

**T.C.**  
**SİNOP ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

SU ÜRÜNLERİ TEMEL BİLİMLER ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KARADENİZ' İN SİNOP BURNU BÖLGESİNİN *Emiliana huxleyi* (Lohmann)  
W.W.Hay & H.P.Mohler KOMPOZİSYONU

YAZAR  
Sonay BAŞKAN

DANIŞMAN  
DR. ÖĞR. ÜYESİ FATİH ŞAHİN

**SİNOP – 2019**

## TEZ KABUL

Sonay BAŞKAN tarafından hazırlanan “KARADENİZ' İN SİNOP BURNU BÖLGESİNİN *Emiliana huxleyi* (Lohmann) W.W.Hay & H.P.Mohler KOMPOZİSYONU” başlıklı bu çalışma, 27.06.2019 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak, jürimiz tarafından **YÜKSEK LİSANS tezi** olarak kabul edilmiştir.

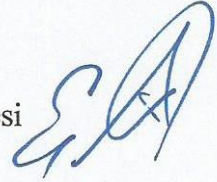
**Başkan**

Prof. Dr. Levent BAT  
Sinop Üniversitesi/Su Ürünleri Fakültesi



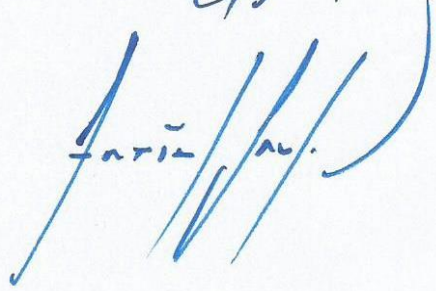
**Üye**

Doç. Dr. Ertuğrul AĞIRBAŞ  
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi/Su Ürünleri Fakültesi



**Üye**

Dr. Öğr. Üyesi Fatih ŞAHİN  
Sinop Üniversitesi/Su Ürünleri Fakültesi



## ETİK BEYANI

Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Sonay Başkan

# İÇİNDEKİLER

|                                                                                                  | <u>Sayfa No</u> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| İÇİNDEKİLER .....                                                                                | i               |
| ŞEKİLLER VE ÇİZELGELER LİSTESİ.....                                                              | iii             |
| ÖZET .....                                                                                       | vi              |
| ABSTRACT .....                                                                                   | vii             |
| TEŞEKKÜR .....                                                                                   | viii            |
| 1.GİRİŞ .....                                                                                    | 1               |
| 2. GENEL BİLGİLER.....                                                                           | 11              |
| 2.1. Karadeniz'in Temel Oşinografik Özellikleri .....                                            | 11              |
| 2.2. Prymnesiophyceae (Haptophyceae).....                                                        | 12              |
| 2.2.1. Anatomi ve Morfoloji .....                                                                | 15              |
| 2.2.2. Hücresel Organizasyon.....                                                                | 16              |
| 2.3. <i>Emiliania huxleyi</i> (Lohmann) W.W.Hay & H.P.Mohler .....                               | 16              |
| 2.3.1. Türün Sistematigi ve Karakteristik Özellikleri.....                                       | 18              |
| 2.3.2. Hücre Tanımı .....                                                                        | 20              |
| 2.3.3. Kokolit Plakaları.....                                                                    | 22              |
| 2.3.4. Türün Yaşam Döngüsü .....                                                                 | 22              |
| 2.2.5. Türün Optik Etkileri .....                                                                | 23              |
| 2.3.6. Türün Bolluğu ve Dinamigi.....                                                            | 25              |
| 2.3.7. Karadeniz'in Türkiye Kıyılarında <i>Emiliania huxleyi</i> Türüne İlişkin Çalışmalar ..... | 26              |
| 3. MATERYAL ve YÖNTEM.....                                                                       | 29              |
| 3.1. Metod .....                                                                                 | 30              |
| 3.1.1. Örneğin Alınması.....                                                                     | 30              |
| 3.1.2. Fiksasyon Çözeltisinin Hazırlanması .....                                                 | 30              |
| 3.1.3. Örneğin Sedimentasyonu ve Saklanması.....                                                 | 30              |
| 3.1.4. Türün Tanımlanması, Hücre Sayımı ve Hesaplamalar.....                                     | 30              |
| 3.1.5. Spektrofotometrik Analizler .....                                                         | 31              |
| 3.1.5.1. Nitrit Tayini.....                                                                      | 31              |
| 3.1.5.2. Nitrat Tayini.....                                                                      | 31              |
| 3.1.5.3. Fosfat Tayini .....                                                                     | 31              |
| 3.1.5.4. Silisyum Tayini .....                                                                   | 31              |

## İÇİNDEKİLER (Devam)

### Sayfa No

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| 3.1.5.5. Klorofil- <i>a</i> Tayini .....                     | 32 |
| 3.1.6. Verilerin İstatistiksel Açıdan Değerlendirilmesi..... | 32 |
| 4. BULGULAR .....                                            | 33 |
| 4.1. Fiziko-Kimyasal Bulgular .....                          | 33 |
| 4.1.1. Sıcaklık.....                                         | 33 |
| 4.1.2. Tuzluluk.....                                         | 34 |
| 4.1.3. pH.....                                               | 35 |
| 4.1.4. Secchi-Disk .....                                     | 36 |
| 4.1.5. Nütrientler ve Klorofil- <i>a</i> .....               | 37 |
| 4.1.5.1. Nitrit.....                                         | 37 |
| 4.1.5.2. Nitrat.....                                         | 38 |
| 4.1.5.3. Fosfat .....                                        | 39 |
| 4.1.5.4. Silis.....                                          | 40 |
| 4.1.5.5. Klorofil- <i>a</i> .....                            | 41 |
| 4.2. Biyolojik Bulgular .....                                | 43 |
| 5. TARTIŞMA .....                                            | 49 |
| 6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....                                    | 52 |
| KAYNAKLAR .....                                              | 53 |
| ÖZGEÇMİŞ.....                                                | 59 |

## ŞEKİLLER VE ÇİZELGELER LİSTESİ

### ŞEKİLLER

#### Sayfa No

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2.1. Kokkolitofor çeşitliliği: (A) <i>Coccolithus pelagicus</i> , (B) <i>Calcidiscus leptoporus</i> , (C) <i>Braarudosphaera bigelowii</i> , (D) <i>Gephyrocapsa oceanica</i> , (E) <i>Emiliana huxleyi</i> , (F) <i>Discosphaera tubifera</i> , (G) <i>Rhabdosphaera clavigera</i> , (H) <i>Calciosolenia murrayi</i> , (I) <i>Umbellosphae</i> sp. (Anonim, 2016) ..... | 14 |
| Şekil 2.2. Canlı bir kokkolitoforid hücre yapısı (Heimdal, 1997).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 15 |
| Şekil 2.3. Deniz seviyesinden 106 m yüksekliğe yakın tebeşir kayalıkları (Dover, İngiltere) (Anonim, 2017a).....                                                                                                                                                                                                                                                                | 18 |
| Şekil 2.4. <i>Emiliana huxleyi</i> genel görünümü (Anonim, 2017b).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 18 |
| Şekil 2.5. 1: C-tip, 2a: N-tip, 2b: N-tip yandan görünüm, 3: S-tip (Jahnke, 1992) .....                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 19 |
| Şekil 2.6. <i>Emiliana huxleyi</i> hücre organelleri (Anonim, 2010).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 21 |
| Şekil 2.7. <i>Emiliana huxleyi</i> kokolit görüntüleri (Anonim, 2018) .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 22 |
| Şekil 2.8. A. Hareketli olmayan C-hücresi, B,C. Çıplak ve hareketli S-hücresi (Anonim, 2018) .....                                                                                                                                                                                                                                                                              | 23 |
| Şekil 2.9. İstanbul Boğazı'nda <i>Emiliana huxleyi</i> aşırı üreme görüntüsü (Anonim, 2017b) .....                                                                                                                                                                                                                                                                              | 23 |
| Şekil 2.10. <i>Emiliana huxleyi</i> aşırı üremesinin uzaydan görünümü (Anonim, 2019).....                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 24 |
| Şekil 2.11. Tahmini su rengi: 0 mg CaCO <sub>3</sub> -C m <sup>3</sup> (solda) ve 300 mg CaCO <sub>3</sub> -C m <sup>3</sup> (sağda) karşılaştırması (Anonim, 2018) .....                                                                                                                                                                                                       | 25 |
| Şekil 3.1. Örneklem istasyonu .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 29 |
| Şekil 4.1. 2008 yılı ortalama sıcaklık (°C) değerleri .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 33 |
| Şekil 4.2. 2009 yılı ortalama sıcaklık (°C) değerleri .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 34 |
| Şekil 4.3. 2008 yılı tuzluluk (‰) değerleri .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 34 |
| Şekil 4.4. 2009 yılı tuzluluk (‰) değerleri .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 35 |
| Şekil 4.5. 2008 yılı pH değerleri.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 35 |
| Şekil 4.6. 2009 yılı pH değerleri.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 36 |
| Şekil 4.7. 2008-2009 yılları Secchi-Disk derinlik (m) grafiği.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 36 |
| Şekil 4.8. 2008 yılı nitrit (NO <sub>2</sub> ) (µg/l) dağılım grafiği .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 37 |
| Şekil 4.9. 2009 yılı nitrit (NO <sub>2</sub> ) (µg/l) dağılım grafiği .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 38 |
| Şekil 4.10. 2008 yılı nitrat (NO <sub>3</sub> ) (µg/l) dağılım grafiği.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 38 |
| Şekil 4.11. 2009 yılı nitrat (NO <sub>3</sub> ) (µg/l) dağılım grafiği.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 39 |
| Şekil 4.12. 2008 yılı fosfat (PO <sub>4</sub> ) (µg/l) dağılım grafiği .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 39 |

## ŞEKİLLER(Devam)

|                                                                                                          | <u>Sayfa No</u> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Şekil 4.13. 2009 yılı fosfat (PO <sub>4</sub> ) (µg/l) dağılım grafiği .....                             | 40              |
| Şekil 4.14. 2008 yılı silis (SiO <sub>2</sub> ) (µg/l) dağılım grafiği .....                             | 40              |
| Şekil 4.15. 2009 yılı silis (SiO <sub>2</sub> ) (µg/l) dağılım grafiği .....                             | 41              |
| Şekil 4.16. 2008 yılı klorofil- <i>a</i> (µg/l) dağılım grafiği.....                                     | 41              |
| Şekil 4.17. 2009 yılı klorofil- <i>a</i> (µg/l) dağılım grafiği.....                                     | 42              |
| Şekil 4.18. <i>Emiliana huxleyi</i> 2008 yılı aylık bolluk (hücre/L) grafiği.....                        | 44              |
| Şekil 4.19. <i>Emiliana huxleyi</i> 2009 yılı aylık bolluk (hücre/L) grafiği.....                        | 44              |
| Şekil 4.20. <i>Emiliana huxleyi</i> 2008 yılı yüzey suyu bolluk (hücre/L) grafiği.....                   | 45              |
| Şekil 4.21. <i>Emiliana huxleyi</i> 2009 yılı yüzey suyu bolluk (hücre/L) grafiği.....                   | 46              |
| Şekil 4.22. <i>Emiliana huxleyi</i> 2008 yılı 10 m derinliğindeki bolluk (hücre/L) grafiği .....         | 46              |
| Şekil 4.23. <i>Emiliana huxleyi</i> 2009 yılı 10 m derinliğindeki bolluk (hücre/L) grafiği .....         | 47              |
| Şekil 4.24. <i>Emiliana huxleyi</i> 2008 yılı 0 ve 10 m derinliklerindeki bolluk (hücre/L) grafiği ..... | 47              |
| Şekil 4.25. <i>Emiliana huxleyi</i> 2009 yılı 0 ve 10 m derinliklerindeki bolluk (hücre/L) grafiği ..... | 48              |

## ÇİZELGELER

### Sayfa No

|                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 1.1. Boyutlarına göre planktonik organizmalar .....                                      | 2  |
| Çizelge 1.2. İÇD tanımlayıcıları .....                                                           | 10 |
| Çizelge 2.1. Primnesiofitelerin temel özellikleri (Jeffrey ve Vesk, 1997) .....                  | 16 |
| Çizelge 2.2. <i>Emiliana huxleyi</i> türünün sistematigi .....                                   | 18 |
| Çizelge 4.1. 2008-2009 yılları tuzluluk, sıcaklık, Secchi Disk derinliği ve pH değerleri .....   | 37 |
| Çizelge 4.2. 2008-2009 yılları nütrient ve klorofil- <i>a</i> değerleri .....                    | 43 |
| Çizelge 4.3. 2008-2009 yılı elde edilen <i>Emiliana huxleyi</i> bolluk (hücre/l) değerleri ..... | 43 |
| Çizelge 4.4. <i>Emiliana huxleyi</i> 2008-2009 yılları hücre sayısı .....                        | 45 |

## ÖZET

### KARADENİZ' İN SİNOP BURNU BÖLGESİNİN *Emiliana huxleyi* (Lohmann)

#### W.W.Hay & H.P.Mohler KOMPOZİSYONU

Bu çalışmada, Ocak 2008 ve Aralık 2009 tarihleri arasında Karadeniz'in Sinop Burnu bölgesinde *Emiliana huxleyi* (Lohmann) W.W.Hay & H.P.Mohler türünün kompozisyonu ve aylık dağılımı araştırılmıştır.

Örnekleme Niskin tip (Hydro-Bios Kiel) su örnekleyicisi ile hücre yoğunluğunun en fazla olduğu 0,5 m ve 10 m derinliklerden yapılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, 2008 yılı örneklemeinde *Emiliana huxleyi* hücre konsantrasyonu en az Ağustos ayında  $0,009 \times 10^6$  hücre/l, en fazla ise Aralık ayında  $4 \times 10^6$  hücre/l olarak tespit edilmiştir. 2009 yılı örneklemeinde ise hücre konsantrasyonu en az Ağustos ayında 10 metrede  $0,0009 \times 10^6$  hücre/l, en fazla Nisan ayında 0 metrede  $2 \times 10^6$  hücre/l olarak tespit edilmiştir.

Ötrofikasyon baskısı altında değişen Karadeniz ekosisteminde, birincil üretimi sağlayan fitoplankton türlerinin takibini yapmak, baskın türlerin değişimlerini incelemek, farklılıkları ortaya çıkarmak gerekmektedir. Bu bağlamda, Avrupa Birliği-Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi de plankton topluluklarının biyolojik çeşitliliği ve besin ağı çalışmalarını istemektedir. Bu nedenle, Karadeniz bölgesinde *Emiliana huxleyi* türünün bolluğunu düzenli olarak takibe almak İyi Çevresel Durum sağlanması amacıyla oldukça önemlidir.

**Anahtar Kelimeler:** *Emiliana huxleyi*, Karadeniz, Sinop, bolluk

## ABSTRACT

### ***Emiliana huxleyi* (Lohmann) W.W.Hay & H.P.Mohler COMPOSITION OF THE SİNOP CAPE REGION OF THE BLACK SEA**

In this study, the composition and monthly distribution of *Emiliana huxleyi* (Lohmann) W.W.Hay & H.P.Mohler were investigated from January 2008 to December 2009 in Sinop Cape region.

Samplings were done with Niskin type (Hydro-Bios Kiel) water sampler at 0.5 m and 10 m that had maximum density of cells. According to findings, in 2008 sampling, *Emiliana huxleyi* cell concentration was found minimum in August with  $0,009 \times 10^6$  cell/l and maximum in December with  $4 \times 10^6$  cell/l. According to findings, in 2009 sampling, *Emiliana huxleyi* cell concentration was found minimum in August (10m) with  $0,0009 \times 10^6$  cell/l, and maximum in April (0m) with  $2 \times 10^6$  cell/l.

In the Black Sea ecosystem that changes with eutrophication, it is necessary to monitoring the phytoplankton species, to examine the changes of dominant species, and revealing the differences. Within this context, European Union- Marine Strategy Framework Directive is desired biodiversity and food web studies of plankton communities. For this reason, to follow abundance of the *Emiliana huxleyi* species in the Black Sea regularly is considerably important for providing Good Environmental Status.

**Key Words:** *Emiliana huxleyi*, Black Sea, Sinop, abundance

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmada, bilgisi ve deneyimi ile bana yol gösteren, yönlendiren ve bu tezin oluşmasında büyük emeği ve katkıları olan değerli hocalarım Prof. Dr. Levent BAT, Doç. Dr. Ertuğrul AĞIRBAŞ ve danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Fatih ŞAHİN'e çok teşekkür ederim.

Çalışmam süresince yardım ve desteklerini esirgemeyen kıymetli arkadaşlarım Dr. Serpil Keskin'e, Dr. İrfan Keskin'e, Uzman Biyolog Gökhan Yıldız'a, Dr. Öğretim Üyesi Mehmet Samet Erdem'e, Su Ürünleri Yüksek Mühendisi Asiye Eyuboğlu'na, Doktora öğrencisi Bayram Köstekli'ye, Öğretim Görevlisi Dr. Elif Arıcı'ya ayrı ayrı teşekkür ederim.

Çalışmam boyunca maddi manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan değerli eşim Oytun Başkan'a, kızım Zeynep B. Başkan'a ve aileme sonsuz teşekkürler ederim.

Sonay Başkan

## 1. GİRİŞ

Yerküre; katı (litosfer), sıvı (hidrosfer) ve gaz (atmosfer) olmak üzere üç grup maddeden oluşmaktadır. Litosferin büyük bir bölümü hidrosferce kaplanmaktadır. Bu katmanların her biri belirli fauna ve flora tarafından karakterize edilmektedir. Karalarda yaşayan canlılar, sadece 20 metre kadar olan yüzey kısmında biyosferi teşkil edebilirler. Bununla birlikte denizlerde biyosferi oluşturan canlılar, akuatik ortamın tüm derinliklerinde bulunabilirler. Denizler, canlılar için üç boyutlu bir yaşam alanı olduğundan, sucul organizmalar su kütlesi içerisindeki yerlerine ve durumlarına göre bentos, nekton, plankton ve nöston ile su kütlesinin oluşturduğu pelajik bölgede serbest olarak yaşayan canlı topluluklarını oluşturmaktadır.

Karasal ortamlarda insan nüfusundaki artışlar ve buna bağlı olarak üretim alanlarındaki azalmalar insan popülasyonlarının yeni ve geniş besin kaynaklarına yönelmelerine neden olmaktadır. Bu kaynakların başında ise, genişliği ve canlı popülasyonlarının çeşitliliği ve zenginliği sebebi ile denizler gelmektedir. Denizlerdeki beslenme düzeyini gösteren besin piramidinin en üst basamağını insan, en alt basamağını ise fitoplanktonik türler oluşturmaktadır (Feyzioğlu, 1990).

Deniz ortamındaki canlıların büyük bir bölümü yaşamlarına plankton olarak başlamakta; larva veya ergin olarak planktonik gruplar içerisinde yer almaktadır (Feyzioğlu, 1996).

Plankton su yüzeyinde veya içinde serbestçe asılı durarak süspansiyon halde yaşamını sürdüren ve kendi hareketlerinden ziyade su hareketleriyle pasif olarak yer değiştiren, 2 cm'den daha küçük bitki ve hayvanlardan oluşan organizmalardır. Eski Yunancadan gelen plankton kelimesi “sürüklenen” anlamında çoğul bir sıfattır. Plankter veya plankton ise “tek bir planktonik organizma” anlamına gelmektedir. Planktonik canlıların, biyolojik, beslenme, boy ve pelajik hayat devirlerine, topoğrafik özelliklerine, şekillerine, dağılış derinliklerine, ışığa karşı tepki ve topluluk yapılarına göre sınıflandırılması mümkündür. Bununla birlikte planktonun sınıflandırılmasında en çok boyları ve biyolojik özellikleri kullanılmaktadır. Boylarına göre femtoplankton (0,02-0,2  $\mu\text{m}$ ), pikoplankton (0,2-2 $\mu\text{m}$ ), nanoplankton (2-20 $\mu\text{m}$ ), miktoplankton (20-200 $\mu\text{m}$ ), mesoplankton (0,2-20 mm), makroplankton (2 cm-20 cm ve megaplankton (>20 cm.) olarak sınıflandırılmaktadırlar (Koray, 2002) (Çizelge 1).

**Çizelge 1.1.** Boyutlarına göre planktonik organizmalar

| Planktonik Sınıflar | Boy Grupları |
|---------------------|--------------|
| Femtoplankton       | 0,02-0,2 µm  |
| Pikoplankton        | 0,2-2µm      |
| Nanoplankton        | 2-20µm       |
| Mikroplankton       | 20-200µm     |
| Mesoplankton        | 0,2-20 mm    |
| Makroplankton       | 2 cm-20 cm   |
| Megaplankton        | >20 cm       |

Sucul ortamlarda primer üretimden sorumlu fitoplankton (temel olarak mikro ve nanoplanktonik gruplar), ışığın nüfuz edebildiği derinliklerde yaşayan, su hareketleri ile pasif olarak sürüklenen bitkisel planktondur. Fitoplankton, güneş enerjisini fotosentez yoluyla, besleyici elementler ve karbondioksit ile birlikte tespit ederek denizdeki zooplanktonun ve balıkların temel besin kaynağını oluşturmakta; aynı zamanda sığ sularda bentik canlılar tarafından ihtiyaç duyulan enerjiyi de sağlamaktadır. Denizlerdeki fitoplankton kompozisyonu ve birincil üretim her bölgede çeşitli faktörlere bağlı olarak farklılık göstermektedir. Birincil üretimi etkileyen bu faktörler, ışık, sıcaklık, besleyici elementler ve up-welling, türbülans gibi su hareketleridir (Feyzioğlu, 1990; Baytut 2004). Karalardaki birincil üretim ile denizlerdeki birincil üretim arasında temel farklar vardır. Karalarda bu üretimi gerçekleştiren canlıların yalnızca %10'u herbivor türler tarafından tüketilirken, denizlerdeki birincil üretimin kaynağı olan fitoplankton türlerinin neredeyse tamamı zooplankton türleri tarafından tüketilmektedir. Ayrıca, karalarda birincil üretimden sorumlu büyük, çok yıllık çalı, ot veya ağaç formundaki türler olmasına karşılık, denizlerde birincil üretimden sorumlu türlerin yaşam süreleri kısadır.

Fitoplanktonik organizmaların fotosentez sonucu dış ortama verdiği oksijen, yeryüzündeki yaşamı destekleyen sistemin hayati bir parçasıdır (Bat ve ark., 2008).

Tek hücreli veya koloni oluşturabilen fitoplanktonik organizmaların hücresel boyutları, çoğalma hızları ve tipleri büyük bir çeşitlilik gösterirken bu organizmaların hücresel organizasyonları oldukça basittir ve türlerin birçoğu tek bir hücreli mikro-alglerden meydana gelir. Elektron mikroskobuyla görülebilecek düzeyde küçük formların yanında çıplak gözle görülebilecek kadar büyük olan formlar da bulunmaktadır.

Fitoplanktonik organizmalar kloroplast adı verilen ve klorofil-a'yı içeren hücre organelleri ile fotosentez yapabilen türlerdir. Bazı fitoplankton türlerinde sadece klorofil-a değil, renk farklılıklarına sebep olan pigmentler de bulunmaktadır. Klorofil-a ve klorofil-b içeren kloroplastlara sahip olanlar yeşil, karoten ve ksantofil pigmentleri içerenler sarı-kahverengi,

fikobilin pigmentlerinden fikosiyanin içerenler mavi-yeşil ve fikoeritrin içerenler ise kırmızı renge sahiptir. Bazı gruplar ise renksiz yani fotosentetik pigment içermeyen bir yapı gösterirler. Bunlar fotosentez yapamazlar, ancak partikül madde yutucu (fagositik) bir özellik gösterirler (Koray, 2002).

Fitoplankton yeterli ışığın olduğu tüm sucul ortamlarda bulunabilir. Geniş dağılımları, sayılarının bolluğu ve besin zincirindeki temel besin materyali olmaları sebebiyle son derece önemlidirler. Fitoplanktonik bazı gruplar geçici heterotrof olabilirler. Bu durumda besinlerini osmotrofi ve fagotrofi yolu ile alırlar. Sucul ortamda fotosentetik gruplar tarafından gerçekleştirilen total net primer üretim yılda  $15-18 \times 10^9$  ton C olarak tespit edilmiştir. Bu üretim miktarı bölgesel olarak farklılık göstermekle birlikte, açık denizlerde yıllık  $50 \text{ g C/m}^2$  iken, kıyısal alanlarda  $100-150 \text{ g C/m}^2$ , up-welling sahalarında ise  $300-500 \text{ g C/m}^2$  ye kadar artış gösterdiği kaydedilmiştir (Feyzioğlu, 1996).

Denizlerde besin zincirinin ilk basamağını oluşturan fitoplankton yeryüzündeki bitki kütlelerinin % 0,2'sine karşılık gelmekte ve tüm sucul canlıların direkt veya dolaylı olarak besin kaynağını oluşturmaktadır. Fakat okyanuslardaki birincil üretim ( $\sim 40-50$  milyar ton C yıl<sup>-1</sup>) küresel birincil üretimin yarısını oluşturmaktadır. Bu kadar az biyokütle ile bu kadar fazla birincil üretim yapma sebebi fitoplanktonun karbon dönüşüm etkinliğinin fazla olmasıdır. Küresel fitoplankton kütlesi her 2-6 günde bir yenilenirken, karasal bitkilerin kütlelerinde her 10 yıl veya 100 yılda bir yenilenme olmaktadır. Dolayısıyla doğadaki değişimler denizleri daha kısa zamanda etkilemektedir. Bununla birlikte fitoplankton yeryüzündeki oksijenin de yarısını üretmektedir (Eker-Develi, 2009).

Fitoplankton, birçok kıyısal alanda balıkların üreme sezonundan sonra yumurtadan çıkan balık larvalarının temel besinini oluşturmaktadır. Bu sebeple bölgeye ait plankton dinamiğinin bilinmesi, balıkçılık açısından da önemlidir. Bununla birlikte çeşitli balıkçılık faaliyetlerinde de doğal plankton popülasyonlarından yararlanılabilmektedir.

Bazı plankton grupları üzerinde laboratuvar ve saha deneyleri yapılarak, çevresel kirleticilerin bu organizmalar üzerine olan etkisi araştırılmaktadır. Bu organizmaların çeşitli çevresel etkilere olan tepkileri konusunda veriler toplanmaya çalışılıp, bu veriler çevresel izleme programlarında çeşitli indikatör türlerin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Feyzioğlu, 1996).

Fitoplanktonik organizmalar üzerinde yapılan araştırmalar gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Fitoplanktonun bölgesel olarak tür dinamiklerinin yanında, geçmişten bugüne kadar ekosistemde meydana gelen değişiklikler de gözlenerek, olumsuz ekolojik gelişmelere karşı çeşitli önlemlerin alınması yoluna gidilmektedir. Ancak Türkiye

sahillerinde planktonik yapı ve bu yapıyı etkileyen faktörler gibi temel araştırmaların noksanlığı görülmektedir (Feyzioğlu, 1996).

Dünya denizlerinde ve okyanuslarında ve hatta Kuzey Karadeniz'e kıyısı olan ülkelerde yıllardır değişen ortam koşullarıyla fitoplanktonik organizmaların yapılarındaki kalitatif ve kantitatif farklılıklar sürekli takip edilmektedir. Son otuz yıldır çok hızlı değişikliklere uğrayan Karadeniz'de yeterli miktarda çalışma olmasına karşın, bu bölgede fitoplanktonun mevsimsel dağılımını tüm yıl boyunca düzenli aralıklarla gösteren çalışmalar yok denecek kadar azdır. Son yıllarda, Karadeniz'in ülkemiz kıyılarındaki durumu ve değişimine verilen önem artmaya başlamıştır. Ekosistem değişimlerinin anlaşılması için fitoplankton toplulukları içerisindeki gösterge türlerin tespit çalışmaları yardımcı olmaktadır.

18. yüzyılın sonlarında başlayan endüstri devrimi ile birlikte atmosfere yayılan sera gazlarında (özellikle CO<sub>2</sub>) artış olurken 20. yüzyılın ortalarında küresel ısınma etkilerini göstermeye başlamıştır. Günümüzde atmosferde ölçülen karbondioksit konsantrasyonu son 400.000 yıl boyunca görülmemiş seviyelere ulaşmıştır. 400.000 yıl boyunca yalnızca bir defa ~300 ppm CO<sub>2</sub> konsantrasyonu kaydedilmiştir (Antarktika'dan alınan buz karot örnekleme) (Eker-Develi, 2009). Son 1000 yılda ölçülen CO<sub>2</sub> miktarına bakıldığında 1800'lü yıllara kadar CO<sub>2</sub> konsantrasyonu 280 ppm seviyelerinde ölçülürken, 1800-2000 yılları arasında ise hızla >380 ppm seviyelerine kadar artış göstermiştir. Geçtiğimiz yüzyıl boyunca küresel yüzey sıcaklığı  $0.74 \pm 0.18$  °C artmıştır. Küresel ısınmanın neden olduğu doğal felaketler (sel, kuraklık, kasırga vb.) sebebiyle birçok ülke uluslararası protokoller imzalamış ve önlemler alınmaya çalışılmıştır. 1998 yılında imzaya açılan Kyoto protokolünü günümüzde 191 ülke imzalamış ve onaylamıştır (Kyoto Protocol, 2010). Ozon tabakasını incelten kloroflorokarbon tüketiminin sınırlandırılması ve kaldırılması ile ilgili olarak 1987 yılında Montreal Protokolü 25 ülke tarafından imzalanmış ve bu sayı günümüzde 196'yı bulmuştur (Montreal Protokolü, 2007). Çoğunlukla fosil yakıtların yanması, yağmur ormanlarının kesilmesi, orman yangınları gibi insan kaynaklı nedenlerle atmosferde artan CO<sub>2</sub> miktarlarını azaltmaya yönelik pek çok çalışma yapılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması gibi alternatif metotlar yaygınlaştırılmaya çalışılırken bu tür tedbirlerin yanında atmosferdeki karbon miktarını azaltmaya yönelik oldukça fazla miktarda bilimsel çalışmalar da yapılmaktadır. Denizlerde demirin sınırlı olduğu bölgelere demir ekleyip fitoplanktonun artmasını sağlayarak atmosferdeki karbonu deniz tabanına gönderme ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır. Bununla birlikte bu çalışmalar olumlu ve olumsuz tepkiler almaktadır (Eker-Develi, 2009).

Fitoplanktonun karbon üretimi dünya birincil üretiminin yarısını karşılamaktadır. Bu tek hücreli organizmalar küresel iklim değişikliğinde de önemli bir role sahiptir. Fitoplanktonun belli özellikleriyle küresel ısınmayı azaltabileceği öngörülmüştür. Fitoplanktonik organizmalar atmosferden karbondioksiti alıp organik karbona çevirir ve ölen organizmalarla deniz tabanına çöker. Yani atmosferik karbondioksit seviyesini azaltmaktadır. Bu aşamadan sonra organik karbonun bir kısmı yaşlanan fitoplankton hücrelerinin ölmesi ile okyanus tabanına taşınır ve diğer kısmı fitoplankton ile beslenen organizmalara ve sonra daha üst trofik seviyedeki canlıların organik karbonuna katılmaktadır. Her üst trofik seviyeye karbon aktarımı sırasında bir kısım organik karbon deniz tabanına fekal pelet, dışkı, organizma atıkları ya da ölen organizmalar (partikül organik karbon, POC) olarak çökmektedir. Bununla birlikte bir üst trofik seviyedeki canlıların artması sonucunda denize ve dolayısıyla atmosfere solunum yoluyla bir miktar karbondioksit de verilmektedir. Partikül organik karbonun bir kısmı ise deniz tabanına çökmeden bakteriler tarafından parçalanıp çözünmüş organik karbon haline getirilmekte ve bunlar da heterotrofik bakterilerce kullanılmaktadır. Dolayısıyla bu organik karbon türü de besin zinciriyle üst trofik seviyelere aktarılmaktadır. Deniz tabanına çöken organik karbon ise zamanla fosil yakıtlara dönüşmektedir. Denizde fitoplankton biyokütlesi artış gösterdiği zamanlarda deniz tabanına çöken karbon miktarının da artacağı öngörülmektedir (Eker-Develi, 2009).

Atmosferdeki karbondioksit miktarı azalarak sera etkisi de azaltılmış olur. Denizlerde yaygın olarak bulunan bazı fitoplankton gruplarından çıkan dimetilsülfat gazı atmosferde sülfat aerosollerine yükseltgenerek bulut yoğunlaşma çekirdeği olarak görev yapar. Böylelikle bulut oluşumuyla güneş ışınları yeryüzüne ulaşamayacağından küresel soğumaya yol açabileceği belirtilmiştir (Eker-Develi, 2009). Çağın en önemli sorunlarından biri olan küresel ısınmaya olan etkisi düşünüldüğünde fitoplanktonik organizmaların ekosistemdeki yeri ve önemi daha iyi anlaşılmaktadır.

Bununla birlikte fosil yakıtların giderek artış gösteren düzeyde kullanımı sonucu artan atmosferik karbondioksit yeryüzüne ulaşan görünür dalga boyundaki güneş ışınlarının atmosfere yansıyan infrared dalga boyundaki (ısı olarak) ışınlarını absorbe edip dışarı çıkmasını engelleyerek küresel ısınmaya yol açar. Artan hava sıcaklığı denizdeki tabakalaşmayı arttırır ve dolayısıyla denizin alt tabakalarındaki ve tabandaki besin elementleri deniz yüzeyine çıkamayacağından dolayı küresel fitoplankton biyokütlesinde azalma gözlemlenebilir. Azalan fitoplankton ise döngü içinde atmosferden daha az karbondioksit alınmasına ve sıcaklıkların daha fazla artmasına yol açabilir.

Fitoplankton gruplarından Prymnesiofitler ve dinoflagellatlar dimetilsülfoniopropionat denen, osmoregülasyonda görev yapan bir bileşik üretir. Bu bileşik, organizmaların ölmesi sonucunda dimetilsülfat (DMS) olarak atmosfere salınır. Atmosferde metan sülfonik asit, sülfirik asit ( $H_2SO_4$ ) gibi sülfat aerosollerine (bir katının veya bir sıvının gaz ortamı içerisinde dağılması) yükseltgenen DMS bulut yoğunlaştırma çekirdeği ( $0,2 \mu m$  çaplı partiküller) olarak görev yapar, bu da bulut ve yağmur oluşumuna neden olur. Sülfirik asit sulu yüzeylere absorbe olmaya eğilimlidir ve ıslak mineral aerosol yüzeylerine bağlanır. Böylece sülfirik asit atmosferde bulunan  $Fe^{3+}$  formundaki demir mineralini indirgeyerek çözünmüş hale getirir ki; indirgenmiş demir ( $Fe^{2+}$ ) fitoplanktonun kullanabileceği türden demirdir. Yağmurlar ile deniz ortamına inen indirgenmiş demir fitoplankton üretkenliğini artırır.

DMS üretimini sağlayan fitoplanktonik gruplar bulut oluşumuna yol açarak güneş ışınlarının bir kısmının yerküre üzerine ulaşmadan bulutlara çarpıp atmosfere geri yansımaya neden olurken küresel bir soğuma etkisi yaratacaktır (Eker-Develi, 2009).

Fitoplanktonun sayılarında, boyutlarında ve tür kompozisyonunda oluşabilecek herhangi bir değişim tüm deniz canlılarını ve aynı zamanda etkileşim içinde bulunduğu biyosferi de etkileyecektir (Eker-Develi, 2009). Bununla beraber denizlerdeki fitoplankton komünitelerinin kompozisyonlarına etki eden çevresel faktörler hakkındaki bilgiler, iklim değişikliklerinin okyanustaki birincil üretimi ve karbon biyojeokimyasını ne şekilde etkilediğine dair değerli ipuçları sunabilir (Arman, 2013).

Yarı kapalı bir iç deniz olan Karadeniz'de, özellikle Tuna, Dinyeper ve Dinyester gibi büyük debiye sahip olan nehirlerin etkisi altındaki bölgelerde yüksek nütrient girdisi nedeniyle fotosentetik yüzey tabakada aşırı fitoplankton artışı vardır. Aynı zamanda kıyısız alanlarındaki nüfusun artışı, bilinçsiz kıyı alanları yönetimi, sanayi gelişimi, tarım ilaçlarının kontrolsüz kullanımı sonucunda evsel, endüstriyel ve tarımsal atıklarla kirlenen nehirlerin Karadeniz'e deşarjı besin zincirinin ilk basamağından başlayarak bütün aşamalarda farklılıklara neden olmaktadır. Bu olumsuz değişimlerin boyutunu belirlemek için ve etkilerini ortaya koymak için besin zincirinin ilk basamağını oluşturan fitoplankton kompozisyonunun nitel ve nicel özelliklerini çalışmak önem taşımaktadır.

Nehirlerle taşınan nütrient girdisi, 1950'li yıllarda, Karadeniz'deki tüm nütrientin ancak %10'unu karşılarken, günümüzde bu oran sürekli nehir girdisi nedeniyle artış göstermektedir (Türkoğlu, 1998). Kuzeybatı Karadeniz'deki besinsel artışın en önemli ekolojik sonucu alg aşırı üremelerinin son 30 yılda yoğunluğunun artması, 1970'den önce ise istisnai fenomenler olmuş olmasıdır (Türkoğlu ve Koray, 2004).

Fitoplankton komunitelerindeki aşırı üremelerde diatomların rolünün azalması, aynı zamanda dinoflagellat, euglenoid ve kokkolitoforidlerin rolünün artması Karadeniz’e tatlı su girdisi etkisi sonucu son çeyrek yüzyılda antropojenik girdilerle beraber nütrientlerin de birikmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Yapılan önceki çalışmalardan elde edilen sonuçlarda hem kalitatif hem kantitatif açıdan diatomlar üstün iken, bugünkü çalışmalar dinoflagellatların üstün durumda olduğunu göstermektedir. Örneğin; *Leptocyclindrus danicus*, *Ditylum brightwellii* ve diğer büyük hacimli türlerin oluşturdukları popülasyonlarda gerileme görünürken *Prorocentrum micans* ve *Emiliania huxleyi* (*Ehux*) gibi küçük hacimli türlerin oluşturdukları popülasyonlarda büyük kütleli gelişim görünür (Bat ve ark., 2007a). Karadeniz’de baskın ana fitoplankton grupları dinoflagellatlar, diatomlar, kokkolitoforlar ve siyanobakterlerdir. Zengin besin girdilerinin etkisindeki Karadeniz’de orta derecede verimlilik vardır. Erken ilkbaharda diatomlar tarafından, sonbaharda ise kokkolitler tarafından fitoplankton aşırı üremeleri gözlenir. Birçok farklı fitoplankton türü olmasına rağmen Karadeniz’de 150’den fazla aşırı üreme olayları *Emiliania huxleyi* ve *Noctiluca scintillans* gibi tek veya sadece birkaç tane baskın türde oldukça zengin olma eğilimindedir (Türkoğlu, 2016).

Yaklaşık 300 tür içeren denizel haptofit fitoplankton olan kokkolitoforlar birkaç milyon yıldır küresel iklim değişikliği üzerinde etkili olmuştur. Denizel fitoplankton grubu, deniz sistemlerinde toplam karbon fiksasyonunun yaklaşık %20’sinden sorumludur. Kokkolitoforlarca organik madde ve kalsit formunda çöktürülen karbon aktarılsa da kalsifikasyon işlemi ile karbondioksit salınır. Bu nedenle, CO<sub>2</sub> üretimi ve tüketimi ile ilgili faaliyetlerinden dolayı karbon döngüsü üzerinde karmaşık bir etkiye sahiptirler (Türkoğlu, 2016).

*Emiliania huxleyi* çeşitli bilim adamları özellikle deniz biyolojisi, jeoloji, biyocoğrafyası ve paleoiklim bilim çalışanlarının dikkatini çekmektedir. Kokkolit yapısının bir sonucu olarak kalıntıları milyonlarca yıl geriye götürebilir. Bu tür jeolojik zaman periyodlarında iklim değişikliği ve okyanusal koşullar hakkında önemli ipuçları taşır. *Emiliania huxleyi* kutuplar hariç, tüm okyanuslarda ve tüm zamanlarda (özellikle ilkbahar sonlarında, yaz başlarında ve erken kış zamanlarında) en bol bulunan kokkolitoforlardan biridir (Nesterova ve ark., 2008; Türkoğlu, 2016). *Emiliania huxleyi*, uygun koşullar altında büyük aşırı üreme kapasitesi nedeniyle oldukça dikkat çekmektedir.

Bu tür, Karadeniz bölgesinde de aşırı miktarda bulunmakta ve sadece yaz dönemlerinde değil, iklim değişikliği ve ötrofikasyon nedeniyle kış dönemlerinde de sistemin kendine özgü bir karakteristiği ile sonuçlanmaktadır.

*Emiliana huxleyi* aşırı üremelerinin, karbon döngüsü bağlamında hidrosfer, jeosfer ve atmosfer arasında bir kimyasal denge sağladığı bilinmektedir. Aşırı üremelerin yüzölçümünün binlerce kilometreyi aştığı bilinir ve yansıtıcı kalsit formundan dolayı uzaktan algılama ile tespit edilebilir. *Emiliana huxleyi*, küresel karbon döngüsündeki önemli rolüne ilaveten küresel kükürt döngüsünde de önemli bir rol oynamaktadır.

*Emiliana huxleyi*, kokkolitlerinde kalsiyum karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) birikimlerinin bir sonucu olarak diğer fitoplankton türlerine göre daha fazla karbondioksit ( $\text{CO}_2$ ) üretir ve dolayısıyla iklim değişikliği üzerinde diğer fitoplankton türlerine göre daha fazla etkiye sahiptir (Türkoğlu, 2016).

*Emiliana huxleyi* aşırı üremeleri küresel gezegen sıcaklığı açısından çok önemli olabilir. Bu aşırı üremeler okyanusun geniş alanlarında görüldüğünde, su ve atmosfer üzerinde sayısız etki yapar. Devam eden çalışmalar, öncelikle aşırı üremelerin net etkisinin küresel ısınmayı artırmaya mı yoksa iyileştirmeye mi yaradığını tahmin etmeye çalışmaktadır (Anonim, 2013).

*Emiliana huxleyi* aşırı üremeleri, virüslerle, bakterilerle ve zooplankton türleri ile birlikte besin ağı vasıtasıyla işlenerek, aşırı üremenin sonlanması ve ayrışmasına katkıda bulunmaktadır. Bu aşırı üremelerin bazı atıkları okyanusun dibine çökmeden suya bir takım kimyasallar bırakmaktadır. Bir aşırı üreme muazzam bir kimyasal fabrika olarak düşünülebilir. Sudan çözünmüş karbondioksit, nitrat, fosfat vb. alırken aynı zamanda oksijen, amonyak, dimetil sülfat ve diğer çözünmüş organik bileşikler gibi başka kimyasalları suyun içine vermektedir. Suyu bıraktıran kalsiyum karbonatın bir kısmı döngü içerisine katılıp dünya kabuğunda dolaşır ve milyonlarca yıl sonra dağlar, tepeler veya kayalıklar olarak tekrar ortaya çıkmak üzere kireç veya kalker deniz çöküntüsü (sediman) kayaçları olarak ortaya çıkmaktadır (Anonim, 2013).

Dünya denizlerinde ve okyanuslarında ve hatta Kuzey Karadeniz'e kıyısı olan ülkelerde yıllardır fitoplanktonik organizmaların yapılarındaki kalitatif ve kantitatif değişimler sürekli takip edilmekle birlikte fitoplanktonun Karadeniz'in ülkemiz kıyılarındaki durumu ve değişimine verilen önem ancak son yıllarda artmıştır. Fitoplanktonik organizmaların küçük boyutları ve ortam koşullarına hızlı tepki göstermeleri sebebiyle fiziksel veya kimyasal oşinografide oluşabilecek küçük değişimlerden etkilenmesi kaçınılmazdır ki; değişen ortam koşulları fitoplanktonik yapı içerisinde oluşan nitel ve nicel farklılıklar ile karşılık bulacaktır. Bu sebeple belli bir bölgede bulunan fitoplankton toplulukları içerisindeki indikatör türlerin tespit edilmesi ile ekosistemde oluşan değişimlerin anlaşılmasında yardımcı olacaktır. Son otuz yıldır çok hızlı değişikliklere uğrayan Karadeniz'de yeterli

miktarda çalışma olmasına karşın, bu bölgede fitoplanktonun mevsimsel dağılımını tüm yıl boyunca düzenli aralıklarla gösteren çalışmalar yok denecek kadar azdır.

Karadeniz’de fitoplankton komüniteleri üzerine ilk çalışmalar Reinhard (1909) tarafından gerçekleştirilmiştir. Plankton dinamikleri ile Karadeniz’in Kuzey ve Kuzeybatı kısımlarında oldukça fazla çalışma vardır.

Ülkemiz sularında ise yapılan çalışmalar sınırlı sayıdadır. Uysal (1987, 1993) İstanbul Boğazı ve etrafındaki plankton dinamiklerini; Karaçam ve Düzgüneş (1990), Trabzon sahilinde yüzeyde bulunan fitoplankton tür ve yoğunluklarını; Benli (1987) Sinop açıklarındaki çöken plankton miktarını; Tunçer ve Feyzioğlu (1989) Karadeniz kıyılarındaki fitoplankton popülasyonlarını; Feyzioğlu (1990, 1996), Feyzioğlu ve Tunçer (1994) mevsimsel fitoplankton dinamiklerini; Uysal (1996) Karadeniz fitoplankton dağılımını; Türkoğlu (1998) ve Koray (2001, 2002) Sinop fitoplankton süksesyonunu ve besleyici element değişimlerini araştırmışlardır.

Karadeniz’de *Emiliana huxleyi* türü ilk olarak Hay ve Honjo (1989) tarafından çalışılmıştır. Türkiye’de fitoplankton toplulukları içerisinde bu türün yoğunluğunu değerlendiren birçok çalışma olmasına karşın, sadece bu türün aylara göre kompozisyonunun izlendiği bu tez ilk çalışmadır.

Planktonik topluluklar AB Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi (2008/56/EC) çerçevesinde de önemli bir role sahiptirler. DSÇD 11 niteliksel tanımlayıcı listelemekte ve tüm su kaynaklarının korunması, geliştirilmesi, kötüye gidişin engellenmesi için “İyi Çevresel Durum” (İÇD) hedeflemektedirler (Çizelge 2). İÇD’ye göre, plankton çalışmalarını standardize ederek, plankton topluluklarının biyolojik çeşitliliği ve besin ağı çalışmaları gerçekleştirilmesi istenilen unsurlardır. Deniz ve kıyı sularının değerlendirilmesinde, plankton bolluğu ve kompozisyonu ile sıklığı, aşırı üreme yoğunluğu dikkate alınmalı; aşırı üreme zamanları, baskın türleri toksik türler ve aşırı üreme sıklığı da belirtilmelidir. Tanımlayıcı 1 (biyoçeşitlilik), Tanımlayıcı 4 (deniz ürünleri ağı), Tanımlayıcı 5 (Ötrofikasyon) ve Tanımlayıcı 6 (Deniz tabanı bütünlüğü) planktonun durumuna göre duyarlıdır (MSFD, 2008/56/EEC; EC 2008).

**Çizelge 1.2. İÇD tanımlayıcıları**

| <b>Tanımlayıcı No</b> | <b>Açıklama</b>                  |
|-----------------------|----------------------------------|
| Tanımlayıcı 1         | Biyoçeşitlilik                   |
| Tanımlayıcı 2         | Yabancı türler                   |
| Tanımlayıcı 3         | Balıkçılık                       |
| Tanımlayıcı 4         | Besin zincirleri                 |
| Tanımlayıcı 5         | Ötrofikasyon                     |
| Tanımlayıcı 6         | Deniz tabanı bütünlüğü           |
| Tanımlayıcı 7         | Hidrografik şartlar              |
| Tanımlayıcı 8         | Kirleticiler                     |
| Tanımlayıcı 9         | Deniz ürünlerindeki kirleticiler |
| Tanımlayıcı 10        | Deniz katı atıkları              |
| Tanımlayıcı 11        | Enerji ve gürültü girişi         |

Bu sebeple kalitatif ve kantitatif çalışmaların devamlı ve düzenli olarak yapılması, biyolojik çeşitliliğin korunması, anlaşılması, yorumlanması ve meydana gelebilecek değişikliklerin izlenmesi şarttır (Bat ve ark., 2007b).

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Karadeniz'in Temel Oşinografik Özellikleri

40°-46' N enlemleri ile 27°-4' boylamları arasında yer alan Karadeniz, güneydoğuda Doğu Karadeniz dağları, kuzeydoğuda Kafkas dağları ile çevrili yarı kapalı bir iç denizdir. Kırım yarımadası dışında kalan kuzey-batı kıyıları çok sığdır. Güney-batıda "İstanbul Boğazı"- "Marmara Denizi"- "Çanakkale Boğazı" yolu ile Ege Denizi ve Akdeniz'e, Kuzeyde ise "Kerç Boğazı" yolu ile Azak Denizi' ne bağlıdır. Kuzey-doğu orijinli 2.258 m maksimum derinliğe sahip, ortalama derinliği tüm bölgenin % 35' ini oluşturan (144.000 km<sup>2</sup> den daha büyük bir alan) ve 420.000 km<sup>2</sup> yüzey alanına sahip Karadeniz'in derin düz tabanı (<2000 m) toplam alanın % 60'ından fazlasını kapsar. (Bat ve ark., 2007a).

Toplam su hacmi 537.000 km<sup>3</sup> olan Karadeniz'in % 87'sini anoksik su kütlesi oluşturmaktadır. Karadeniz'in kıyı topografyası kıyıya paraleldir ve yaklaşık 20 km eninde bir kuşak boyunca oldukça belirgin değişimler gösterir. Dinyeper, Dinyester ve Tuna gibi büyük nehirlerin denize döküldüğü Kuzey-batı Karadeniz bölgesinde geniş bir kıta sahanlığı olmakta birlikte, güney kıyıları boyunca Sakarya, Yeşilırmak ve Kızılırmak nehirlerinin boşaldığı bölgelerde küçük ölçekli yöresel kıta sahanlıkları bulunur. Bununla birlikte topografya çok keskin bir taban eğimi ile birden derinleşmektedir.

Karadeniz, yarı-kurak bir iklim kuşağında bulunur ve bu sebeple mevsimlere bağlı hava durumlarında oluşan değişimlerin deniz suyu üzerindeki etkisi oldukça belirgindir. Karadeniz'in az yoğun olan yüzey sularını, çok daha yoğun olan dip sularından ayıran sürekli bir haloklin tabakası vardır ve Karadeniz'in hidrografik özelliklerinin bu tabakanın üzerinde kalan su kütlesinde etkili olduğu, bunun altında kalan tabakada durgun su kütlelerinden dolayı etkisini yitirdiği bilinmektedir. Oksijen yönünden fakir ve daha tuzlu Akdeniz kaynaklı dip sularını, oksijen yönünden zengin düşük tuzluluğa sahip yüzey sularından ayıran bir ara tabakanın varlığından dolayı, su kütleleri arasında hiç denecek kadar dikey karışım oranları oluşmakta ve bu sebeple Karadeniz'in derin su kütleleri oksijence desteklenememektedir. Bunun sonucu olarak, Karadeniz'in oksijence zengin suları 15,4 kg m<sup>-3</sup> yoğunluk derecesine kadar devam etmekte (~ 100 m' ye kadar), bu yoğunluk derecesinden 16.2 kg m<sup>-3</sup> yoğunluk derecesinin ulaştığı derinliğe kadar (~ 100-150 m) redoks potansiyeli bakımından O<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>S'in dengede olduğu, ancak her ikisinin de düşük konsantrasyonlarda bulunduğu bir geçiş tabakası vardır. Bu geçiş tabakasının altında, 16,2 kg m<sup>-3</sup> yoğunluk derecesinin başladığı derinlikten itibaren H<sub>2</sub>S derinliğe bağlı devamlı bir artış göstermektedir (Türkoğlu, 1998).

Karadeniz'e akarsulardan  $\sim 400 \text{ km}^3 \text{ yıl}^{-1}$  su boşalmaktadır ki; bu miktarın büyük bir kısmı "Tuna", "Dinyeper", "Dinyester" nehirlerinden sağlanmaktadır. Karadeniz, ortama boşalan toplam su miktarının % 37'sini ( $350 \text{ km}^3 \text{ yıl}^{-1}$ ) buharlaşma yolu ile kaybederken, tuz konsantrasyonu bakımından vertikal tabakalaşma belirgindir.

Tatlı su girdisi buharlaşma ile gerçekleşen su kaybından daha yüksek olduğu için Karadeniz pozitif bir su dengesine sahiptir (Bat ve ark, 2007b). Ayrıca, "Kerç Boğazı" yolu ile  $55 \text{ km}^3 \text{ yıl}^{-1}$  acı-su Azak Denizi'nden Karadeniz'e girmektedir. Tuzluluğu ortalama ‰ 18 olan,  $\sim 340 \text{ km}^3 \text{ yıl}^{-1}$  su yüzey akıntılarıyla "İstanbul Boğazı" yoluyla Karadeniz'den Marmara Denizi'ne, oradan da "Çanakkale Boğazı" ile Ege ve Akdeniz sularına karışmaktadır. Bununla birlikte, Karadeniz dip akıntılarıyla Akdeniz'den  $180 \text{ km}^3 \text{ yıl}^{-1}$  tuzlu su (‰ 34,3) alır. Bu farklı yoğunluklardaki su değişimleri Karadeniz'in hidrolojik ve kimyasal düzeninde önemli etkilere sahiptir. En önemli değişimler kıyısız bölgelerde ve özellikle kuzey-batı bölgelerindeki geniş kıta sahanlığı alanlarında görülmektedir. Yüzeyde merkezi bölgelerde ‰ 18-19 olan tuzluluk, kıyısız bölgelerde tatlı su girişi sebebiyle ‰ 8-14'e kadar düşüş göstermektedir. Bununla birlikte, merkezi bölgelerde derinliğe bağlı tuz yoğunluğunda bir artış vardır. Bu açıdan, Karadeniz, Dünya Okyanuslarının sahip olduğu tuz konsantrasyonuna göre (‰ 38) daha düşük bir konsantrasyona sahiptir.

Karadeniz, açık sularda en düşük ortalama su sıcaklığına Şubat-Mart aylarında ( $7.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ), en yüksek ortalama su sıcaklığına ise Temmuz- Ağustos ( $24 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) aylarında ulaşır.

Karadeniz, diğer denizlerden farklı bir su kompozisyonuna ve iyon içeriğine sahiptir. Tatlı su giriş nedeniyle, yüzey sularında daha yüksek  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Cl}^-$  ve daha düşük  $\text{Na}^+$  ve  $\text{CO}_3^{-2}$  içerir. Bu iyonların fazla oluşu deniz suyu alkalinitesinin de yükselmesine sebep olmaktadır.

## **2.2. Prymnesiophyceae (Haptophyceae)**

Tanımlanması ancak elektron mikroskobu ile mümkün olabilecek derecede küçük ( $<20 \text{ }\mu\text{m}$ .) ve kırılmalı olan Prymnesiophyceae üyeleri genellikle dairesel ve oval formlara sahiptir (Koray, 2002). Hücre boyutları nadiren  $30 \text{ }\mu\text{m}$ 'den büyüktür. Genellikle  $10 \text{ }\mu\text{m}$ 'den küçük organizmalardır. Vejetatif üremeleri, hücrelerin ikiye bölünmesi ile olur. Başlangıçta deniz çökeltilerinde bulunduğu ve inorganik yaşamın başlangıcı olduğu düşünülen küçük kristalimsi gül biçimindeki yapılarıdır (Jeffrey ve Veski, 1997). Çoğunlukla hareketli ve tek hücreli olan bu organizmalar hayat döngülerinin belli bir evresinde palmelloid koloni formu veya filamentli koloniler oluşturabilirler (Koray, 2002). Kamçıları anteriora yerleşmiş (Jeffrey ve Veski, 1997) nadiren farklı boyda olabileceği gibi çoğunlukla bir çift, eşit boylu ve düzdür (Koray, 2002). Genellikle parietal piranoid içeren kloroplastlara sahiptirler.

Kloroplastlar (bir veya çoğunlukla iki adet olabilen) klorofil a, klorofil c, beta karoten ve oldukça bol miktarda fukoksantin ile neofukoksantin içerir. Yapılan analizler sonucunda karbonhidrat yönünden zengin olduğu görülen hücrelerin en önemli depolama ürünleri chrysolaminarin ve yağlardır (Jeffrey ve Vesk, 1997).

Bu sınıfın en önemli üyeleri çoğunlukla sıcak sularda yoğun olarak bulunan kokkolitoforitlerdir (Koray, 2002). Ancak -1 °C'ye kadar düşük sıcaklıkların bulunduğu Arktik bölgede bile birçok kokkolitofor tanımlanır (Jeffrey ve Vesk, 1997). Denizlerdeki ilk ürünle yakından ilgili olan bu hücreler “Coccolith” (kokkolit) denilen kalsifiye olmuş kalkerli plakçıklara sahiptir (Koray, 2002). Kokkolitler çoğunlukla renksiz ve saydamdır, ancak ışığı çok etkili bir şekilde kıran kalsitten oluşurlar (Türkoğlu, 2016). Kokkolitler, kokkolitoforidler üzerinde karakteristik olarak sergilenmelerinden dolayı bu organizmaların sınıflandırılmalarında kullanılır (Jeffrey ve Vesk, 1997). Bu düzenli plaklar jeolojik devirler boyunca CaCO<sub>3</sub> tabakaları oluşturmuşlardır. *Emiliana huxleyi* (Lohmann) Hay et Mohler bu sınıfın tipik ve tüm dünya denizlerinde aşırı üreme gösterebilen (Koray, 2002), coğrafik ve ısı aralığı olarak en geniş bilinirliğe sahip önemli bir türüdür (Jeffrey ve Vesk, 1997).

Kokkolitoforlar birkaç milyon yıldır küresel iklim değişikliği üzerinde etkili olmuştur (Türkoğlu, 2016).

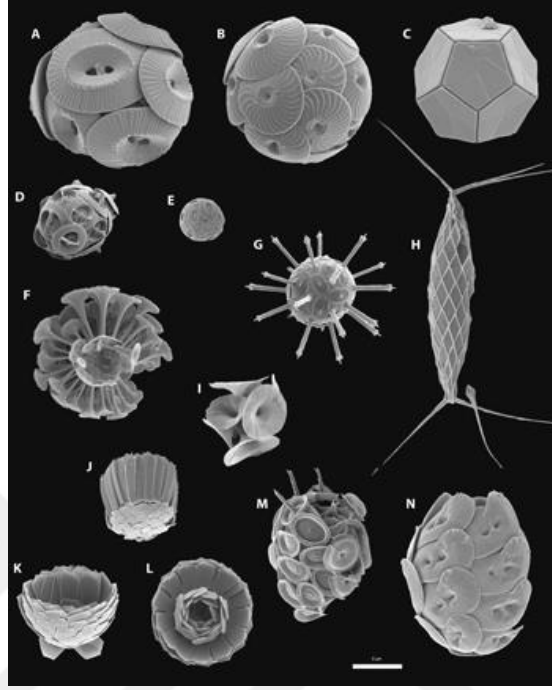
Aşırı hücre çoğalması yaptıkları dönemlerde deniz suyu renginin değişimine neden oldukları görülmektedir. Kokkolitoforidlerin yüksek miktarlarda kolayca gaz haline geçebilen uçucu sülfür bileşikleri de ürettiği bilinmektedir (Jeffrey ve Vesk, 1997).

Ayrıca salınan dimetilsülfat (DMS)'ın demir çözünürlüğünü sağlayıp yağmurla denize inmesi ile fitoplankton üretiminin tetiklendiği bildirilmiştir (Eker-Develi, E., 2009).

Yüz binlerce kilometrekareye yayılmış aşırı üreme (bloom) oluşturabilirler, kalsiyum karbonat iskeletinden oluşan müthiş kokkolit yapıları ile tanınırlar ve uzaydan görülebilirler (Türkoğlu, 2016). Kokkolitoforlar ayrıca, abisal çökeltilere üst okyanus katmanlarından kalsiyum karbonat taşıyarak, karbon dönüşümü ve sera etkilerinde önemli rol oynarlar. Uzaktan algılamanın gelişimiyle birlikte, kokkolitlerden yayılan ışık sebebiyle, *Emiliana huxleyi* gibi türlerin geniş alanlar boyunca çoğalmaları açıkça görünür (Jeffrey ve Vesk, 1997).

Foraminiferlerin yanı sıra, kokkolitoforlar (Şekil 2.1.) gezegende en üretken pelajik kalsifikatörlerdir (Monteiro ve ark., 2016). Deniz primer üretiminin yaklaşık % 1 ila % 10'una katkıda bulunur, pelajik kalsiyum karbonat akışına hakim olup, okyanus albedosunu değiştirirler. CO<sub>2</sub> emisyonları azalmadan devam ederse, küresel yüzey okyanus pH'sının 2100 itibarıyla 0,3-0,5 birim azalacağı ve karbonat iyonu konsantrasyonunun yarıya

inmesine neden olacağı tahmin edilmektedir. Diğer kalsifikatörlerin yanı sıra *Emiliana huxleyi* gibi kokkolitoforların bu okyanus asitleşmesine duyarlı olduğu düşünülmektedir (Smith ve ark., 2012).

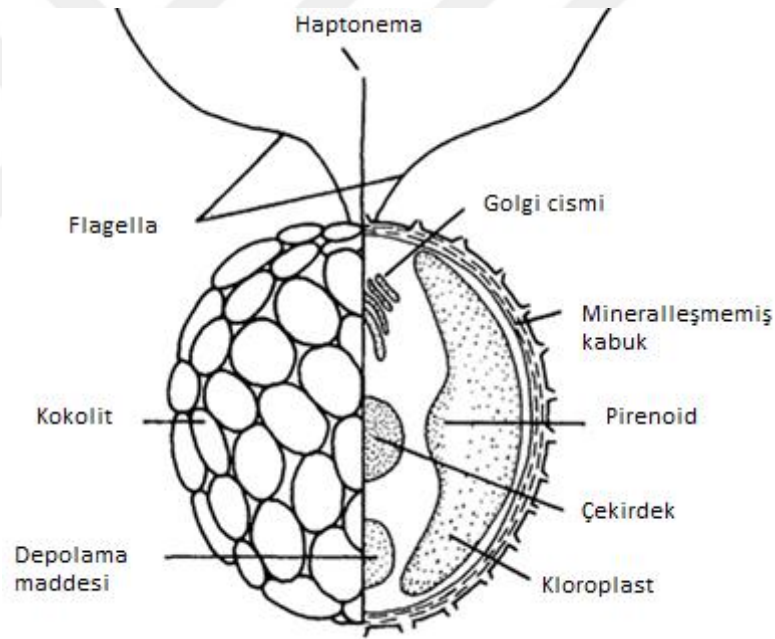


**Şekil 2.1.** Kokkolitofor çeşitliliği: (A) *Coccolithus pelagicus*, (B) *Calcidiscus leptoporus*, (C) *Braarudosphaera bigelowii*, (D) *Gephyrocapsa oceanica*, (E) *Emiliana huxleyi*, (F) *Discosphaera tubifera*, (G) *Rhabdosphaera clavigera*, (H) *Calciosolenia murrayi*, (I) *Umbellosphae* sp. (Anonim, 2016)

### 2.2.1. Anatomi ve Morfoloji

Temel primnesiofite hücreleri çift kamçılıdır. Çoğu zaman 30 mikrondan daha uzun değildirler ve çoğu nanoplankton boyu olan 2 ila 20 mikron uzunluğu aralığındadır. Küresel, oval, elips, fusiform veya basık şekildedirler. Yüzme davranışlarındaki farklı stiller tür teşhisinde yardımcıdır. Hızlıca yüzerken kamçı, hareketin yönüne sadık kalarak sırt kısmının sonunda bulunur. *Chrysochromulina* türünde olduğu gibi hareket, video analizlerine meydan okuyacak kadar hızlıdır.

İki kamçı arasında “haptonema” adı verilen üçüncü bir uzantı bulunur; şeklen *Isochrysis* sp.’de körelmiş “proboscis” den *Pavlova* sp.’deki küçük uzantıya ve *Chrysochromulina* sp.’deki uzun kıvrımlı organa kadar çeşitlilik gösterir. Uzun formu 160 mikrona kadar ulaşabilir ve tutma organı ya da yemlenme için yiyecek partikülleri taşıyıcısı olarak fonksiyon görebilir. Genellikle bir pirenoid içeren iki parietal kloroplast içerir.



**Şekil 2.2.** Canlı bir kokkolitoforid hücre yapısı (Heimdal, 1997)

Kokkolitler tek pullu taban plakasından ve üzerlerinde kalsit kristalleri bulunan bazı taneli elementlerden bir araya gelir (Jeffrey ve Vesk, 1997). Kokkolitler çoğunlukla renksiz ve saydamdır ancak ışığı çok etkili bir şekilde kıran kalsitten oluşurlar (Türkoğlu, 2016). Konumun belirlenmesi, şekil ve kalsit kristalizasyonunun derecesi hep golgi matrisinde cereyan eder. Kokkolitlerin fonksiyonlarının tam olarak anlaşılamadığı dönemlerde tahminler, sitoskeletal işlev, hücre zarı için koruyucu bir araç, su kolonunda hücrenin pozisyonunu düzenlenmek için kolayca atılır ya da sentezlenebilir safra, bir ışığı dağıtma

fonksiyonu, bikarbonat sentezi ile birlikte depolanmış kalsiyumun boşaltımı için bir mekanizma gibi pek çok farklı işlevler olarak ortaya konulmuştur (Jeffrey ve Veski, 1997).

### 2.2.2. Hücresel Organizasyon

Primnesiofitelerin çoğu 1 ya da 2 dahili prenoitle, dicoit çevresel kloroplasta sahiptir. Taylakoitler genelde üçlü gruptadırlar. Kuşak grubu yoktur ve DNA'ları dağınık nükleoitlerden oluşur. Golgi cismi çoğu zaman hücrenin apikal bölgesinde öne çıkmaktadır.

4 pigment tipli hücre tespit edilmiştir:

1. tip klorofil-a, c1 ve c2,  $\beta$ ,  $\beta$ -karotene, fucoxanthin, diadinoxanthin ve diatoxanthin
2. tip klorofil c1 yerine klorofil c3 olması haricinde 1. tipe benzerdir
3. tip klorofil-a, klorofil c2 ve c3
4. tip 19'-butanoy-loxyfucoxanthin baskın olmak üzere pigment çeşitleri bulunur

(Çizelge 2.1.) (Jeffrey ve Veski, 1997).

**Çizelge 2.1.** Primnesiofitelerin temel özellikleri (Jeffrey ve Veski, 1997)

|                          |                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Şekil</b>             | Küresel ya da oval hücre                                                                                                                                                                 |
| <b>Boy</b>               | 5-20 $\mu$ m                                                                                                                                                                             |
| <b>Temel Pigmentleri</b> | Chlorophyll a, C1 veya C2, $\beta$ -karotene, fucoxanthin ve/veya 191-hexanoyloxyfucoxanthin ve 191-butanoyloxyfucoxanthin, diadinoxanthin ve diatoxanthin; fucoxanthin ve chlorophyll c |
| <b>Enerji Rezervleri</b> | Chrysolaminarin                                                                                                                                                                          |
| <b>Chloroplastlar</b>    | Bir veya iki; üçlü bantlardaki plakoidler; dağınık çekirdekler                                                                                                                           |
| <b>Hücreyi Kaplayan</b>  | Organik pullar; birçok türü büyük kalsifik pullu                                                                                                                                         |
| <b>Flagella</b>          | İki eşit veya alt eşit, çoğunlukla pürüzsüz                                                                                                                                              |
| <b>Haptonema</b>         | Türlerin çoğunda üçüncü bir kamçı gibi bir uzantı mevcut                                                                                                                                 |
| <b>Kültür Rengi</b>      | Altın ile altın-kahverengi                                                                                                                                                               |

### 2.3. *Emiliania huxleyi* (Lohmann) W.W.Hay & H.P.Mohler

Başlangıçta *Emiliania huxleyi* hücreleri ve kokkolitler küçük boyutları nedeniyle ışık mikroskobu altında sadece soluk lekeler olarak görünürken 1950'lerin başında elektron mikroskoplarının geliştirilmesi ile kokkolit kaplı hücreler detaylı bir şekilde incelenebilmiştir.

Kokkolitler deniz altı çamurunu inceleyen ilk araştırmacılardan biri olan Thomas Henry Huxley (1825-1895) tarafından ilk olarak fark edilmiş ve "kokkolit" terimi ilk kez kullanılmıştır. Bununla birlikte 1902' de ışık mikroskobu altında tanımlandığında "*Coccolithus huxleyi*" olarak adlandırılan "*Emiliania huxleyi*", Paleoklimatoloji kurucusu Cesare Emiliani (1922-1995) tarafından tespit edilmiştir.

*E. huxleyi* türü geniş tuzluluk ve sıcaklık aralıklarını tolere edebilir. 0 ila  $\geq 20$  °C sıcaklık aralıklarında doğal plankton topluluklarında bulunmuştur (Jahnke, 1992). *E. huxleyi*'nin 10

ila 25 °C arasında geniş bir sıcaklık aralığını tolere ettiği bilinmektedir (Türkoğlu, 2016). ‰ 6-45 tuzluluk seviyelerinde kültürleri başarıyla yapılabilmektedir (Jahnke, 1992). Bu tür serbest sürüklenir ve okyanusun yüzey katmanlarını tercih eder (Türkoğlu, 2016).

*Emiliana huxleyi* türünün bulunduğu biyocoğrafik sınırlar subantarktik ve yarı arktik bölgelerdir. Bu sadece Sargasso Denizi ve okyanuslarda kozmopolit değil, Kuzey Denizi ve Akdeniz’de de kozmopolit bir tür olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca düşük tuzlulukta sularda sahili kapatan kıyı şeridinin yanı sıra fiyord gibi yerlerde de çok sayıda ortaya çıkabilirler. *E. huxleyi* biyocoğrafyası hakkında çok değerli bir bilgi kaynağı da uydu görüntülerinden gelir. Bunun sayesinde, *E. huxleyi* aşırı üremelerinin dağılımı hakkında diğer türlerden daha fazla bilgiye sahip olunabilmektedir (Anonim, 2018).

Kalsiyum karbonat üretimi esnasında CO<sub>2</sub> serbest kaldığından, *Emiliana huxleyi* bir karbon kaynağı görevi görür. Birçok diğer alg türü gibi bu tür de fotosentetiktir ve dolayısıyla bir karbon yutağı gibi davranır. Güneş ışığını kullanarak CO<sub>2</sub>’i atmosferden alır ve besine dönüştürür. Bu iki dinamik süreç arasındaki denge, *Emiliana huxleyi*’nin genel olarak bir kaynak ya da yutak gibi hareket edip etmediğine karar verir ve özellikle de yoğun aşırı üremeler esnasında karbon döngüsü üzerinde karmaşık etkilere yol açar. Ayrıca kokkolitler ışığı yansıtırlar, bu yüzden de büyük aşırı üremeler okyanus alanının ne kadar ısıyı emdiğini gösterir (Anonim, 2013).

*Emiliana huxleyi* aşırı üremesi sonucu suyun görünüşünde belirgin değişiklikler görülür. Yoğun aşırı üremelerde suyun renginde farklılaşma görülürken (açık turkuaz rengine döner), diğer organizmalar için çevre koşulları bozulur.

*Emiliana huxleyi* küresel bir öneme sahiptir. Aşırı üreme alanlarında suyun ısınmasından ziyade kokkolitler ısı ve ışığın uzaya geri yansıtılmasına neden olurlar. Kokkolitlerin fazla üretilmesi sebebiyle veya hücrenin ölümü ve aseksüel hücre bölünmesi- ki bu bölünmeden sonra iki kuşaktan birinin ya da her ikisinin de dışarıya salınması için kokkolit açıkça kopar-sonrasında kopan kokkolitler okyanus tabanına batarak okyanus karbon sistemini etkiler. Sonuç olarak CO<sub>2</sub> miktarında artışa sebep olurken CO<sub>2</sub>’in atmosferde depolanmasıyla sera etkisine de katkıda bulunur.

İklim değişikliği üzerinde bir etki yaratmanın yanı sıra, milyonlarca yıl önce Dover’ un beyaz kayalıkları (kireçtaşı kayalıkları) (Şekil 2.2.1.) büyük oranda okyanus tabanına çöken kokkolitlerden oluşmuştur. Okyanusun karbonat sedimantasyonlarının ve dünya çapındaki tebeşir tortularının çoğundan sorumludurlar (Anonim, 2018).

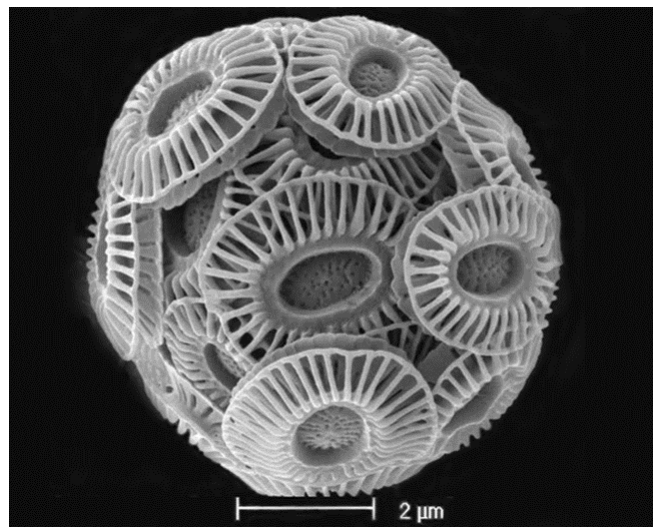


**Şekil 2.3.** Deniz seviyesinden 106 m yüksekliğe yakın tebeşir kayalıkları (Dover, İngiltere) (Anonim, 2017a).

### 2.3.1. Türün Sistematığı ve Karakteristik Özellikleri

**Çizelge 2.2.** *Emiliana huxleyi* türünün sistematığı (Guiry in Guiry ve Guiry, 2019)

|                   |                                                                     |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------|
| <b>Empire</b>     | Eukaryota                                                           |
| <b>Kingdom</b>    | Chromista                                                           |
| <b>Subkingdom</b> | Hacrobia                                                            |
| <b>Phylum</b>     | Haptophyta                                                          |
| <b>Class</b>      | Coccolithophyceae                                                   |
| <b>Subclass</b>   | Prymnesiophycidae                                                   |
| <b>Order</b>      | Isochrysidales                                                      |
| <b>Family</b>     | Noelaerhabdaceae                                                    |
| <b>Genus</b>      | <i>Emiliana</i>                                                     |
| <b>Tür</b>        | <i>Emiliana huxleyi</i> (Lohmann) W.W.Hay & H.P.Mohler (Şekil 2.4.) |



**Şekil 2.4.** *Emiliana huxleyi* genel görünümü (Anonim, 2017b)

Aşağıdaki değerler ortalama ve yaklaşık değerlerdir. Suyun besin durumundaki değişiklikler, ışık şiddeti ve diğer faktörler hücre boyutu gibi hücresel değişiklikleri etkileyebilir.

**Hücre çapı:**  $4 \times 10^{-6}$  m.

**Hücre hacmi:** (kokkolitleri saymayan, küresel bir şekil varsayılarak):  $30 \times 10^{-18}$  m<sup>3</sup>.

**Hücresel organik karbon içeriği:**  $10 \times 10^{-12}$  g organik C hücresi<sup>-1</sup>.

**Hücresel ağırlık:** (biyolojik kütlenin % 50'sinin karbon olduğu varsayılarak):  $20 \times 10^{-12}$  g hücre<sup>-1</sup>.

**Hücre başına kokkolit sayısı:** 30.

**Kokosfer çapı:**  $5 \times 10^{-6}$  m.

**Kokkolit çapı:**  $2.5 \times 10^{-6}$  m.

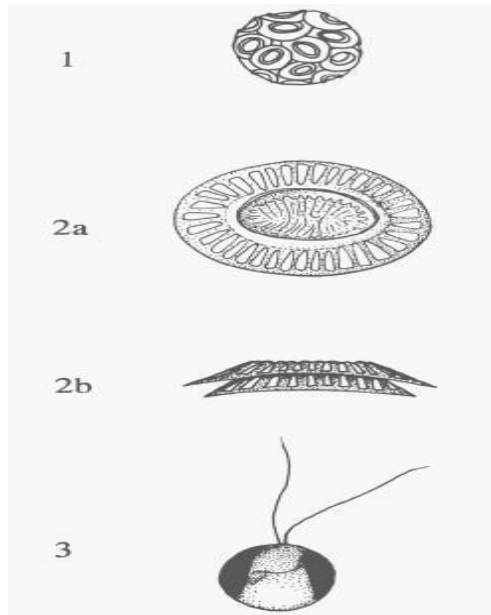
**Kokkolit karbon içeriği:** 0.54 veya  $0.28 \times 10^{-12}$  g kalsit C kokkolit.

**Kokkolit kalsiyum içeriği :**  $0.67 \times 10^{-12}$  g kalsit Ca kokkolit (Anonim, 2018).

*Emiliana huxleyi*; çapı 5-8 µm, en fazla 10 µm'ye ulaşan, küresel, tek hücreli bir organizmadır. Hücre boyutları ışık süresi ve ışık yoğunluğuna bağlıdır. Uzun ışık süreleri ve yüksek ışık yoğunluğunda büyük hücreler; kısa ışık süreleri ve düşük ışık şiddetlerinde de küçük hücreler oluşur. Her hücrede sarı ve yeşil-sarı renkli 2 kloroplast vardır.

3 hücre tipi ayırt edilmiştir.

1. Kokkolit oluşturan hücre tipi (Coccolith-forming cell type) (C-tip)
2. Çıplak, hareket edemeyen hücre tipi (Naked non-motile cell type) (N-tip)
3. Çıplak, hareket edebilen hücre tipi (Naked motile cell type) (S-tip) (Şekil 2.5.)



**Şekil 2.5.** 1: C-tip, 2a: N-tip, 2b: N-tip yandan görünüm, 3: S-tip (Jahnke, 1992)

1. **C-tip:** C tipi hücreler genellikle doğal plankton topluluklarında bulunur. Eliptik heterokokkolitler yüzeylerinde plakolit denilen bir veya daha fazla katman ile kaplıdır. Bunlarda boy 2-3  $\mu\text{m}$ ' ye ulaşabilir. Heterokokkolitler farklı kalkerli mikrokristaller içerir. Plakolitler bir ara duvarla bağlı iki eliptik disk ile kol düğmeleri şeklindedir. Bunların ince yapısı sadece elektron mikroskobu ile ortaya çıkabilmektedir. *Emiliana huxleyi* türünün ventral kısmındaki plakoitlerde ışınal çizgili bir desen vardır. C-tipi hücrelerin 7-10  $\mu\text{m}$  uzunluğunda 2 eşit kamçı taşıdıkları belirtilmiştir (Jahnke, 1992).
2. **N-tip:** Morfolojik bakımından, plakoitlerin olmaması başta olmak üzere N-tipi, C-tipinden farklıdır. Haptophyceae şubesinin karakteristik özelliklerinden olan organik kabuklar her iki türde de yetersizdir. Organik kabuklar ancak elektron mikroskobuyla ayırt edilebilir.
3. **S-tip:** S tipi hücreler N-tipi hücrelere benzeyebilmektedir. C-tipi hücrelerin kültürü kendiliğinden meydana gelir. S tipi hücreler Haptophyceae'lerin tipik özelliği olan pürüzsüz 2 tane akromatik flagellat taşır, bunlar organik pullardan oluşur. Bu hücre tipinin haptonemasıyla ilgili bir çalışma bulunmamaktadır. *Emiliana huxleyi* türünün bunların dışında 4. hücre tipi tarif edilmiştir ve bu tipin de C-tipi hücreden geliştiği düşünülmektedir. Çıplak, hareketli ameboid ve hiçbir flagella taşımadığı gözlenmiştir. *Emiliana huxleyi* doğal plankton toplulukları içinde, hücre boyutlarının 5-6  $\mu\text{m}$  arasında değişmesiyle diğer kokkolitoforidlerden ayrılır (*Coccolithus pelagicus* türü 20  $\mu\text{m}$ 'den daha büyük ve *Gephyrocapsa oceanica* türü ise yaklaşık 10  $\mu\text{m}$ ). Ayrıca, *E. huxleyi* türünün plakolit boyutu 3  $\mu\text{m}$  olması ile diğer türlerden (*Coccolithus pelagicus* türü 10  $\mu\text{m}$  ve *Gephyrocapsa oceanica* türü ise yaklaşık 5  $\mu\text{m}$ ) açıkça farklıdır (Jahnke, 1992).

### 2.3.2. Hücre Tanımı

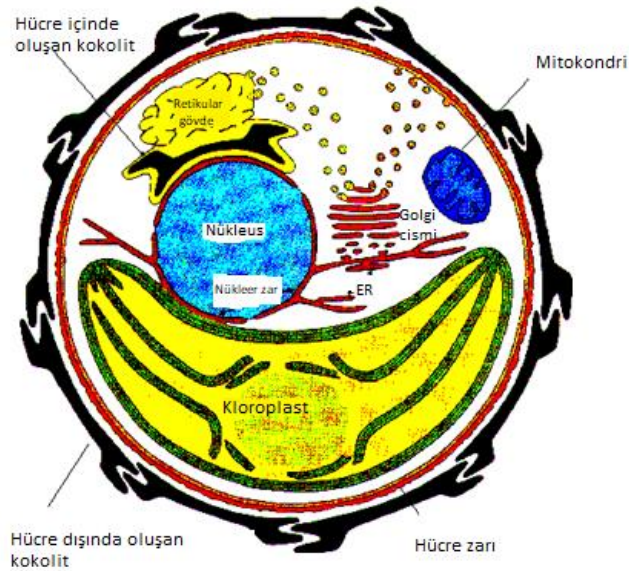
*Emiliana huxleyi* ilk olarak Lohmann (1902) tarafından ışık mikroskobu kullanılarak tanımlanmıştır. Bu türün günümüz okyanusunda halen mevcut olan diğer kokkolitofor türlerinden olan *Toweius*'dan *Reticulofenestra* ve *Gephyrocapsa*'ya doğru evrimleştiği düşünülmektedir (Anonim, 2018).

Esas olarak, hücrelerin özelliklerinin bilinmesi ultra ince (<1 mikron) kesitlerinin transmisyon elektron mikroskobu çalışmaları sırasında yapılan gözlemlere dayanmaktadır. Bu hücre bir dizi iç organel içermektedir. Hücrenin hakimiyeti kloroplasttır. Bu, fotosentetik pigmentleri içermektedir ve pigmentler biraz farklı olsa da, renk yeşil yerine sarı veya altın kahverengi renk olmasına rağmen, karasal bitkilerdeki kloroplastlarla esasen

aynı şekilde çalışmaktadır. Hücrenin merkezinde, kloroplastın üstünde çekirdek bulunmaktadır. Bu genetik materyal, DNA içerir ve aynı zamanda hücre bölünmesi ve RNA üretimi sırasında DNA'nın replikasyon yeridir. Mitokondri tüm ökaryotik hücrelerde bulunan ayrı bir organel olup, biyolojik sistemlerin büyük enerji aktarım molekülü olan ATP'nin (adenosine triphosphate) kaynağıdır.

Çekirdek zarı, bir iç zar ağı ile endoplazmik retikulum ve bunun aracılığıyla hücre zarına bağlanır. Bütün bunlar golgi cismi tarafından oluşturulmaktadır. Buna karşılık kloroplast ve mitokodri hücrelerinin geri kalanından ayrılımlarını sağlayan ayrı membranlara sahiptir ve ayrı DNA içermektedir. Bu, kloroplastların ve mitokondrinin bir zamanlar ayrı tek hücreli organizmaları temsil ettiğini göstermektedir.

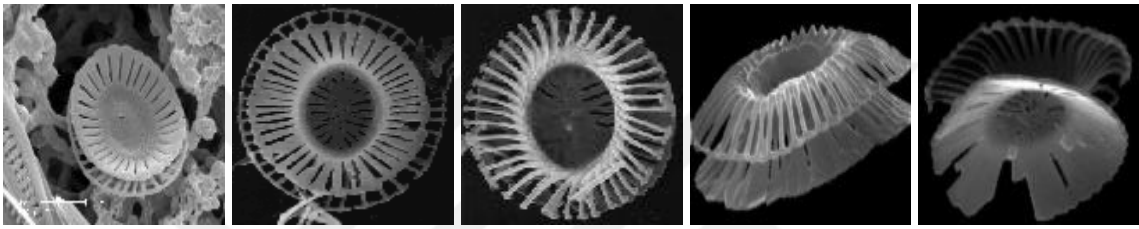
Hücrenin en belirgin özelliği kokkolitlerle kaplanmasıdır. Kokkolitler, hücre içerisinde son derece organize bir süreç olan kokkolitojenez yoluyla oluşturulmaktadır. *Emiliania huxleyi* türünde bir defada sadece bir kokkolit oluşmakta ve nükleer zarına yakın bir kokkolit vezikül içinde gelişmektedir. Kokkolit vezikülün üstünde kokkolit oluşumunu kontrol eden Retikular Cisim (Reticular Body) bulunmaktadır. Bu, golgi cisminden oldukça farklıdır, ancak bununla yakından ilişkilidir ve iki organel arasında mikroveziküller gözlemlenebilmektedir. Diğer kokkolitoforidlerde kokkolit veziküller, golgi cisminde, belirgin bir retikular cisim olmadan oluşmaktadır. Kokkolit tam olarak oluştuğunda, kokkolit vezikül, hücre kenarına doğru hareket eder; vezikül membranları hücre zarı ile kaynaşır ve zarın dış kısımları emilir, böylece kokkolit hücrenin dışına çekilir (Anonim, 2018).



**Şekil 2.6.** *Emiliania huxleyi* hücre organelleri (Anonim, 2010)

### 2.3.3. Kokkolit Plakları

*Emiliana huxleyi* çapı yaklaşık olarak  $2,5 \times 10^{-6}$  metre olan ve ağırlıkça her biri yaklaşık  $1,8 \times 10^{-12}$  g. olan kokkolitler üretmektedir. Bu ağırlığın  $\text{CaCO}_3$  içindeki karbon, oksijen ve kalsiyum atomlarının ortalama içerikleri kokkolit başına sırasıyla 0.28, 0.87 ve  $0.67 \times 10^{-12}$  g olarak ölçülmüştür. Bir karşılaştırma yapılırsa; görünür ışığın dalga boyu  $0.4-0.7 \times 10^{-6}$  metre aralığında ve bir iğne başı yaklaşık  $2000 \times 10^{-6}$  metre çapındadır (Anonim, 2018). Kokkolitler hücre içerisinde üretilmekte ve daha sonra dışa çekilmektedir. Kokkolitler, yaşayan yapılar değil, insan kemiğine veya tırnaklara benzeyen ya da istiridye ve diğer yumuşakçaların kabukları gibi ölü mineral yapılardır. *E. huxleyi* kokkolit görüntüleri Şekil 2.7.'de gösterilmiştir.



Şekil 2.7. *Emiliana huxleyi* kokkolit görüntüleri (Anonim, 2018)

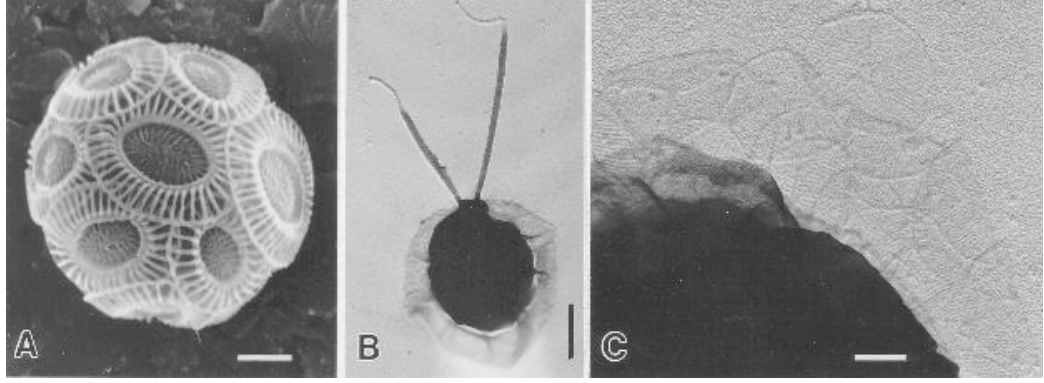
*E. huxleyi* kokkolitleri çok karakteristik bir şekle sahiptir. İki flanş veya zırhın uzandığı merkezi bir tüp vardır. Zırhlar/plaklar hücre duvarının eğriliğine uyacak şekilde kavislidir bu nedenle kokkolit için belirgin bir üst ve alt kısım vardır. Kokkolitin içbükey tarafı hücrenin yakınında bulunur ve buna proksimal veya alt yüzey adı verilir. Kokosfer üzerinde, tek tek kokkolitlerin kalkanları örtüşür ve kilitlenir ve sağlam bir yapı oluşturulur. Ekstrasellüler polisakkarit, kokkolitlerin hücreye yapışmasını ve birbirine kenetlenmelerine yardımcı olur. Tipik olarak, hücrenin etrafında yaklaşık 10 kokkolitten oluşan tek bir tabaka bulunur, ancak bazı hücreler yüzlerce kokkolit ile çok katmanlı kokosferler biriktirir. Aksine *E. huxleyi* kültürlerinde, eksik kokosferleri olan veya kokkolitsiz hücreleri görmek oldukça yaygındır.

Büyüme, basit kalsit kristallerinin eliptik bir halkasının (proto-kokkolit halkası) çekirdeklenmesi ile başlar. Bu büyüme tamamen yeni kristaller oluşmadan proto-kokkolit halkasının kristallerinin büyümesiyle gerçekleşir. Ayrıca gelişmekte olan kristal ünitelerin her biri büyüme yönlerinin her birinde element üretir ve böylece çok karmaşık bir son form geliştirir (Anonim, 2018).

### 2.3.4. Yaşam Döngüsü

*Emiliana huxleyi*'nin yaşam döngüsünün vejetatif çoğalma ile kendini koruyabilen birkaç hücre tipini kapsadığı bir süredir bilinmektedir. Bunlar, hareket etmeyen kokkolit taşıyan

hücreleri (C-hücre), çıplak hareket etmeyen hücreleri (N-hücreleri) ve çıplak hareketli hücreleri (S-hücreleri) içerir. İlk kanıtlar, S-hücrelerinin C-hücrelerine göre haploid olabileceğini öngörmesine rağmen, genetik olarak nasıl ilişkili oldukları konusunda kesin değildir (Anonim, 2018) (Şekil 2.9.)



**Şekil 2.8.** A. Hareketli olmayan C-hücre, B, C. Çıplak ve hareketli S-hücre (Anonim, 2018)

#### 2.3.5. Türün Optik Etkileri

Kokkolitofor türleri için, kokkolitler ve kloroplastlar optik olarak önemlidir. Kokkolitler, fotonları absorbe etmezler; daha ziyade fotonları yansıtan ya da saçan küçük aynalar gibi hareket ederler ve hareket yönünde sapmalara neden olurlar. Bu nedenle, kokkolitofor aşırı üremeleri suyun parlaklığını değiştirerek uydulardan görülmesine sebep olur. Kokkolit türleri gözle görülemez derecede küçük olmasına rağmen, suda muazzam sayılarda bulunduklarında ışığın su tarafından iletilmesi veya yansıtılması ile su ortamında büyük değişimlere neden olurlar (Şekil 2.10. ve Şekil 2.11.).



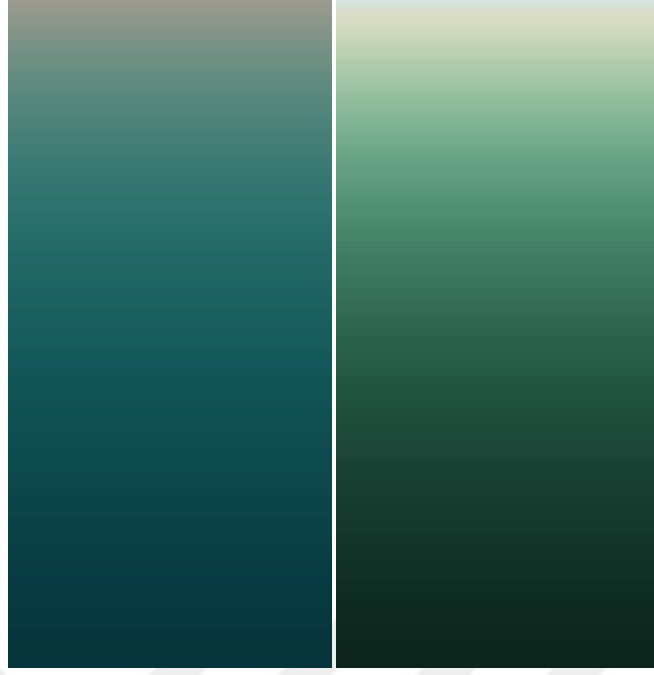
**Şekil 2.9.** İstanbul Boğazı'nda *Emilia huxleyi* aşırı üreme görüntüsü (Anonim, 2017b)



**Şekil 2.10.** *Emiliana huxleyi* aşırı üremesinin uzaydan görünümü (Anonim, 2019)

Yoğun bir *Emiliana huxleyi* ( $100 \text{ mg CaCO}_3 \text{ m}^{-3}$ ) aşırı üremesinin, fitoplanktona uygun ışığın tüm dalga boylarında (400-700 nm ) saçılmasında büyük bir artışa neden olduğu görülebilir. Ancak emilimde herhangi bir değişikliğe neden olmaz. 400-700 nm spektrumun insanın görebildiği kısmıdır, ~ 650 nm’de kırmızı ışık, ~ 550 nm’de yeşil ışık ve ~ 450 nm’de mavi ışıktır.

Öncelikle, artan saçılma okyanusun daha yansımali olmasına, yani okyanusun albedosunun artmasına neden olur. Hava yüzeyinden suyun yüzeyine geçen fotonların büyük bir kısmı suyun içinde kokkolit partikülleri tarafından dağıldıktan sonra tekrar sudan havaya bırakılır. “En düşük parlaklık” okyanus yüzeyinin hemen üstünde dikey yönde ilerleyen ışığın yoğunluğudur. Bu yansıma atmosferi geçtikten sonra uydular tarafından algılanır. İkincisi, kokkolitlerin suda artması, suyun yüzeye yakın olan tabakasının daha parlak ve daha koyu olmasını sağlar. Skalalı ışıma oranı, toplam ışık yoğunluğunun bir ölçümüdür (fotonlar, yolculuk yönüne bakılmaksızın eşit olarak sayılır). Kokkolitler daha derin suya gölge düşürür ve orada bulunan ışık miktarını azaltır. Bu, hayatta kalabilmek için minimum ışık yoğunluğuna ihtiyaç duyduklarından, fitoplankton için yaşanabilecek su derinliğini azaltır (Anonim, 2018).



**Şekil 2.11.** Tahmini su rengi: 0 mg CaCO<sub>3</sub>-C m<sup>3</sup> (solda) ve 300 mg CaCO<sub>3</sub>-C m<sup>3</sup> (sağda) karşılaştırması (Anonim, 2018)

#### 2.3.6. Türün Bolluğu ve Dağılımı

*Emiliana huxleyi* türünün bulunduğu biyocoğrafik sınırlar subantarktik ve yarı arktik bölgelerdir. Bu sadece Sargasso Denizi ve okyanuslarda kozmopolit değil, Kuzey Denizi ve Akdeniz’de de kozmopolit bir tür olduğunu ortaya çıkarmaktadır.

Ayrıca düşük tuzluluktaki sularda sahili kapatan kıyı şeridinin yanı sıra fiyord gibi yerlerde de çok sayıda ortaya çıkabilir.

*E. huxleyi* türü geniş tuzluluk ve sıcaklık aralıklarını tolere edebilir. 0 ila  $\geq 20^{\circ}\text{C}$  sıcaklık aralıklarında doğal plankton topluluklarında bulunmuştur (Jahnke, 1992). *E. Huxleyi*’nin 10 ila  $25^{\circ}\text{C}$  arasında geniş bir sıcaklık aralığını tolere ettiği bilinmektedir (Türkoğlu, 2016). % 6-45 tuzluluk seviyelerinde kültürleri başarıyla yapılabilmektedir (Jahnke, 1992).

*E. huxleyi*, ilkbaharın sonlarında, yaz başlarında ve erken kış zamanlarında bile tüm okyanuslarda en bol bulunan kokkolitoforlardan biridir (kutuplar hariç) Bu tür serbest sürüklenir ve okyanusun yüzey katmanlarını tercih eder (Türkoğlu, 2016).

*Emiliana huxleyi*’nin aşırı üremesiyle ilgili ortak bir hidrografik özellik ortaya konulmuştur; aşırı üremelerin tümü karışık katman derinliğinin genellikle  $\sim 10\text{-}20\text{ m}$  ve çoğunlukla  $\leq 30\text{ m}$  olduğu oldukça tabakalı bir suda gerçekleşir (Tyrrell ve Merico, 2004).

*E. huxleyi* biyocoğrafyası hakkında çok değerli bir bilgi kaynağı da uydu görüntülerinden gelir. Bunun sayesinde, *E. huxleyi* aşırı üremelerinin dağılımı hakkında diğer türlerden daha fazla bilgiye sahip olunabilmektedir (Anonim, 2018).

Bazen 100.000 km<sup>2</sup>'lik alanları kaplayan aşırı üreme sırasında, *E. huxleyi* hücre yoğunlukları bölgedeki diğer tüm fitoplankton yoğunluklarını aşabilir ve bölgedeki toplam fitoplankton sayısının % 75'ini veya daha fazlasını oluşturabilir. Bu devasa aşırı üremeler okyanus sularından geri yansıyan büyük miktardaki ışık nedeniyle uydu görüntüleri ile görülebilir ki bu da onların biyokimyasal öneminin hem havzada hem de küresel ölçekte ortaya konması için bir metot sağlar (Anonim, 2018).

### **2.3.7. Karadeniz'in Türkiye Kıyılarında *Emiliana huxleyi* Türüne İlişkin Çalışmalar**

Antropojenik etkileri yüzünden Karadeniz'in ekolojik yapısında gerçekleşen değişiklikler bir çok bilim insanının dikkatini çekmiştir. Bu sebeple son yirmi yıl içerisinde fitoplankton kompozisyonu, dağılımı, bolluk ve biyokütlesi ile ilgili çalışmalar artmıştır. Ancak spesifik olarak *Emiliana huxleyi* türü ve kompozisyonu ile ilgili bölgede yapılan bir çalışma bulunmamaktadır. Genellikle yapılan çalışmalar bölgenin genel fitoplankton kompozisyonunu ele alıp, bu kompozisyon içerisinde *Emiliana huxleyi* türünün de tanımlanılması şeklindedir.

Karadeniz'de yeterli miktarda çalışma olmasına karşın, bu bölgede fitoplanktonun mevsimsel dağılımını tüm yıl boyunca düzenli aralıklarla gösteren çalışmalar yok denecek kadar azdır.

Karadeniz'de fitoplankton komüniteleri üzerine ilk çalışmalar Reinhard (1909) tarafından gerçekleştirilmiştir. Plankton dinamikleri ile Karadeniz'in Kuzey ve Kuzeybatı kısımlarında oldukça çalışma vardır.

Ülkemiz sularında ise yapılan çalışmalar sınırlı sayıdadır. Uysal (1987, 1993) İstanbul Boğazı ve etrafındaki plankton dinamiklerini; Karaçam ve Düzgüneş (1990), Trabzon sahilinde yüzeyde bulunan fitoplankton tür ve yoğunluklarını; Benli (1987) Sinop açıklarındaki çöken plankton miktarını; Tunçer ve Feyzioğlu (1989) Karadeniz kıyılarındaki fitoplankton popülasyonlarını; Feyzioğlu (1990, 1996), Feyzioğlu ve Tunçer (1994) mevsimsel fitoplankton dinamiklerini; Uysal (1996) Karadeniz fitoplankton dağılımını; Türkoğlu (1998) ve Koray (2001, 2002) Sinop fitoplankton süksesyonunu ve besleyici element değişimlerini araştırmışlardır.

Karadeniz'in Türkiye kıyılarında yapılan çalışmalar diğer ülkelerin yaptıkları çalışmalar ile karşılaştırıldığında oldukça sınırlı sayıda olduğu görülmektedir. Bölgede yapılan *Emiliana huxleyi* türü, bolluğu ve kompozisyonu ilgili çalışmalar aşağıda verilmiştir:

Toker (1984), Karadeniz çökeltlerinde nanoplankton türleri ile uranyum konsantrasyonu ilişkilerini ele almıştır. *Emiliana huxleyi* türünün 3000 yıl önce Karadeniz'de ortaya çıktığını ve sedimanlarda bol miktarda bulunduğunu belirtmiştir. Çalışma sonucunda

sedimanda artan nanoplankton sayısının uranyum konsantrasyonunu arttırdığı; ayrıca, uranyum oksit miktarının da en çok *Emiliana huxleyi* türünde biriktiği gözlenmiştir.

Türkoğlu (1998), 1995 ve 1996 yıllarında Sinop yarımadası littoral sularında *Emiliana huxleyi* türünün bulunma frekansını %100 tespit etmiştir. Tüm örnekleme zamanlarında bu türün bulunduğu ve yıl içindeki en yoğun popülasyonun aşırı bir üreme göstererek Temmuz ayında  $5.9 \times 10^6$  hücre/l düzeyine ulaştığı görülmüştür.

Türkoğlu (1999), Karadeniz ekosisteminde ötrofikasyonun sebep olduğu fitoplankton topluluklarındaki değişimlerin sentezini sunmuştur. En fazla kokkolitoforid *E. huxleyi* türünün aşırı gelişmesi sonucunda Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında dinoflagellat ve kokkolitoforid yoğunluğunda yükselmeler olduğu belirtilmiştir.

Soydemir Çiftçi (2000), Türk denizleri açık sularında fitoplankton kompozisyonunu incelemiş; Ege Denizi ve Karadeniz'deki kokkolitoforid *E. huxleyi* en bol bulunan tür olmuştur. Özellikle Karadeniz bölgesinde toplam bolluğun %89'unu oluşturmuştur.

Türkoğlu ve Koray (2000), 1995 ve 1996 periyotlarında Sinop yarımadası kıyısall sularında planktonik türlerin ekolojik ve coğrafik dağılımlarını da incelemişlerdir. Taksonomik çalışmalarda Prymnesiophyceae sınıfından sadece *Emiliana huxleyi* ayırt edilmiştir.

Çokaçar ve ark. (2001), Karadeniz yüzey sularında 1998-2000 SeaWiFS uydu görüntülerinde *Emiliana huxleyi* artışlarının mekansal ve zamansal dağılım yapılarını incelemişlerdir. Karadeniz'in sürekli olarak her yıl Mayıs-Temmuz dönemlerinde yüksek oranda kokkolit plaklarının yansıması görülmüştür.

Oğuz ve ark. (2002), SeaWiFS verileri ile Karadeniz'deki *Emiliana huxleyi* türünün artış sürelerini, devamlılıklarını ve mekânsal boyutlarını, aynı zamanda da dolaşım dinamikleri ile bağlantılarını incelemişlerdir. Mayıs ve Temmuz aylarında artış gösterdiklerini, Karadeniz'deki kalıcı büyük siklonik döngüler, *Emiliana huxleyi* türünün de artışlarının geniş çaplı olmasına yol açtığını vurgulamışlardır.

Eker-Develi ve Kıdeyş (2003), 1996 yaz ve 1998 sonbaharında Türkiye Karadeniz kıyılarında fitoplankton dağılımlarını incelemişlerdir. Tüm periyotlarda, kokkolitofor *Emiliana huxleyi* türünün en fazla tür olduğunu, toplam bolluk oranını sonbaharda %73 ve ilkbaharda %43 arttırdıkları tespit edilmiştir.

Türkoğlu ve Koray (2004), 1995-1996 yılları arasında Sinop Körfezi'nin yüzey sularındaki alg aşırı üremelerini incelediklerinde, *Emiliana huxleyi* türünün en yüksek hücre sayısını Temmuz ortalarında  $5.9 \times 10^6$  olarak tespit etmişlerdir.

Baytut (2004), 2002-2003 tarihleri arasında, Samsun kıyı şeridinde fitoplankton türlerinin aylık değişimlerini incelemiştir. Takson kompozisyonunda Prymnesiophyceae sınıfından bir tür (*Emiliana huxleyi*) ayırt edilmiştir.

Çokaçar ve ark. (2004), Karadeniz’de 1997 yılından itibaren 6 yıl boyunca OCTS ve SeaWiFS uydu görüntüleri ile erken yaz kokkolitofor aşırı üremelerini ve değişimlerini incelemiştir. *Emiliana huxleyi* türü gösterdiği aşırı üreme oranları ile uydu tabanlı bu üremelerin tanımlanmasında standart bir araç olarak kullanıldığı belirtilmiştir.

Şahin (2005), Karadeniz Sinop Burnu bölgesinin fitoplankton kompozisyonunu ve mevsimsel dağılımlarını çalışmıştır. Çalışma sonucunda *Emiliana huxleyi* türünün Kasım ve Aralık aylarında yoğun olarak bulunduğunu rapor etmiştir.

Oğuz ve Merico (2006) Karadeniz’de yazın erken dönemlerinde gözlenen *Emiliana huxleyi* türünün artışı tanımlayan fiziksel-ekosistem modellemesi yapmışlardır. Çalışmada bu türün Karadeniz’in iç trofodinamik koşullarının Mayıs ve Temmuz ayları arasında bu türün artışı desteklediği gözlenmiştir. Azotun tükendiği mutedil ışık koşullarında diatom ve dinoflagellat artışlarından sonra gelişmeye başladıkları, yüzey sularındaki yenilenen besinleri kullandıkları ve pikoplankton toplulukları ile birlikte büyüdükları sonucuna varılmıştır (Oğuz ve ark., 2002).

Bat ve ark. (2007a), Sinop Burnu’nda 1999-2000 yıllarında fitoplankton ve zooplankton türlerinin nitel ve nicel dağılımlarını inceledikleri çalışmalarında, kokkolitoforlardan *Emiliana huxleyi* türünün en önemli gruplardan olduklarını belirtmişlerdir. Bu türün Mayıs ayında, en yüksek nispi bolluğu (%95) ve biyokütleyi (%89) temsil ettiği görülmüştür.

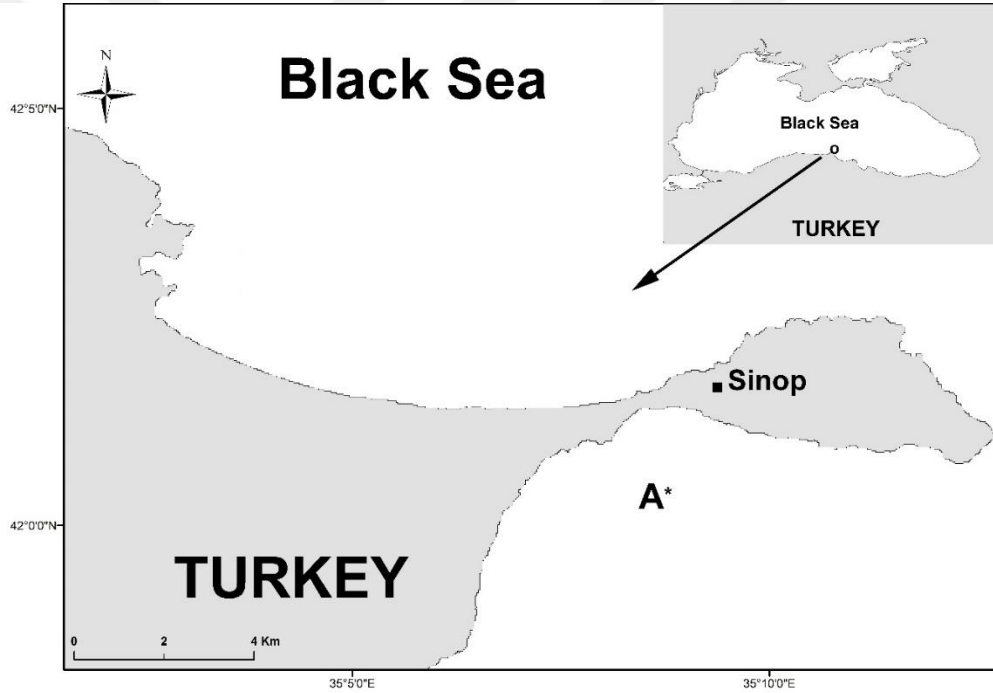
Feyzioğlu ve Seyhan (2007), Güney Doğu Karadeniz’ de 1993-1994 ve 2001-2002 örneklem dönemlerinde mevcut fitoplanktonun kompozisyonlarını karşılaştırmışlardır. Dinoflagellat oranının %35’den %41’e yükseldiği gözlenmiştir. Her iki dönemde de *Emiliana* türü tespit edilmiştir.

Bunların yanında Ağırbaş (2010) Güneydoğu Karadeniz’de pigment konsantrasyonlarını incelemiş ve birincil üretimin çevre koşulları ile etkileşimini değerlendirmiştir. Yine Güneydoğu Karadeniz’de Kopuz (2012) pikoplankton dinamiğinin pelajik besin dinamiğindeki önemini değerlendirmiştir.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

Tez çalışması, *Emiliana huxleyi* türünün bolluğunu tespit etmek amacıyla belirlenen istasyondan deniz ve hava koşulları imkan verdiği sürece iki yıl boyunca her ay düzenli olarak su örnekleri alınarak gerçekleştirilmiştir. Örneklemeler 2 farklı derinlikten (0,5 ve 10m) yapılmıştır. Örneklemeler Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'ne ait "Araştırma I" teknesi kullanılarak Ocak 2008-Aralık 2009 tarihleri arasında 35° 09' 32" E-42° 00' 21" N koordinatlarında, derinliği maksimum 50 metre olan liman içinde bulunan A istasyonundan alınmıştır (Şekil 3.1.1.). Örnekleme bölgesinde multi parametre ölçüm cihazı ile suyun fiziksel (sıcaklık, tuzluluk, pH) değerleri ölçülürken, laboratuvar ortamında da kimyasal (fosfat, klorofil, nitrat, nitrit, silis) değerleri ölçülmüştür.

Tüm örneklerin analiz ve hazırlık çalışmaları Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Temel Bilimleri Planktonoloji Laboratuvarında yapılmıştır.



Şekil 3.1. Örnekleme istasyonu

### 3.1. Metot

#### 3.1.1. Örneğin Alınması

*Emiliana huxleyi* türünün tayini ve birim hacimdeki sayısının belirlenmesi için, yüzeyden bir kova yardımı ile ve 10 metre derinlikten Niskin tip su örnekleyicisi ile koyu renk cam şişelere deniz suyu alınmıştır. Alınan deniz suyunun 1 litresi konsantrasyonu % 2 olacak şekilde tamponlanmış formaldehit ile fikse edilmiştir. Örnekleme şişelerinin üzerine istasyon adı, tarih, örnekleme derinliği ve hacmi belirtilen etiketler yapıştırılıp şişeler güneş görmeyecek şekilde muhafaza edilerek laboratuvara getirilmiştir (Özel, 1998; Cirik ve Gökpınar, 1993).

#### 3.1.2. Fiksasyon Çözeltilisinin Hazırlanması

Örnekler son konsantrasyonu % 2 olacak şekilde boraksla tamponlanmış % 31' lik formaldehit ile fikse edilmiştir (Özel, 1998; Cirik ve Gökpınar, 1993). Fiksasyon çözeltisi şu şekilde hazırlanmıştır; 1 litre distile suda eritilerek çözülen 60 g boraks, en az bir gece bekletilmiştir. % 37' lik 2 litre formaldehite boraks çözeltisinden 400 ml eklenmiştir. Sonuçta % 31' lik boraks formaldehit karışımı elde edilmiştir (Özel, 1998).

#### 3.1.3. Örneğin Sedimentasyonu ve Saklanması

Laboratuvara gelen örnekler 1 litrelik hacme sahip mezürle yerinden oynatılmadan 15-20 gün boyunca çöktürmeye tabi tutulmuştur. Bu süre sonunda çöken örneklerin üzerindeki su, uç kısmına 45 µ göz açıklığında plankton bezi takılmış ince hortumla dikkatli bir şekilde vakumlanıp örnekler ikinci çöktürme için 50 cc' lik kahverengi şişelere aktarılmıştır. Bir haftalık sedimentasyondan sonra örnekler, aynı yöntem ile örneğin yoğunluğuna göre istenilen hacimde indirgenerek başlangıç yoğunluğuna göre ortalama 100 kat daha yoğunlaştırılarak sayıma hazır hale getirilmiştir (Özel, 1998; Cirik ve Gökpınar, 1993).

#### 3.1.4. Türün Tanımlanması, Hücre Sayımı ve Hesaplamalar

Örneğin durumuna göre en yoğun konsantrasyona getirilen örnekler dikkatli bir şekilde çalkalanarak organizmaların homojen olarak dağılımı sağlanmıştır. Homojen hale getirilen örneklerden 1 ml alınarak lam-lamel preparatı (~ 0.01 ml) hazırlanmış ve x10, x20 gibi büyütme kademeleri kullanılarak Nikon Eclipse E600 model mikroskop altında incelenmiştir.

Türün yoğunluğunun hesaplanmasında sayılan preparatın hacmi ve türün sayısı kaydedilir. Bolluğu belirlemek amacı ile sayılan her preparat için bir katsayı hesaplanır.

Katsayının (K) hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır:

$$K = V_2 \times 1000 / V_3 \times V_1,$$

$$V_1 = \text{Başlangıçtaki örnek hacmi (ml)}$$

$V_2$ = Sedimentasyon işleminden sonra kalan örneğin hacmi (ml)

$V_3$ = Hücre sayımının yapıldığı preparasyon hacmi (ml)

Katsayı hesaplandıktan sonra, mikroskop yardımıyla okunan hücre sayısı ile çarpılarak o hücrenin 1 litre deniz suyundaki bolluğu hesaplanmış olur.

### **3.1.5. Spektrofotometrik Analizler**

#### **3.1.5.1. Nitrit Tayini**

Tayin, “fenoldisülfonilik asit metotuna göre yapılmaktadır. Tayin için önce çeşitli konsantrasyonlarda standartlar hazırlanmıştır.

Metoda uygun olarak gerekli olan kimyasal maddeler örneğe ilave edildikten sonra örnekler, 543 nm’de Helios Termospektronic marka spektrofotometre cihazında ölçülmüş ve absorbansları saptanmıştır. Kalibrasyon grafiğinden yararlanarak 14 istasyonun  $\text{NO}_2^-$  - N konsantrasyonları belirlenmiştir (APHA, 1990).

#### **3.1.5.2 Nitrat Tayini**

Tayin, nitrit azotu tayininde olduğu gibi, “fenoldisülfonilik asit metotuna göre yapılmıştır. Tayin için, önce çeşitli konsantrasyonlarda standartlar hazırlanmış ve bu standartlardan kalibrasyon grafiği oluşturulmuştur.

Analiz sırasında numunelerden belirli bir miktar alınıp, üzerlerine fenol-sodyum fenat tamponu ve hidrazin-bakır indirgeme reaktifi ilave edilmiştir ve numune iyice karıştırıldıktan sonra ağızları kapatılarak, 24 saat karanlık bir yerde bekletilmişlerdir. Gerekli reaktifler eklenip, yeterli süre beklemler yapıldıktan sonra, numune 543 nm’de Helios Termospektronic Marka spektrofotometre cihazında ölçülmüştür ve absorbansları saptanmıştır. Kalibrasyon grafiğinden yararlanarak 14 istasyona ait ortamdaki  $\text{NO}_3^-$  -  $\text{NO}_2^-$  miktarları saptanmıştır (APHA, 1990).

#### **3.1.5.3. Fosfat Tayini**

Belirlenen istasyonların fosfat konsantrasyonları analize uyumlu kitler yardımıyla belirlenmiş olup, 690 nm dalga boyunda spektrofotometre elde edilen absorbans değerleri kalibrasyon grafiği yardımıyla konsantrasyon cinsinden belirlenmiştir (APHA, 1990).

#### **3.1.5.4. Silisyum Tayini**

Silisyumun numunelerdeki tayin yöntemi, ortosilisilik asit ile molibdatın 1/12 oranında silikomolibdik asidin oluşturulması ilkesine dayanır. 50 ml’lik mezüre belirli bir miktar molibdat çözeltisi ve 25 ml. deniz suyu örneklerinden ilave edilerek iyice karıştırılmıştır. 10 dk. bekledikten sonra indirgeme reaktifi mezürde 50 ml. çizgisine kadar doldurulup karıştırılmış ve 1 saat sonra 810 nm dalga boyunda Helios Termospektronic marka

spektrofotometre cihazı ile örneklerin absorbansları saptanmıştır. Kalibrasyon eğrisinden yararlanarak ortamdaki silis miktarı belirlenmiştir (APHA, 1990).

#### **3.1.5.5. Klorofil-a Tayini**

Belirli miktar su örneği GF/C filtre kağıdından süzülerek, süzgeç kağıtları örnek tüpleri içerisine yerleştirilmiştir. Örnekler, ekstraksiyon işlemi için asetonda 24 saat süre ile karanlık bir ortamda bekletilmiştir. Bekleme işleminden sonra eğer gerekiyorsa (bulanıklık, askıda katı madde içeriği mevcutsa) santrifüjlenerek, spektrofotometre cihazı ile absorbans ölçümleri yapılmıştır. Aynı örnekler HCl asit çözeltisi ile asitlendirme işleminden sonra tekrar spektrofotometre cihazında okunarak, istasyonlara ait su örneklerindeki mevcut klorofil-a değerleri belirlenmiştir (APHA, 1990).

#### **3.1.6. Verilerin İstatistiksel Açıdan Değerlendirilmesi**

Çalışma sonucunda elde edilen fiziksel ve kimyasal verilerin kontur grafikleri SURFER 7.0 paket programı kullanılarak çizdirilmiş ve veri gruplarının birbirleriyle olan ilişkileri değerlendirilmiştir.

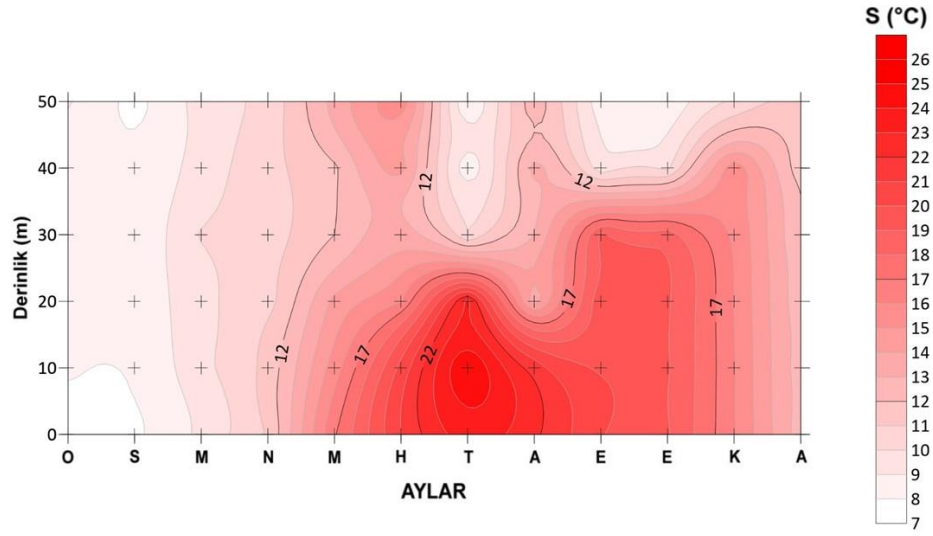
Bolluk değerleri ile fiziko-kimyasal parametreler ve nütrient ölçümleri arasındaki ilişkiyi tespit etmek amacıyla Spearman-Rank korelasyon analizi SPSS 21 paket programında yapılmıştır.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Fiziko-Kimyasal Bulgular

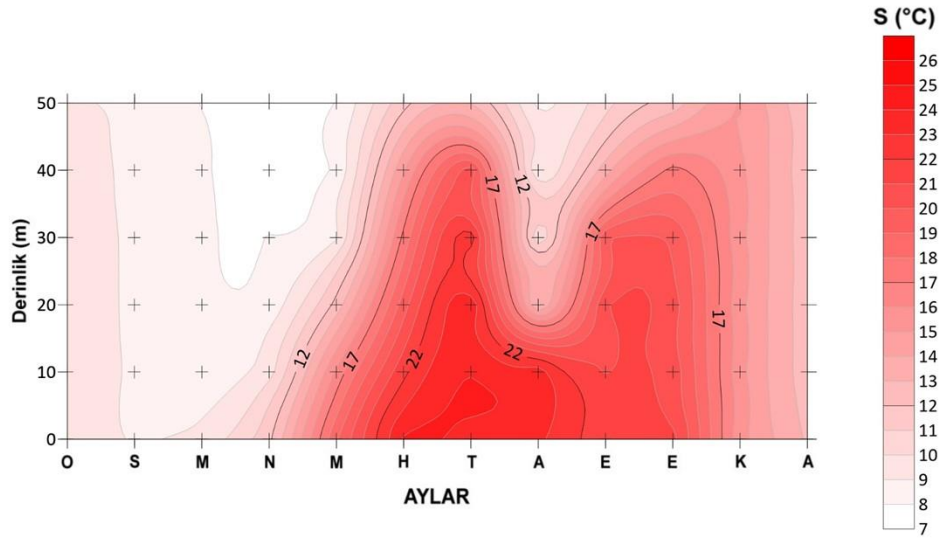
#### 4.1.1. Sıcaklık

2008 yılının sıcaklık değerlerine bakıldığında, en yüksek sıcaklık değeri Temmuz ayında 20 metre derinliğinde 25,73 °C olarak ölçülmüştür. En düşük sıcaklık değerinin ise Şubat ayında 50 metrede 7,7 °C olduğu görülmüştür. 2008 yılının ortalama sıcaklık değeri  $13,28 \pm 0,565$  °C olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.1.).



Şekil 4.1. 2008 yılı ortalama sıcaklık (°C) değerleri

2009 yılı sıcaklık değerlerine bakıldığında ise, Temmuz ayına ait sıcaklık değerlerinin 0 metreden 40 metre derinliğe kadar benzer dağılım gösterdiği görülmektedir. En yüksek sıcaklık değeri Temmuz ayında 24,12°C; en düşük sıcaklık Nisan ayında 50 metre derinlikte 7,9 °C; ortalama sıcaklık değeri ise  $13,45 \pm 0,646$  °C olarak ölçülmüştür (Şekil 4.2.).

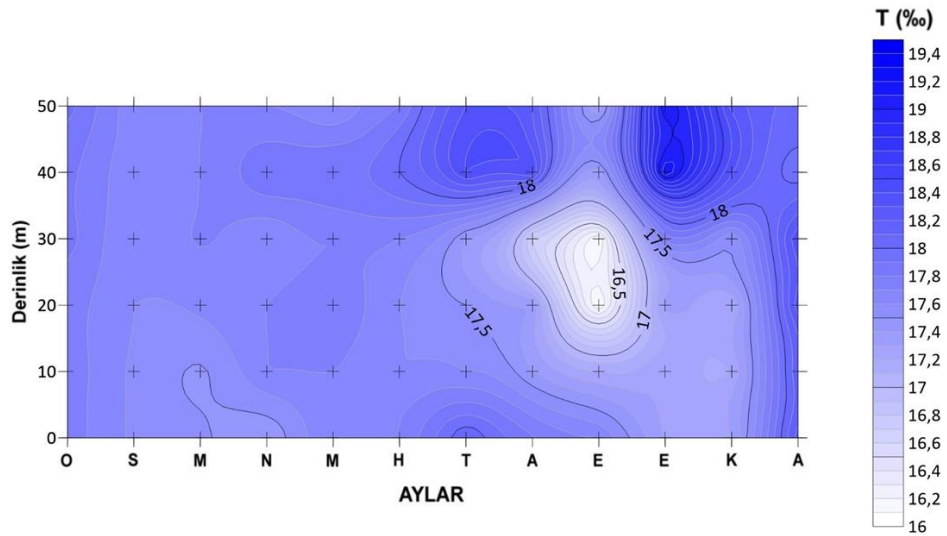


**Şekil 4.2.** 2009 yılı ortalama sıcaklık (°C) değerleri

2008-2009 yıllık sıcaklık değerleri karşılaştırıldığında belirgin bir farklılık olmadığı ve iki yılın da en yüksek sıcaklık değerlerinin Temmuz ayında ölçüldüğü görülmüştür.

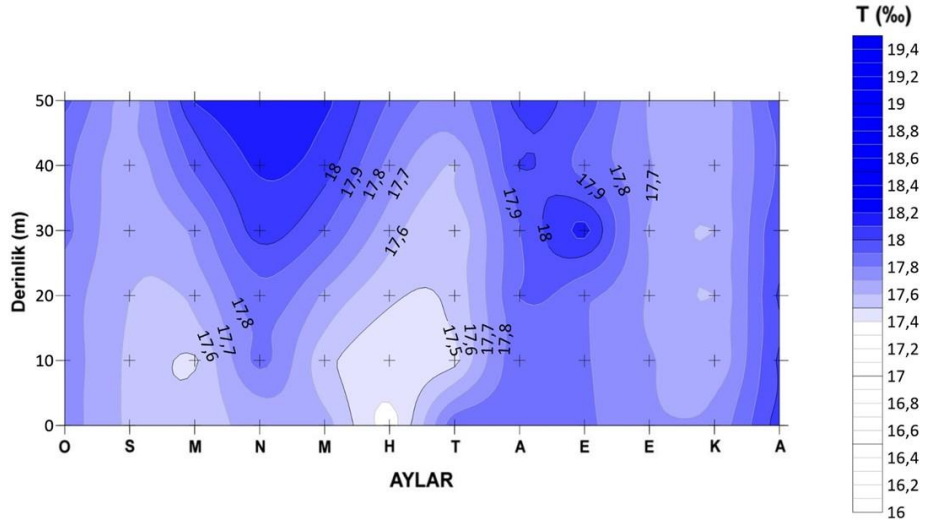
#### 4.1.2. Tuzluluk

2008 yılı tuzluluk değerlerine bakıldığında yıl içerisinde büyük farklılıklar olmadığı gözlemlenmiştir. Yıl boyunca ölçülen en yüksek yüzey suyu tuzluluk değeri 29 Ağustos 2008 tarihinde ‰ 19,2 olarak kaydedilmiştir. En düşük tuzluluk değeri 24 Haziran 2008 tarihinde ‰ 16,1 olarak ölçülmüştür (40 ve 50 metre) (Şekil 4.3.). Ortalama tuzluluk değeri ise  $\pm 0,0596$  olarak hesaplanmıştır.



**Şekil 4.3.** 2008 yılı tuzluluk (‰) değerleri

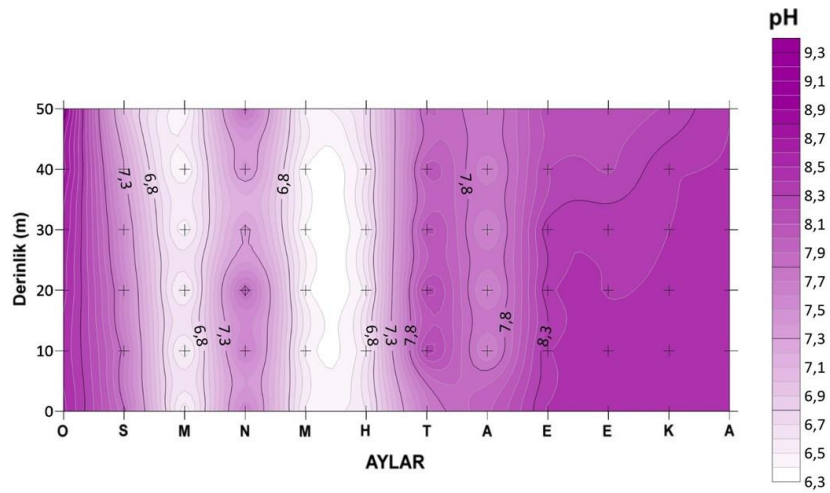
2009 yılı tuzluluk değeri incelendiğinde en yüksek tuzluluk değeri 30 Nisan 2009 tarihinde % 18,15 olarak bulunmuştur. Ortalama tuzluluk değeri 2009 yılında %  $17,78 \pm 0,0240$  olarak ölçülmüştür. Yıl içerisinde ölçülen en düşük tuzluluk değeri ise 22 Temmuz 2009 tarihinde 0 metrede % 17,34 olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.4.). İki yılın tuzluluk değeri ortalamasının da benzer dağılım gösterdiği gözlemlenmiştir.



Şekil 4.4. 2009 yılı tuzluluk (%) değerleri

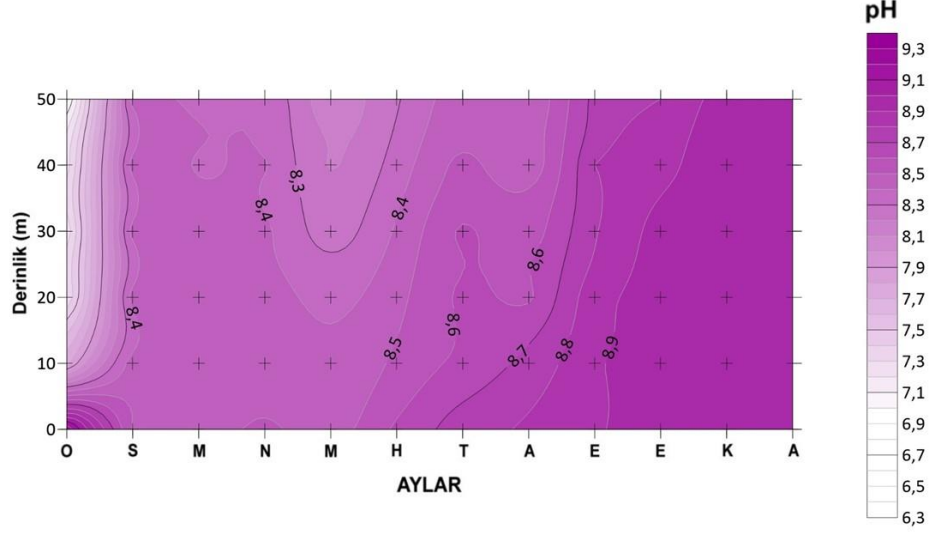
#### 4.1.3. pH

2008 yılı pH değerleri incelendiğinde yüzey suyunda ölçülen en yüksek değer 8,89 (22 Ocak 2008) olup, 2008 yılı pH değeri ortalama  $7,70 \pm 0,094$  olarak hesaplanmıştır. En düşük pH değeri Mart (40 metrede) ve Mayıs ayında (30 ve 40 metrede) 6,38 olarak ölçülmüştür (Şekil 4.5.).



Şekil 4.5. 2008 yılı pH değerleri

2009 yılında ise en düşük pH değeri Ocak ayında 50 metrede 6,97 iken en yüksek pH değeri Ocak ayının 0 metresinde 9,29 olarak ölçülmüştür (Şekil 4.6.). 2009 yılının ortalama pH değeri  $8,55 \pm 0,0539$  olarak hesaplanmıştır.

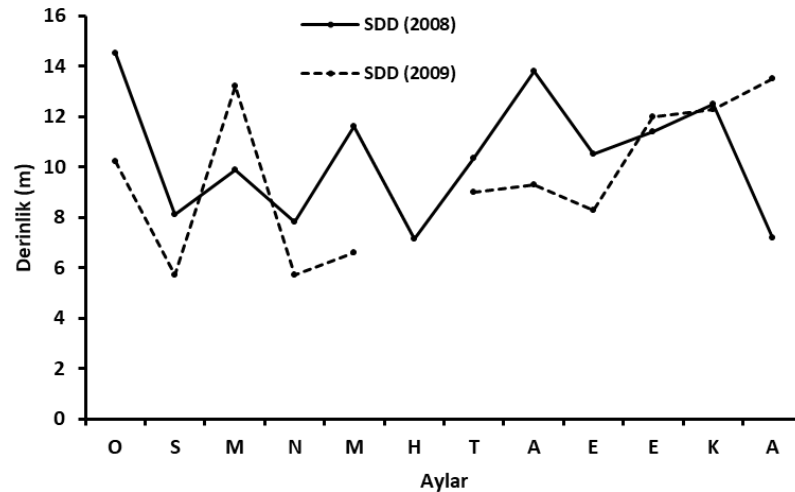


Şekil 4.6. 2009 yılı pH değerleri

2008 ve 2009 pH değerleri karşılaştırıldığında, 2009 pH değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

#### 4.1.4. Secchi-Disk

2008 yılı ölçülen en düşük SDD (Secchi-Disk Derinliği) değeri 24 Haziran 2008 tarihinde 7,15 metre, en yüksek SDD değeri ise 22 Ocak 2008 tarihinde 14,5 metre olarak ölçülmüştür. 2009 yılı en düşük SDD değeri Şubat ve Nisan aylarında 5,7 metre, en yüksek SDD değeri ise Aralık ayında 13,5 metre ( 24 Aralık 2009) olarak bulunmuştur. 2009 yılı SDD ortalaması  $9,62 \pm 0,338$  metre, 2008 yılı ortalaması ise  $10,40 \pm 0,690$  metre olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.7. 2008-2009 yılları Secchi-Disk derinlik (m) grafiği

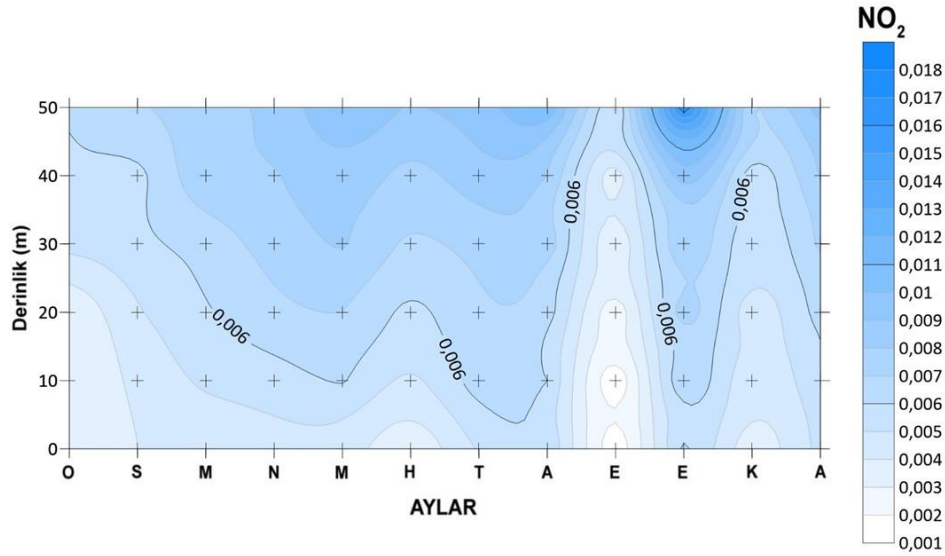
**Çizelge 4.1.** 2008-2009 yılları tuzluluk, sıcaklık, Secchi Disk derinliği ve pH değerleri

| Parametreler    | 2008     |       |       |                 | 2009  |       |                 |
|-----------------|----------|-------|-------|-----------------|-------|-------|-----------------|
|                 | Derinlik | Min   | Max   | Ort             | Min   | Max   | Ort             |
| Tuzluluk (‰)    | 0 m      | 17,35 | 19,20 | 18,0775±0,46262 | 17,34 | 18,05 | 17,7000±0,18926 |
|                 | 10 m     | 17,28 | 19,10 | 17,9900±0,46120 | 17,46 | 18,02 | 17,6982±0,18335 |
| Sıcaklık (°C)   | 0 m      | 7,80  | 25,73 | 15,9000±6,17476 | 8,85  | 24,12 | 16,1200±5,91018 |
|                 | 10m      | 8,10  | 24,95 | 15,6100±5,63793 | 8,49  | 23,96 | 15,4318±6,02523 |
| Secchi Disc (m) | 0m       | 7,15  | 14,50 | 10,3983±2,49478 | 5,70  | 13,50 | 9,6182±2,88334  |
| pH              | 0 m      | 6,40  | 8,53  | 7,7600±0,82757  | 8,44  | 9,29  | 8,7564±0,27757  |
|                 | 10 m     | 6,41  | 8,47  | 7,7417±0,82460  | 7,76  | 8,97  | 8,6018±0,35594  |

#### 4.1.5. Nutrientler ve Klorofil-a

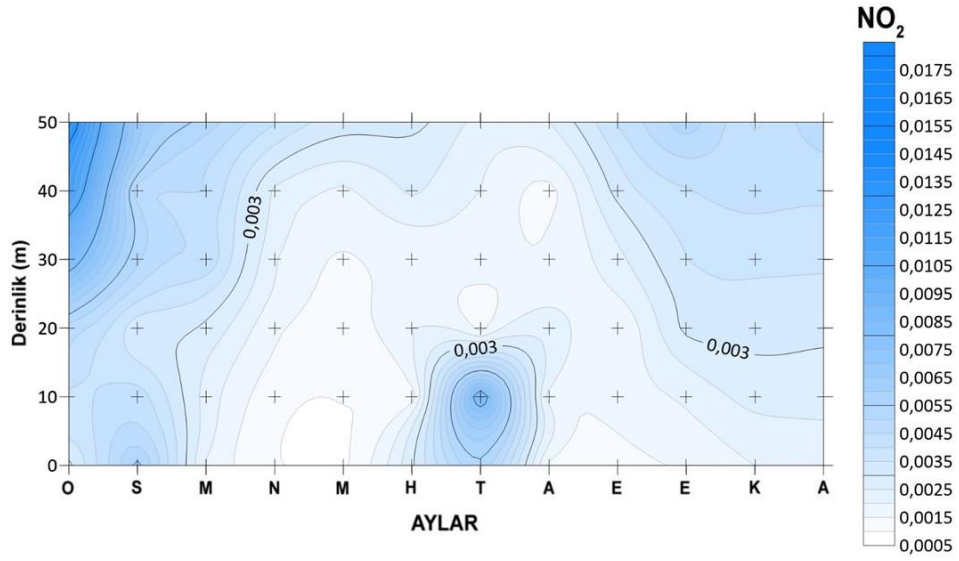
##### 4.1.5.1. Nitrit

2008 yılı nitrit ( $\text{NO}_2$ ) aylık dağılım grafiği incelendiğinde en yüksek değer Ekim ayında 50 metrede 0,017  $\mu\text{g/l}$ , en düşük değer Eylül ayında 10 metrede 0,0011  $\mu\text{g/l}$  olarak bulunmuştur. Ortalama nitrit değeri ise 0,0063±0,0003  $\mu\text{g/l}$  olarak hesaplanmıştır. Genel olarak bakıldığında 2008 yılının nitrit dağılımında aylara ve derinliklere bağlı olarak çok büyük değişimler görülmemektedir (Şekil 4.8.).



**Şekil 4.8.** 2008 yılı nitrit ( $\text{NO}_2$ ) ( $\mu\text{g/l}$ ) dağılım grafiği

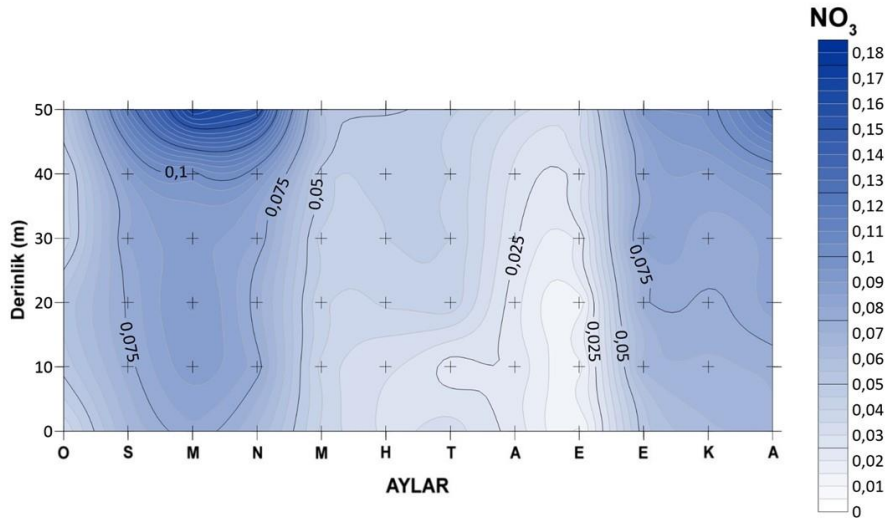
2009 yılı nitrat değeri en yüksek Ocak ayında 50 metre derinliğinde 0,014  $\mu\text{g/l}$  belirlenirken, en düşük nitrat değeri ise Temmuz ayında 10 metre derinliğinde 0,00089  $\mu\text{g/l}$  olarak ölçülmüştür (Şekil 4.9.). 2009 yılı ortalama nitrat değeri ise 0,0033±0,00236  $\mu\text{g/l}$  olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.9. 2009 yılı nitrit ( $\text{NO}_2$ ) ( $\mu\text{g/l}$ ) dağılım grafiği

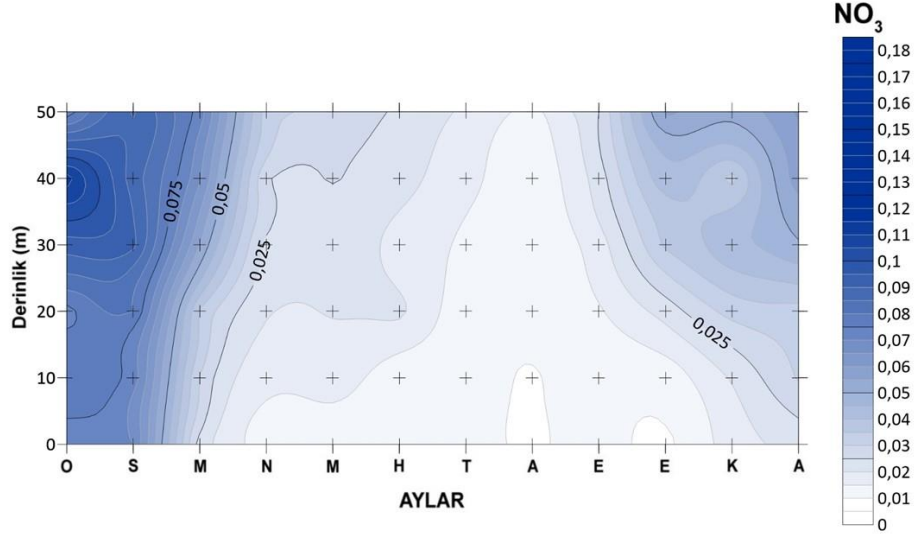
#### 4.1.5.2. Nitrat

2008 yılı Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) değerlerindeki değişimlere bakıldığında, en yüksek Nitrat ölçümü Mart ayının 50 metre derinliğinde 0,17  $\mu\text{g/l}$  olarak bulunmuştur. En düşük Nitrat değeri Eylül ayının 0 metresinde 0,009  $\mu\text{g/l}$  (Şekil 4.10.), yıl boyunca ölçülen değerlerin ortalaması ise  $0,0610 \pm 0,0038$   $\mu\text{g/l}$  olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.10. 2008 yılı nitrat ( $\text{NO}_3$ ) ( $\mu\text{g/l}$ ) dağılım grafiği

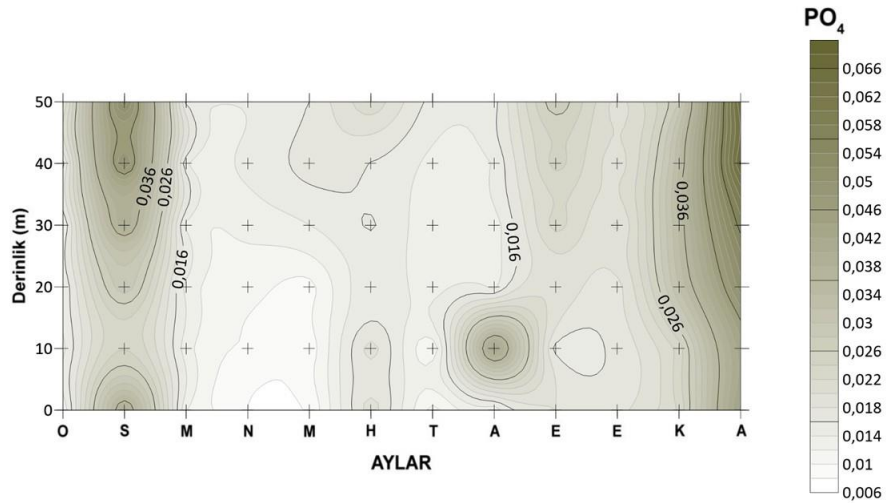
2009 yılı  $\text{NO}_3$  dağılım sonucuna göre, en yüksek Nitrat ölçümü Ocak ayında, 40 metre derinliğinde, 0,1125  $\mu\text{g/l}$  belirlenirken; en düşük değer Ekim ayında, 0 metre derinliğinde, 0,009  $\mu\text{g/l}$  (Şekil 4.11.), ortalama değer ise  $0,0354 \pm 0,02627 \mu\text{g/l}$  olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.11. 2009 yılı nitrat ( $\text{NO}_3$ ) ( $\mu\text{g/l}$ ) dağılım grafiği

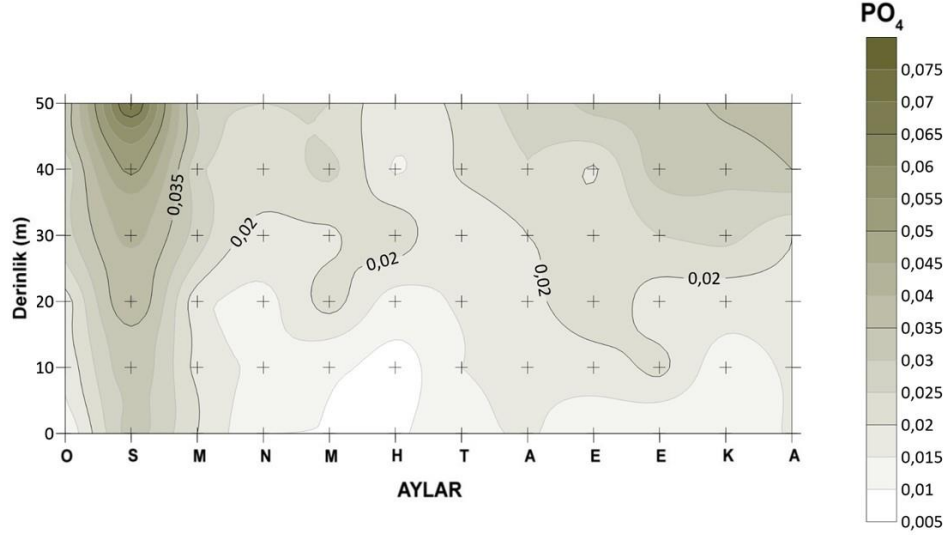
#### 4.1.5.3. Fosfat

2008 yılı Fosfat ( $\text{PO}_4$ ) aylara göre dağılım grafiği incelendiğinde yılın en yüksek fosfat değeri Aralık ayında 40 metrede 0,0664  $\mu\text{g/l}$  olarak ölçülmüştür. En düşük fosfat değeri Nisan ayında 0 metrede 0,008  $\mu\text{g/l}$  olarak ölçülürken; Mayıs ayının 0 metre derinliğindeki fosfat değerinin de Nisan ayına yakın bir değerde olduğu görülmüştür (0,0081  $\mu\text{g/l}$ ) Bununla birlikte Aralık ayında ölçülen tüm derinliklerde belli bir artış gözlemlenmiştir (Şekil 4.12.). 2008 yılının ortalama fosfat değeri ise  $0,0219 \pm 0,0017 \mu\text{g/l}$  olarak bulunmuştur.



Şekil 4.12. 2008 yılı fosfat ( $\text{PO}_4$ ) ( $\mu\text{g/l}$ ) dağılım grafiği

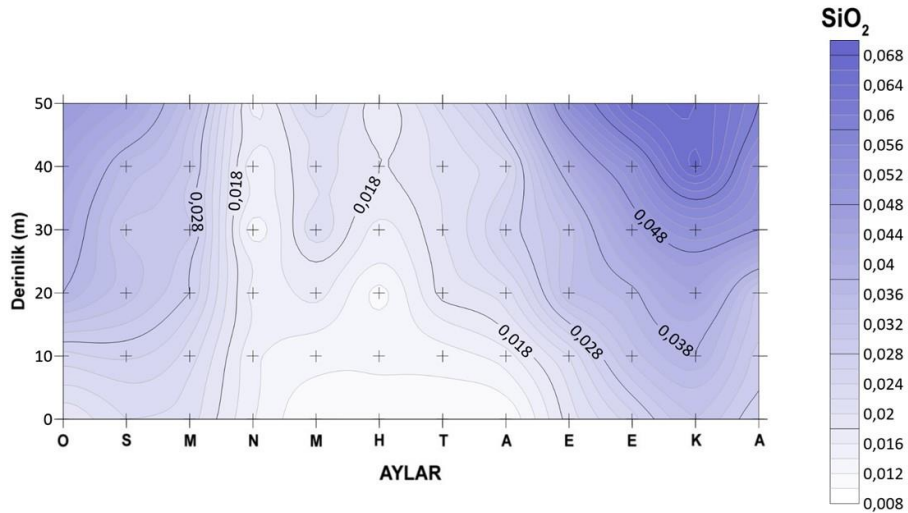
2009 yılı fosfat değerlerine bakıldığında, Şekil 4.13.'te de görüldüğü üzere en yüksek değer (0,073 µg/l) Şubat ayında 50 metre derinliğinde belirlenmiş ve en düşük değer (0,007 µg/l) ise Haziran ayında 10 metre derinliğinde ölçülmüştür. 2009 yılı ortalama fosfat değeri ise  $0,0224 \pm 0,0176$  µg/l olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.13. 2009 yılı fosfat ( $PO_4$ ) ( $\mu\text{g/l}$ ) dağılım grafiği

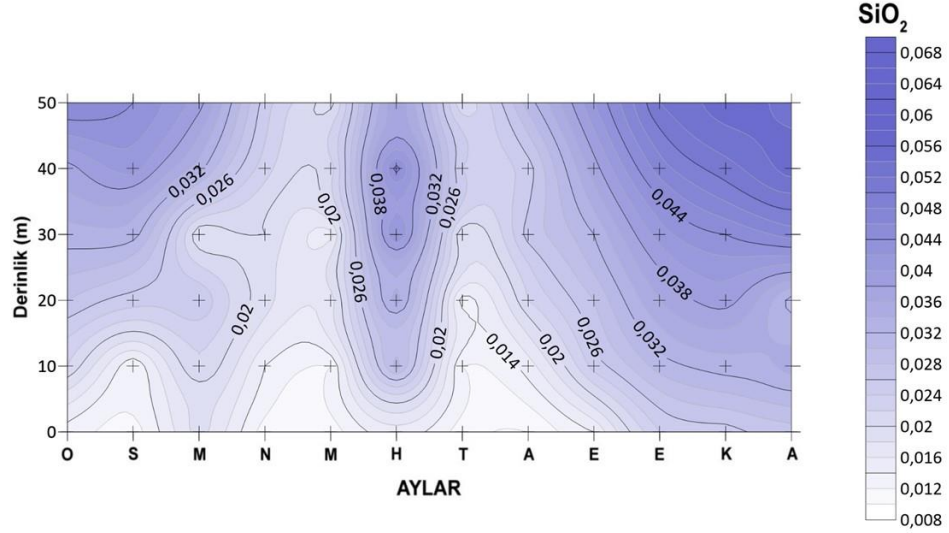
#### 4.1.5.4. Silis

2008 yılı silis ( $SiO_2$ ) değerlerine bakıldığında en yüksek değer 0,067 µg/l olarak Kasım ayında 40 metrede ölçülmüştür. Kasım ayında 50 metrede  $SiO_2$  değerinin 0,066 µg/l olarak yakın bir değer taşıdığı görülmüştür. En düşük  $SiO_2$  değeri Mayıs, Haziran, Ağustos aylarında 0 metrede aynı oranda bulunmuştur (0,01 µg/l) (Şekil 4.14.). 2008 yılının ortalama  $SiO_2$  değeri ise  $0,0290 \pm 0,0017$  µg/l olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.14. 2008 yılı silis ( $SiO_2$ ) ( $\mu\text{g/l}$ ) dağılım grafiği

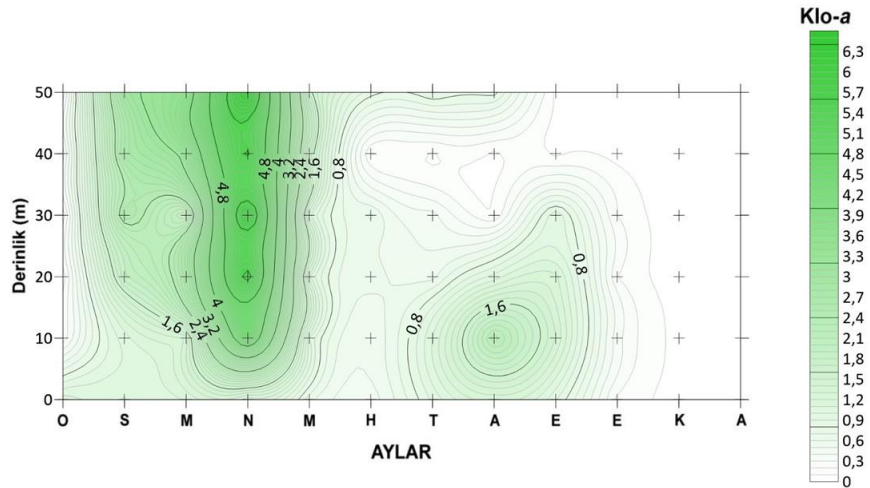
2009 yılı en yüksek silis değeri Kasım ayında 50 metre derinliğinde 0,055  $\mu\text{g/l}$ , en düşük değer ise Ağustos ayında 0 metre derinliğinde 0,01  $\mu\text{g/l}$  olarak belirlenmiştir (Şekil 4.15.). 2009 yılı ortalama silis değeri ise  $0,0286 \pm 0,01252$   $\mu\text{g/l}$  olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.15. 2009 yılı silis ( $\text{SiO}_2$ ) ( $\mu\text{g/l}$ ) dağılım grafiği

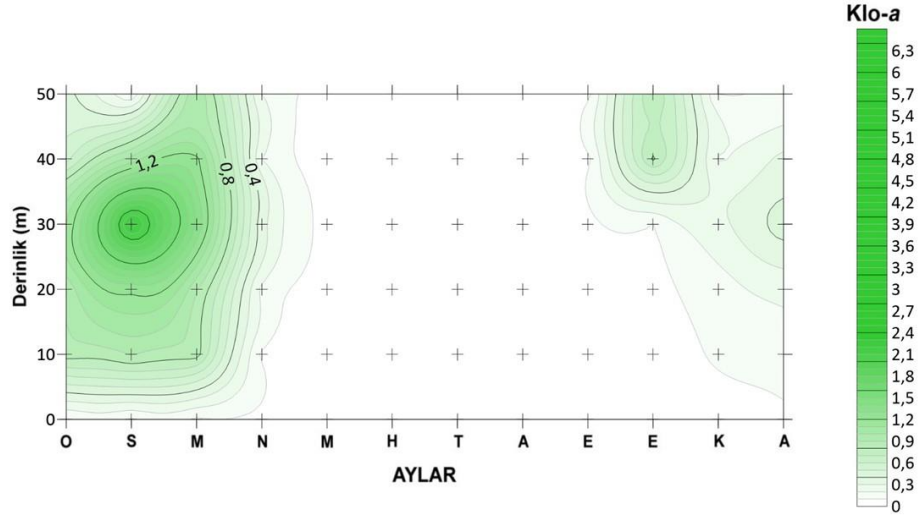
#### 4.1.5.5. Klorofil-a

2008 yılı klorofil-a değerleri incelendiğinde, Nisan ayında 50 metrede en yüksek değere (6,452  $\mu\text{g/l}$ ), Eylül ayında 10 metrede en düşük değere (0,012  $\mu\text{g/l}$ ) ulaşılmıştır (Şekil 4.16.). 2008 yılının ortalama klorofil-a değeri ise  $1,298 \pm 0,1796$   $\mu\text{g/l}$  olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.16. 2008 yılı klorofil-a ( $\mu\text{g/l}$ ) dağılım grafiği

2009 yılı en yüksek klorofil-a değeri Şubat ayında 30 metre derinliğinde 2,28  $\mu\text{g/l}$  olarak belirlenirken, en düşük değer Ağustos ayında 50 metre derinliğinde 0,005  $\mu\text{g/l}$  olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.17.). En düşük ve en yüksek klorofil-a değerleri baz alınarak  $0,3050 \pm 0,43572$   $\mu\text{g/l}$  ortalama değeri bulunmuştur.



**Şekil 4.17.** 2009 yılı klorofil-a ( $\mu\text{g/l}$ ) dağılım grafiği

2008 yılı kimyasal parametrelere bakıldığında en yüksek yoğunluğun klorofil-a'ya ait olduğu ve en yüksek konsantrasyonun Nisan ayında 30 metrede olduğu görülmektedir (6,452  $\mu\text{g/l}$ ). Örneklenen derinliklerde en düşük konsantrasyon 0,017 ( $\mu\text{g/l}$ ) ile nitrite aittir. 2008 yılı aylara ve derinliğe bağlı olarak minimum ve maksimum değerlere bakıldığında klorofil-a değerinde belirgin bir artış olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.2.).

2009 yılı kimyasal parametrelere bakıldığında ise en yüksek yoğunluğun 2008 yılında olduğu gibi klorofil-a'ya ait olduğu belirlenmiştir. En yüksek klorofil-a değeri 2,28  $\mu\text{g/l}$  ile Şubat ayında 30 metre derinlikte; en düşük değer ise 0,00089  $\mu\text{g/l}$  ile Temmuz ayında 10 metre derinlikte nitritte tespit edilmiştir (Çizelge 4.2.).

**Çizelge 4.2.** 2008–2009 yılları nütrient ve klorofil-*a* değerleri

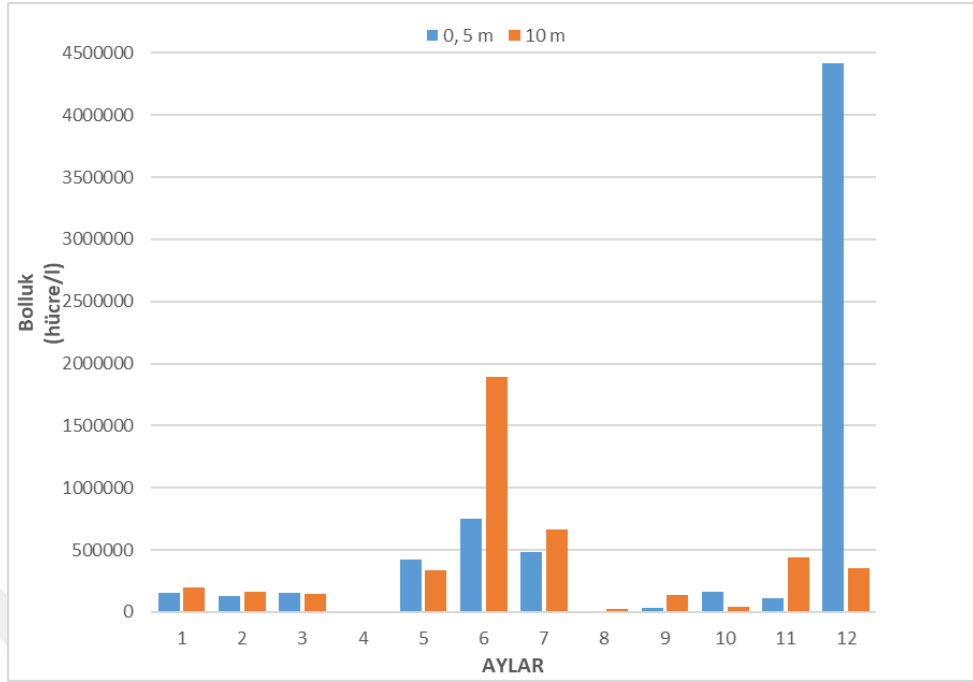
| Parametreler            | 2008     |       |       |                | 2009  |       |                |
|-------------------------|----------|-------|-------|----------------|-------|-------|----------------|
|                         | Derinlik | Min   | Max   | Ort            | Min   | Max   | Ort            |
| NO <sub>3</sub> (µg/l)  | 0 m      | 0,009 | 0,079 | 0,0468±0,02161 | 0,009 | 0,071 | 0,0246±0,02322 |
|                         | 10 m     | 0,013 | 0,088 | 0,0503±0,02563 | 0,010 | 0,078 | 0,0268±0,02383 |
| NO <sub>2</sub> (µg/l)  | 0 m      | 0,001 | 0,006 | 0,0042±0,00141 | 0,001 | 0,006 | 0,0024±0,00166 |
|                         | 10m      | 0,001 | 0,007 | 0,0050±0,00169 | 0,001 | 0,009 | 0,0028±0,00217 |
| PO <sub>4</sub> (µg/l)  | 0m       | 0,008 | 0,045 | 0,0187±0,01206 | 0,010 | 0,033 | 0,0144±0,00707 |
|                         | 10m      | 0,009 | 0,044 | 0,0196±0,01258 | 0,007 | 0,034 | 0,0167±0,00665 |
| SiO <sub>2</sub> (µg/l) | 0 m      | 0,010 | 0,032 | 0,0182±0,00732 | 0,010 | 0,027 | 0,0160±0,00651 |
|                         | 10 m     | 0,013 | 0,038 | 0,0217±0,00886 | 0,012 | 0,035 | 0,0220±0,00891 |
| Chl- <i>a</i> (µg/l)    | 0 m      | 0,026 | 1,161 | 0,5605±0,46046 | 0,015 | 0,092 | 0,0692±0,02251 |
|                         | 10m      | 0,012 | 4,64  | 0,9590±1,31282 | 0,018 | 0,91  | 0,2715±0,36217 |

#### 4.2. Biyolojik Bulgular

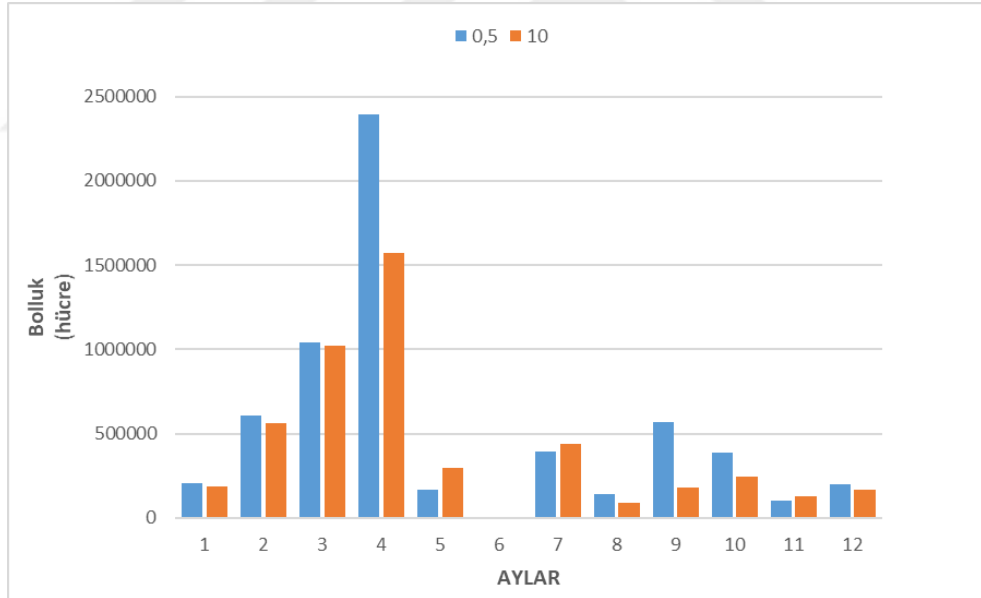
Yapılan çalışmada 2008-2009 yılı *E. huxleyi* türünün 0,5 ve 10 m derinliğindeki bolluğuna bakılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre; 2008 yılı elde edilen en düşük bolluk değeri Ağustos ayında 0,5 metre derinliğinde 9000 hücre/l ve en yüksek bolluk değeri Aralık ayında 0,5 metre derinliğinde 4416000 hücre/l hesaplanmıştır. 2009 yılı verilerine göre en düşük bolluk değerinin 90000 hücre/l ile Ağustos ayında 10 metre derinliğinde ve en yüksek bolluk değerinin ise Nisan ayında 0,5 metre derinliğinde 2391500 hücre/l olduğu Şekil 4.18. ve Çizelge 4.3'te görülmektedir.

**Çizelge 4.3.** 2008-2009 yılı elde edilen *Emiliana huxleyi* bolluk (hücre/l) değerleri

| Örnekleme Tarihi | Bolluk (hücre/l) |         | Örnekleme Tarihi | Bolluk (hücre/l) |         |
|------------------|------------------|---------|------------------|------------------|---------|
| 2008             | 0, 5 m           | 10 m    | 2009             | 0, 5 m           | 10 m    |
| 22.01.2008       | 151500           | 195000  | 20.01.2009       | 208000           | 187000  |
| 26.02.2008       | 132000           | 162500  | 23.02.2009       | 605000           | 565000  |
| 26.03.2008       | 150000           | 143000  | 31.03.2009       | 1040000          | 1022000 |
| 16.04.2008       | -                | -       | 30.04.2009       | 2391500          | 1570000 |
| 30.05.2008       | 422500           | 335500  | 29.05.2009       | 166000           | 294000  |
| 24.06.2008       | 750000           | 1892500 | -                | -                | -       |
| 23.07.2008       | 486500           | 665000  | 22.07.2009       | 392000           | 438500  |
| 29.08.2008       | 9000             | 20000   | 26.08.2009       | 140000           | 90000   |
| 23.09.2008       | 36000            | 136000  | 29.09.2009       | 566000           | 179000  |
| 20.10.2008       | 163500           | 45000   | 20.10.2009       | 389500           | 245000  |
| 21.11.2008       | 108500           | 435000  | 19.11.2009       | 105000           | 130000  |
| 22.12.2008       | 4416000          | 352500  | 24.12.2009       | 198000           | 168000  |



Şekil 4.18. *Emiliana huxleyi* 2008 yılı aylık bolluk (hücre/L) grafiği



Şekil 4.19. *Emiliana huxleyi* 2009 yılı aylık bolluk (hücre/L) grafiği

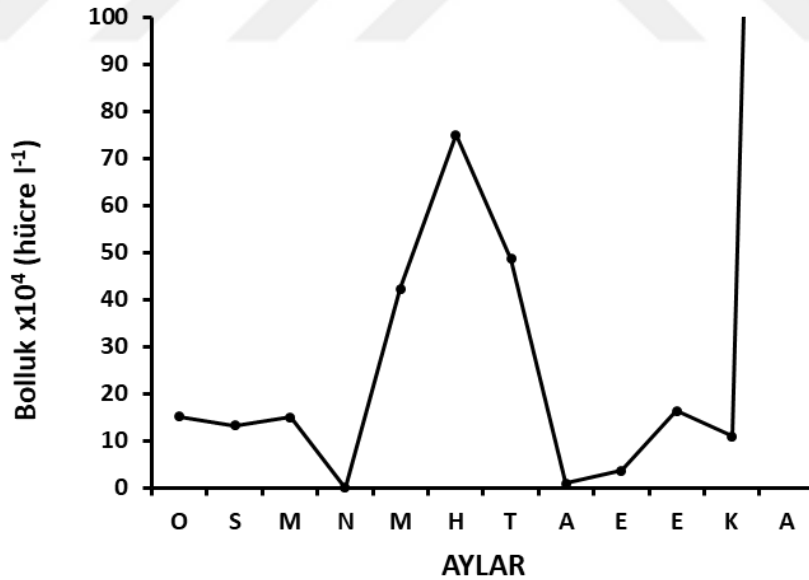
2008-2009 yılları 0 ve 10 metre derinliklerinde *Emiliana huxleyi* türünün yoğunluğuna bakıldığında bu derinlikler arasında büyük farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir. 2008 yılı 0 metrede en yüksek hücre sayısı  $441,6 \times 10^4$  hücre/l iken, 10 metrede  $189,25 \times 10^4$  hücre/l düşmüştür. 2009 yılında ise 0 metrede en yüksek hücre sayısı  $10,5 \times 10^4$  hücre/l iken, 10 metrede en yüksek yoğunluk  $157 \times 10^4$  hücre/l olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.4.).

Yıllar arasındaki minimum ve maksimum değerler arasında belirgin bir artış olduğu ve artışın genellikle 0 metrede olduğu görülmüştür. Bununla birlikte 2008 ve 2009 yılları derinliğe bağlı hücre yoğunluğu karşılaştırıldığında, 2009 yılındaki hücre sayısı 2008 yılına oranla artış göstermiştir (Çizelge 4.4.).

**Çizelge 4.4.** *Emiliana huxleyi* 2008-2009 yılları hücre sayısı

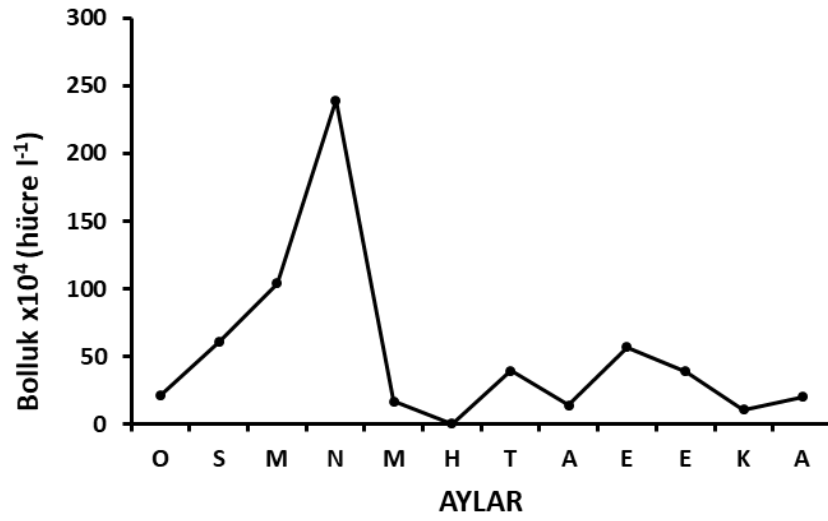
| Yıl  | Derinlik (m) | Minimum (hücre/l) | Maksimum (hücre/l) | Ortalama            |
|------|--------------|-------------------|--------------------|---------------------|
| 2008 | 0            | 9000              | 4416000            | 620500±367550,3     |
|      | 10           | 20000             | 1892500            | 398363,64±152391,3  |
| 2009 | 0            | 105000            | 2391500            | 563727,273±191505,6 |
|      | 10           | 90000             | 1570000            | 444409,09±132212,3  |

2008 yılı 0 metredeki *Emiliana huxleyi* türünün aylara bağlı bolluk grafiği incelendiğinde yılın ilk üç ayında hücre konsantrasyonu belirgin bir artış göstermeden devam ederken, Mayıs ayında ani bir yükseliş göstermektedir. Haziran ayında litrede  $75 \times 10^4$  hücre/l ulaşan hücre yoğunluğu Temmuz ayına doğru nispeten azalış göstermektedir ( $48,65 \times 10^4$  hücre/l). *Emiliana huxleyi* hücre yoğunluğunun en az Ağustos ayında olduğu belirlenmiştir ( $0,9 \times 10^4$  hücre/l). Aralık ayında belirgin bir artışla pik noktaya ulaşan hücre konsantrasyonu litrede  $441,6 \times 10^4$  hücre/l seviyelerine kadar yükselmiştir (Şekil 4.20.).



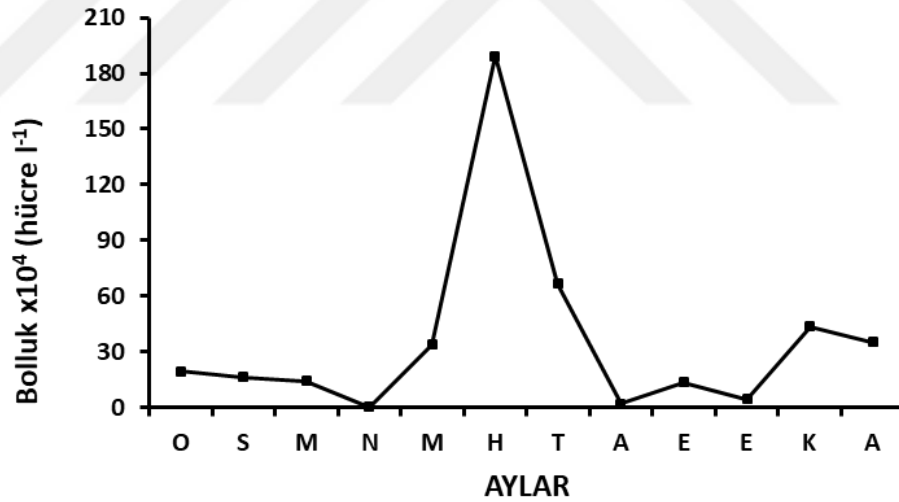
**Şekil 4.20.** *Emiliana huxleyi* 2008 yılı yüzey suyu bolluk (hücre/L) grafiği

2009 yılında 0 metrede *Emiliana huxleyi* türünün hücre yoğunluğuna bakıldığında en büyük artışın Nisan ayında ( $239,15 \times 10^4$  hücre/l), en az hücre konsantrasyonunun da Kasım ayında ( $10,5 \times 10^4$  hücre/l) olduğu görülmüştür (Şekil 4.21.)



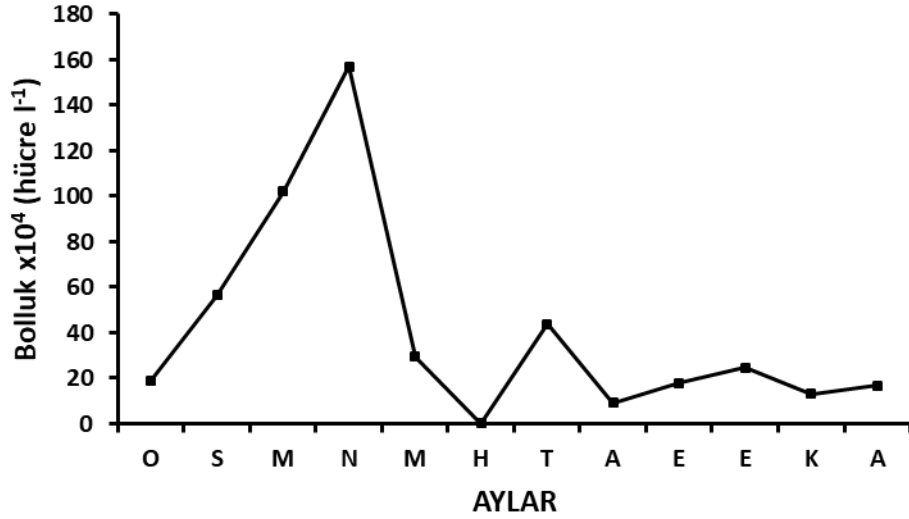
**Şekil 4.21.** *Emiliana huxleyi* 2009 yılı yüzey suyu bolluk (hücre/L) grafiği

*Emiliana huxleyi* türünün 2008 yılı 10 metre derinliğinde en yüksek hücre konsantrasyonu Haziran ayında litrede  $189,25 \times 10^4$  hücre/l iken, en düşük konsantrasyonu ise litrede  $2 \times 10^4$  hücre/l ile Ağustos ayında görülmüştür (Şekil 4.22.).



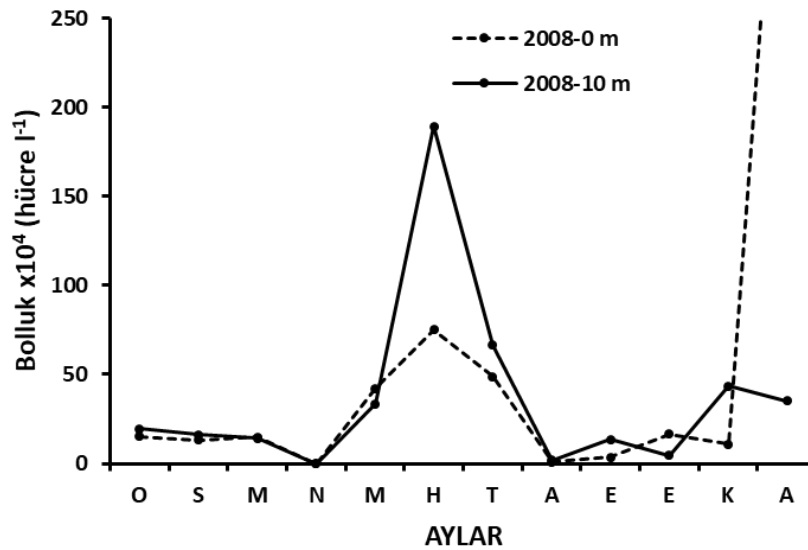
**Şekil 4.22.** *Emiliana huxleyi* 2008 yılı 10 m derinliğindeki bolluk (hücre/L) grafiği

2009 yılında ise hücre yoğunluğu Ocak ayından Nisan ayına kadar belirgin ve sürekli bir artış gösterirken, Nisan ayından sonra bir azalış göstermektedir. Hücre yoğunluğunun Nisan ayında pik noktaya ulaştığı görülmektedir (Şekil 4.23.).



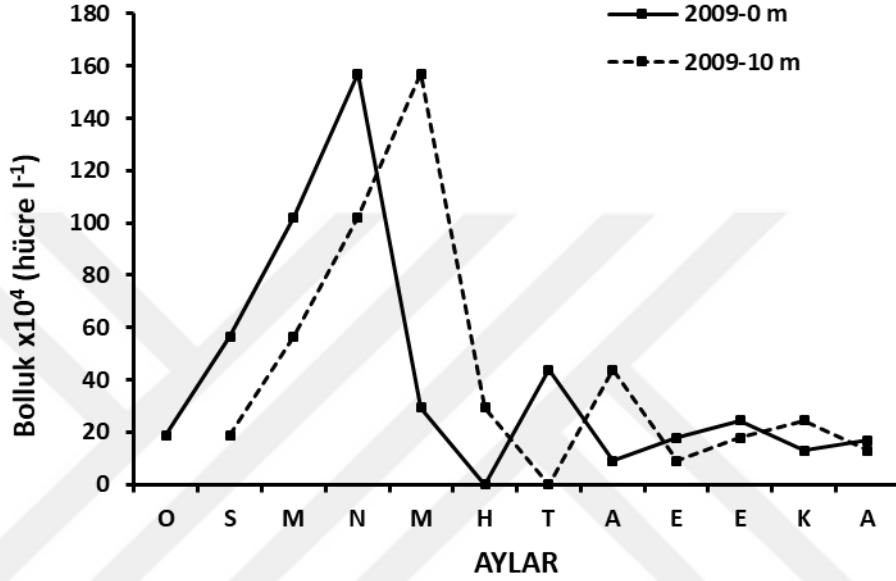
Şekil 4.23. *Emiliana huxleyi* 2009 yılı 10 m derinliğindeki bolluk (hücre/L) grafiği

2008 yılı *Emiliana huxleyi* türünün 0 ve 10 metre derinliklerdeki hücre yoğunlukları karşılaştırıldığında; Ocak ayından Mayıs ayına kadar yakın paralellikte artış ve azalışlar gösterdiği gözlemlenmiştir. 0 metre derinlikte en yüksek yoğunluk Aralık ayında ( $441,6 \times 10^4$  hücre/l) ölçülürken, en düşük yoğunluk Ağustos ayında  $0,9 \times 10^4$  hücre/l olarak ölçülmüştür. 10 metredeki en yüksek hücre yoğunluğu Haziran ayında  $189,25 \times 10^4$  hücre/l, en düşük yoğunluk ise Ağustos ayında  $2 \times 10^4$  hücre/l olarak bulunmuştur (Şekil 4.24.). 2008 yılı 0 metre ortalama *Emiliana huxleyi* hücre yoğunluğu  $620500 \pm 367550,3$  hücre/l ve 10 metre hücre yoğunluğu ortalaması ise  $398363,64 \pm 152391,3$  hücre/l olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.24. *Emiliana huxleyi* 2008 yılı 0 ve 10 m derinliklerindeki bolluk (hücre/L) grafiği

2009 yılı 0 ve 10 metre derinliklerindeki *Emiliana huxleyi* türünün aylara bağlı hücre yoğunluğuna baktığımızda yıl boyunca yakın oranlarda artış ve azalış gösterdiği görülmüştür. 0 metredeki en yüksek yoğunluk Nisan ayında  $239,15 \times 10^4$  hücre/l iken; en düşük yoğunluk Kasım ayında  $10,5 \times 10^4$  hücre/l olarak bulunmuştur (Şekil 4.25.). 10 metredeki en yüksek yoğunluk Nisan ayında  $157 \times 10^4$  hücre/l, en düşük yoğunluk ise Ağustos ayında  $9 \times 10^4$  hücre/l olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.25. *Emiliana huxleyi* 2009 yılı 0 ve 10 m derinliklerindeki bolluk grafiği

## 5. TARTIŞMA

*Emiliana huxleyi* türünün yüksek konsantrasyonlarının yarattığı önemli bir problem, atmosfere organik kükürt (yani dimetil sülfid) ve sedimentlere kalsiyum karbonat kaynağı olarak hareket ederek bir bölgenin ekolojik koşullarını değiştirmesidir. Bunlara ek olarak, yüksek hücre konsantrasyonları suyun doğal optik özelliklerinde önemli değişikliklere sebep olurken suyun rengi süt beyazı veya turkuaz olarak değişebilir. *E. huxleyi* aşırı üremelerine neden olan ilgili çevresel faktörler tam olarak bilinmemektedir fakat yapılan çalışmalarda; su kolonundaki güçlü sıcaklık tabakaları, yüksek güneş ışıınımı, sınırlı fosfat (fosfat sınırlaması) ve düşük N: P oranları gibi ve bazı biyolojik faktörler, azalan grazing (otlama) oranları ve fitoplankton grupları arasındaki rekabet gibi faktörler *E. huxleyi* aşırı üremeleri için ön koşullar olarak tespit edilmiştir (Türkoğlu, 2016).

Mikaelyan ve ark. (2018), Karadeniz'in açık sularının fitoplanktonunun yıllık ardışıklığını, 1985'ten 2014'e kadar olan 30 yıllık süreyi kapsayan bir veri tabanına dayanarak incelemişlerdir. Taksonomik kompozisyon mevsimsel değişimler, hava koşulları, çevrenin fiziksel ve kimyasal özellikleri açısından analiz edilmiştir. Kıştan sonraki dönem için Mart-Kasım ayları arasında iki farklı yıllık fitoplankton dizisi örneği ortaya çıkarmışlardır. Soğuk kışlardan sonra klasik bir yıllık fitoplankton dizisi (diatom → dinoflagellatlar → kokkollitoforlar → dinoflagellatlar → diatomların) görülürken, düzenli kışlardan sonra farklı bir dizi (dinoflagellatlar → dinoflagellatlar → kokkollitoforlar → diatomlar → diatomlar) gerçekleştiği belirtilmiştir. Mikaelyan ve ark. (2018) bu iki dizinin, nitrat konsantrasyonunun mevsimsel dinamiğine ve toplam inorganik azottaki payına karşılık geldiğini bildirmişlerdir.

Kokkollitoforların maksimum bolluğu Mayıs-Haziran aylarında düşük N:P oranları, yüksek PAR ve en sık üst karışım tabakasında görülmüş ve bu türler fizyolojik tercihlerine uygun olarak Karadeniz dahil, Dünya Okyanusu'nun birçok bölgesinde ortaya çıktığı bildirilmiştir (Iglesias-Rodríguez ve ark., 2002) (Mikaelyan ve ark, 2015). Bunun yanında yaz başlarında kokkollitofor *Emiliana huxleyi* türünün kış koşullarından bağımsız olarak fitoplanktonda baskın olduğunu ve bu sonucun Mayıs-Haziran aylarında bu türün kitlesel gelişimini tanımlayan birçok yayına uygun olduğunu bildirmişlerdir. Çok yıllık ortalamalar incelendiğinde, *Emiliana huxleyi* türünün soğuk ve düzenli yıllarda baskınlığı bakımından önemli bir farklılık göstermediğini belirtmişlerdir (Rat'kova, 1989; Georgieva, 1993; Eker-Develi ve Kideys, 2003; Mikaelyan ve ark., 2017).

Erken yaz aylarında, sık üst karışım tabakasında düşük N/P oranı ile birlikte yüksek ışıının kokkollitoforların büyümesi için optimal koşullar yarattığı ve bunun da bu alglerin

Karadeniz’de düzenli bir şekilde aşırı üreme oluşturmasını sağladığı tespit edilmiştir (Çokaçar ve ark., 2001; Burenkov ve ark., 2011; Mikaelyan ve ark., 2015, 2017). Soęuk yıllarda, nitrat yaz başlarında düşerken, fosfat konsantrasyonunun göreceli olarak yüksek bir seviyede kaldığı, bazı yıllarda sadece 4:1’e eřit olan düşük bir N:P oranına yol ačítı belirtilmiştir (Silkin ve ark., 2014). Bu şartlar altında, kokkolitoforların, en yüksek biyokütlenin oluşturulması ve diğer taksonomik gruplar ile tamamen rekabet etmesi gibi ek bir avantaja sahip olduğu düşünölmektedir. Bu sonuç, Mayıs-Haziran aylarında yapılan çok yıllık uydu gözlemlerinin sonuçları ile uyumludur ki bu soğuk yıllar boyunca kokkolitofor aşırı üremelerinin düzenli yıllardakilerden iki kat daha yoğun olduğunu göstermiştir (Burenkov ve ark., 2011; Mikaelyan ve ark., 2015).

Mayıs-Haziran aylarında kokkolitoforların kitlesel gelişimi, Karadeniz’deki fitoplanktonların mevsimsel artışının tipik bir özelliğidir (Burenkov ve ark., 2011).

2008 yılı göz önüne alındığında Karadeniz’in diğer bölgelerinde tespit edildiği gibi güney Karadeniz özelinde yaz aşırı üremeleri gözlemlenmiştir. Nisan sonu ile başlayan üreme artışı Haziran ayında aşırı üreme olarak ortaya çıkmıştır. Bunun yanında 2008 yılında diğer bölgelerde fazla kayıt edilmeyen geç sonbahar ya da erken kış diye değerlendirilebilecek aşırı üreme tespit edilmiştir. Yapılan istatistiki değerlendirilmelerde bu aşırı üremenin mevcut fiziko-kimyasal veriler ve nütrient miktarı ile bir ilişkisi tespit edilememiştir. Ancak bu durumun 2008 yılı sonbaharında etkili olan yağışlar ve bunun ile birlikte taşınan sahra tozları nedeni ile ortama giren besin miktarının değişikliği sonucu olduğu düşünölmektedir. Sahra tozlarının, fitoplankton aşırı üremelerinde önemli etkileri bulunduğu bilinmektedir. Doğada  $Fe^{+3}$  halde bulunan ve kullanılamayan demir, Sahra kökenli tozların içerisindeki özel mineralojik yapısı ve bulut içerisindeki fotokimyasal indirgenme reaksiyonu sonucunda  $+2$ ’ye indirgenmekte ve yağışla birlikte sucul ortama karışmaktadır. Gündüz vakti, yağışın deniz ortamına inmesi ile alıcı ortamın besin tuzu oranlarından bağımsız olarak, özellikle kalsiyum karbonat kabukları olan *Emiliana huxleyi* aşırı üremeleri meydana gelmektedir (Saydam ve ark. 2001).

Karadeniz’ in 1980-90’ lı yıllardan itibaren besin elementlerince zenginleşmesi (ötrofikleşme), fitoplankton biyokütle ve bolluk değerlerinin artmasının en büyük etkenlerinden biridir (Kıdeyş, 2002). Soydemir ifti (2000), 1990’lı yıllardan itibaren Karadeniz ekosisteminde iyileşme olduğundan (ötrofikasyonda azalma) söz etmiştir. Ancak, Karadeniz ekosistemi devamlı olarak büyük nehirlerin etkisindedir. Karadeniz’e boşalan nehirlerle taşınan zengin besin tuzlarının (nitrat ve fosfat) girdilerinin yanı sıra, ortama antropojenik girdiler de sürekli olarak taşınmaktadır. Tüm girdilerin sonucunda, fitoplankton

popölasyonlarının kalite ve miktarlarında köklü değişimler meydana gelmektedir. Bat ve ark. (2007b), Karadeniz'in değişen ekosistemini incelediklerinde insan kaynaklı girdilerle birlikte, nütrientlerin de birikmesinin diyatomların rolünü azaltıp; dinoflagellat, euglenoid ve kokkolitoforidlerin rollerini ise arttırdığını gözlemlemişlerdir. Büyük hacimli diatom türlerin gerileme gösterdiğini ve özellikle *Emiliana huxleyi* gibi küçük hacimli türlerin büyük kütsel gelişim gösterdiklerini tespit etmişlerdir. Yani, artan organik kirlilik, küçük hacimli fitoplankton tür popölasyonlarının gelişmesine yol açmaktadır. Organik kirliliğin olduğu ötrofik sularda toplam fitoplankton biyokütle ve bolluk değerleri her zaman yüksektir.

2009 yılında ise Mayıs-Haziran, Mayıs-Temmuz aşırı üremelerinin ilkbahar ortasında gerçekleştirildiğı görölmüştür. İstatistiki olarak fiziko-kimyasal veriler ve nütrient miktarı ile bu yıl için de bolluk değerleri ile ilgili bir ilişkilendirme ortaya çıkmasa da özellikle kış sonrası nehir girdilerindeki artışın bu aşırı üreme periyodunu ilkbahar ortasına çektiğı düşünülmektedir.

## 6. SONUÇ

Kokkolit *Emiliana huxleyi* küresel karbon döngüsünün en önemli etkenlerinden biridir ve dünya üzerindeki karbon döngüsünün yarısından fazlasından sorumludur. “Kokolit” adı verilen ve tüm hücreyi çevreleyen kalsiyum karbonat plaklarla kaplıdır. Fotosentez sırasında atmosferik karbonu vücutlarında absorplarlar. Karbonu hem organik hem de inorganik olarak fikse edebilirler. Bunun yanında sülfür döngüsü, deniz tabanında karbon birikimine en önemli faktördür. Aşırı üreme potansiyeli çok yüksek olan bu tür, karbon döngüsünün yanısıra aşırı üreme dönemlerinde deniz yüzeyi ısı ve ışık yansımını da çok ciddi oranda etkilemektedir. Pek çok açıdan önemli olan bu tür Karadeniz’de hemen hemen her mevsim yüksek miktarlarda gözlenmektedir.

Bu çalışmada 2008-2009 yılları arasında aylık olarak *Emiliana huxleyi* türünün bolluk değerleri izlenmiştir. Yapılan çalışmada, Karadeniz’de gerçekleştirilen diğer çalışmalarda olduğu gibi Sinop bölgesinde bu türün ilkbahar ve yaz aşırı üremeleri tespit edilmiştir. Bunun yanında diğer bölgelerde rastlanılmayan erken kış aşırı üremesi de belirlenmiştir.

Bu çalışma Güney Karadeniz’in Türkiye kıyılarında *Emiliana huxleyi* türü özelinde yapılan ilk ve tek izleme çalışması olup bu yönü ile son derece önemlidir.

Orta Karadeniz ve Sinop Bölgesi Türkiye’nin en önemli avcılık sahalarından biridir. Bölgede hem yoğun avcılık sezonunda pelajik ve göçmen balık stokları üzerinden hem de küçük ve orta ölçekli balıkçıların hatta sportif balıkçıların yıl boyu bölge balık popülasyonları üzerinden avcılık yapılmaktadır. Bu nedenle son derece önemli bu avlanma sahasında hem zooplanktonun besini olan fitoplanktonun hem de fitoplankton içinde oldukça önemli bolluk değerlerine sahip olabilen *Emiliana huxleyi* türünün yakından takip edilmesi son derece önemlidir.

Bundan sonra planlanacak çalışmalarda, mümkün olduğunca kısa periyotlarda (ayda en az iki kez) türün bolluk değerlerinin izlenmesi bunun yanında çalışma yapılacak alanda fiziko-kimyasal parametrelerin, nütrient değerlerinin, bölgenin besin yükünü birinci derecede etkileyen nehir girdilerinin ve tüm yıl yağış rejiminin takip edilmesi son derece önemlidir.

## KAYNAKLAR

- AB Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi (2008/56/EC).  
[http://did.ormansu.gov.tr/did/AB\\_Mevzuati/su\\_kalitesi/deniz\\_stratejisi\\_cerceve\\_direktifi/mevzuat.aspx?sflang=tr](http://did.ormansu.gov.tr/did/AB_Mevzuati/su_kalitesi/deniz_stratejisi_cerceve_direktifi/mevzuat.aspx?sflang=tr) (Erişim tarihi: 27.05.2019)
- Ağırbaş, E. 2010. Güneydoğu Karadeniz'de pigment konsantrasyonu ve birincil üretimin çevre koşulları ile etkileşimi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 199s.
- Anonim, 2010. <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/emiliana-huxleyi> (Erişim tarihi: 27.05.2019)
- Anonim, 2013. <http://inspiringscience.net/2013/06/28/the-pan-genome-of-emiliana-huxleyi/> (Erişim tarihi: 03.01.2018)
- Anonim, 2016. <http://advances.sciencemag.org/content/2/7/e1501822.full> (Erişim tarihi:05.04.2018)
- Anonim, 2017a. [http://cfb.unh.edu/phycology/Choices/Prymnesiophyceae/EMILIANA/Emiliana\\_Image\\_page.htm](http://cfb.unh.edu/phycology/Choices/Prymnesiophyceae/EMILIANA/Emiliana_Image_page.htm) (Erişim tarihi: 05.04.2018)
- Anonim, 2017b. <https://www.ntv.com.tr/galeri/turkiye/istanbul-bogazi-turkuaza-burundu,R1m02tq-ZUSLMaJLbr-BPA/bIjPuV5bF0Ou5bI4mxyn5A> (Erişim tarihi:05.04.2018)
- Anonim, 2018. <http://www.soes.soton.ac.uk/staff/tt/> (Erişim tarihi: 05.03.2018)
- Anonim, 2019. <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/emiliana-huxleyi> (Erişim tarihi: 27.05.2019)
- APHA 1990. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18th ed. Copyright by American Public Health Association, Washington DC.
- Arman, S. H. 2013. Bazı ekosistem koşullarının fitoplankton hücre hacimlerine etkisi üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 52 s.
- Bat, L., Şahin, F., Üstün, F., Kıdeys, A.E., Satılmış, H.H. 2007a. The Qualitative and Quantitative Distribution in Phytoplankton and Zooplankton of Southern Black Sea of Cape Sinop, Turkey in 1999-2000. OCEANS 2007-Europe, 1-6., Doi: 10.1109/OCEANSE.2007.4302224 (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:539851).
- Bat, L., Satılmış, H. H., Şahin, F., Üstün, F., Özdemir, Z. B., Ersanlı, E. 2008. Plankton Bilgisi ve Kültürü. Nobel Yayın Dağıtım. Ankara, 248 s.

- Bat, L., Şahin, F., Üstün, F. ve Kıdeyş, A. E. 2007b. Karadeniz' in değişen ekosistemi ve hamsi balıkçılığına etkisi. *Journal of Fisheries Sciences*, 1 (4):191-227 s.
- Baytut, Ö. 2004. Karadeniz kıyı şeridinde fitoplankton değişimi ve dağılımı üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, 163 s.
- Benli, H. A. 1987. Investigation of plankton distribution in the southern Black Sea and its effects on particle flux. *Mitt. Geol.- Palaont. Inst. Univ. of Hamburg*, 62:77-88.
- Bodeanu, N., 1984. Modification sous l'influence anthropique dans le developement quantitatif et dans la structure du phytoplancton du secteur Roumain de la Mer Noire. Extrait des ' Travaux du Museum d' Histoire Naturelle Grigore Antipa'. Vol. XXVI., 69- 83.
- Briceag, A., Stoica, M., Melinte-Dobrinescu, M. C., Oaie, G. 2012. Holocene Palaeoenvironmental Changes in the NW Black Sea. *Paratethys-Mediterranean Interactions*, 28-29.
- Burenkov, V. I., Kopelevich, O. V., Rat'kova, T. N., and Sheberstov, S. V., 2011: Satellite Observations of the coccolithophorid bloom of the Barents Sea, *Oceanology*, 51, 766–774.
- Cirik, S., Gökpınar, Ş. 1993. Plankton Bilgisi ve Kültürü. Ege Üni. Su Ürünleri Fak. Yayınları, No:47, 274 s.
- Çokaçar, T., Kubilay, N., Oğuz, T. 2001. Structure of *Emiliana huxleyi* blooms in the Black Sea surface waters as detected by SeaWiFS imagery. *Geophysical Research Letters*, 28(24): 4607-4610.
- Çokaçar, T., Oğuz, T., Kubilay, N. 2004. Satellite-detected early summer coccolithophore blooms and their interannual variability in the Black Sea. *Deep-Sea Research I*, 51 (2004): 1017–1031. doi:10.1029/ 2001GB001454.
- Eker-Develi, E. 2009. Denizel fitoplanktonun ekolojik önemi ve küresel iklim değişikliğindeki rolü. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5 (2): 285-293 s.
- Eker-Develi, E., Kıdeyş, A. E. 2003. Distribution of phytoplankton in the southern Black Sea in summer 1996, spring and autumn 1998. *Journal of Marine Systems*, 39 (2003): 203–211.
- Feyzioğlu, A. M., Tunçer, S. 1994. Doğu Karadeniz Bölgesi Trabzon sahil şeridi net fitoplanktonundaki mevsimsel değişimler. *Tr. J. of Biol.*, 18:161-171.
- Feyzioğlu, A. M., Seyhan, K. 2007. Phytoplankton composition of south east Black Sea coast. *J. Black Sea/Mediterranean Environment*, 13:61-71.

- Feyzioğlu, A.M. 1990. Doğu Karadeniz fitoplankton türlerinin kalitatif ve kantitatif yönden araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 58 s.
- Feyzioğlu, A.M. 1996. Doğu Karadeniz kıyusal ekosisteminde fitoplankton değişimindeki mevsimsel değişimler. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 131 s.
- Georgieva L.B. 1993. Species composition and dynamics of the phytocene [Vidovoi sostav i dinamika fitocena], [in:] Black Sea plankton [Plankton Chernogo morya], Naukova dumka, Kiev, 31-55.
- Guiry in Guiry, M.D., Guiry, G. M. 2019. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on 28 May 2019.
- Hay, B. J., Honjo, S. 1989. Particle sources in the present and Holocene Black Sea. *Oceanography*, 2, 26 – 31.
- Hayes, P.K., Falkowski, P.G. 2002. Representing key phytoplankton functional groups in ocean carbon cycle models: coccolithophorids. *Global Biogeochem Cycles*, 16, 1100.
- Heimdal, B.R., 1997. Identifying Marine Phytoplankton. Academic Press, St. Petersburg, Florida, 858 s.
- Iglesias-Rodriguez, M.D., Brown, C.W., Doney, S.C., Kleypas, J., Kolber, D., Kolber, Z., Jahnke, J. 1992. Dominant species in phytoplankton blooms. ICES identification leaflets for plankton fiches d'Identification du plancton, Leaflet no. 178.
- Jeffrey, S.W., 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, pp. 37-84.
- Karaçam, H., Düzgüneş, E. 1990. Trabzon sahil şeridi fitoplanktonu üzerine bir araştırma. *İ.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 4(1): 95-102.
- Kıdeys, A.E., 2002. Fall and Rise of the Black Sea Ecosystem. *Science*, 5586:1482-1484. DOI: 10.1126/science.1073002
- Kopuz, Ü. A. 2012. Mikrobiyal döngüde pikoplankton dinamiği ve Güneydoğu Karadeniz pelajik besin zincirindeki önemi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 187 s.
- Koray, T. 2001. A check-list for phytoplankton of Turkish Seas. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18(1).
- Koray, T. 2002. Denizel Fitoplankton. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No:32, İzmir, 228 s.

- Kyoto Protokolü, 2010. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, <http://iklim.cob.gov.tr/iklim/AnaSayfa/Kyoto.aspx?sflang=tr> (Erişim tarihi: 10.01.2019)
- Mihnea, P. E., 1979. Some specific features of Dinoflagellate *Exuviaella cordata* OSTF. blooming in the Black Sea. In: Taylor, D. L. and Selinger, H. H. (eds) Developments in Marine Biology, toxic dinoflagellate blooms, Vol. 1, p. 77-82.
- Mikaelyan, A.S., Chasovnikov, V.K., Kubryakov, A.A., Stanichny, S.V. 2017. Phenology and drivers of the winter–spring phytoplankton bloom in the open Black Sea: The application of Sverdrup’s hypothesis and its refinements. *Progress in Oceanography*, 151:163–176.
- Mikaelyan, A.S., Kubryakov, A.A., Silkin, V.A., Pautova, L.A., Chasovnikov, V.K. 2018. Regional climate and patterns of phytoplankton annual succession in the open waters of the Black Sea. *Deep-Sea Research Part I*, 142: 44–57.
- Mikaelyan, A.S., Pautova, L.A., Chasovnikov, V.K., Mosharov, S.A., Silkin, V.A. 2015. Alternation of diatoms and coccolithophores in the northeastern Black Sea: a response to nutrient changes. *Hydrobiologia*, 755:89–105.
- Monteiro, F.M., Bach, L. T., Brownlee, C., Bown, P., Rickaby, R. E. M., Poulton, A. J., Tyrrell, T., Beaufort, L., Dutkiewicz, S., Gibbs, S., Gutowska, M. A., Lee, R., Riebesell, U., Young, J., Ridgwell, A. 2016. Why marine phytoplankton calcify. *Science Advances*, 13 Temmuz, 2 (7): 1-14s.
- Montreal Protokolü, 2007. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, <http://iklim.csb.gov.tr/montreal-protokolu-i-4364> (Erişim tarihi: 10.01.2019)
- Nesterova D, Moncheva S, Mikaelyan A, Vershinin A, Akatov V, Boicenco L, Aktan Y, Sahin F, Gvarishvili T., 2008. The state of phytoplankton. In: State of the Environment of the Black Sea (2001-2006/7). The Commission on the Protection of the Black Sea Against Pollution publication:112-147.
- Oğuz, T., Malanotte-Rizzoli, P., Ducklow, H.W., Murray, J.W., 2002. Interdisciplinary studies integrating the Black Sea biogeochemistry and circulation dynamics. *Oceanography*, 15(3): 4-11.
- Oğuz, T., Merico, A., 2006. Factors controlling the summer *Emiliania huxleyi* bloom in the Black Sea: A modeling study. *Journal of Marine Systems* 59:173-188.
- Özel, İ., 1998. Planktonoloji (Cilt I) Plankton Ekolojisi ve Araştırma Yöntemleri. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fak. Yayınları No:56, 271 s.

- Rat'kova, T. N. 1989. Phytoplankton of the open part of the Black Sea. Structure and Production Characteristics of Plankton Associations of the Black Sea, 38-52.
- Reinhard, L.V. 1909. The Black Sea phytoplankton from the Kertch Bay, the Bosphorus and Marmara Sea. Trud. Obstch. İspit. Prir. Pr. Harkovsk. Univ. 13: 3-31.
- Saydam, A.C., Şenyuva, H.Z., Polat, İ., Dalay, M.C. 2001. Sahra tozlarının denizlerde alg patlamasına etkisi. Su Ürünleri Dergisi. Vol. 18/1, no. 18/1, 25-32 s.
- Silkin, V. A., L. A. Pautova, S. V., Pakhomova, A. V., Lifanchuk, E. V., Yakushev & V. K. Chasovnikov 2014. Environmental Control on Phytoplankton Community Structure in the Neblack Sea. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 461: 267–274.
- Smith, H. E. K., Tyrrella, T., Charalampopoulou, A., Dumousseaud, C., Legge, O. J., Birchenough, S., Pettita, L. R., Garley, R., Hartman, S. E., Hartman, M. C., Sagoo, N., Daniels, C. J., Achterberg, E.P., Hydes, D. J. 2012. Predominance of heavily calcified coccolithophores at low  $\text{CaCO}_3$  saturation during winter in the Bay of Biscay. Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS), 109 (23): 8845–8849 s.
- Soydemir Çiftçi, N. 2000. Türkiye denizleri açık suları fitoplankton kompozisyonu. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 7(2): 23-36.
- Şahin, F. 2005. Karadeniz'in Sinop Burnu bölgesinin fitoplankton kompozisyonu ve mevsimsel dağılımı. Yüksek lisans tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 147 s.
- Toker, V. 1984. Karadeniz çökellerindeki nannoplanktonlar ile uranyum konsantrasyonu ilişkisi. Relation between the nanoplanktons and the concentration of uranium in the of the Black Sea. MTA Dergisi, 99-100: 148-154.
- Tunçer, S., Feyzioğlu, A. M. 1989. Distribution of phytoplankton population of the Eastern Black Sea. Sec. Int. Coll. Med. Coast and Env. Protection. 73-74.
- Türkoğlu, M. 1998. Orta Karadeniz Bölgesi'nin (Sinop Yarımadası kıyıları) fitoplankton kompozisyonu ve değişimi etkileyen faktörler. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, 325 s.
- Türkoğlu, M. 2008. Synchronous blooms of the coccolithophore *Emiliania huxleyi* and three dinoflagellates in the Dardanelles (Turkish Straits System). Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 88 (3): 433–441s.
- Türkoğlu, M. 2016. Bloom dynamics of *Emiliania huxleyi* (Lohmann) Hay & Mohler, 1967 in the Sea of Marmara: a review. In: Algae - Organisms for Imminent Biotechnology, 2: 29-53.

- Türkoğlu, M., 1999. Karadeniz'in fitoplankton kommunité yapılarında görülen bazı düzensiz değişimler. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 16(1-2): 201– 217.
- Türkoğlu, M., Koray, T. 2000. Ecological and geographical distributions of the planktonic protista in the southern part of the Black sea (neritic waters of Sinop peninsula, Turkey). E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences, 17 (1-2): 161-178.
- Türkoğlu, M., Koray, T. 2004. Algal blooms in surface waters of the Sinop Bay in the Black Sea, Turkey. Pakistan Journal of Biological Sciences, 7(9): 1577-1585.
- Tyrrell, T. ve Merico, A. 2004. Coccolithophores, *Emiliania huxleyi*: Bloom Observations And The Conditions That Induce Them. Springer, Berlin, 565 s.
- Uysal, Z. 1987. Fate and distribution of plankton around the Bosphorus southwestern Black Sea, Bosphorus, Golden Horn, north-eastern Marmara and the Bay of Izmit. Yüksek lisans tezi. METU Institute of Marine Sciences, Erdemli, 151 s.
- Uysal, Z. 1996. A Net Plankton Study in The Bosphorus Junction of The Sea of Marmara. Tr. J. Botany, 20: 321-327.
- Uysal, Z., 1993. A preliminary study on some plankters along The Turkish Black Sea Coast- Species composition and spatial distribution. Doktora Tezi, ODTÜ, Fen. Bil. Enst., Ankara, 138 s.

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

---

|                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| <b>Ad Soyad</b>       | Sonay Başkan          |
| <b>Doğum Tarihi</b>   | 01.04.1984            |
| <b>Doğum Yeri</b>     | Lice                  |
| <b>E-posta Adresi</b> | baskansonay@gmail.com |

### Eğitim Bilgileri

---

|               |                                                                                |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Önlisans      | Ege Üniversitesi Ege Meslek Yüksek Okulu, Su Ürünleri                          |
| Lisans        | Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği             |
| Yüksek Lisans | Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri, Temel Bilimler A.B.D. |

### İş Deneyimi

---

|           |                                                                                                                |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2007-2008 | Akuadan Su Ürünleri San. Tic. LTD. ŞTİ., Muğla, Su Ürünleri Teknikeri                                          |
| 2008-2009 | Galaxidi Marine Farm, Yunanistan, Su Ürünleri Teknikeri                                                        |
| 2014-2015 | Vektör Ortak Sağlık Güvenlik Birimi ve Danışmanlık Hizmetleri A.Ş., C Sınıfı İş Güvenliği Uzmanı, Proje Yazarı |