

## Fitoplankton Pigment Konsantrasyonunun ve Boy Gruplarının HPLC Tekniği ile Belirlenmesi (Güneydoğu Karadeniz, Rize)

Ertuğrul AĞIRBAŞ

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Zihni Derin Yerleşkesi 53100, RİZE.

\*Sorumlu yazar tel: +90 464 223 33 85 - 1435

Geliş Tarihi: 14.01.2016

E-posta: ertugrul.agirbas@erdogan.edu.tr

Kabul Tarihi: 10.02.2016

### Öz

Mayıs 2014-Nisan 2015 tarihleri arasında Güney Doğu Karadeniz kıyılarında (Rize) yürütülen bu çalışmada, fitoplankton ve pigment konsantrasyonunun mevsimsel değişimleri araştırılmıştır. Araştırma süresince beş farklı istasyonda (İyidere, Rize, Çayeli, Pazar ve Fındıklı istasyonu) yüzey suyundan (0,5 m) örneklemeler yapılmıştır. 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 (silikoflagellata, öglenofita, primnesiofita, klorofita vb.) altında değerlendirilmiştir. 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. Bölgede baskın pigment klorofil-*a* olup (ortalama 1,57 µg/L) fitoplankton hücre sayısı ile uyum içerisinde olduğu tespit edilmiştir. Klorofil-*a*'dan sonra en baskın pigment fukoksantin olup (ortalama 0,35 µg/L) bunu sırasıyla 19'-Heksanoloksifukoksantin (ortalama 0,24 µg/L) ve peridinin pigmenti (ortalama 0,21 µg/L) takip etmiştir. HPLC sonuçlarına göre pigment konsantrasyonları ile hücre sayıları arasında tespit edilen pozitif ilişkiler marker pigmentlerin fitoplankton gruplarını taksonomik açıdan karakterize etmek için kullanılabileceğini göstermiştir.

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

### Abstract

#### Determination of Phytoplankton Pigment Concentration and Size Classes Using HPLC Technique (South-Eastern Black Sea-Rize)

In the present study, seasonal variations of phytoplankton and pigment composition from May 2014 to April 2015 were investigated along the south-eastern coasts (Rize) of the Black Sea. Surface (0,5 m) water samples were collected from five different stations (Iyidere, Rize, Cayeli, Pazar and Findikli station) during the study period. A total of 71 species were identified during the study period, 41 species of these were dinoflagellate species, 18 species were diatoms and 12 species were other groups (silicoflagellate, euglenophyta, prymnesiophyta, chlorophyta etc.). In terms of species numbers, dinoflagellates contributed to 57,76% of the total phytoplankton species. Diatoms were the second important group with the contribution of 25,35% to the total phytoplankton species, and followed other groups with 16,89%. The dominant pigment in the area was chlorophyll-*a* (mean 1,57 µg/L) revealed a consistency with phytoplankton cell numbers. The second prominent pigment was fucoxanthin (mean 0,35 µg/L) and followed by 19 Hexanoyloxifucoxanthin (mean 0,24 µg/L) and peridinin (mean 0,21 µg/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.

## Giriş

Fitoplankton, pelajik ekosistem içerisinde organik üretimin büyük bir bölümünü gerçekleştiren en önemli gruplardan biridir (Tait ve Dipper, 2001). Tüm ekosistemlerde besin zinciri yolu ile balıklardan kuşlara ve memeli hayvanlara kadar enerjinin aktarılmasında kilit rol oynamaktadırlar. Fitoplanktonik topluluklarda meydana gelen değişimler besin zinciri yoluyla pelajik ekosistemin verimliliğini etkilediğinden sistemin sürekli izlenmesi gerekmektedir (Nagata vd., 1996). Fitoplanktonik gruplardan, diatom ve dinoflagellatlar oldukça önemli rollere sahiptirler. Özellikle, diatom grupları kopepod-balık arasındaki besin zincirinin temelini oluşturduklarından balıkçılık açısından son derece önem arz etmektedir (Verity ve Smetacek, 1996). Aynı zamanda diatomlar global ölçekte birincil üretime yaklaşık olarak % 20 gibi önemli bir katkı yaparken (Nelson vd., 1995) silikat döngüsünün de temel katılımcıları durumundadırlar (Falciatore vd., 2000). Bütün denizlerde olduğu gibi Karadeniz'de de fitoplanktonun yapısal ve fonksiyonel karakteristikleri ekosistem ile yakından ilgilidir. Bu nedenle fitoplanktonik organizmalar ekosistemin içinde bulunduğu durumu tanımlamak için indikatör olarak kullanılabilir (Yunev vd., 2002). Denizlerdeki döngüler (karbon ve azot döngüsü vb) içerisinde önemli bir yere sahip olan bu organizmaların biyokütlelerinin ve gruplarının belirlenmesi ekosistemin anlaşılması ve yönetilmesinde önem taşımaktadır.

Fitoplanktonik çalışmalar geleneksel olarak mikroskop kullanılarak yürütülmektedir. Bu teknik klasik bir yöntem olup, türlerin taksonomik özelliklerinin kullanılarak teşhisi, hücre sayılarının sayılması ve biyomaslarının belirlenmesini kapsamaktadır (Utermohl,

1958; Booth, 1993; Eker-Develi vd., 2008). Ancak, zaman alan (örnek hazırlanması, çöktürülmesi vb.) ve ciddi anlamda uzmanlık gerektiren bir teknik olması nedeniyle mikroskobik hücre sayımı kısa zamanda fazla sayıda örnek çalışılmasına imkân vermemektedir. Ayrıca 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).

Ülkemiz araştırmacıları tarafından HPLC tekniği ile pigment ölçümlerinin yapıldığı ve kemotaksonomik yaklaşımlar içeren çalışmalar oldukça sınırlıdır (Ağırbaş vd., 2015; Koca, 2014; Eker-Develi vd., 2012; Ağırbaş, 2010; Ediger vd., 2006).

Ediger vd. (2006)'nin Güneybatı Karadeniz kıyılarında yaptıkları çalışmada tek mevsimde alınan örneklerde HPLC tekniği ile pigment analizi yapılmış ve fitoplankton popülasyonunun 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. Koca (2014)'nin Güneydoğu Karadeniz Rize sahillerinde aylık olarak yürüttüğü çalışmada diatom ve dinoflagellat oranları ile pigment kompozisyonunun zamansal ve alansal değişimi ortaya konulmuştur.

Güneydoğu Karadeniz kıyılarında (Rize sahilleri) yürütülen bu çalışmada, fitoplankton pigment konsantrasyonu ve boy grupları HPLC tekniği ile belirlenerek mevsimsel değişimlerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

### Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, Güneydoğu Karadeniz kıyılarında (Rize) belirlenen 5 farklı istasyonda (İyidere, Rize, Çayeli, Pazar ve Fındıklı istasyonu) mevsimsel olarak (Mayıs 2014-Nisan 2015) yürütülmüştür. Örnekleme istasyonları Şekil 1'de sunulmuştur.

Deniz çalışmaları Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'ne ait R/V RİZESUAR araştırma gemisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Deniz suyu örnekleri Niskin örnekleme şişesi ile yüzeyden (0,5 m) alınmıştır.

Fitoplankton Örneklerinin Teşhisi; Fitoplankton hücre sayımı için Niskin örnekleme şişesi ile örneklenen fitoplankton örnekleri (1 L), son konsantrasyonu % 4 olacak şekilde formaldehit ile fikse edilmiştir. Laboratuvara getirilen örnekler çöktürüldükten sonra 50 ml'ye kadar konsantre edilmiştir. 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. Fitoplanktonik gruplara ait tür teşhisleri ilgili kaynaklar ışığında mümkün olan en alt taksonomik seviyeye kadar yapılmaya çalışılmıştır (Drebes, 1974; Ramphi ve Bernhard, 1978; Spector, 1984, Balech, 1988, Fukuyo vd., 1990; Tomas, 1993-1996).

Pigment Analizleri; Pigment analizleri için yüzeyden alınan deniz suyu örnekleri 1L'lik koyu renkli polietilen şişelere aktarılmıştır. Örnekler düşük vakum basıncında (<0,5atm)



**Şekil 1.** Çalışma bölgesi ve örnekleme istasyonları (1: İyidere istasyonu, 2: Rize istasyonu, 3: Çayeli istasyonu, 4: Pazar istasyonu, 5: Fındıklı istasyonu).

25 mm GF/F filtreden süzölmüş ve filtreler analiz edilene kadar sıvı azot içerisinde (-196°C) muhafaza edilmiştir. Analiz öncesinde filtreler % 90'lık 5 ml HPLC cinsi aseton içerisinde alınmış ve sonikatör (QSonica, 1 dakika için 60 Hz) ile hücreler parçalanarak ekstraksiyonun daha kolay olması sağlanmıştır. Bu işlemten sonra örnekler +4C' de bir gece buzdolabında saklanarak pigmentlerin aseton içerisinde çözünmesi sağlanmıştır. Daha sonra örnekler içerisindeki katı parçacıkları çöktürmek amacıyla 3500 rpm devirde 10 dakika süreyle santrifüj edilmiştir (Mantoura ve Llewellyn, 1983). Süpernatant içerisinde 500 µL alınarak 500 µL 1M Amonyum Asetat iyon çözeltisi ile karıştırılmıştır. Tamponlu ekstraktan 100 µl alınarak Thermo Hypersil MOS-2 C8 kolona (150 x 4,6 mm, 3 µm parçacık büyüklüğü, 120 Å göz açıklığı ve % 6,5 karbon yükleme oranı) enjekte edilmiştir. Pigmentler LC Solution paket programı kullanılarak akış hızı; 1,0 ml/dk olacak şekilde ve çift mobil faz sistemi (A: % 100 Metanol ve 1 M Amonyum Asetat (70: 30 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 analiz edilmiştir. HPLC sistemi (SHIMADZU LC-20 AT/ Prominence HPLC),

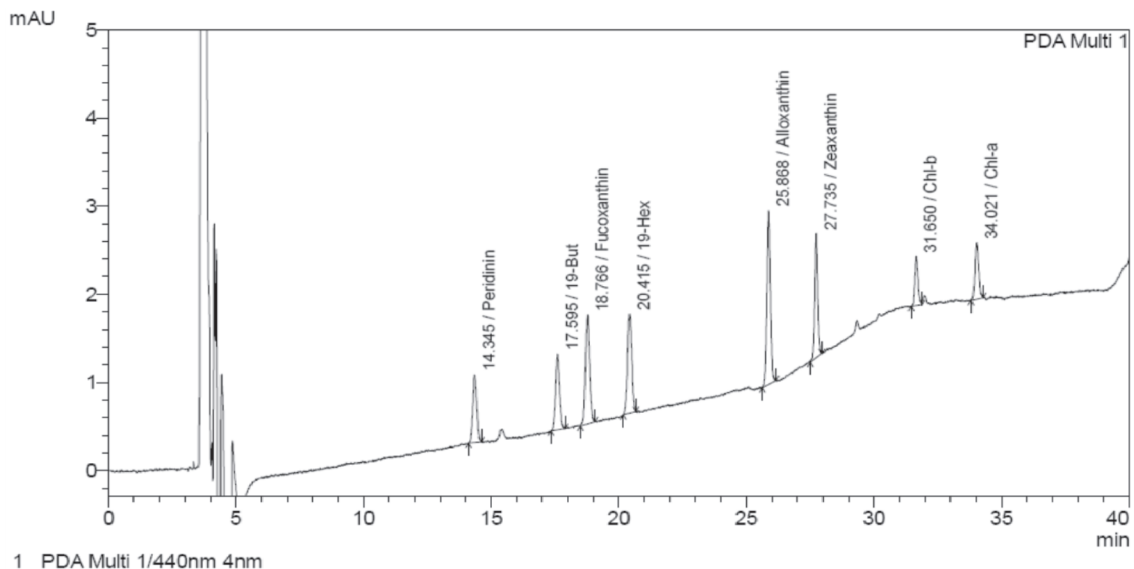
her pigment için ticari standartlar (klorofil *a*, *b*; peridinin, fukoksantin, 19'-Heksanoloksifukoksantin, diadinoksantin, zeaksantin ve β-karoten: VKI, Danimarka) kullanılarak kalibre edilmiştir. Klorofil-*a* ve belirleyici pigmentler için belirleme sınırı 0,005-0,007 µg/L dir.

Pigment konsantrasyonları aşağıdaki denkleme göre hesaplanmıştır;

$$C_p = \frac{A_p \times V_{ext} \times 10}{B \times V_{flt} \times V_{inj} \times 1000 \times R_f}$$

$C_p$  (µg L<sup>-1</sup>) = Pigment konsantrasyonu,  $A_p$  (mAU\*s) = Pik alanı,  $R_f$  (ngmAU<sup>-1</sup>) = Kalibrasyon eğrisinin eğimi (ng kolon<sup>-1</sup>),  $V_{flt}$  (l) = Süzölen su hacmi,  $V_{ext}$  (ml) = Ekstraksiyon için kullanılan çözücü hacmi,  $V_{inj}$  (µl) = Kromatografi sistemine enjekte edilen örnek hacmi ve B = Tampon seyreltme faktörü (1).

Pigment analizi öncesinde pigment standartları ile kalibrasyonlar gerçekleştirilmiş ve her bir pigmentin geliş zamanı (alınma zamanı) belirlenmiştir. Sonrasında ise pigmentlerin geliş zamanlarına göre okumalar gerçekleştirilmiştir. Kalibrasyonda kullanılan standartlara ait kromatogram Şekil 2'de sunulmuştur.



Şekil 2. Pigment standartlarına ait kromatogram.

HPLC analizleri tamamlandıktan sonra elde edilen pigment konsantrasyonları kullanılarak fitoplankton boy gruplarının (mikro-, nano- ve pikoplankton) oranları hesaplanmıştır. Farklı boy sınıflarındaki fitoplanktonik gruplar Vidussi vd. (2001) ve Uitz vd. (2006)' ne göre hesaplanmıştır;

$$\Sigma DP_w = 1.41*[Fuco] + 1.41*[Perid] + 1.27*[Hex-fuco] + 0.35*[But-fuco] + 0.60*[Allo] + 1.01*[TChlb] + 0.86*[Zea]$$

$$f_{micro}: (1.41*[Fuco] + 1.41*[Perid]) / \Sigma DP_w$$

$$f_{nano}: (1.27*[Hex-fuco] + 0.35*[But-fuco] + 0.60*[Allo]) / \Sigma DP_w$$

$$f_{piko}: (1.01*[TChlb] + 0.86*[Zea]) / \Sigma DP_w$$

DP: Diagnostik pigmentlerin toplamı

Fuco: Fukoksantin

Perid: Peridin

Hex-fuco: 19- Heksanoloksifukoksantin

But-fuco: 19-Butanoloksifukoksantin

Allo: Alloksantin

TChlb: Toplam Chl-b

Zea: Zeaksantin

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

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

$f_{piko}$ : Pikoplanktonik fraksiyon  
( $\leq 0.2-2 \mu m$ )

## Bulgular

Saha çalışmaları sırasında alınan yüzey suyu örneklerinde yapılan mikroskopik hücre sayımları sonucunda temel fitoplanktonik gruplar (diatom, dinoflagellata, silikoflagellata, chlorophyta) belirlenmiştir. Örnekleme istasyonları kantitatif açıdan değerlendirdiğinde diatomlar hücre bolluğu (abundans) bakımından en baskın grup olmuştur. En yüksek hücre sayısı ( $5,2 \times 10^4$  hücre/L) yaz döneminde İyidere istasyonunda tespit edilmiştir. Öne çıkan türler ise *Rhizosolenia calcaravis* Schultze, *Proboscia alata* (Brightwell) Sundström, *Proboscia*

*sp. Coscinodiscus granii* Gough, *Thalassionema nitzschoides* Mereschkow ve *Licmophora sp.*'dir.

Dinoflagellatlarda ise en yüksek hücre sayısı ( $4,6 \times 10^4$  hücre/L) yaz mevsiminde gözlenmiştir, bu gruba ait en baskın türler ise *Ceratium furca* Claparède et Lachmann, *Ceratium fusus* (Ehrenberg) Dujardin, *Gyrodinium sanguenum* Hirasaka, *Prorocentrum compressum* Abé ex Dodge, *Prorocentrum micans* Ehrenberg, *Prorocentrum minimum* (Pavillard) Schiller, *Protoperidinium steinii* (Jørgensen) Balech, *Protoperidinium oblangum* Parke et Dodge türleri olmuştur. Toplam fitoplankton bolluğuna yapılan katkı değerlendirildiğinde ise İyidere, Rize, Çayeli, Pazar ve Fındıklı istasyonları toplam fitoplanktona sırasıyla % 24,5; % 23,9; % 19,3; 16,2 ve %16,0'lık katkı yapmıştır.

Çalışmada, dinoflagellatlar tür sayısı bakımından en baskın 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. Kalitatif olarak toplam fitoplankton tür sayısı açısından 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. Çalışmanın yürütüldüğü dönem içerisinde baskın pigment klorofil-a olup (ortalama 1,57  $\mu g/L$ ) fitoplankton biyokütlesi ile uyum içerisinde olduğu tespit edilmiştir. Klorofil-a'dan sonra en baskın pigment fukoksantin olup (ortalama 0,35  $\mu g/L$ ) bunu sırasıyla 19-Heksanoloksifukoksantin (0,24  $\mu g/L$ ) ve peridin pigmenti (0,21  $\mu g/L$ ) takip etmiştir. Bununla birlikte pigment konsantrasyonları ile hücre sayıları arasında pozitif ilişkiler tespit edilmiştir. Fukoksantin pigment konsantrasyonu diatom hücre sayısı ile pozitif ilişkiler sergilerken (Pearson korelasyonu;  $r=0,37$ ,  $p<0,05$ ), peridin pigment kon-

santrasyonun dinoflagellat hücre sayısı ile pozitif bir ilişki (Pearson korelasyonu;  $r=0,75$ ,  $p<0,05$ ) sergilemiştir.

Pigment konsantrasyonları kullanılarak hesaplanan farklı boy gruplarının katkı oranları (%) gerek grup bazında ve gerekse istasyonlar bazında olmak üzere mevsimlere göre belirlenmiştir (Şekil 3). Genel olarak mikrop planktonik (% 27-70) grupların katkısı daha fazla iken nanoplanktonik (% 6-47) ve pikoplanktonik (% 13-50) gruplar hemen hemen eşit oranlarda katkı yapmışlardır. Mikrop planktonik gruplar ilkbahar ve yaz mevsiminde toplam fitoplankton biyokütlesine daha fazla katkı yaparken, nanoplanktonik gruplar ise sonbahar ve kış mevsiminde daha fazla katkıda bulunmuştur. Diğer taraftan ilkbahar mevsiminde katkısı yüksek olan pikoplanktonik grupların katkısı ilerleyen dönemlerde giderek azalma eğilimi göstermiştir. İstasyonlar açısından bir değerlendirme yapıldığında ise ilkbahar ve yaz mevsimlerinde Pazar istasyonu öne çıkarken sonbahar ve kış mevsiminde ise Rize istasyonu mikrop plankton baskınlığıyla dikkat çekmektedir.

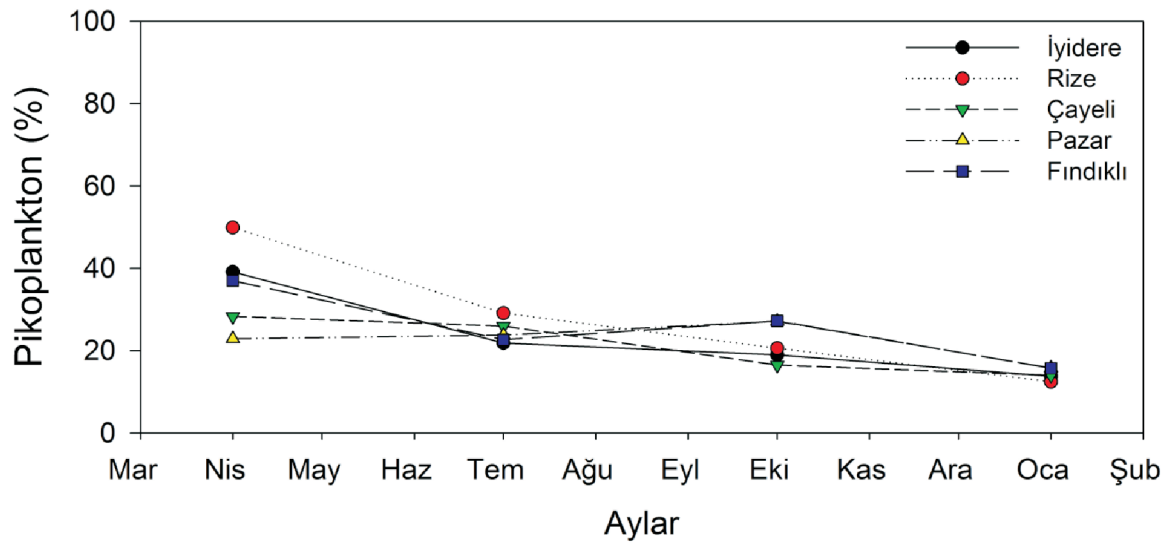
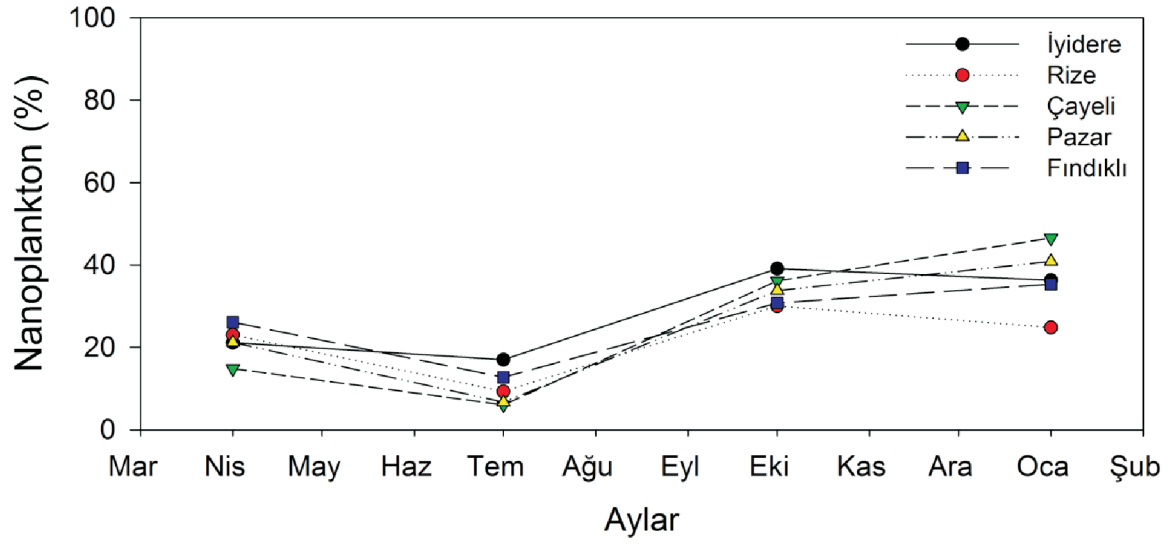
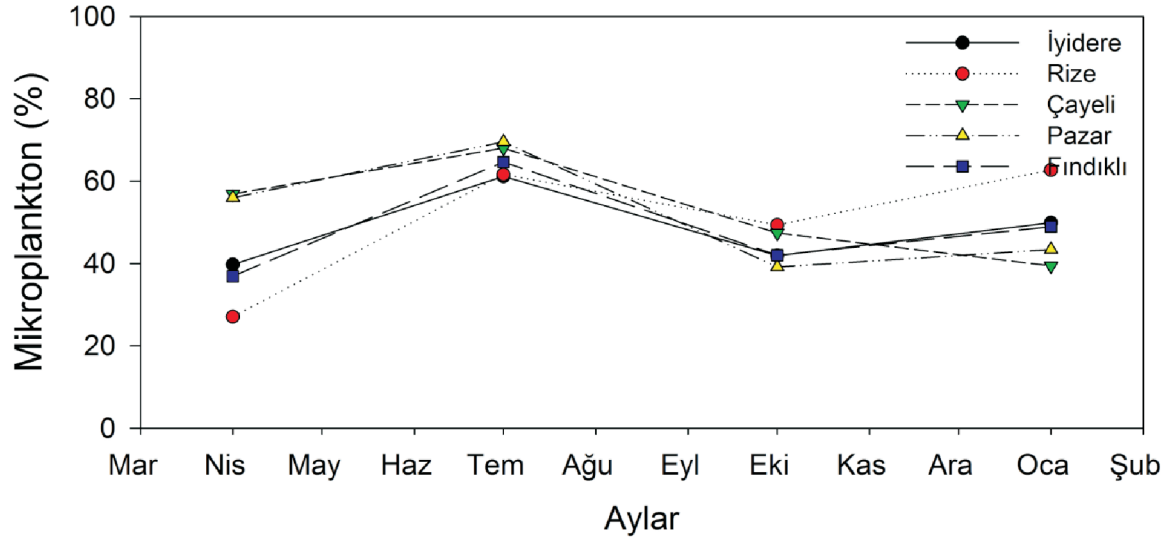
## Tartışma

Seksenli yıllara kadar Karadeniz'deki fitoplanktonun mevsimsel dinamiği diatomların sorumlu olduğu ilkbahar bloomu ve kokkolitofor *Emiliana huxleyii* (Lohmann) Hay&Mohler ve dinoflagellatların sorumlu olduğu sonbahar bloomundan (Sorokin, 1986; Honjo vd., 1987; Vedernikov vd., 1993; Ediger, 2006) oluşan bir yapıya sahipken, 80 sonrası ekosistemde meydana gelen dramatik değişimler (ötrofikasyon, istilacı türlerin ortaya çıkması, nütrient rejiminin değişmesi, fitoplanktonik grup oranlarının değişmesi, iklimsel değişime bağlı olarak fenolojik değişimler, alışılmadık fitoplankton patlamaları vb.) 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 da değişimlere neden olmuştur. Genel olarak diatomlar fitoplankton biyomasına katkı yapan temel grup (%46) olarak değerlendirilirken, bunu %27'lik oranla dinoflagellatlar takip etmektedir (Zaitsev, 1997).

Bu çalışmada toplamda 71 tür teşhis edilmiş olup, bunların büyük bir kısmını dinoflagellat (41 tür) ve diatom türleri (18 tür) oluşturmuştur. Geriye kalan 12 türü ise diğer taksonomik gruplar (silikofalgellata, öglenofita, primnesiofita, klorofita vb.) oluşturmuştur. Kalitatif olarak bir değerlendirme yapıldığında ise toplam fitoplankton tür sayısının % 57,76'sını dinoflagellat türleri oluştururken; bunu % 25,30 ile diatom türleri takip etmiştir. Diğer taksonomik gruplar ise %16,89 ile temsil edilmiştir. 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. Bu çalışmadan elde edilen bulgular Karadeniz'de yürütülen önceki çalışmalarla (%32 diatom ve %64 dinoflagellat, Bayraktar, 1994; %29 diatom ve %42 dinoflagellat, Eker vd., 1999; %18 diatom ve %62 dinoflagellat, Ediger vd., 2006; %35 diatom ve %60 dinoflagellat, Ağırbaş, 2010) örtüşmektedir. Önceki yıllara göre gözlenen değişimler ise temelde bölgesel farklılıklardan ileri gelebildiği gibi, çalışılan bölgenin kıyıya daha yakın olması, çalışmanın yürütüldüğü dönem, ortamın besin elementi kompozisyonu ve hidrolojik koşulların farklılık göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışmanın yürütüldüğü dönem içerisinde diatomlar yağış ve artan nehir deşarjına bağlı olarak yeni besin elementi girdisinin olduğu ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde ba-



Şekil 3. Örnekleme istasyonlardaki farklı boy gruplarının toplam fitoplanktona yaptıkları katkı (%).

riz bir şekilde en yüksek hücre sayısı ile temsil edilmişlerdir. Benzer şekilde bu dönemlere ait ortalama klorofil-*a* değerleriyle de uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir.

Dinoflagellatlar ise ağırlıklı olarak ısınmayla birlikte termoklin tabakasının daha belirginleştiği ve tabakalaşmaya bağlı olarak besin elementi girdisinin sınırlı olduğu ilkbahar sonu ve yaz mevsiminde en yüksek hücre sayısı ile temsil edilmişlerdir. En yüksek hücre sayısının gözlemlendiği dönemlerde öne çıkan diatom türleri *Coscinodiscus granii* Gough, *Rhizosolenia calcaravis* Schultze, *Proboscia alata* (Brightwell) Sundström, *Thalassionema nitzschioides* Mereschkow ve *Licmophora sp.* iken dinoflagellatlara ait en baskın türler ise *Ceratium furca* Claparède et Lachmann, *Ceratium fusus* (Ehrenberg) Dujardin, *Gymnodinium sanguineum* Hirasaka, *Prorocentrum compressum* Abé ex Dodge, *Prorocentrum micans* Ehrenberg, *Prorocentrum minimum* (Pavillard) Schiller, *Protoperidinium steinii* (Jørgensen) Balech, *Protoperidinium oblangum* Parke et Dodge türleri olmuştur.

Genel bir değerlendirme yapıldığında fitoplankton bolluğu açısından İyidere istasyonu en yüksek hücre sayısı ile temsil edilirken bunu Rize ve Fındıklı istasyonları takip etmiştir. Pigmente dayalı hesaplanan fitoplanktonik gruplar açısından değerlendirme yapıldığında ise Rize ve Pazar istasyonları öne çıkmaktadır. Pigmente dayalı konsantrasyonlarına bakıldığında Çayeli istasyonu en yüksek ortalama pigment konsantrasyonuna sahip olduğu görülmüştür.

Denizel ekosistemlerin yapısının ve dinamiğinin daha iyi anlaşılabilmesi için fitoplankton kompozisyonunun sürekli olarak takip edilmesi gerekmektedir. Geleneksel bir yöntem olan mikroskopik hücre sayımıyla beraber daha yeni ve hızlı bir teknik olan HPLC tekniği ile pigment konsantrasyonlarının belirlenerek fitoplanktonik grupların toplam fitoplanktona yaptığı katkının daha hızlı bir

şekilde ortaya konulması mümkün olmaktadır. Bu çalışma ile temel fitoplanktonik gruplar için belirleyici nitelikte olan fotosentetik pigment konsantrasyonları HPLC tekniği ile belirlenmiş, mikroskopik hücre sayımları ile desteklenerek kemotaksonomik yaklaşımlar yapılmaya çalışılmıştır. Pigment konsantrasyonları ile hücre sayıları arasında tespit edilen pozitif ilişkiler sonucunda grupların tahmin edilmesinde HPLC pigment analizinin kemotaksonomik yaklaşım yapmada kullanılabileceği ancak tek başına yeterli olmayacağı sonucuna ulaşılmıştır.

### Teşekkür

Bu çalışma 2013.103.01.2 numaralı Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi BAP projesi tarafından desteklenmiştir. HPLC analizleri aşamasında önemli katkılarda bulunan Yrd. Doç. Dr. Serkan KORAL'a teşekkür ederim.

### Kaynaklar

- Agirbas, E., Feyzioglu, A. M., Kopuz, U. ve Llewellyn, C. A. 2015. Phytoplankton community composition in the south-eastern Black Sea determined with pigments measured by HPLC-CHEMTAX analyses and microscopy cell counts. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 95 (1), 35-52.
- Ağırbaş, E. 2010. Güneydoğu Karadeniz'de Pigment Konsantrasyonu ve Birincil Üretimin Çevre Koşulları İle Etkileşimi, (Doktora Tezi) Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Trabzon.
- Balech, E. 1988. Los dinoflaelados del Atlantico sudoccidental, Publ. Espec. Instituto Espanol Oceanografia, Madrid, 1: 299.
- Bayraktar, S. 1994. Distribution of phytoplankton (>55 um) along Turkish Coast and at the North Western shelf area of the Black Sea (Yüksek Lisans Tezi), ODTÜ, 172 s.
- 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.



- 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.
- Eker-Develi, E., Berthon, J. F., Canuti, E., Slabakova, N., Moncheva, S., Shtereva, G. ve Dzhurova, B. 2012. Phytoplankton taxonomy based on CHEMTAX and microscopy in the Northwestern Black Sea. *Journal of Marine Systems* 94, 18–32.
- Eker-Develi, E., Berthon, J. F. ve Linde, D. 2008. Phytoplankton class determination by microscopic and HPLC-CHEMTAX analyses in the southern Baltic Sea. *Marine Ecology Progress Series* 359, 69–87.
- Eker, E., Georgieva, L., Senichkina, L. ve Kideys, A. E. 1999. Phytoplankton Distribution in the Western and Eastern Black Sea in Spring and Autumn 1995, *ICES Journal of Marine Science*, 56, 15–22.
- Falciatore, A., Ribera, d'Alcalà, M., Croot, P. ve Bowler, C. 2000. Perception of Environmental Signals by a Marine Diatom, *Science* 288 (5475), 2363-2366.
- Fukuyo, Y., Takano, H., Chihara, M. ve Matsuoka, K. 1990. Red tide organisms in Japon (An illustrated taxonomic guide), Uchida Rokakuho Publishing, Tokyo, 407.
- Hay, B., Honjo, S., Kempe, S., Ittekkot, V. A., Degens E. T., Konuk, T. ve İzdar, E. 1990. Interannual Variability in Particle flux in the Southwestern Black Sea, *Deep-Sea Research*, 37, 911-928.
- Honjo, S., Hay, B., Manganini, S. J., Degens, E. T., Kempe, S., Ittekkot, V. A., Izdar, 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.
- Koca, L. 2014. Güney Doğu Karadeniz Kıyıları (Rize) Diatom/Dinoflagellat Oranları ve Pigment Kompozisyonunun Zamansal Değişimi, (Yüksek Lisans Tezi) Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Mackey M. D., Mackey, D. J., Higgins, H. W. ve Wright, S. W. 1996. CHEMTAX—a program for estimating class abundances from chemical markers: application to HPLC measurements of phytoplankton. *Marine Ecology Progress Series* 144, 265–283.
- Mantoura, R. F. C. ve Llewellyn, C. A. 1983. The rapid determination of algal Chlorophyll-a and Carotenoid Pigments and Their Breakdown Products in Natural Waters by Reverse-Phase High Performance Liquid Chromatography, *Analytica Chimica Acta*, 151, 297-314.
- Nagata, T., Takai, K., Kawabata, K. I., Nakanishi, M. ve Urabe, J. 1996. The trophic transfer via a picoplankton-flagellate-copepod food chain during a picocyanobacterial bloom in Lake Biwa. *Arch Hydrobiol* 137:145–160.
- Nelson, D. M. D., Triguier, P., Brzezinski, M. A., Leynaert, A., Queguiner, B. ve Tréguer, P. 1995. Production and dissolution of biogenic silica in the ocean: revised global estimates, comparison with regional data and relationship to biogenic sedimentation. *Glob Biogeochemical Cycle* 9: 359-372.
- Ramphi, L. ve Bernhard, M. 1978. Key for the determination of Mediterranean pelagic diatoms, *Comit. Naz. Energia Nucleare, Roma*, 72.
- 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.
- Sur, H. I., Özsoy, E., Ilyin, Y. P. ve Ünlüata, U. 1996. Coastal/Deep Ocean Interactions in the Black Sea and their Ecological/Environmental Impacts, *Journal of Marine Systems*, 7, 293-320.
- Tait, R. V. ve Dipper, F. A. 2001. Elements of Marine Ecology, Butterworth-Heinemann Pub., 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.
- Uitz, J., Claustre, H., Morel, A. ve 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).
- Utermohl, H. 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen phytoplankton: Methodik Mitteilung Internationale Vereinigung Theoretische und Angewandte Limnologie, 9, 1–38.
- Vedernikov, V. I. ve Demidov, A. B. 1993. Primary production and chlorophyll in the deep regions of the Black Sea. *Oceanology* 33, 229–235.

- Verity, P. G. ve Smetacek, V. 1996. Organism life cycles, predation, and the structure of marine pelagic systems. *Marine Ecology Progress Series* 130:277–293
- Vidussi, F., Claustre, H., Manca, B. B., Luchetta, A. ve Marty, J. C. 2001. Phytoplankton pigment distribution in relation to upper thermocline circulation in the eastern Mediterranean Sea during winter. *J. Geophys. Res. Oceans* 106 (C9), 19939–19956.
- Yayla, M., Yılmaz, A. ve Morkoç, E. 2001. The Dynamics of Nutrient Enrichment and Primary Production Related to Recent Changes in the Ecosystem of the Black Sea, *Aquatic Ecosystem Health and Management*, 4, 33-49.
- Yılmaz, A., Tuđrul, 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.
- Yunev, O., Vladimir, A., Bařtürk, Ö., Yılmaz, A., Kideyř, A. E., Moncheva, S. ve Konovalov, S. K. 2002. Long-term Variation of Surface Chlorophyll-a and Primary Production in the open Black Sea, *Marine Ecology Progress Series*, 230, 11-28.
- Zaitsev, Y. P. 1997. Eutrophication of the Black Sea and Its Major Consequences, *Black Sea Pollution Assesment, Black Sea Environmental Series*.