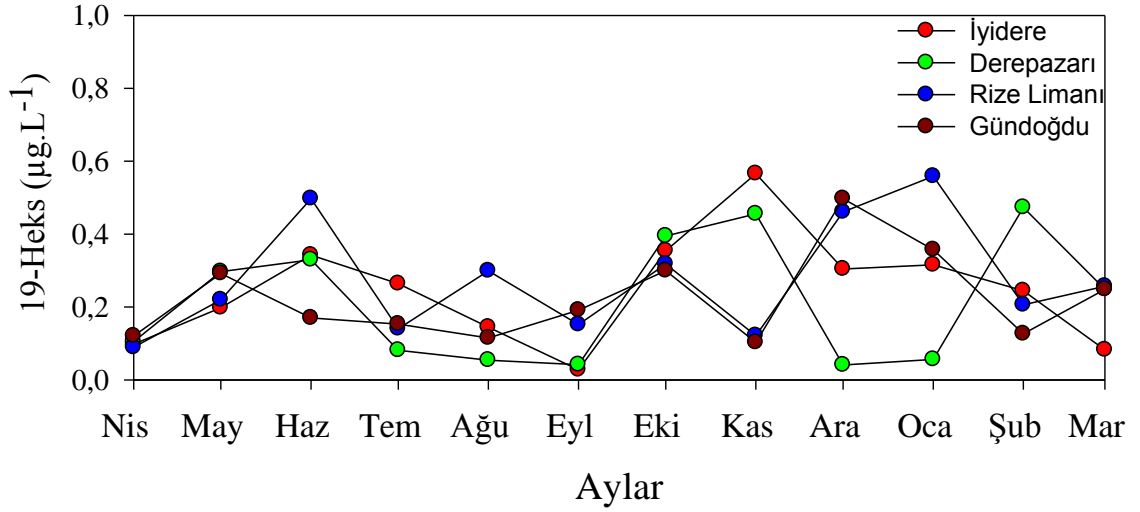
Örnekleme dönemlerine ait Fukoksantin konsantrasyonundaki değişimler göz önüne alındığında örnekleme dönemleri ve istasyonlar arasında istatistiki olarak farklılık bulunmamıştır (One Way Anova, $p < 0,05$).



Şekil 19. Örnekleme istasyonlarına ait Fukoksantin konsantrasyonunun aylık değişimi

19'-Heksanoloksifukoksantin (19'-Heks) araştırma sahasında yüksek oranda tespit edilen diğer bir marker pigmenttir. Bu pigment kokkolitoforlar için belirleyici özellik taşımaktadır (Wright ve Jeffrey, 1987; Jeffrey vd., 1997). HPLC kromatogramında üçüncü sırada ayrılan pigmenttir. İyidere istasyonunda 0,03 µg/L (Eylül 2013)-0,57 µg/L (Kasım 2013), Derepazarı istasyonunda 0,04 µg/L (Eylül 2013)-0,47 µg/L (Şubat 2014), Rize Limanı istasyonunda 0,09 µg/L (Nisan 2013)-0,56 µg/L (Ocak 2014) ve Gündoğdu istasyonunda 0,10 µg/L (Kasım 2013)-0,50 µg/L (Aralık 2013) aralığında değişim göstermiştir (Şekil 20).

Çalışma süresince istasyonlardaki 19-Heks konsantrasyonları genel olarak yaz dönemi (Haziran 2013) ve sonbahar-kış dönemlerinde (Kasım 2013, Ocak ve Şubat 2014) en yüksek oranda okunmuştur. 19'-Heks pigmentinin yüksek olduğu dönemlerde özellikle kokkolitofor ve diğer fitoplanktonik gruplar yüksek oranda (Aralık 2013; $8,8 \times 10^4$ hücre/L) hücre sayısı ile temsil edilmiştir. Fakat bu veriler burada sunulmamıştır. Pigment konsantrasyonu ile hücre sayısı arasındaki pozitif ilişkiler bu pigmentin diğer gruplar için ve özellikle kokkolitoforlar için kemotaksonomik karakterizasyon için kullanılabilirliğini göstermektedir.

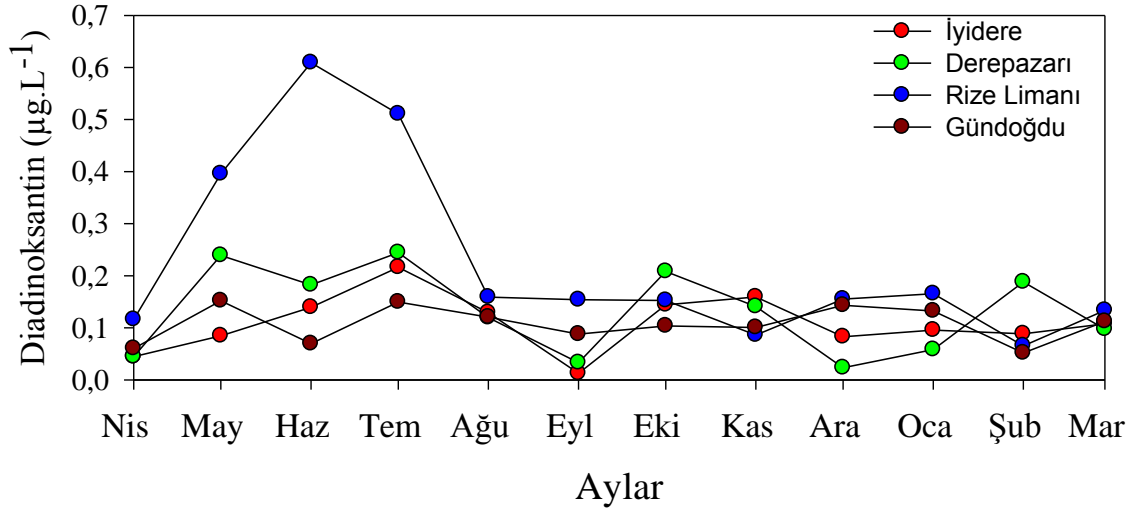


Şekil 20. Örnekleme istasyonlarına ait 19'-Heks., konsantrasyonunun aylık değişimi

Diadinoksantin pigmenti fukoksantinden sonra diatomlar için belirleyici özelliği olan major pigmentlerden biridir (Jeffrey vd., 1997). İyidere istasyonunda 0,01 µg/L (Eylül 2013)-0,22 µg/L (Temmuz 2013), Der pazarı istasyonunda 0,02 µg/L (Aralık 2013)-0,24 µg/L (Temmuz 2013), Rize Limanı istasyonunda 0,07 µg/L (Şubat 2014)-0,61 µg/L (Haziran 2013) ve Gündoğdu istasyonunda 0,05 µg/L (Şubat 2014)-0,15µg/L (Mayıs 2013) aralığında değişim göstermiştir (Şekil 21).

Diadinoksantin konsantrasyonları örnekleme dönemi süresince sadece yaz döneminde (Haziran-Temmuz 2013) bariz bir şekilde pikler yapmıştır. Diğer dönemlerde ise konsantrasyonu genellikle aynı seviyede seyretmiştir özellikle erken yaz döneminde diatom hücre sayısı ile uyumlu bir eğilim göstermiştir. Çok bariz olmamakla beraber diatom hücre sayısı ile olan pozitif ilişki bu pigmentin de diatom gruplarının kemotaksonomik karakterizasyonu için kullanılabileceğini göstermektedir.

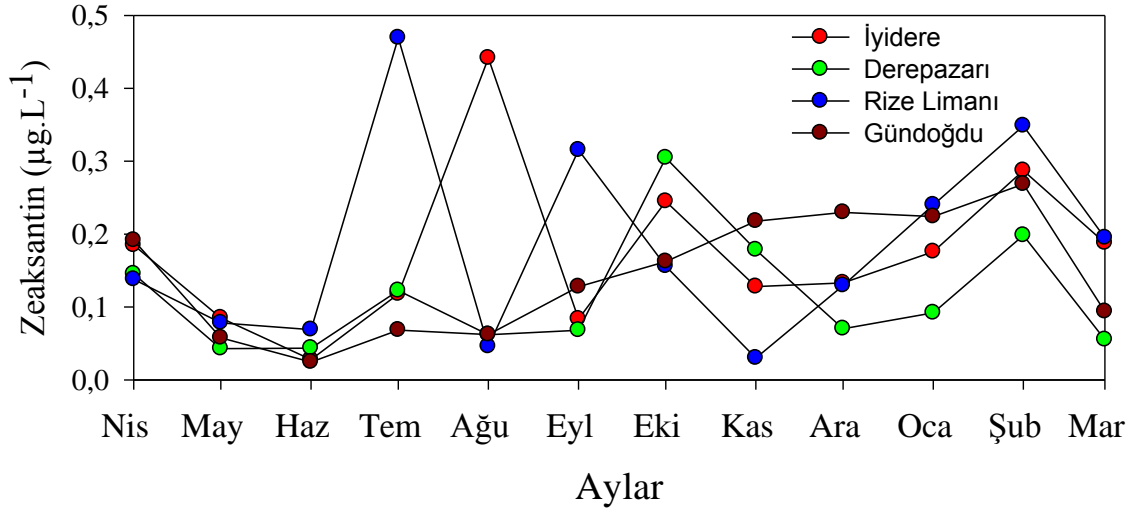
Örnekleme istasyonlarına ait diadinoksantin konsantrasyonundaki değişimler göz önünde tutulduğunda istasyonlar arasında farklılıkların mevcut olduğu ancak istatistiki olarak önemli olmadığı görülmüştür (One Way Anova, $p>0,05$). Örnekleme dönemleri kendi arasında kıyaslandığında ise Haziran ve Temmuz 2013 aylarının diğer aylardan istatistiki olarak farklı olduğu belirlenmiştir (One Way Anova, $p<0,05$).



Şekil 21. Örnekleme istasyonlarına ait Diadinoksanin konsantrasyonunun aylık değişimi

Zeaksantin pigmenti Cyanophyta (siyanobakteri) için marker pigment olma özelliğinin yanı sıra Rhodophyta, Prochlorophyta için majör pigment özelliği de taşımaktadır (Jeffrey vd., 1997). İyidere istasyonunda 0,03 µg/L (Haziran 2013)-0,44 µg/L (Ağustos 2013), Der pazarı istasyonunda 0,04 µg/L (Mayıs 2013)-0,30 µg/L (Ekim 2013), Rize Limanı istasyonunda 0,03 µg/L (Kasım 2013)-0,47 µg/L (Temmuz 2013) ve Gündoğdu istasyonunda 0,02 µg/L (Haziran 2013) – 0,27µg/L (Şubat 2014) aralığında değişim göstermiştir (Şekil 22).

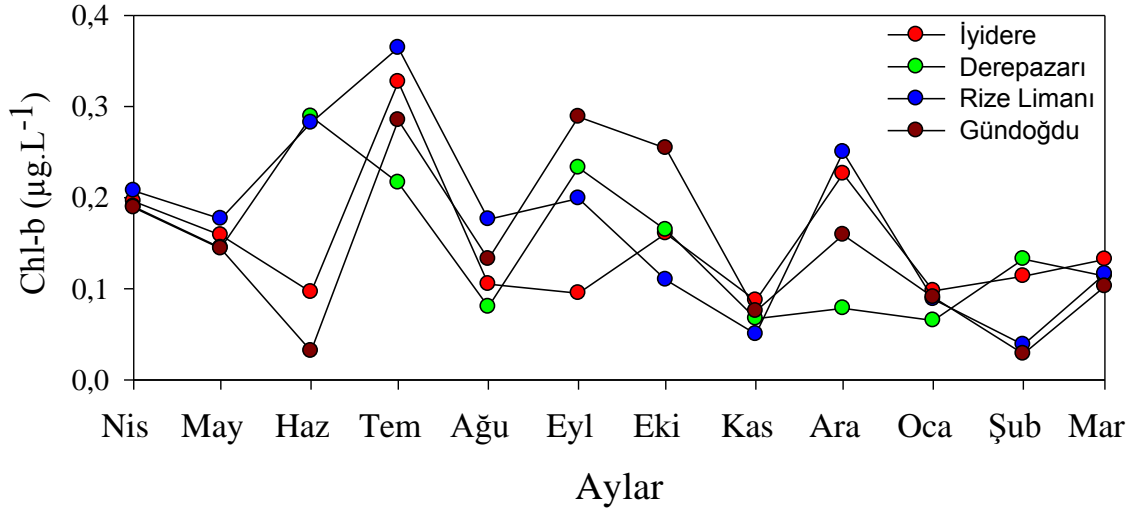
Örnekleme dönemi içerisinde sadece yaz (Temmuz-Ağustos 2013) ve sonbahar (Ekim 2013) döneminde belirgin pikler yapmıştır. Özellikle termokline bağlı olarak tabakalaşmanın arttığı ve nispeten besin elementlerinin tükendiği dönemlerde yüksek konsantrasyonlarda okunan bu pigment diğer gruplara ait hücre sayısı ile pozitif ilişkiler sergilemiştir.



Şekil 22. Örnekleme istasyonlarına ait Zeaxantin konsantrasyonunun aylık değişimi

Fotosentetik bir pigment olan Klorofil-*b* *Chlorophyta*, *Prasinophyta* ve *Prochlorophyta* (DvChl-*b*) için marker pigment özelliği taşımaktadır (Aiken vd., 2009). Çalışma süresince konsantrasyonu genellikle 0,5 µg/L'nin altında kalmış, dönemsel pikler sergilemiştir. İyidere istasyonunda 0,09 µg/L (Kasım 2013)-0,33 µg/L (Temmuz 2013), Derepaşarı istasyonunda 0,07 µg/L (Kasım 2013)-0,29 µg/L (Haziran 2013), Rize Limanı istasyonunda 0,04 µg/L (Şubat 2014)-0,36 µg/L (Temmuz 2013) ve Gündoğdu istasyonunda 0,03 µg/L (Haziran 2013)-0,29 µg/L (Temmuz 2013) aralığında değişim göstermiştir (Şekil 23).

Konsantrasyonun en yüksek olduğu dönemler genellikle termoklinin kuvvetli olduğu ve besin elementlerinin tükendiği yaz dönemleridir (Temmuz 2013). Bunun yanı sıra sonbahar (Eylül 2013) ve nispeten kış döneminde (Aralık 2013) de yüksek konsantrasyonlar kaydedilmiştir. Ayrıca fitoplankton hücre sayısı ile (diatom ve dinofalgellat dışındaki gruplar) olan pozitif korelasyonları marker pigment olarak kullanılabilirliğini göstermiştir. Yapılan istatistik analizler sonucunda istasyonlar arasında bir fark bulunmazken (One Way Anova, $p > 0,05$), örnekleme dönemleri istatistik olarak farklılık göstermiştir (One Way Anova, $p < 0,05$).

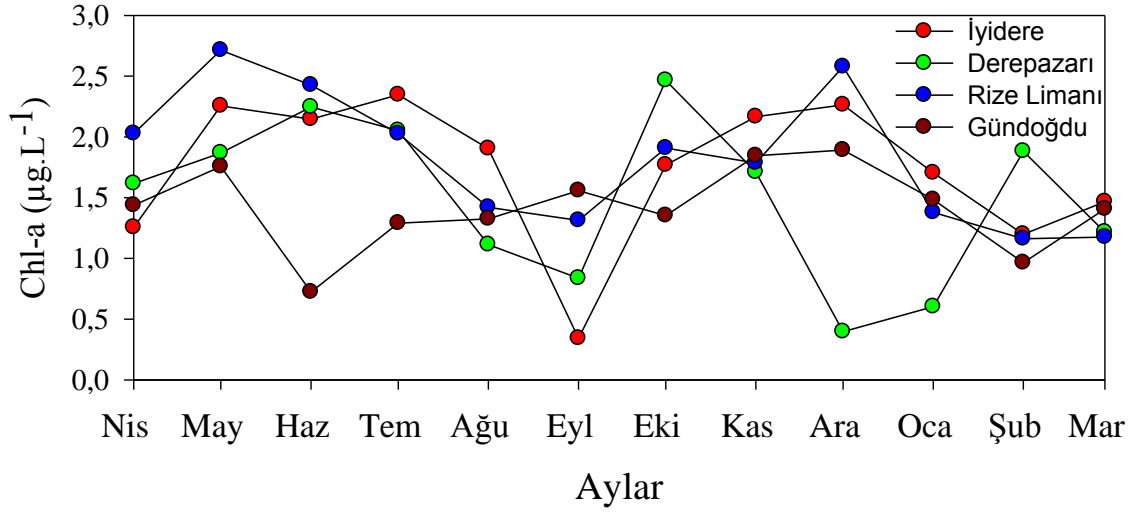


Şekil 23. Örnekleme istasyonlarına ait Klorofil-*b* konsantrasyonunun aylık değişimi

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 özelliğindedir. Örnekleme süresince İyidere istasyonunda 0,34 µg/L (Eylül 2013)-2,35 µg/L (Temmuz 2013, Derepaşarı istasyonunda 0,40 µg/L (Aralık 2013)-2,46 µg/L (Ekim 2013), Rize Limanı istasyonunda 1,16 µg/L (Şubat 2014)-2,71 µg/L (Mayıs 2013) ve Gündoğdu istasyonunda 0,72 µg/L (Haziran 2013)-1,89 µg/L (Aralık 2013) aralığında değişim göstermiştir (Şekil 24).

Örnekleme süresince Klorofil-*a* genellikle ilkbahar-yaz dönemlerinde (Mayıs-Temmuz 2013) ve sonbahar (Ekim 2013) dönemlerinde belirgin pikler yapmıştır. Özellikle nehirlerle beraber ortama yeni nütrientin girdiği ilkbahar döneminde ve termoklin tabakasını kaybolup dikey karışımların olduğu sonbahar döneminin sonlarında üst tabakalara karışımlarla giren nütrient girişi fitoplankton bloomlarını artırmıştır. Bu durum Klorofil-*a* konsantrasyonlarında da kendini bariz bir şekilde göstermiştir.

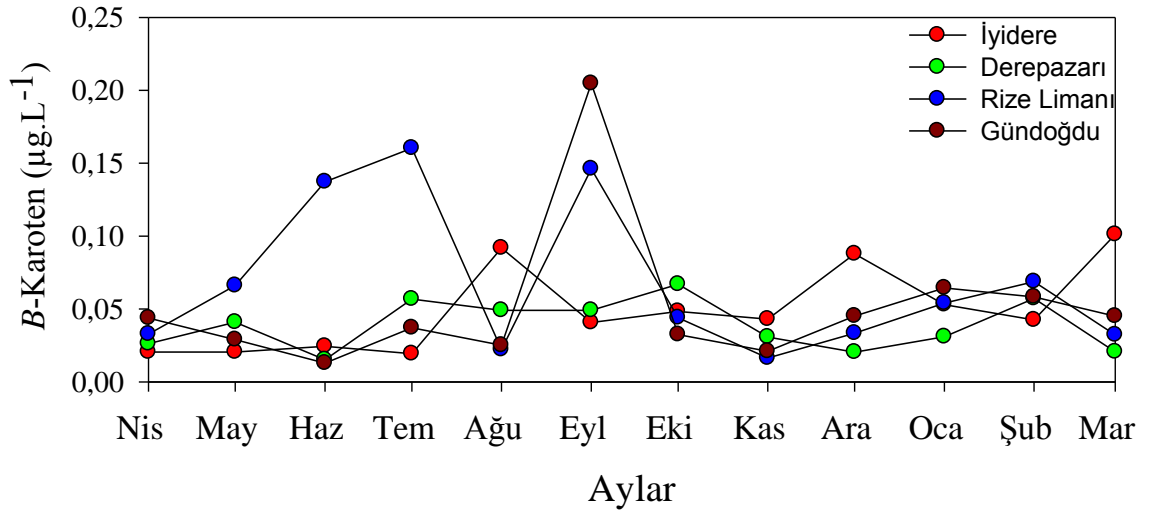
Klorofil-*a* pigmenti için yapılan istatistikî analiz sonuçlarına göre, istasyonlar arasında istatistikî olarak bir fark bulunmazken (One-Way Anova, $p > 0,05$), örnekleme dönemleri arasında ise Haziran 2013 ve Aralık 2013 tarihleri arasında istatistikî fark bulunmuştur (One-Way Anova, $p < 0,05$).



Şekil 24. Örnekleme istasyonlarına ait Klorofil-*a* konsantrasyonunun aylık değişimi

β -Karoten; *Cyanophyta*, *Prochloropyta*, *Chlorophyceaa*, *Prasinophyceae* ve *Raphidophyceae* için minör pigment (% 1-10) özelliği taşıırken; *Bacillariophyta* ve *Dinophyta* için iz oranlarda temsil edilen bir pigmenttir. Örnekleme istasyonlarında en düşük konsantrasyonda tespit edilen bir pigmenttir. Örnekleme süresince İyidere istasyonunda 0,02 µg/L (Nisan-Temmuz 2013)-0,10 µg/L (Mart 2014), Derepaşarı istasyonunda 0,02 µg/L (Haziran 2013-Mart 2014)-0,07 µg/L (Ekim 2013), Rize Limanı istasyonunda 0,02 µg/L (Kasım 2013)-0,16 µg/L (Temmuz 2013) ve Gündoğdu istasyonunda 0,01 µg/L (Haziran 2013)-0,20 µg/L (Eylül 2013) aralığında değişim göstermiştir (Şekil 25).

Özellikle İyidere (Temmuz ve Eylül 2013) ve Gündoğdu (Eylül 2013) istasyonunda bariz bir şekilde farklılık gösteren bu pigment diğer dönemlerde çok fazla bir değişim sergilemesine rağmen gerek istasyonlar arasında ve gerekse örnekleme dönemleri arasında istatistiki olarak farklılık tespit edilememiştir (One-Way Anova, $p>0,05$).



Şekil 25. Örnekleme istasyonlardaki β -Karoten konsantrasyonunun aylık değişimi

4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Güney Doğu Karadeniz kıyıları (Rize) Diatom/Dinoflagellat oranları ve pigment kompozisyonunun zamana bağlı değişimlerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen bu çalışma Nisan 2013-Mart 2014 tarihleri arasında aylık dönemler halinde yürütülmüştür. Araştırma süresince dört farklı istasyonda (İyidere, Derepaarı, Rize Limanı ve Gündoğdu istasyonu) yüzey suyundan (0,5 m) örneklemeler yapılmıştır. Elde edilen bulgular bölgede yapılmış olan diğer çalışmalar ile detaylı bir şekilde tartışılmaya çalışılmıştır.

4. 1. Besin Elementleri

Karadeniz'in yüzey sularına karasal ve atmosferik girdilerin yanı sıra kendi ara tabaka sularından dikey karışım ve difüzyon yoluyla inorganik besin elementleri ($\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$, $\text{SiO}_2\text{-Si}$) girişi olmaktadır. Bu inorganik besin elementleri fotosentez yoluyla hemen kullanılarak organik bileşiklere dönüştürüldüğünden Karadeniz yüzey tabakasında inorganik besin tuzları birikimi olmamaktadır (Kıdeyş vd., 2000).

Denizel ortamdaki azot kaynaklarından biri nitrit olup çalışmanın yürütüldüğü dönem süresince nitrit konsantrasyonları $0,01 \mu\text{M}$ (Derepaarı, Şubat 2014) ile $1,08 \mu\text{M}$ (Rize Limanı, Eylül 2013) arasında değişim göstermiştir. İstasyonlar kıyaslandığında ise Rize Limanı daha yüksek nitrit konsantrasyonu (ortalama $0,42 \mu\text{M}$) ile öne çıktığı görülmüştür. Bölgede yapılan çalışmalarda ise nitrit konsantrasyonunun alansal olarak değişim gösterdiği, konsantrasyonların bazı bölgelerde $0,1 \mu\text{M}$ değerini aşmadığı ve bazı bölgelerde ise $0,5\text{-}1,0 \mu\text{M}$ arasında değiştiği bildirilmektedir (Konuk ve Duman, 1988). Ağırbaş (2010) tarafından Güney Doğu Karadeniz'de yapılan çalışmada ise nitrit konsantrasyonlarının kıyı sularda (2 deniz mili) $0,01 \mu\text{M}$ ile $0,23 \mu\text{M}$ arasında değiştiğini rapor etmiştir (Kopuz,2012).

Denizlerdeki önemli azot kaynaklarında bir diğeri de nitrat olup konsantrasyonu genellikle $0,1$ ile $43 \mu\text{M}$ arasında değişmekle birlikte yüzey sularında ise bu değer $0,05\text{-}8,5 \mu\text{M}$ 'e kadar düşmektedir (Tait, 2001). Bunun yanında Karadeniz'in kıyı sularında, 1970'li yıllarda yüzeyde ortalama nitrat konsantrasyonu $1,6 \mu\text{M}$ iken 1980'lerde bu konsantrasyonun $13,5 \mu\text{M}$ 'e yükseldiği rapor edilmiştir (Bologa, 1986). Başka bir araştırmacı ise Karadeniz'deki nitrat miktarının öfotik bölgede oldukça düşük olduğunu ve $2,5 \mu\text{M}$ değerini aşmadığını bildirmiştir (Riley, 1975). Kuzey Batı kıta sahanlığında ise durum biraz daha farklı olup; Romanya kıyıları için 1959-65 dönemi için yüzey suyu

nitrat konsantrasyonunun 1,60 μM , 1983-90 periyodu için 6,90 μM , 1991-2000 periyodu için 5,90 μM ve 2001-2005 periyodu içinse 7,98 μM olduğu rapor edilmiştir (Oğuz vd., 2008). Karadeniz'in Anadolu sahillerinde ise kıyı sularda 0,5-0,8 μM seviyesinde olup, nehir deşarjının olduğu bölgelerde ise 6-8 μM seviyelerine kadar ulaşmaktadır (Yılmaz vd., 1998). Konuk ve Duman (1988) Giresun-Hopa sahillerinde nitrat konsantrasyonunun 1,0-2,0 μM arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Güneydoğu Karadeniz'de yürütülen başka bir çalışmada ise nitrat konsantrasyonları kıyı sularda 0,37-4,48 μM aralığında değiştiği rapor edilmiştir (Ağırbaş, 2010). Güneydoğu Karadeniz Rize sahillerinde yürütülen bu çalışmada ise nitrat konsantrasyonları 0,49 μM (Gündoğdu, Mayıs 2013) ile 9,81 μM (Rize Limanı, Ekim 2013) arasında değişim göstermiştir. İstasyonlar arasındaki farklılıklar değerlendirildiğinde ise Rize Limanı (5,21 μM) ve İyidere (5,32 μM) örnekleme istasyonu öne çıkmaktadır.

Örnekleme istasyonları toplam nitrit-nitrat konsantrasyonu açısından değerlendirildiğinde; konsantrasyon 0,52-9,88 μM arasında değişim göstermiştir. Bölgede yürütülen diğer çalışmalar incelediğinde; Karadeniz'in Anadolu kıyılarında mevsimsel ölçekte yürütülen başka bir çalışmada toplam nitrit-nitrat konsantrasyonu 0,02-4,14 μM arasında değiştiği tespit edilmiştir (Çoban-Yıldız vd., 2000). Karadeniz'in Anadolu sahillerinde toplam nitrit-nitrat konsantrasyonu 0,11-0,59 μM arasında olduğu rapor edilmiştir (Eker-Develi, vd., 2003). Güneydoğu Karadeniz Trabzon sahillerinde yürütülen bir çalışmada toplam nitrit-nitrat konsantrasyonlarının kıyısal bölge yüzey suyunda 0,37-4,71 μM aralığında değişim gösterdiği rapor edilmiştir (Ağırbaş, 2010). Yine aynı bölgede yapılan başka bir çalışmada ise toplam nitrit-nitrat konsantrasyonu 0,12-16,99 μM seviyesinde olduğu bildirilmiştir (Kopuz, 2012). Bu çalışmanın sonuçları önceki çalışmalarla kıyaslandığında değerlerin yüksek olduğu ancak Kopuz'un (2012) çalışması ile uyumlu olduğu görülmüştür. Elde edilen değerler bölgede yapılan önceki çalışmaların sonuçları ile kıyaslandığında nispeten yüksek olduğu ancak Karadeniz'in Anadolu sahillerinin özellikle nehir deşarjının yüksek olduğu bölgelerin karakteristiğini de yansıttığı tespit edilmiştir. Ayrıca tespit edilen farklılıkların bölgesel ve dönemsel olarak farklılıklardan kaynaklanabileceği gibi, analizlerde kullanılan ölçüm metotlarından da kaynaklanabileceği göz ardı edilmemelidir.

Besleyici elementlerden olan fosfatın, Karadeniz'de karasal kaynaklardan desteklendiği ve yoğunluğunun özellikle nehir girdilerinden ve bunun yanı sıra

fitoplankton aktivitelerinden etkilendiği birçok araştırıcı tarafından ifade edilmiştir (Brewer ve Murray, 1973; Bologna, 1986; Zaitsev, 1991). Karadeniz'deki fosfat konsantrasyonları zamana bağlı değişim göstermesine rağmen yüzey sularında ortalama 0,42 μM civarında olduğu rapor edilmiştir (Sorokin, 1986). Diğer taraftan Karadeniz'in Kuzey Batı kıta sahanlığında ise değerlerin daha yüksek olduğu ve fosfat konsantrasyonunu 6,39 μM 'e kadar yükseldiği bildirmiştir (Bologna 1986). Romanya kıyılarında yrtlen diğer bir çalışmada ise ortalama fosfat değerinin 9,42 μM olduğu rapor edilmiştir (Bodeanu, 1989). Karadeniz'in Anadolu sahilllerinde ise fosfat konsantrasyonları nispeten daha düşüktür. Güney Doğu Karadeniz'de gerçekleştirilen bir çalışmada kıyısız sularda ortalama fosfat konsantrasyonunun 0,002-0,052 μM arasında değiştiği belirlenmiştir (Ağırbaş, 2010). Yine aynı bölgede Kopuz (2012) tarafından yrtlen başka bir çalışmada ise fosfat konsantrasyonu 0,01-0,06 μM arasında değişim göstermiştir. Bu çalışmada ise fosfat konsantrasyonu 0,03 μM (Derepaazarı, Nisan 2013) ile 0,90 μM (Rize Limanı, Kasım 2013) arasında değişim göstermiştir. Ortalama fosfat konsantrasyonları açısından bir değerlendirme yapıldığında ise Gündoğdu (0,31 μM) ve İyidere (0,30 μM) istasyonlarının daha yüksek fosfat konsantrasyonlarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen değerler Karadeniz'in farklı bölgelerinde gerçekleştirilen çalışmalarla kıyaslandığında Kuzey Batı kıta sahanlığından çok düşük olduğu, bölgede yapılan diğer çalışmalarla ve ortalama değerler bakımından Sorokin (1986)'nın rapor ettiği Karadeniz'in genel yüzey suyu profili ile uyumlu olduğu grlmştir.

Diğer bir besleyici element olan Silikat canlıların yapısına girmekle beraber, silisli sünger ve kabuklu birçok denizel formun iskelet yapısında, denizlerde özellikle birincil üretime önemli katkısı bulunan diatomların kabuk yapısına girmesi nedeniyle sınırlayıcı element olduğu bilinmektedir. Genel olarak deniz suyunun silikat konsantrasyonu kış döneminde yüzey sularında 7-15 μM arasında değişirken yaz döneminde ise bu değerin 0,35 μM 'e kadar düştüğü rapor edilmiştir (Tait, 1988). Diatom bloomlarının yoğun bir şekilde yaşandığı dönemlerde silikat konsantrasyonu önemli ölçüde azalırken nehir girdileri ve yağışlarla beraber konsantrasyonu tekrar yükselmektedir (Ivanov, 1985; Bologna, 1986). Kuzey Batı kıta sahanlığında yapılan bir çalışmada Romanya kıyıları için ortalama yüzey suyu silikat konsantrasyonu 1959-65 dönemi için 40,5 μM , 1983-90 periyodu için 11,0 μM , 1991-2000 periyodu için 12,6 μM ve 2001-2005 periyodu içinse 13,7 μM olarak rapor edilmiş ve yıllara göre düşüş gösterdiği vurgulanmıştır (Oğuz vd.,

2008). Güney Doğu Karadeniz’de yapılan bir araştırmada ise silikat konsantrasyonlarının yüzeyde 0,50 μM olduğu ve 100 m derinlikte bu değerin 4,39 μM değerine ulaştığı saptanmıştır (Anonim, 1990). Güney Doğu Karadeniz’de yürütülen başka bir çalışmada ise silikat konsantrasyonu 1,20-14,08 μM arasında değiştiği rapor edilmiştir (Ağırbaş, 2010). Yine aynı bölgede gerçekleştirilen başka bir çalışmada ise silikat konsantrasyonu 0,37-16,63 μM arasında değişim göstermiştir (Kopuz, 2012). Bu çalışmada ise silikat konsantrasyonları 1,92 μM (Derepazarı, Nisan 2013) ile 16,25 μM (Derepazarı, Haziran 2013) arasında değişim göstermiştir. Ortalama silikat konsantrasyonları açısından bir değerlendirme yapıldığında ise Rize Limanı (7,96 μM) ve İyidere (7,07 μM) istasyonlarının daha yüksek silikat konsantrasyonlarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmadan elde edilen silikat değerleri Karadeniz’in farklı bölgelerinde gerçekleştirilen çalışmalarla kıyaslandığında Kuzeybatı kıta sahanlığının 80 sonrası konsantrasyonlarıyla, bölgede yapılan diğer çalışmalarla ve Karadeniz’in genel yüzey suyu karakteristiği ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

4. 2. Fitoplankton

Seksenli yıllara kadar Karadeniz’deki fitoplanktonun mevsimsel dinamiği diatomların sorumlu olduğu ilkbahar bloomu ve kokkolitofor *Emiliana huxleyii* ve dinoflagellatların sorumlu olduğu sonbahar bloomundan (Sorokin, 1983; Honjo vd., 1987; Vedernikov vd., 1993; Ediger, 2006) oluşan bir yapıya sahipken, 80 sonrası ekosistemde meydana gelen dramatik değişimler sonucu klasik kurallara uymayan beklenmedik yaz patlamaları da rapor edilmiştir (Hay vd., 1990; Sur vd., 1996; Yılmaz vd., 1998; Yayla vd., 2001). Ekosistemde meydana gelen değişimler fitoplankton biyomas ve tür kompozisyonunda değişimlere neden olmuştur. Şu ana kadar Karadeniz havzasından 750 tür (tatlı su ve haliçler ekosistemleri dahil) rapor edilmiştir. Genel olarak diatomlar fitoplankton biyomasına katkı yapan temel grup (%46) olarak değerlendirilirken, bunu %27’lik oranla dinoflagellatlar takip etmektedir (Zaitsev vd., 1997). Güneydoğu Karadeniz Rize sahillerinde yürütülen bu çalışmada sadece diatom ve dinoflagellat oranları ve toplam fitoplankton biyomasına olan katkısı sunulmuştur.

Çalışmanın yürütüldüğü dönem içerisinde diatomlar yağış ve artan nehir deşarjına bağlı olarak yeni besin elementi girdisinin olduğu Mayıs (İyidere istasyonu; $8,5 \times 10^4$ hücre/L) ve Ekim-Kasım (Derepazarı istasyonu; $4,7 \times 10^4$ hücre/L) döneminde bariz bir şekilde en yüksek hücre sayısı ile temsil edilmişlerdir. Benzer şekilde bu

dönemlere ait ortalama klorofil-*a* değerleriyle de uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir. Buna paralel olarak fitoplankton hücre sayısının maksimuma ulaştığı dönemlerde istasyonlara ait nütrient konsantrasyonlarının en düşük seviyelerde olduğu görülmüştür. Dinoflagellatlar ise ağırlıklı olarak ısınmaya bağlı olarak termoklin tabakasının daha belirginleştiği ve tabakalaşmaya bağlı olarak besin elementi girdisinin sınırlı olduğu Temmuz ve Ağustos (İyidere istasyonu; $4,6 \times 10^4$ hücre/L) dönemlerinde en yüksek hücre sayısı ile temsil edilmişlerdir. En yüksek hücre sayısının gözlemlendiği dönemlerde öne çıkan diatom türleri *Coscinodiscus granii*, *Rhizosolenia calcaravis*, *Proboscia alata*, *Thalassionema nitzschioides* ve *Licmophora sp.* iken dinoflagellatlara ait en baskın türler ise *Ceratium furca*, *Ceratium fusus*, *Gymnodinium sanguineum*, *Prorocentrum compressum*, *Prorocentrum micans*, *Prorocentrum minimum*, *Protoperidinium steinii*, *Protoperidinium oblongum* türleri olmuştur.

Fitoplankton biyomas ve bolluğu üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde özellikle Karadeniz'in Kuzey Batı kıta sahanlığında fitoplankton bolluğunun oldukça yüksek olduğu dikkat çekmektedir (Tablo 8). Karadeniz'in Anadolu sahillerinde yürütülen çalışmalar değerlendirildiğinde ise fitoplankton bolluğunun Kuzeybatı kıta sahanlığına göre nispeten daha düşük olduğu görülmektedir. Güneydoğu Karadeniz Rize sahillerinde aylık dönemlerde yürütülen bu çalışmada fitoplankton bolluğu $2,6 \times 10^4$ hücre/L olarak tespit edilmiştir. Ancak unutulmamalıdır ki bu değer sadece diatom ve dinoflagellatlara ait olup toplam hücre sayısı dikkate alındığında ise bu değer $9,8 \times 10^4$ hücre/L'ye çıkmakta ve ağırlıklı olarak diatom baskınlığı dikkat çekmektedir. Her iki durumda da tespit edilen değerlerin önceki çalışmalarla benzerlik gösterdiği ancak Kuzeybatı kıta sahanlığında yapılan çalışmalara oranla düşük olduğu görülmektedir.

Tablo 8. Karadeniz’de yapılan çalışmaların fitoplankton bolluğu açısından kıyaslanması (Ağırbaş, 2010).

Bölge	Dönem	Bolluk (Hücre/L)	Kaynak	
Varna	1983-1990		Moncheva, 1991	
	Sonbahar	$1,8 \times 10^6$		
	İlkbahar	$4,3 \times 10^6$		
	Yaz	$5,1 \times 10^6$		
	Kış	$23,3 \times 10^6$		
Romanya	1962-1965	$8,8 \times 10^5$	Eker, 1999	
	1977	$7,6 \times 10^6$		
	1980	$5,9 \times 10^6$		
	1984	$12,3 \times 10^6$		
	1983-1988	$6,5 \times 10^6$		
Güney Batı Kar.	Nisan 1989	$3,2 \times 10^3$	Uysal, 1993	
Güney Doğu Kar.	Nisan 1989	$1,4 \times 10^2$	Uysal, 1993	
Güney Batı Kar.	Şubat 1990 ($>55\mu$)	$1,3 \times 10^4$	Uysal, 1993	
Güney Doğu Kar.	Şubat 1990 ($>55\mu$)	$2,2 \times 10^4$	Uysal, 1993	
Güney Batı Kar.	Temmuz 1992 ($>55\mu$)	$7,1 \times 10^3$	Bayraktar, 1994	
Güney Doğu Kar.	Temmuz 1992 ($>55\mu$)	$4,7 \times 10^5$	Bayraktar, 1994	
Güney Doğu Kar.	Haziran 93- Ağustos 94		Feyzioğlu, 1996	
		Kış		$<1 \times 10^5$
		İlkbahar		$>1 \times 10^5$
Güney Batı Kar.	Temmuz 1996	$1,1 \times 10^5$	Uysal vd., 1997	
Güney Doğu Kar.	Temmuz 1996	$3,4 \times 10^5$	Uysal vd., 1997	
Güney Batı Kar.	Mart-Nisan 1995	$1,4 \times 10^5$	Eker, 1999	
Güney Doğu Kar.	Mart-Nisan 1995	$9,8 \times 10^4$	Eker, 1999	
Güney Batı Kar.	Ekim 1995	$2,5 \times 10^5$	Eker, 1999	
Güney Doğu Kar.	Mart-Nisan 1995	$8,6 \times 10^4$	Eker, 1999	
Orta Karadeniz	Ocak-Aralık 2002	$3,8 \times 10^5$	Bat vd., 2007	
Orta Karadeniz	Ocak-Aralık 2003	$5,7 \times 10^6$	Bat vd., 2007	
Güney Doğu Kar.	Şubat-Aralık 2009	$3,4 \times 10^4$	Ağırbaş, 2010	
Güney Doğu Kar.	Nisan 2013-Mart 2014	$2,6 \times 10^4$	Bu çalışma	

Çalışmanın yürütüldüğü dönem içerisinde toplamda 71 tür teşhis edilmiş olup, bunların büyük bir kısmını dinoflagellat (41 tür) ve diatom türleri (18 tür) oluşturmuştur. Kalitatif olarak bir değerlendirme yapıldığında ise toplam fitoplankton tür sayısının % 57,8'sini dinoflagellat türleri oluştururken; bunu % 25,3 ile diatom türleri takip etmiştir. Bölgede daha önceden yapılan çalışmalar incelendiğinde ağırlıklı olarak diatom türlerinin baskın olduğu ve 90'lı yıllardan sonra dinoflagellatların baskın hale geçtiği ve diatom-dinoflagellat oranlarının değiştiği görülmektedir (Tablo 9). Bu çalışmadan elde edilen bulgular özellikle Bayraktar (1994), Eker vd. (1999), Ediger vd. (2006) ve Ağırbaş (2010)'nun çalışmaları ile örtüşmektedir. Ortaya çıkan farklılıkların ise bölgesel farklılıktan ileri gelebildiği gibi, çalışılan bölgenin kıyıya daha yakın olması, çalışmanın yürütüldüğü dönem, ortamın besin elementi kompozisyonu ve hidrolojik koşulların farklılık göstermesinden kaynaklandığı düşünülebilir.

Tablo 9. Karadeniz’de yapılan fitoplanktonik çalışmaların tür sayısı bakımından karşılaştırılması (Ağırbaş, 2010).

Bölge	Tür Sayısı	Diatom (%)	Dinoflagellat (%)	Kaynak
Kuzey Batı Karadeniz	350	42	41	Morozova-Wodjanitkaja, 1963
Batı Karadeniz	255	42	40	Karadjova, 1973
Güney Karadeniz	92	60	20	Uysal, 1993
Güney Karadeniz	56	52	30	Uysal, 1993
Tüm Karadeniz	118	32	64	Bayraktar, 1994
Güney Doğu Karadeniz	104	60	37	Feyzioğlu, 1990
Güney Doğu Karadeniz	102	55	34	Feyzioğlu, 1996
Güney Karadeniz	142	29	42	Eker vd., 1999
Güney Batı Kar.	73	-	45	Uysal vd., 1997
Güney Batı Kar.	119	-	60	Uysal vd., 1997
Güney Batı Karadeniz	62	18	81	Ediger vd., 2006
Güney Karadeniz	179	49	46	Türkoğlu ve Koray, 2002
Güney Doğu Karadeniz	68	52	34	Feyzioğlu vd., 2007
Güney Doğu Karadeniz	102	44	41	Feyzioğlu vd., 2007
Güney Doğu Karadeniz	89	35	60	Ağırbaş, 2010
Güney Doğu Karadeniz	71	18	41	Ağırbaş, 2010

4. 3. Pigment

Denizel ekosistemlerin yapısının ve dinamiğinin anlaşılabilmesi için fitoplankton kompozisyonunun sürekli olarak takip edilmesi gerekmektedir. Mikroskobik hücre sayımları ile bu fitoplankton kompozisyonunun takip edilmesi geleneksel bir yöntem olup, bu yöntemle tür kompozisyonu ve taksonomik gruplar belirlenebilmektedir. Bunun yanı sıra fitoplankton grupları için marker niteliği taşıyan fotosentetik pigmentler kullanılarak bu grupların toplam fitoplankton bolluğuna katkısının daha hızlı bir şekilde ortaya konulması mümkün olmaktadır. Bu çalışma ile mikroalg grupları için

belirleyici olan fotosentetik pigment konsantrasyonları HPLC tekniği ile belirlenmiş, mikroskopik hücre sayımları ile desteklenerek kemotaksonomik yaklaşımlar yapılmaya çalışılmıştır.

HPLC dünya denizlerinde bir çok araştırıcı tarafından (Wright ve Jeffrey, 1987; Gieskes, 1991; Millie vd., 1993; Jeffrey ve Vesk., 1997) uzun zamandır yaygın bir şekilde kullanılan bir teknik olmasına rağmen, Karadeniz'deki çalışmaları sınırlıdır (Ediger vd., 2006; Eker-Develi vd., 2012; Ağırbaş vd., 2010). Karadeniz'de yapılan çalışmalar incelendiğinde bunların daha çok yüzey suyu klorofil-a konsantrasyonlarını kapsayan ve bazılarının da uzaktan algılamaya dayalı çalışmalar olduğu görölmektedir (Tablo 10). Karadeniz'in derin kısımları için 1964-1986 periyodu Mayıs-Eylöl ayları arasında ortalama yüzey suyu klorofil-a konsantrasyonu $0,15\pm 0,04$ $\mu\text{g/L}$ olarak rapor edilmiştir (Yunev vd., 2002). Başka bir çalışmada ise tüm basen için 1998-2001 yılları için ortalama klorofil-a değerlerinin $0,59-0,69$ $\mu\text{g/L}$ arasında değiştiği rapor edilmektedir (Kopelevecih vd., 2004). Krupatkina ve Berseneva (1995), Kasım-Aralık 1991 tarihleri arasında Ukrayna kıyılarında yürüttükleri çalışmada yüzey klorofil-a değerlerinin $0,2-0,6$ $\mu\text{g/L}$ arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. *In situ* olarak gerçekleştirilen çalışmalar incelendiğinde; Güney Karadeniz kıyılarında 1995-1996 ilkbahar-sonbahar periyodunda gerçekleştirilen bir çalışmada fotik bölge için klorofil değerleri $0,1-1,5$ $\mu\text{g/L}$ arasında rapor edilmiştir (Yılmaz vd., 1998). Karadeniz'in Anadolu sahillerini kapsayacak şekilde Haziran-Temmuz 1996, Mart-Nisan 1998 ve Eylöl 1998 dönemlerinde yürütölen başka bir çalışmada ise yüzey klorofil-a değerleri sırasıyla $0,34\pm 0,13$ $\mu\text{g/L}$, $0,42\pm 0,36$ $\mu\text{g/L}$ ve $0,40\pm 0,22$ $\mu\text{g/L}$ olarak rapor edilmiştir (Eker-Develi vd., 2003). Yayla vd. (2001), Temmuz 1997 ve Eylöl 1998 dönemleri için Güney Karadeniz için yüzey suyu klorofil-a değerlerini $<0,5-1,5$ $\mu\text{g/L}$ arasında değiştiğini rapor etmektedirler. Yine başka bir çalışmada, Yılmaz vd. (2006) İstanbul boğazından Kuzeybatı kıta sahanlığına kadar olan bölge için Mayıs-Haziran 2001 döneminde 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 konsantrasyonunu $0,15-1,23$ $\mu\text{g/L}$ olarak rapor etmiştir. Ağırbaş (2010) tarafından Güneydoğu Karadeniz'de aylık dönemler halinde yürütölen çalışmada ise yüzey suyu klorofil-a değerleri kıyı sularda ortalama $1,97$ $\mu\text{g/L}$ iken açık sularda ortalama $1,84$ $\mu\text{g/L}$ olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada ise klorofil-a konsantrasyonu $0,34-2,71$ $\mu\text{g/L}$ arasında değişirken ortalama $1,62$ $\mu\text{g/L}$ olarak hesaplanmıştır. Elde edilen bu değerler

yukarıda sunulan literatür verileriyle kısmen uyumluluk göstermekle beraber nispeten yüksek çıkmıştır. Tespit edilen farklılıklar temelde kullanılan yöntemin farklı olması, çalışılan bölgenin ve dönemlerin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Güneydoğu Karadeniz Rize sahillerinde yürütülen bu çalışmada seçilen istasyonlar kıyı bölgesine çok yakın olup yoğun nehir girdisi ve antropojenik etki altında olduğu unutulmamalıdır. Diğer çalışmalarda ise seçilen istasyonlar daha derin veya verimlikleri nispeten düşük bölgelerdir.

Tablo 10. Karadeniz’de yapılan klorofil-*a* çalışmalarının karşılaştırılması (Ağırbaş, 2010).

Bölge	Dönem	Klorofil-<i>a</i> (µg/L)	Kaynak
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)	1,97	Ağırbaş, 2010
Güney Doğu Kar.	Açık (8 mil)	1,84	Ağırbaş, 2010
Güney Doğu Kar.	Kıyı (2 mil)	0,6	Kopuz, 2012
Güney Doğu Kar.	Kıyı (1 mil)	1,62	Bu çalışma

Marker pigmentler üzerine yapılan çalışmalar ise yok denecek kadar azdır. Ediger vd. (2006)’nin Güneybatı Karadeniz’de tek dönemde yürütmüş olduğu çalışmasında Peridinin, Fukoksantin ve 19’-Heks. konsantrasyonlarını sırasıyla 0,03-0,33 µg/L; 0,02-0,18 µg/L ve 0,04-0,19 µg/L olarak rapor etmişlerdir. Güneydoğu Karadeniz’de aylık periyotlar halinde yürütülen başka bir çalışmada ise Peridinin, Fukoksantin ve 19’-

Heks. konsantrasyonları 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). Bu çalışmada ise Ediger vd. (2006)'nın çalışmasından farklı olarak 4 farklı marker pigment (Diadinoksantin, Zeaksantin, Klorofil-*b* ve B-Karoten) daha incelenmiştir (Tablo 11).

Tablo 11. Karadeniz'de marker pigment üzerine yürütülen çalışmaların karşılaştırılması

Bölge	Perid	Fuko	19-Heks.	Diad.	Zea	Klorofil-b	B-Kar	Kaynak
Güneybatı Karadeniz	0,03-	0,02-	0,04-	-	-	-	-	Ediger vd., 2006
Güneydoğu Karadeniz	0,04-	0,06-	0,04-	0,01-	0,01-	-	0,01-	Ağırbaş, 2010
Güneydoğu Karadeniz	0,45	1,45	0,43	1,00	0,77	-	0,25	Bu Çalışma
Güneydoğu Karadeniz	0,04-	0,07-	0,03-	0,01-	0,02-	0,02-0,36	0,01-	Bu Çalışma
	0,78	0,90	0,57	0,61	0,47	-	0,21	

Bu çalışma ile fitoplankton grupları ile marker pigment konsantrasyonları arasındaki ilişkiler değerlendirilmiş, taksonomik yaklaşımlar yapılmaya çalışılmıştır. Dinoflagellatlar için marker niteliği taşıyan peridinin konsantrasyonu ile hücre sayısı arasında pozitif korelasyonlar tespit edilmiştir ($r= 0,75$, $p<0,05$). Tespit edilen bu korelasyona göre peridinin konsantrasyonunun bu grup için taksonomik olarak belirleyici olabileceği söylenebilir. Diğer taraftan peridinin pigmentinin yanı sıra diadinoksantin pigmenti ile dinoflagellat hücre sayısı pozitif yönde korelasyon göstermiştir ($r= 0,70$, $p<0,05$).

Diatom grupları için belirleyici pigment olan fukoksantin pigmenti ile hücre sayıları arasında pozitif yönlü korelasyon ($r= 0,37$, $p<0,05$) gözlenmiş olup ve yine bu grup için marker niteliği taşıyan diadinoksantin pigmenti de pozitif yönde güçlü ilişkiler sergilemiştir ($r= 0,66$, $p<0,05$). Gerek fukoksantin ve gerekse diadinoksantin pigmenti ile diatom hücre sayısı arasında görülen pozitif güçlü ilişkiler bu grup için taksonomik yaklaşım yapmaya yeterli olabileceğini göstermiştir.

Bu çalışmadan elde veriler önceki çalışmalarla (Wright ve Jeffrey, 1987; Jeffrey ve Vesk., 1997, Ediger vd., 2001; 2006; Ağırbaş, 2010) kıyaslandığında fitoplankton gruplarını taksonomik açıdan karakterize etmek ve grupların katkı oranları hakkında

yaklaşım yapmak için kullanılabilceğini göstermiştir. Ancak sadece marker pigmentleri kullanarak bu karakterizasyonu yapmak yanıltıcı olabilir (Gieskes, 1991; Millie vd., 1993). Bunu ancak mikroskopik hücre sayımları ile destekleyip kıyaslamak gerekmektedir ki bu çalışmada da HLPC sonuçları mikroskopik hücre sayımları ile desteklenmiştir.

Nisan 2013-Mart 2014 tarihleri arasında Güney Doğu Karadeniz kıyılarında aylık dönemlerde yürütülen bu deniz çalışmasında; diatom/dinoflagellat oranları ve pigment kompozisyonunun zamansal değişimi araştırılmıştır. Araştırmada Rize sahil şeridinde 1 mil deniz mesafesinde belirlene 4 farklı istasyonda (İyidere, Derepazarı, Rize Limanı ve Gündoğdu istasyonu) yüzey suyunda (0,5 m) örneklemeler gerçekleştirilmiştir. Çalışmadan çıkan sonuçlar aşağıda sunulmuştur;

Çalışmanın yürütüldüğü dönem içerisinde istasyonlara ait CTD ölçümleri yapılamadığından bölgeyi karakterize edeceği düşünülerek meteoroloji istasyonundan aylık deniz suyu ölçümleri talep edilerek genel bir değerlendirme yapılması öngörülmüştür. Yüzey suyu sıcaklığının mevsime bağlı olarak oldukça değişken olduğu tespit edilmiş, en yüksek sıcaklık Ağustos 2013 (25,3 °C) döneminde kaydedilirken, en düşük sıcaklık Mart 2014 (10,3 °C) döneminde okunmuştur.

Nütrient konsantrasyonları ile fitoplanktonik hücre sayısı arasında negatif yönlü korelasyonlar belirlenmiştir. Ignatiades vd. (1992), denizel ortamı besin elementleri yönünden sınıflandırarak verimliliğini ortaya koymuştur. Buna göre fosfat açısından 0,02-0,09 μM arası konsantrasyona sahip sular oligotrofik kabul edilmiş ve bunun 3-4 katı (0,09-0,34 μM) mesotrofik ve 11-15 katı ve daha fazlası ise (>0,34 μM) ötrofik olarak kabul edilmiştir. Bu sınıflandırmaya göre çalışmanın yapıldığı bölge ve zaman içerisinde Rize sahilleri karışımların olduğu ve termoklinin etkisinin kaybolduğu dönemlerde ötrofik karakterde iken yaz dönemlerinde oligotrofik ve geçiş dönemlerinde ise (ilkbahar) mesotrofik karakter sergilemiştir. Benzeri bir sınıflandırma toplam azot miktarına (nitrit, nitrat ve amonyak) göre yapıldığında; oligotrofik sular için 0,59 μM , mesotrofik sular için 1,17 μM ve ötrofik sular için ise 1,69 μM olarak belirlenmiştir. Bu durumda çalışılan bölge yaz dönemi hariç ötrofik karakterdedir. Bu durum temelde mevsimsel farklılıklara bağlı olarak su kolonundaki karışımlar ve tabakalaşma, öfotik bölgeye besin elementi girdisi ve fitoplanktonik grupların dinamiklerinden kaynaklanmaktadır.

Çalışmanın yürütüldüğü dönem içerisinde dinoflagellat grupları 41 tür ile temsil edilmişken, diatomlar ise 18 tür ile temsil edilmiştir. Çalışma sahası kalitatif baskınlık açısından dinoflagellat türleri ile karakterize olmuştur. Hücre sayılarına bakıldığında, diatom en baskın grup olmuştur. En yüksek hücre sayısına ($8,5 \times 10^4$ hücre/L) Mayıs 2013 döneminde ulaşılmıştır. Dinoflagellatlarda ise en yüksek hücre sayısı ($4,6 \times 10^4$ hücre/L) Temmuz 2013 döneminde tespit edilmiştir. Genel anlamda diatomlar ilkbahar ve sonbaharda bariz bir şekilde baskın hale gelirken dinoflagellat türleri ise ağırlıklı olarak yaz döneminde baskın olurken kısmen de sonbahar artışlarına rastlanılmıştır. Yıl içerisinde diatom/dinoflagellat oranları incelediğinde bariz bir şekilde diatom hücre bolluğu dikkat çekerken, kalitatif olarak ise dinoflagellatlar baskın grup olmuştur. Elde edilen bulgular son zamanlarda Karadeniz için rapor edilen diatom/dinoflagellat oranlarındaki değişimi (dinoflagellat oranlarının giderek artarken diatom oranlarının azalması) destekler niteliktedir.

Çalışmanın yürütüldüğü dönem içerisinde baskın pigment klorofil-a olup (ortalama $1,62 \mu\text{g/L}$) fitoplankton biyokütlesi ile uyum içerisinde olduğu tespit edilmiştir. Klorofil-a'dan sonra en baskın pigment fukoksantin olup (ortalama $0,35 \mu\text{g/L}$) bunu sırasıyla 19-Heksanoloksifukoksantin ($0,24 \mu\text{g/L}$) ve peridinin pigmenti ($0,18 \mu\text{g/L}$) takip etmiştir.

Aiken vd. (2009) sucül ekosistemleri sahip oldukları klorofil-a konsantrasyonu yönünden sınıflandırarak trofik seviyesini ortaya koymuştur. Buna göre klorofil-a konsantrasyonu $0,25 \mu\text{g/L}$ 'nin altında olan bölgeler oligotrofik, $0,25-1,2 \mu\text{g/L}$ arasında olan sular mesotrofik ve $>1,25 \mu\text{g/L}$ 'den fazla olan sular ise ötrofik kabul edilmiştir. Bu sınıflandırma dikkate alındığında istasyonların tamamı mesotrofik-ötrofik karakterde olduğu belirlenmiştir.

HPLC sonuçlarına göre pigment konsantrasyonları ile hücre sayıları arasında tespit edilen pozitif ilişkiler sonucunda; fukoksantin pigmentinin diatom grupları için ($r=0,37$, $p<0,05$) ve peridinin dinoflagellat grupları için ($r=0,75$, $p<0,05$) marker pigment olarak kullanılabilceği görülmüştür. Aynı zamanda diadinoksantin konsantrasyonun gerek diatom ve gerekse dinoflagellat grupları için marker pigment olarak kullanılabilceği de görülmüştür ($r= 0,66$, $p<0,05$; $r= 0,70$, $p<0,05$).

İstasyonlar arasında bir kıyaslama yapıldığında ise fitoplankton bolluğu açısından İyidere istasyonu en yüksek hücre sayısı ile önde gelirken bunu Rize Limanı ve Derepazarı istasyonu takip etmiştir. Pigment konsantrasyonlarına bakıldığında Rize

Limanı ve İyidere istasyonu en yüksek ortalama pigment konsantrasyonuna sahip olduğu gör÷lmüştür. Besin elementleri açısından bir değerlendirme yapıldığında ise ilk sırayı Rize Limanı istasyonun aldığı gör÷lmüştür.

5. ÖNERİLER

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

Karadeniz'in Anadolu sahillerinde fitoplanktonik çalışmalar daha çok lokal ve kısa süreli olması bu tür çalışmaların ne kadar zahmetli ve zaman aldığı bir göstergesidir. HPLC tekniği ile bu tür sorunlar ortadan kalkmakta ve geniş alanları niteleyecek şekilde fitoplankton haritaları oluşturmak mümkün olabilecektir. Bölge için yeni bir yöntem olarak değerlendirilebilecek olan HPLC yöntemi uygulanarak yapılan kemotaksonomik yaklaşımlar bölgede yapılacak olan daha sonraki çalışmalara örnek teşkil edebilecek bir çalışma niteliğindedir. Özellikle kısa zamanda geniş ölçekli çalışma alanlarında fitoplankton gruplarının taksonomik olarak belirlenmesine imkan tanıdığı için uzaktan algılama çalışmalarında da algoritmaların geliştirilmesine de destek sağlayacağı düşünülmektedir. Fitoplankton tür ve pigment kompozisyonu, nütrient rejimi, hidrografik dinamikler ve birincil üretim miktarı denizel ekosistemlerde farklı trofik seviyelerdeki etkileşimlerin belirlenmesinde oldukça önemli parametrelerdir. Bundan dolayı benzeri çalışmaların Karadeniz'in ülkemiz kıyıları için daha geniş alanlarda ve sürekli olarak yürütülmesi gerekliliğini de ortaya çıkarmaktadır. Çalışmanın bir deniz çalışması olması, gerek teorik ve gerekse uygulamalı birçok disipline ihtiyaç duyması konunun önemini daha da artırmaktadır.

6. KAYNAKLAR

- Ağırbaş, E., 2010.** Güneydoğu Karadeniz’de Pigment Konsantrasyonu ve Birincil retim’in evre Koşulları İle Etkileşimi, (Doktora Tezi) Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Trabzon.
- Antoine, D., Andre, J.M. and Morel, A., 1996.** Oceanic primary production 2. Estimation at global scale from satellite (CZCS) chlorophyll-a, *Global Biogeochemical Cycles*, 10, 57-69. DOI: 10.1029/95GB02832
- Aiken, J., Pradhan Y., Barlow R., Lavender S., Poulton A., Holligan P., Hardman-Mountford N., 2009.** Phytoplankton pigments and functional types in the Atlantic Ocean: A decadal assessment, 1995-2005. *Deep-Sea Research Part II-Topical Studies in Oceanography* 56 (15), 899-917. DOI:10.1016/j.dsr2.2008.09.017
- Anonim, 1989.** Ulusal Deniz lme ve İzleme Programı Doğu Karadeniz Alt Projesi 1988 Dönemi Yıllık Raporu, Proje No: DEBAĞ-47/G, ODTÜ, İçel.
- Anonim, 1990.** Ulusal Deniz lme ve İzleme Programı Doğu Karadeniz Alt Projesi 1989 Dönemi Yıllık Raporu, Proje No: DEBAĞ-58/G, ODTÜ, İçel.
- Balech, E., 1988.** Los dinoflaelados del Atlantici sudoccidental, *Publ. Espec. Instituto Espanol Oceanografia*, 1 Madrid, 299.
- Barale, 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. DOI:10.1080/02757259509532276
- Barlow, R.G., Cummings, D.G. and Gibb, S.W., 1997.** Improved Resolution of mono- and Divinyl Chlorophyll-as a and b and Zeaxanthin and Lutein in Phytoplankton Extracts Using Reverse Phase C-8 HPLC, *Marine Ecology Progress Series*, 161, 303-307.
- Baştrk, ., Saydam, C., Salihoğlu, İ., Eremeva, L.V., Konovalov, S.K., Stoyanov, A., Dimitrov, A., Cociasu, A., Dorogan, L.ve Altabet, M., 1994.** Vertical Variation in the Principle Chemical Properties of Black Sea in the Autumn of 1991, *Marine Chemistry*, 45, 149-165.
- Bat, L., Sahin, F., Satılmış, H.H., stn, F., Kideyş, A.E., Shulman, G.E. ve zdemir, Z.B., 2007.** Karadeniz’in Değişen Ekosistemi ve Hamsi Balıkılığına Etkisi, *Journal of Fisheries Scineces.com*, 1 (4), 191-227.
- Bianchi, T.S., Lambert, C. and Biggs, D.C., 1995.** Distribution of Chlorophyll-a and Phaeopigments in the Nothwestern Gulf of Mexico: a Comparison between Flourometric and High-Performance Liquid Chromatography Measurements, *Bulletin of Marine Sciences*, 56 (1), 25-32.

- Bodeanu, N., 1989.** Algal Blooms and Development the Marine Phytoplankton Species at the Romanian Black Sea Littoral Under Eutrophication Conditions, *Cercetari Marine*, 22, 107-125.
- Bologa, A.S. and Frangopol, P.T., 1979.** The Use of ^{14}C Method by Liquid Scintillation Counting for Estimating Planktonic Primary Productivity off The Romanian Black Sea Coast, *Cercetari Marine*, 12, 81-86.
- Bologa, A.S., Skolka, H.S. and Frangopol, P.T., 1984.** Annual Cycle of Planktonic Primary Productivity off The Romanian Black Sea Coast, *Marine Ecology Progress Series*, 19, 25-32.
- Bologa, A.S., 1985.** Methodological Investigations on the ^{14}C uptake for Planktonic Primary Productivity Estimates, *Rapp. Int. Mer Medit.*, 29 (9), 147-150.
- Bologa, A.S., 1986.** Planktonic Primary Productivity of the Black Sea: A Review, *Thalassia Jugoslavica*, 21-22, 1-2, 1-22.
- Bologa, A.S., Frangopol, P.T., Vedernikov, V.I., Stelmakh, L.V., Yunev, O.A., Yılmaz, A. ve Oğuz, T., 1999.** Distribution of Planktonic Primary Production in the Black Sea, In *Envirenonmnetal Degredation of the Black Sea: Challenges and remedies*, (Beşiktepe, S. T., Ünlüata, U. ve Bologa, A. S., Eds.), Kluwer Academic Publishers, 131-145.
- Booth, B.C., 1993.** Estimating Cell Concentration and Biomass of Autotrophic Plankton using Microscopy. In: Kemp, P.F., Sherr, B.F., Cole, J.J. (Eds.), *Handbook of Methods in Aquatic Microbial Ecology*. Lewis Publishers, Boca Raton, FL, 199-205.
- Brewer, P.G. and Murray, J.W., 1973.** Carbon, Nitrogen and Phosphorus in the Black Sea, *Deep Sea Research.*, 20, 803-808.
- Bode, A. and Varela, M., 1998.** Primary Production and Phytoplankton in three Galician Rias Altas (NW Spain): Seasonal and spatial Variability, *Scientia Marina*, 62(4), 319-330.
- Chisholm, S.W., Olson, R.J., Zettle, E.R., Goericke, R., Waterbury, J.B. and Welschmeyer, J.B., 1988.** A Novel Free-Liv-ing Prochlorophyte Abundant in the Oceanic Euphotic Zone, *Nature*, 334, 340-343. DOI:10.1038/334340a0
- 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.
- Çoban-Yıldız, Y., Tuğrul, S., Ediger, D., Yılmaz, A. ve Polat, S.C., 2000.** A Comparative Study on the Abundance and Elemental Composition of POM in three Interconnected basins: the Black, the Marmara and the Mediterranean Seas, *Mediterranean Marine Science*, 1, 51-63.

- Drebes, G., 1974.** Marines phytoplankton, eine auswahl der Hegolaender planktonagen (Diatomeen, peridineen), Georg Thieme, Stuttgart, 286.
- Ediger, D., Soydemir, N. ve Kideys, A.E., 2006.** Estimation of Phytoplankton Biomas Using HPLC Pigment Analysis in the Southwestern Black Sea, Deep-Sea Research Part II, 53, 1911-1922. DOI:10.1016/J.DSR2.2006.04.018
- 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. DOI:10.1093/plankt/23.8.893
- Eker, E., Georgieva, L., Senichkina, L. ve Kideys, A.E., 1999.** Phytoplankton Distribution in the Western and Eastern Black Sea in Spring and Autumn1995, ICES Journal of Marine Science,56, 15–22. DOI:10.1006/jmsc.1999.0604
- Eker-Develi, E. ve Kideys, A.E., 2003.** Distribution of Phytoplankton in the Southern Black Sea in Summer 1996, Spring and Autumn1998, Journal of Marine Systems, 39, 203-211. DOI:10.1016/S0924-7963(03)00031-9
- Estrada, M., 1996.** Primary production in the Northwestern Mediterranean, Scientia Marina, 60.(2), 55-64.
- Feyzioğlu, A.M., 1990.** Doğu Karadeniz Fitoplankton Türlerinin Kalitatif ve Kantitatif Yönden Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 52.
- Feyzioğlu, A.M., 1996.** Doğu Karadeniz Kıyusal Ekosisteminde Fitoplankton Dinamiğindeki Mevsimsel Değişimler, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 120.
- Feyzioğlu, A.M. ve Seyhan, K., 2007.** Phytoplankton Composition of South East Black Sea Coast, J. Black Sea/Mediterranean Environment, 13, 61-71.
- Finenko, Z.Z., Suslin, V.V. and Churilova, T.Ya., 2010.** Estimation of Phytoplankton Productivity in the Black Sea Based on Satellite Data, Doklady Biological Sciences, 432, 233-236. DOI: 10.1134/S0012496610030191
- Finenko, Z.Z., Churilova, T.Ya., Sosik, H.M. ve Basturk, O., 2002.** Variability of Photosynthetic Parameters of the Surface Phytoplankton in the Black Sea, Marine Biology, 42.(1), 53-67.
- Fogg, G.E., 1975.** Primary Productivity, Chemical Oceanography, 2, 2nd Ed., Academic Press, London, 385-453.
- Foncelius, S.H., 1974.** Phosphorus in the Black Sea, The Black Sea Geology, Chemistry and Biology, Edited by Degens E. T., Ross, D. A., Amer. Assoc., 6, 112-121.DOI:10.1144/GSL.SP.1991.058.01.22

- Fukuyo, Y., Takano, H., Chihara, M. ve Matsuoka, K., 1990.** Red tide organisms in Japon (An illustrated taxonomic guide), Uchida Rokakuho Publishing, Tokyo, 407.
- Gibb, S.W., Barlow R.G., Cummings D.G., Rees N.W., Trees C.C., Holligan P., Suggett D., 2000.** Surface phytoplankton pigment distributions in the Atlantic Ocean: an assessment of basin scale variability between 50 degrees N and 50 degrees S. *Progress in Oceanography* 45 (3-4), 339-368. DOI:10.1016/S0079-6611(00)00007-0
- Gargas., E., 1975.** A Manual for Phytoplankton Primary Production Studies in the Baltic, the Baltic Marine Biologist in Cooperation with the Danish Agency of Environmental.
- Gieskes, W.W., Kraay G.W., 1983.** Unknown chlorophyll a derivatives in the North Sea and the tropical Atlantic Ocean revealed by HPLC analysis. *Limnology and Oceanography* 28, 757–766. DOI: 10.1002/9780470015902.a0022840
- Gieskes, W.W. C., 1991.** Algal Pigments Fingerprints: Clue to Taxon-Specific Abundance, Productivity and Degradation of Phytoplankton in Seas and Oceans, *Particle Analysis in Oceanography*, vol. G27, NATO ASI Series, 61-69.
- Gieskes, W.W.C. 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. DOI: 10.1007/BF00406000
- 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, *Limnology and Oceanography*, 30, 412-414.
- Güneroğlu, A., 2007.** Karadeniz Oşinografisinin Yerinde Ölçüm ve Uzaktan Algılama Teknikleri ile Araştırılması, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Haxo, F., 2004.** Photosynthetic Action Spectrum of the Coccolithophorid, *Emiliania huxleyii* (Haptophyceae): 19'-hexanoyloxyfucoxanthin as Antenna pigment, *Journal of Phycology*, 21.(2), 282-287.
- Hay, B., Honjo, S., Kempe, S., Ittekkot, V.A., Degens E.T., Konuk, T. and İzdar, E., 1990.** Interannual Variability in Particle flux in the Southwestern Black Sea, *Deep-Sea Research*, 37, 911-928.
- Honjo, S., Hay, B., Manganini, S.J., Degens, E.T., Kempe, S., Ittekkot, V.A., İzdar, E., Konuk, T. ve Benli, H.A., 1987.** Seasonal Cyclicity of Lithogenic Particle Fluxes at a Southern Black Sea Sediment Trap Station, *Mitt. Geol.-Palaont. Inst., University of Hamburg, F.R.G.*, 19-39.

- Ignatiades, L., Karydis, M. ve Vounatsou, P., 1992.** A Possible Method for Evaluating Oligotrophy and Eutrophication Based on Nutrient Concentration Scales, 24 (5), 238-243. DOI:10.1016/0025-326X(92)90561-J
- Ivanov, L., 1985.** The Fisheries Resources of the Mediterranean Part Two: Black Sea, *Etud. Rev, CGPM/ Stud. Rev, GFCM*, 115.
- Jeffrey, S.W. and Hallegraeff, G.M., 1987.** Phytoplankton Pigments, Species and Light Climate in a Complex Warm-Core Eddy of East Australian Current, *Deep-Sea Research I*, 34, 649-637. DOI:10.1016/0198-0149(87)90029-X
- Jeffrey S.W., 1974.** Profiles of photosynthetic pigments in the ocean using thin layer chromatography, *Marine Biology*, 26:101-110. DOI: 10.1007/BF00388879
- Jeffrey S.W., 1976.** A report of green algal pigments in the Central North Pacific Ocean, *Marine Biology*, 37:33-37. DOI: 10.1007/BF00386776
- Jeffrey, S.W. and Vest, M., 1997.** Introduction to Marine Phytoplankton and their Pigment Signatures. *In* S.W. Jeffrey, R.F.C., Mantoura, and S.W. Wright (eds.), *Phytoplankton Pigments in Oceanography*, UNESCO, Paris, 37-84.
- Jeffrey, S.W., Mantoura, R.C.F. and Wright, S.W., 1997.** *Phytoplankton Pigments in Oceanography*, Monographs on Oceanographic Methodology, UNESCO press, Paris, France, 661.
- Kaiser, M.J., Attrill, M. J., Jennings, S., Thomas, D.N., Barnes, D.K.A., Brierley, A.S., Polunin, N.V.C., Raffaelli, D.G. ve Williams, P.J.B., 2005.** *Marine Ecology, Processes, Systems and Impacts*, Oxford University Press, 557.
- Karaçam, H ve Düzgüneş, E., 1990.** Trabzon Sahil Şeridi Fitoplanktonu Üzerine Bir Araştırma, *İ. Ü. Su Ürün. Dergisi*, 4 (1), 95-102.
- Kıdeyş, A.E., Mutlu, E., Oğuz, T., Okyar, M., Özsoy, E., Tuğrul, S. ve Yılmaz, A., 2000.** Akdeniz, Marmara Denizi, Türk Boğazlar Sistemi, Karadeniz ve Atmosfer Alt Projeleri, DAP ve Ulusal Deniz Araştırma ve İzleme Programı, 239-335.
- Kirk, J.T.O., 1994.** *Light and Photosynthesis in Aquatic Ecosystems*, Second Edition, Cambridge University Press, 528.
- Kocataş, A., 1999.** *Oceanoloji Deniz Bilimlerine Giriş*, Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Kitaplar Serisi, No:60, Bornova, İzmir, 358.
- Konuk, Y.T. ve Duman, M., 1988.** Ulusal Deniz Ölçme ve İzleme Programı Doğu Karadeniz Ölçme ve İzleme Alt Projesi 1997 Dönemi Kesin Raporu, TÜBİTAK Araştırma Projesi, Proje No DEBÇAĞ 26-G.
- Kopelevich, O.V., Sheberstov, S.V., Yunev, O., Baştürk O., Finenko, Z.Z., Nikonov, S. 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. DOI: 10.1016/S0924-7963(02)00184-7

Kopelevich, O.V., Burenkov, V.I., Ershova, S.V., Sheberstov, S.V. and Evdoshenko, M.A., 2004. Application of SeaWiFS data for Studying Variability of Bio-Optical Characteristics in the Barents, Black and Caspian Seas, Deep Sea Research II, 51, 1063-1091. DOI: 10.4194/1303-2712-v12_3_20

Kopuz, U., 2012. Mikrobiyal Döngüde Pikoplankton Dinamiği ve Güneydoğu Karadeniz Pelajik Besin Zincirindeki Önemi, (Doktora Tezi) Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Trabzon.

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. and Parsons, T., 1993. Biological Oceanography: An Introduction; Butterworth-Heinemann, 320.

Latasa M., Pigment composition of *Heterocapsa* sp and *Thalassiosira weissflogii* growing in batch cultures under different irradiances. Scientia Marina, 59.(1), 25-37.

Lohrenz, S.E., Redaljea, D.G., Verityb, P.G., Flaggc, C.N. and Matulewska, K.V., 2002. Primary production on the continental shelf off Cape Hatteras, North Carolina, Deep Sea Research II, 49, 4479-4509. DOI: 10.1016/S0967-0645(02)00126-1

Lorenzo, L.M., Arbones, B., Figueiras, F.G., Tilstone, G.H. and Figueroa, F.L., 2002. Photosynthesis, Primary Production and Phytoplankton Growth Rates in Gerlache and Bransfield Straits during Austral summer: cruise FRUELA 95, Deep Sea Research II, 49, 707-721. DOI: 10.1016/S0967-0645(01)00120-5

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. DOI: 10.1016/S0003-2670(00)80092-6

Mee, L., 1992. The Black Sea in crisis: A need for concerted international action, Ambio, 21.(4), 286. DOI: 10.1017/S0959270905000055

Mihnea, P.E., 1987. The Eutrophication Process in the Inshore Romanian Black Sea, Revue Roumaine de Biologie, 32.(2), 149-155. DOI: 10.3923/pjbs.2004.1577.1585

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.

- 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 Botanic Research, (1), 1-13. Oceanography, UNESCO, Paris, 327-341. DOI: 10.1111/j.1749-7345.1995.tb00830.x
- Miller, C.B., 2004.** Biological Oceanography, Wiley-Blackwell Publishing, 416.
- Mordy, C.W., Stabeno, P.J., Ladd, C., Zeeman, S., Wisegarver, D.P., Salo, S.A. and Hunt, G.I., 2005.** Nutrients and Primary Production along the Eastern Aleutian Island Archipelago, Fisheries Oceanography, 14 (1), 55-76. DOI: 10.1111/j.1365-2419.2005.00364.x
- Neori, A., Holm-Hansen, O., Greg Mitchell, B. and Kiefer D.A. 1984.** Changes in Spectral Absorption and Excitation of Chlorophyll-a Fluorescence, Plant Physiol., 76, 518-524.
- Obayashi, Y., Tanoue, E., Suzuki, K., Handa, N., Nojiri, Y. 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. DOI: 10.1016/S0967-0637(00)00036-4
- Oğuz, T., Velikova, V., Cociasu, A. and Korchenko, A., 2008.** State of the Environment Report 2001-2006/7, the State of Eutrophication, 83-112.
- 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.
- Parsons, T.R., Maita, Y. and Lalli, C., 1984.** Manual of Chemical and Biological Methods for Sea Water Analysis, Pergamon Press, Great Britain, 173.
- Parsons, T., Takahashi, M. and Hargrave, B., 1990.** Biological Oceanographic Processes", Pergamon Press, Third Edition, Great Britain, 330.
- Platt, T. and Sathyendranath, S., 2005.** Modelling Marine Primary Production, EU-JRC Ocean Color Course Notes, Italy, 282.
- Ramphi, L. and Bernhard, M., 1978.** Key for the determination of Mediterranean pelagic diatoms, Comit. Naz. Energia Nucleare, Roma, 72. DOI: 10.1093/plankt/25.7.703
- Riley, J.P. and Skirrow, G., 1975.** Chemical Oceanography, Academic Press, London. DOI: 10.1002/iroh.19850700231
- Satoh, H., Yamaguchi, Y., Watanabe, K. and Aruga, Y., 1989.** Light Conditions and Photosynthetic Productivity of Ice Algal assemblages in Lake Saroma, Hokkaido, The Japanese Society of Phycology, 37.(4), 274-278. DOI: 10.1007/978-1-4615-2858-6_2

- Sivri, N., 1999.** Solaklı Deresi Girdilerinin Kıyısal Pelajik Ekosisteme Etkileri, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Smith, W.O. and Sakshaug E., 1990.** Polar Phytoplankton, In: Smith, W.O. (Ed.), Polar Oceanography, Part B: Chemistry, Biology and Geology. Academic Press, San Diego, 477-525.
- Smith, R.C., Baker, K.S., Dierssen, H.M., Stammerjohn, S.E. and Vernet, M., 2001.** Variability of Primary Production in an Antarctic Marine Ecosystem as Estimated Using a Multi-Scale Sampling Strategy, *American Zoologist*, 41, 40-56. DOI: 10.1093/icb/41.1.40
- Sorokin, Y.U., 1986.** The Black Sea in: Ecosystem of the World, 26 Estuaries and Enclosed Seas, Elsevier Publishing, New York, 253-292.
- Spector, D.L., 1984.** Dinoflagellates, Academic Press, Florida, 545.
- Stauber, J.L. and Jeffrey, S.W., 1988.** Photosynthetic Pigments in fifty-one Species of Marine Diatoms. *J. Phycol.* 24, 158-172. DOI: 10.1111/j.1529-8817.1988.tb04230.x
- Stumpf, R.P. and Tyler, M.A., 1988.** Satellite Detection of Bloom and Pigment Distribution in Estuaries. *Remote Sensing of Environment*, 24, 385-304.
- Stelmakh, L.V., Yunev, O.A., Finenko, Z.Z., Vedernikov, V.I., Bologa, A.S. and Churilova, T.Y., 1998.** Peculiarities of Seasonal Variability of Primary Production in the Black Sea, In: Ecosystem Modeling as management Tool for the Black Sea (Ivanov, L. I., Oguz, T., Eds.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1, 93-104.
- Sur, H.I., Özsoy, E., Ilyin, Y.P. ve Ünlüata, U., 1996.** Coastal/Deep Ocean Interactions in the Black Sea and their Ecological/Environmental Impacts, *Journal of Marine Systems*, 7, 293-320.
- Tait, R.V. and Dipper, F.A., 2001.** Elements of Marine Ecology, Butterworth-Heinemann Pub., forth edition, Great Britain, 462.
- Tomas, C.R., 1993.** Marine Phytoplankton, A Guide to Naked Flagellates and Coccolithophotids, Academic Press, London, 263.
- Tomas, C.R., 1996.** Identification Marine Diatoms and Dinoflagellates, Academic Press, San Diego, 598. DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/S0025315400031726>
- 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, *Limnology and Oceanography*, 45.(5), 1130–1143.

- Tuğrul, S., Baştürk, O., Saydam, C. ve Yılmaz, A., 1992.** Changes in the Hydrochemistry of Black Sea Inferred from Water Density Profiles, *Nature*, 359, 137-139.
- Tüfekçi, H., 1999.** Sapanca Gölünde Fitoplankton Biyokütlesinin ve Birincil Verimliliğinin Dağılışı ve Mevsimsel Değişimleri, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi.
- Türkoğlu, M. ve Koray, T., 2002.** Phytoplankton Species' Succession and Nutrients in the Southern Black Sea (Bay of Sinop), *Turkish Journal of Botany*, 26, 235-252.
- URL-1, 2010.** <http://www.ims.metu.edu.tr/SeaDataNet/>
- Uitz J., Claustre H., Morel A., Hooker S.B., 2006.** Vertical distribution of phytoplankton communities in open ocean: An assessment based on surface chlorophyll. *Journal of Geophysical Research-Oceans* 111 (C8). DOI: 10.1029/2005JC003207
- Utermohl, H., 1958.** Zur Vervollkommnung der quantitativen phytoplankton: Methodik Mitteilung Internationale Vereinigung Theoretische und Angewandte Limnologie, 9, 1-38. DOI:10.1093/plankt/fbp127
- Uysal, Z., Kideys, A.E., Senichkina, L., Georgieva, L., Altukhov, D., Kuzmenko, L., Manjos, L., Mutlu, E. ve Eker, E., 1997.** Phytoplankton Patches Formed along the Southern Black Sea Coast in the Spring and Summer of 1996. NATO TU-Black Sea Assessment Workshop, June, Crimea, Ukraine.
- Vollenweider, R.A., 1974.** A Manual on Methods for Measuring Primary Production in Aquatic Environments, Blackwell Scientific Publications, 171. DOI: 10.1002/iroh.19700550415
- Vukadin, I. and Stojanoski, L., 1992.** Distribution of Nutrients in the Eastern Adriatic Coastal Sea- Post Algal Bloom, *Rapports. Commission Internationale Mer Mediterranee*, 33, 86-95. DOI:10.3389/fmicb.2013.00126
- Webber, H.H. and Thurman, H.V., 1991.** *Marine Biology*, Harpercollins Publishers, Second Edition, 424.
- 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. and Jeffrey, W., 1987.** Fucoxanthin Pigment Markers of Marine Phytoplankton Analysed by HPLC and HPTLC, *Marine Ecology Progress Series*, 38, 259-266.
- Wright, S.W., S.W. Jeffrey, R.F.C. Mantoura, C.A. Llewellyn, T. Bjørnland, D. Repeta, and N. Welschmeyer. 1991.** Improved HPLC method for the analysis of

chlorophylls and carotenoids from marine phytoplankton. Marine Ecology Progress Series, 77, 183–196.

Wright, S.W., Thomas, D.P., Marchant, H.J., Higgins, H.W., Mackey, M.D. and 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. ve Sukenik, A., 1996. HPLC Analysis of Phytoplankton Pigments from Lake Kinneret with Special Reference to the Bloom-Forming Dinoflagellate *Peridinium gatunense* (Diatom) and Chlorophyll-a Degradation Products, Journal of Plankton Research, 18, 1781-1796.

Yamaguchi, Y., Kosaki, S. and Aruga, Y., 1985. Primary Productivity in the Antarctic Ocean during the Austral Summer of 1983/84, Transactions of the Tokyo University of Fisheries, 6, 67-84.

Yayla, M., Yılmaz, A. ve Morkoç, E., 2001. The Dynamics of Nutrient Enrichment and Primary Production Related to Recent Changes in the Ecosystem of the Black Sea, Aquatic Ecosystem Health and Management, 4, 33-49. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/146349801753569261>

Yılmaz, A., Tuğrul, S., Polat, Ç., Ediger, D., Çoban, Y. ve Morokoç, E., 1998. On the Production, Elemental Composition (C, N, P) and Distribution of Photosynthetic Organic Matter in the Southern Black Sea, Hydrobiologia, 363,141-156. DOI:10.1023/A:1003150512182

Yılmaz, A., 2002. Türkiye Denizlerinin Biyo-jeokimyası: Dağılımlar ve Döngüler, Turkish Journal of Engineering and Environmental Science, 26, 219-235.

Yılmaz, A., Çoban-Yıldız, Y., Karakoç, F.T. ve Bologa, A., 2006. Surface and Mid-Water Sources of Organic Carbon by Photoautotrophic and Chemoautotrophic Production in the Black Sea, Deep-SeaResearch II, 53, 1988-2004. DOI: 10.1016/j.dsr2.2006.03.015

Yunev, O., Vladimir, A., Baştürk, Ö., Yılmaz, A., Kideys, A.E., Moncheva, S. ve 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.

Zaitsev, Y.P., 1991. Land- Based Sources of Current Antropogenic Change in the Black Sea Ecosystem /ACOPS. Assessment of Land- Based Sources of Marine Pollution in the Seas Adjacent to the CIS., Book of Abstract, Sevastopal, April, 1, 38-41.

Zaitsev, Y.P., 1998. Eutrophication of the Black Sea and Its Major Consequences, Black Sea Pollution Assesment, Black Sea Environmental Series.

ÖZGEÇMİŞ

15.04.1987 tarihinde Kütahya'nın Tavşanlı ilçesinde doğdu. İlköğretim ve lise eğitimini Kütahya'da tamamladı. 2007-2011 tarihleri arasında Hatay'da Mustafa Kemal Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'nde Lisans eğitimini tamamladı ve 2012 yılında Rize'de Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'nde Yüksek Lisans eğitimine başladı.