

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

**GÜNEYDOĞU KARADENİZ'DE *Noctiluca scintillans* (Macartney)**  
**Kofoid & Swezy, 1921 DİNAMIĞI VE TROFİK EKOLOJİSİ**

**YASEMEN ŞENTÜRK**

**TEZ DANIŞMANI**

**YRD. DOÇ. DR. ÜLGEN AYTAN**

**TEZ JÜRİLERİ**

**PROF. DR. KADİR SEYHAN**

**YRD. DOÇ. DR. RAHŞAN EVREN MAZLUM**

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

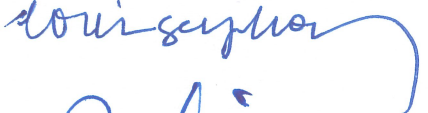


**RİZE-2017**

**Her Hakkı Saklıdır**

T.C.  
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GÜNEYDOĞU KARADENİZ'DE *Noctiluca scintillans* (Macartney) Kofoid &  
Swezy, 1921 DİNAMİĞİ ve TROFİK EKOLOJİSİ**

Yrd. Doç. Dr. Ülgen AYTAN danışmanlığında Yasemen ŞENTÜRK tarafından hazırlanan bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla oluşturulan jüri tarafından 17/04/2017 tarihinde Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS** tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	Ünvanı Adı Soyadı	İmzası
Başkan :	Prof. Dr. Kadir SEYHAN	
Üye :	Yrd. Doç. Dr. Ülgen AYTAN	
Üye :	Yrd. Doç. Dr. Rahşan Evren MAZLUM	

  
  
Doç. Dr. Ferhat KALAYCI  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

## ÖNSÖZ

“Güneydoğu Karadeniz’de *Noctiluca scintillans* (Macartney) Kofoid & Swezy, 1921 Dinamiği ve Trofik Ekolojisi” isimli bu çalışma, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su ürünleri Anabilim Dalı’nda “Yüksek Lisans Tezi” olarak hazırlanmıştır.

Uzun ve zahmetli çalışmalar boyunca her türlü yardımıyla yanımda olan, akademik kariyerimde başarılı olmam için bana yol gösteren, desteğini esirgemeyen danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Ülgen AYTAN’a sonsuz minnet borçluyum. Çalışma boyunca yardımlarını esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. Ertuğrul AĞIRBAŞ, Dr. Andre VALENTE, Yrd. Doç. Dr. Rahşan Evren MAZLUM, Yrd. Doç. Dr. İlknur YILDIZ ve Doç. Dr. Ahmet Mutlu GÖZLER’e, Yük. Kimya müh. Dilek FİDAN’a, örneklerin toplanmasında ve analizinde yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım Fatma Başak ESENSOY ŞAHİN, Rıza USTA, Yusuf ÖZDEN ve Mustafa BAKIRCI’ya sonsuz teşekkür ederim.

TÜBİTAK 114Y232 nolu proje kapsamında gerçekleştirilen bu tezin yürütülmesindeki desteğinden ötürü Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu’na (TÜBİTAK) teşekkürü bir borç bilirim. Deniz çalışmaları esnasında yardımlarından dolayı R/V SURAT I, R/V DENAR ve R/V KARADENİZ ARAŞTIRMA gemileri kaptanları ve gemi adamlarına teşekkür ederim.

Hayatımın her anında desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, kendime güvenmemi sağlayan, maddi ve manevi yanımda olan aileme sonsuz minnet ve vefa borcumla teşekkür ederim.

Hazırlanan bu Yüksek lisans tezi TÜBİTAK tarafından 114Y232 nolu proje ile desteklenmiştir.

**Yasemen ŞENTÜRK**

## TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Tarafımdan hazırlanan “Güneydoğu Karadeniz’de *Noctiluca scintillans* (Macartney) Kofoid & Swezy, 1921 Dinamiği ve Trofik Ekolojisi” başlıklı bu tezin, Yükseköğretim Kurulu Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesindeki hususlara uygun olarak hazırladığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal işlemi kabul ettiğimi beyan ederim. 29/03/2017

Yasemen ŞENTÜRK

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

## ÖZET

### GÜNEYDOĞU KARADENİZ'DE *Noctiluca scintillans* (Macartney) Kofoid & Swezy, 1921 DİNAMİĞİ VE TROFİK EKOLOJİSİ

Yasemen ŞENTÜRK

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Su Ürünleri Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi  
Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Ülgen AYTAN

Güneydoğu Karadeniz'de gerçekleştirilen bu çalışmada nehir ağzı, kıyı ve açık sularda Mayıs 2015-Nisan 2016 tarihleri arasında *Noctiluca scintillans* dinamiği, besin tercihi ve çevresel faktörlerle etkileşimi araştırılmıştır. Çalışma bölgesinde kışın güçlü karışım, yaz süresince ise termal tabakalaşma gözlenmiştir. Nehir deşarjı dolayısı ile ilkbahardan yazıya yüzeyde düşük tuzluluk tespit edilmiştir. Çalışma süresince *Noctiluca scintillans* hücre çapı 410-663 µm, hücre hacmi ise 0,05-0,15 mm<sup>-3</sup> olarak ölçülmüştür. *Noctiluca scintillans* bolluğu ve biyomasi sırasıyla 0-5567 hücre.m<sup>-3</sup> ve 0-74,05 mgC.m<sup>-3</sup> arasında değişmiştir. Çalışma bölgesinde *Noctiluca scintillans* en yüksek bolluk değerlerine Mayıs ayında ulaşmıştır. *Noctiluca scintillans*'a ait hücre bolluğu değerleri nehir ağzından açığa gidildikçe azalma eğilimi göstermiştir. Çalışma süresince *Noctiluca scintillans*'ın toplam mesozooplanktona katkısı %0-94 arasında değişmiştir. Beslenme ekolojisinin araştırılması amacı ile 6400 *Noctiluca scintillans* hücresi incelenmiş ve besin vakuolünde diatom, dinoflagellat, mikrozooplankton, holo- ve meroplankton larvaları, mikrometazoa yumurtası, çam poleni, fekal pelet ve tanımlanamayan besin olmak üzere dokuz adet besin grubu tespit edilmiştir. Bir *Noctiluca scintillans* hücresinde en fazla dört farklı tipte av içeren besin vakuolüne rastlanılmıştır. Çalışma süresince *Noctiluca scintillans* seçici beslenme davranışı sergilemiştir. Mikrometazoa yumurtaları en çok tüketilen ve tercih edilen besin grubu olmuş, fekal pelet ve tanımlanamayan besin tarafından takip edilmiştir. Çalışmanın sonuçları *Noctiluca scintillans*'ın Güneydoğu Karadeniz'de mesozooplanktonun önemli bir katılımcısı olduğu göstermektedir. Seçici beslenme davranışı sergileyen *Noctiluca scintillans*'ın bölgede özellikle kopepod yumurtalarını tüketmek yoluyla, zooplankton komunitelerini yapılandırmada ve planktivor balık populasyonlarını kontrolde önemli rol oynadığı düşünülmektedir.

2017, 76 sayfa

**Anahtar kelimeler:** *Noctiluca scintillans*, Seçici Beslenme, Trofik Ekoloji, Besin Ağı, Karadeniz.

## ABSTRACT

### DYNAMICS AND TROFIC ECOLOGY OF *Noctiluca scintillans* (Macartney) Kofoid & Swezy, 1921 IN THE SOUTHEASTERN BLACK SEA

Yasemen SENTURK

Recep Tayyip Erdoğan University  
Graduate School of Natural and Applied Science  
Department of Fisheries  
Master Thesis  
Supervisor: Assist. Prof. Dr. Ulgen AYTAN

Dynamics and food preference of *Noctiluca scintillans* and its relation with environmental parameters were investigated between May 2015 and April 2016 in river mouth, coastal and open waters of Southeastern Black Sea. In the study area, well-mixed waters in winter and thermally stratified waters in summer were observed. Lower surface salinity was observed from spring to summer due to river discharges. During the study, cell diameter and volume of *Noctiluca scintillans* varied between 410-663  $\mu\text{m}$  and 0,05-0,15  $\text{mm}^3$ , respectively. *Noctiluca scintillans* abundance and biomass ranged between 0-5567  $\text{cells.m}^{-3}$  and 0-33,6  $\text{mg C.m}^{-3}$ , respectively. In the study area, the highest abundance was recorded during May. *Noctiluca scintillans* abundance tended to decrease from river mouth to open waters. Contribution of *Noctiluca scintillans* to mesozooplankton ranged between 0-94 %. To assess feeding ecology, a total of 6400 *Noctiluca scintillans* cells were examined and nine different type of food group (diatom, dinoflagellate, microzooplankton, holo- and meroplankton larvae, micrometazoa egg, pine polen, fecal pelet and unidentified food) were found in food vacuole. During study, maximum four different types of prey were encountered at *Noctiluca scintillans* food vacuole. *Noctiluca scintillans* represented selective feeding habit. Micrometazoa eggs were the most common and preferred food, followed by fecal pelets and unidentified food. The results of this study show that *Noctiluca scintillans* is an important component of mesozooplankton in the Southeastern Black Sea. Our results suggest that *Noctiluca scintillans*, might play an important role on structuring zooplankton communities and plantivorous fish populations by selective feeding in particular on copepod eggs.

2017, 76 pages

**Keywords:** *Noctiluca scintillans*, Selective Feeding, Trophic Ecology, Food Web, Black Sea.

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ .....	I
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	II
ÖZET .....	III
ABSTRACT.....	IV
İÇİNDEKİLER .....	V
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	VI
TABLO DİZİNİ.....	IX
1. GENEL BİLGİLER .....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Karadeniz'in Genel Özellikleri .....	2
1.3. Karadeniz'in Değişen Ekosistemi.....	3
1.4. Karadeniz'de Zooplankton.....	4
1.5. <i>Noctiluca scintillans</i> 'in Genel Özellikleri.....	5
1.6. <i>Noctiluca scintillans</i> Artışını Etkileyen Faktörler .....	9
1.7. Literatür Özeti .....	10
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR .....	14
2.1. Çalışma bölgesi .....	14
2.2. Çevresel Parametre Ölçümleri .....	15
2.3. Besin Elementleri Analizi .....	15
2.4. <i>Noctiluca scintillans</i> ve Mesozooplankton Örneklerinin Toplanması ve Analizi.....	15
2.5. Mikroplankton Örneklerinin Toplanması ve Analizi.....	16
2.6. <i>Noctiluca scintillans</i> 'ın Beslenme Ekolojisinin Araştırılması .....	17
2.7. İstatistiksel Analizler.....	18
3. BULGULAR.....	19
3.1. Hidrografi.....	19

3.1.1. Sıcaklık.....	19
3.1.2. Tuzluluk .....	19
3.1.3. Çözünmüş Oksijen .....	19
3.1.4. Turbidite.....	23
3.1.5. Besin elementleri.....	23
3.1.6. Fotosentetik Aktif Radyasyon (PAR) ve Klorofil- <i>a</i> .....	29
3.2. <i>Noctiluca scintillans</i> Dinamiği.....	31
3.3. <i>Noctiluca scintillans</i> 'ın Mesozooplanktona Katkısı .....	34
3.4. <i>Noctiluca scintillans</i> 'ın Beslenme Ekolojisi .....	39
3.4.1. <i>Noctiluca scintillans</i> 'ın Potansiyel Besinlerinin Su Kolonunda Dağılımı.....	40
3.4.2. <i>Noctiluca scintillans</i> 'ın Besin Tercihi.....	42
4. TARTIŞMA ve SONUÇLAR.....	54
4.1. Hidrografi.....	54
4.1. Güneydoğu Karadeniz'de <i>Noctiluca scintillans</i> Dinamiği .....	54
4.3. <i>Noctiluca scintillans</i> 'ın Beslenme Davranışı .....	59
5. ÖNERİLER.....	63
KAYNAKLAR .....	65
ÖZGEÇMİŞ .....	75



## ŞEKİLLER DİZİNİ

- Şekil 1.** Karadeniz'in genel sirkülasyonu ve topografik yapısı. Gri batimetrik kontürler sırasıyla <200m, 200-1000m ve >1000 m derinliği temsil etmektedir..... 3
- Şekil 2.** *Noctiluca scintillans*'in iki formu: Endosimbiont *Pedinomonas noctiluca* ile birlikte yeşil formu ve heterotrofik kırmızı form (Harrison vd., 2011) ..... 6
- Şekil 3.** *Noctiluca scintillans*'in heterotrofik kırmızı formunun dünyadaki dağılım alanları (Harrison vd., 2011). ..... 7
- Şekil 4.** *Noctiluca scintillans*'in yeşil formunun endosimbiont *Pedinomonas noctiluca* ile birlikte dünyadaki dağılım alanları (Harrison vd., 2011). ..... 7
- Şekil 5.** Çalışma sahası ve örnekleme istasyonları: Nehir ağzı (0.5 deniz mili), kıyı (5 deniz mili), açık (20 deniz mili). ..... 14
- Şekil 6.** Örnekleme istasyonlarına ait sıcaklık profilleri (NA: nehir ağzı, K: kıyı, A: açık). ..... 20
- Şekil 7.** Örnekleme istasyonlarına ait tuzluluk profilleri (NA: nehir ağzı, K: kıyı, A: açık) d beyaz çizgiler oksik bölge ( $\sigma-t = <14,5$ ), oksiklin-nütriklin ( $\sigma-t= 14,5-15,4$ ), suboksik bölge ( $\sigma-t= 15,4-16,2$ ) ve anoksik bölgeyi ( $\sigma-t >16,2$ ) göstermektedir. .... 21
- Şekil 8.** Örnekleme istasyonlarına ait çözülmüş oksijen profilleri (NA: nehir ağzı, K: kıyı, A: açık). Düz beyaz çizgiler oksik bölge ( $\sigma-t = <14,5$ ), oksiklin-nütriklin ( $\sigma-t= 14,5-15,4$ ), suboksik bölge ( $\sigma-t= 15,4-16,2$ ) ve anoksik bölgeyi ( $\sigma-t >16,2$ ) göstermektedir..... 22
- Şekil 9.** Örnekleme istasyonlarına ait turbidite profilleri (NA: nehir ağzı, K: kıyı, A: açık). ..... 25
- Şekil 10.** Örnekleme istasyonlarına ait nitrit+nitrat profilleri (NA: nehir ağzı, K: kıyı, A: açık). ..... 26
- Şekil 11.** Örnekleme istasyonlarına ait fosfat profilleri (NA: nehir ağzı, K: kıyı, A: açık) ..... 27
- Şekil 12.** Örnekleme istasyonlarına ait silikat profilleri (NA: nehir ağzı, K: kıyı, A: açık). ..... 28
- Şekil 13.** Örnekleme istasyonlarına in-situ floresan profilleri (NA: nehir ağzı, K: kıyı, A: açık). Düz beyaz çizgi %50 ışık derinliğini, kesik beyaz çizgi %1 ışık derinliğini (öfotik bölge alt sınırı) göstermektedir. .... 30
- Şekil 14.** Nehir ağzı istasyonunda toplam mesozooplankton bolluğu ..... 35
- Şekil 15.** Nehir ağzı istasyonuna ait grupların toplam mesozooplankton katılımı ..... 36
- Şekil 16.** Kıyı istasyonuna ait toplam mesozooplankton bolluğu ..... 37
- Şekil 17.** Kıyı istasyonuna ait grupların toplam mesozooplankton katılımı ..... 37
- Şekil 18.** Açık istasyonuna ait toplam mesozooplankton bolluğu ..... 38
- Şekil 19.** Açık istasyonuna ait grupların toplam mesozooplankton katılımı ..... 39

<b>Şekil 20.</b> Nehir ağzı istasyonunda ilk 50 m'lik su kolonunda dağılım gösteren potansiyel av grupları .....	40
<b>Şekil 21.</b> Kıyı istasyonunda ilk 50 m'lik su kolonunda dağılım gösteren potansiyel av grupları .....	41
<b>Şekil 22.</b> Açık istasyonunda ilk 50 m'lik su kolonunda dağılım gösteren potansiyel av grupları. ....	42
<b>Şekil 23.</b> <i>Noctiluca scintillans</i> 'ın besin vakuolünde rastlanılan bazı besin grupları (a=bivalve larvası, b=kopepod yumurtası ve tintinid siliyat, c=kopepod yumurtası, d=dinoflagellat kisti, e=fekal pellet, f=boş besin vakuolu, g=çam poleni).....	43
<b>Şekil 24.</b> Nehir ağzı istasyonunda <i>Noctiluca scintillans</i> 'ın besin vakuolünde bulunan av türlerinin toplam besin içindeki dağılımı .....	45
<b>Şekil 25.</b> Kıyı istasyonunda <i>Noctiluca scintillans</i> 'ın besin vakuolünde bulunan av türlerinin toplam besin içindeki dağılımı .....	46
<b>Şekil 26.</b> Açık istasyonunda <i>Noctiluca scintillans</i> 'ın besin vakuolünde bulunan av türlerinin toplam besin içindeki dağılımı .....	48
<b>Şekil 27.</b> Nehir ağzı istasyonunda <i>Noctiluca scintillans</i> 'ın besin tercihi için mevsimsel olarak gerçekleştirilen küme analizi.....	49
<b>Şekil 28.</b> Nehir ağzı istasyonunda <i>Noctiluca scintillans</i> 'ın besin tercihi için mevsimsel olarak gerçekleştirilen çok boyutlu ölçeklendirme (MDS) analizi .....	50
<b>Şekil 29.</b> Kıyı istasyonunda <i>Noctiluca scintillans</i> 'ın besin tercihi için mevsimsel olarak gerçekleştirilen küme analizi.....	51
<b>Şekil 30.</b> Kıyı istasyonunda <i>Noctiluca scintillans</i> 'ın besin tercihi için mevsimsel olarak gerçekleştirilen çok boyutlu ölçeklendirme (MDS) analizi .....	51
<b>Şekil 31.</b> Açık istasyonunda <i>Noctiluca scintillans</i> 'ın besin tercihi için mevsimsel olarak gerçekleştirilen küme analizi.....	52
<b>Şekil 32.</b> Açık istasyonunda <i>Noctiluca scintillans</i> 'ın besin tercihi için mevsimsel olarak gerçekleştirilen çok boyutlu ölçeklendirme (MDS) analizi .....	53

## TABLO DİZİNİ

<b>Tablo 1.</b> Örnekleme istasyonlarına ait derinlik ve koordinatlar .....	14
<b>Tablo 2.</b> Nehir ağzı istasyonunda <i>Noctiluca scintillans</i> 'a ait hücre çapı ( $\pm$ standart sapma), hacmi, hücre bolluğu ve biyoması .....	31
<b>Tablo 3.</b> Kıyı istasyonunda <i>Noctiluca scintillans</i> 'a ait hücre çapı ( $\pm$ standart sapma), hacmi, hücre bolluğu ve biyoması.....	32
<b>Tablo 4.</b> Açık istasyonunda <i>Noctiluca scintillans</i> 'a ait hücre çapı ( $\pm$ standart sapma), hacmi, hücre bolluğu ve biyoması.....	33
<b>Tablo 5.</b> Örnekleme istasyonlarında <i>Noctiluca scintillans</i> ile fiziko-kimyasal ve biyolojik parametreler arasında gerçekleştirilen Spearman-Rank Order korelasyonu sonuçları (n=50, * p<0,05) .....	34
<b>Tablo 6.</b> Örnekleme istasyonlarında <i>Noctiluca scintillans</i> 'ın besin vakuölü doluluk oranları .....	44
<b>Tablo 7.</b> Nehir ağzı istasyonunda <i>Noctiluca scintillans</i> besin vakuölünde av gruplarının rastlanılma frekansları .....	45
<b>Tablo 8.</b> Kıyı istasyonunda <i>Noctiluca scintillans</i> besin vakuölünde av gruplarının rastlanılma frekansları.....	47
<b>Tablo 9.</b> Açık istasyonunda <i>Noctiluca scintillans</i> besin vakuölünde av gruplarının rastlanılma frekansları.....	48

# 1. GENEL BİLGİLER

## 1.1. Giriş

Karadeniz ekosisteminde son yarım yüzyılda, ötrofikasyon, aşırı avlanma, kirlilik, nütrient dengesinde meydana gelen değişimler, istilacı türlerin girişi ve iklimsel değişimin etkisiyle değişimler gözlenmektedir (Zaitsev, 1992; Beşiktepe vd., 1999; Kıdeys, 2002; Daskalov, 2002; Oğuz ve Gilbert, 2007; Oğuz vd., 2012a). Bu değişimler beklendiği üzere Karadeniz’de de denizel besin zincirinin temelini oluşturan fitoplankton ve zooplankton komunitelerini ciddi şekilde etkilemiştir. Bazı zooplankton türleri ortadan kaybolurken, birçok tür de ortamda hâkimiyet sağlamaya başlamıştır (Zaitsev, 1992; Oğuz ve Gilbert, 2007).

Dünya denizlerinde yaygın olarak dağılım gösteren heterotrofik dinoflagellat *Noctiluca scintillans* (Elbrachter ve Qi, 1998; Harrison vd., 2011), büyük boyutlu oluşu, fagotrofik beslenmesi, planktonik biyomas üzerindeki baskısı, uzun süreli ortamda kalabilmesi ve kolaylıkla red-tide oluşturabilmesi, ekosistem içerisindeki önemini bir kat daha artırmaktadır (Peres vd., 1986). Hızlı üreme özellikleri ve beslenme davranışı ile *Noctiluca scintillans*’ın miktarı kısa bir süre içinde hızla artmaktadır (Tiselius ve Kjørboe, 1998). Karadeniz’de istilacı türlerden biridir (Erkan vd., 2000; Kovalev vd., 2001; Feyzioğlu ve Sivri, 2003; BSC, 2008; Özdemir ve Ak, 2012; Mikaelyan vd., 2014). Karadeniz’de mesozooplankton bolluk ve biyomasının önemli bir katılımcısıdır (Zaitsev, 1992; Zaika, 2004; BSC, 2008; Nikishina vd., 2011). Son yıllarda Karadeniz’de *Noctiluca scintillans*’ın neden olduğu red-tide vakaları rapor edilmektedir (Kopuz vd., 2014).

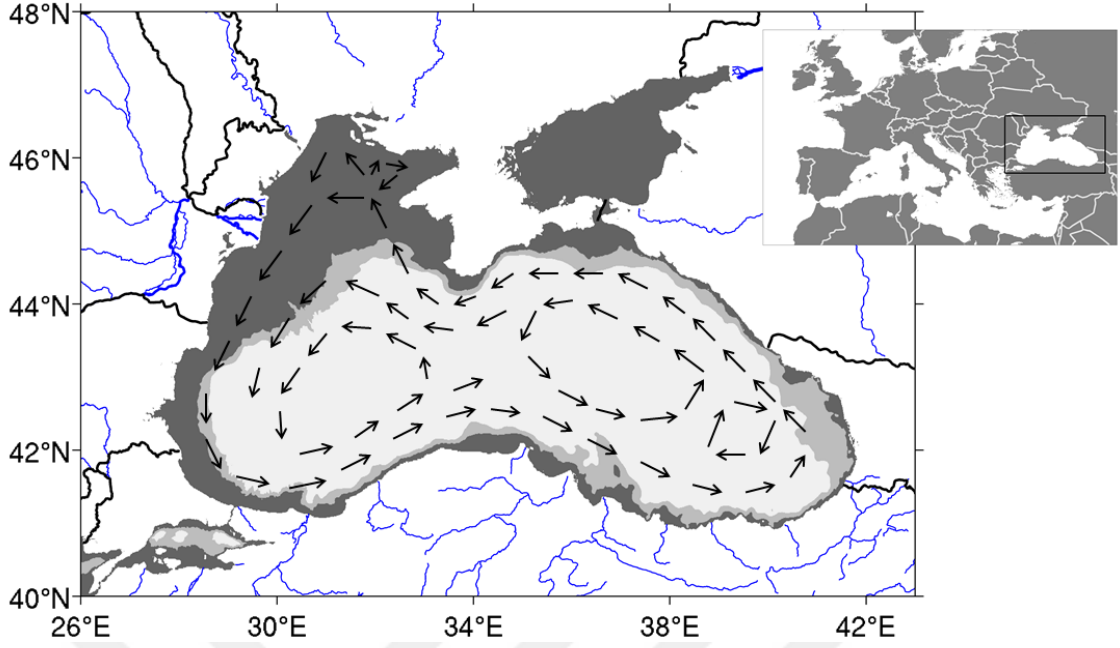
Bütün hassas ekosistemlerde olduğu gibi Karadeniz ekosisteminde de meydana gelebilecek etkilerin anlaşılabilmesi için, *Noctiluca scintillans* gibi biyomas üzerinde baskı kurma özelliği ve rekabet gücü yüksek olan organizmaların takibi önem taşımaktadır (Kovalyov, 1991). Dünya üzerinde önemli bir balıkçılık alanını temsil eden Karadeniz’de, besin zincirinin alt tabakalarında meydana gelecek herhangi bir değişimin özellikle planktivor türlerle beslenen, ekonomik değeri olan balık stoklarını (Örn: Hamsi, çaça, istavrit vb.) etkilemesi kaçınılmazdır.

## 1.2. Karadeniz'in Genel Özellikleri

Karadeniz, 40°-46° kuzey enlemleri ile 27°-41° doğu boylamları arasında yer alan yarı kapalı bir denizdir (Ross vd., 1974). Kuzeydoğuda Kafkas dağları, güneydoğuda ise Doğu Karadeniz dağları ile çevrilidir. Güneybatıda İstanbul Boğazı ile Marmara Denizi'ne, Çanakkale Boğazı ile Ege Denizi ve Akdeniz'e bağlıdır (Ünlüata vd., 1990).

Maksimum  $\approx 2200$  m derinliğe,  $4,2 \times 10^5$  km<sup>2</sup> yüzey alanına ve  $5,3 \times 10^5$  km<sup>3</sup> su hacmine sahip Karadeniz'i diğer denizlerden ayrıcalıklı kılan en önemli özelliği, yüzeydeki oksijenli tabakanın altındaki derin basen sularının sürekli oksijensiz olması ve tabana doğru artan yüksek düzeyde hidrojen sülfür (H<sub>2</sub>S) içermesidir (Tuğrul vd., 1992). Bu oluşumun temel nedeni, tüm dip basenini dolduran Akdeniz kökenli tuzlu suların (>22 ppt) yüzeydeki daha az tuzlu (18 ppt) sulardan kalıcı bir haloklin (tuzluluk ara tabakası) ile ayrılmasıdır (Tuğrul vd., 1992; Oğuz vd., 1993; Saydam vd., 1993; Özsoy ve Ünlüata, 1997; Baştürk vd., 1999).

Karadeniz'in en belirgin ve temel oşinografik özelliklerinden birisi de üst tabaka sularının basen ölçeğinde bir siklonik (Kuzey yarımkürede saatin tersi yönünde) akıntı sistemine sahip olmasıdır (Şekil 1). Karadeniz açıklarında akıntıların şiddeti az olmakla beraber (3-5 cm/sn), kıyılara yaklaştıkça hızı 70 cm/sn'ye kadar ulaşır. (Oğuz vd., 1993). Kıyı topografyası, kenar akıntısının hızını ve şeklini etkilemektedir. Yazın özellikle rüzgar stresinin azaldığı dönemlerde akıntı sistemi güney sahillerinde büyük çaplı kıvrımlar, girdap ve filamentler oluşturmaktadır (Poulain vd., 2005). Bu oluşumlar özellikle besin elementleri açısından zengin karasal suların yatay ve dikey olarak diğer kısımlarına taşınmasında önemli bir rol oynamaktadır (Özsoy ve Ünlüata, 1997).



**Şekil 1.** Karadeniz'in genel sirkülasyonu ve topografik yapısı. Gri batimetrik kontürler sırasıyla <200m, 200-1000m ve >1000 m derinliği temsil etmektedir.

### 1.3. Karadeniz'in Değişen Ekosistemi

Sınırlı ve kapalı bir basen konumunda, tatlı su girdisi yüksek seviyede olan Karadeniz'in giderek bozulan ekolojik dengesinin yeterince anlaşılabilmesi ve kaynakların rasyonel şekilde kullanılması gerekmektedir. Özellikle kuzeybatısındaki büyük nehirlerin taşıdığı besin tuzları (nitrat ve fosfat) konsantrasyonunun artması sonucu, çok köklü değişimlere uğramıştır. Tuna Nehri boyunca barajların yapılması, tarımda fosfat kullanımı ve hüküm süren iklimsel değişiklikle beraber nütrient miktarında güçlü değişim görülmüştür (Oğuz, 2005). Tüm bu değişimler besin ağı yapısında bozulma ile kendini göstermiştir (Oğuz vd., 2012b). Fitoplankton artışlarının şiddeti, sıklığı ve yayılmasında bütün basen çevresinde farklılıklar gözlenmeye başlanmıştır (Kovalev ve Piontkovski., 1998). Batı kıyı suları boyunca, diatomların yüzde oranı azalırken dinoflagellatların yüzde oranı artmıştır (Bodeanu 1993; Moncheva ve Krastev, 1997). Besin ağının en alt basamağında bulunan plankton miktarındaki artış veya azalış üst basamaklara çıkıldığında etkisini göstermektedir (Gürtürk, 1962; Clark, 1992; Yılmaz, 2002). Besin ağına meydana gelen anormal değişimler fitoplankton sonra zooplanktonun kalite ve miktarında da etkisini göstermiştir (Bat vd., 2007). Besin ağındaki bozulmanın sonucunda, özellikle yazın aşırı

artışlar sergileyen, red-tide yapan *Noctiluca scintillans* ve diğer jelimsi avcılarının katılımı ile sistemde jelimsi organizmalar tarafından domine edilen besin ağı gözlenmeye başlanmıştır (Oğuz vd., 2012b).

#### 1.4. Karadeniz’de Zooplankton

Zooplankton topluluğu ototrofik ve yüksek trofik beslenme arasındaki kritik beslenme seviyesini dengeler. Zooplankton bir taraftan, fitoplankton ve mikrozooplanktonu tüketir; bir taraftan da küçük pelajik balıkların ve bütün pelajik balık larvalarının besinini oluşturur, balık stoklarının kontrolünü sağlar. Karadeniz’de zooplankton topluluğu çok üretkendir, fakat yakınında ki Akdeniz’le karşılaştırıldığında tür çeşitliliği daha azdır. Akdenizde yaygın olan; *Doliolids*, *Salps*, *Pteropods*, *Siphonophors* ve *Euphausiids*, Karadeniz’de ya yok olmuş ya da nadiren bulunur (Mordukhay-Boltovskoy, 1969).

1970’lerden sonra Karadeniz’de zooplankton türlerinde önemli değişimler olmuştur (Kıdeys vd., 2000). Sıcaklık artışına bağlı olarak Karadeniz ekosistemindeki değişiklikler yeni türlerin gelmesine katkı sağlamıştır (Micu ve Todorova, 2009; Shiganova ve Öztürk, 2009). Özellikle ötrofikasyon etkisiyle, bazı türler hemen hemen ortadan kaybolurken *Noctiluca scintillans*, *Acartia clausi* ve *Aurelia aurita* gibi fırsatçı türler ise artış göstermiştir. Bu türlerden biri olan *Noctiluca scintillans*’ın son yıllardaki artışı açgözlü bir avcı olduğunu düşündürmektedir (BSC, 2008). Bunlar Kuzeybatı kıyılarında Tuna, Dinyaper ve Dinyaster nehirlerinin olduğu bölgelerde zenginleşmiştir. Canlı yaşamda gözlenen bu değişim sürecinde sistemin biyojeokimyasal özelliklerinde ne tür değişikliklerin meydana geldiği yeterince bilinmemektedir. 1988 yılından sonra ctenophore *Mnemiopsis leidy* zooplankton besinine ortak olmuştur (Vinogradov vd., 1989; Shiganova, 1998). Fitoplankton üzerinden beslenen zooplankton ve predatör balıklar azalmıştır. Ayrıca predatör siliyatlar ve zooflagellatlar sayıca artmışlardır. 1997’de Kuzey Atlantik orijinli predatör *Beroe ovata* gemilerin balast sularıyla Karadeniz’e gelmiş ve *Mnemiopsis leidy* üzerinden beslenerek ekosistemin tekrar dengelenmesini sağlamıştır (Konsulov ve Kamburska, 1998; Shiganova vd., 2001). 2000’lerden sonra ise Karadeniz zooplankton topluluğunun bolluk ve biyomasında farklı bölgelerde önemli değişiklikler olmuştur.

### 1.5. *Noctiluca scintillans*'in Genel Özellikleri

Alem: Eukaryota

Şube: Myzozoa

Altşube: Dinoflagellata

Sınıf: Dinophyceae

Takım: Noctilucales

Familiya: Noctilucaceae

Cins: *Noctiluca*

Tür: *Noctiluca scintillans*

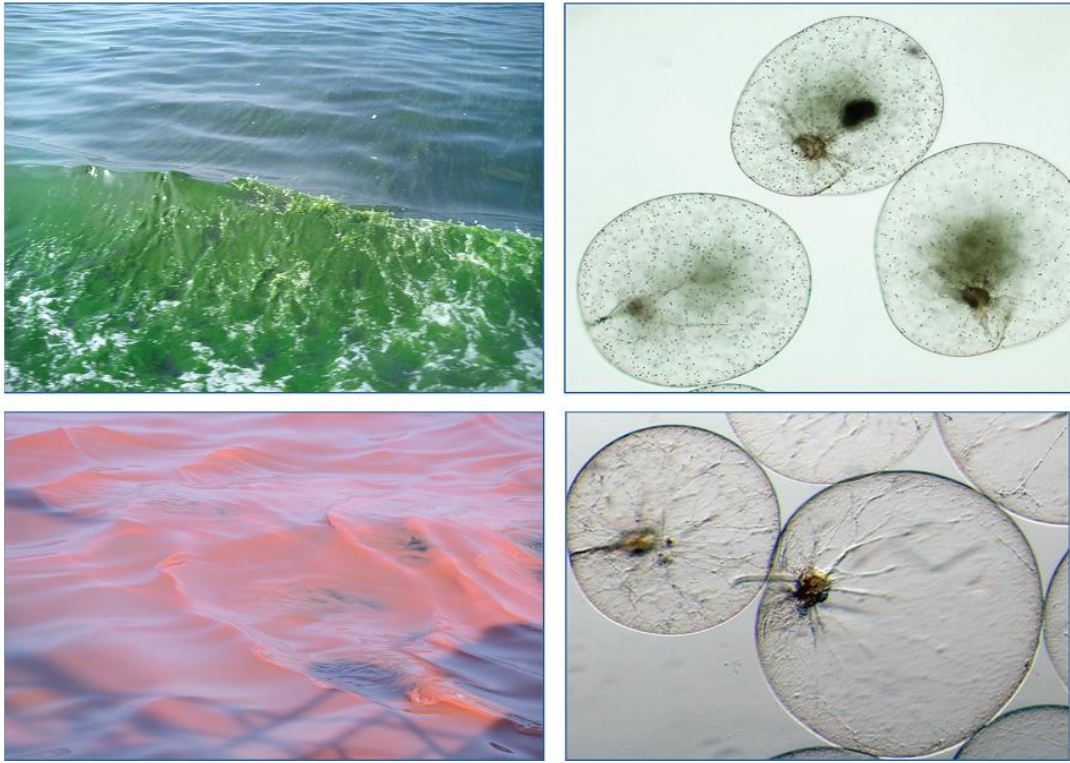
*Noctiluca scintillans* balonsu bir görünümüne sahip, zırhsız bir ökaryottur. *Noctiluca scintillans* yüksek yüzerliği olan ve büyük bir çoğunlukla hareketsiz avlarla beslenen bir heterotrofik dinoflagellattır (Enomoto, 1956). İnce bir elek veya bir tül ile sudan ayrılıp büyük bir mercek ile incelenebilir (URL-1). *Noctiluca scintillans* diploiddir, eşeysiz bölünme ve gametogenez oluşturarak üreme görülebilir (Zingmark, 1970; Fukuda ve Endoh, 2006). Bu özelliği sayesinde uygun koşullarda gelişebilirken, değişen ortam şartlarında yaşamını kolaylıkla devam ettirebilir (Zhang vd., 2016). *Noctiluca scintillans* boyutu, besin ağının pozisyonu ve karakteristik özelliklerini dikkate alınarak zooplanktonun bir parçası olarak kabul edilir (Zaitsev, 1992; Pasternak, 1983).

Dünya genelinde ılıman ve tropik neritik sularda yaygındır (Enomoto, 1956; Le Fevre ve Grall, 1970; Uhlig ve Sahling, 1990; Elbrachter ve Qi, 1998; Harisson vd., 2011), soğuk ve sıcak sularda dünya çapında bir dağılıma sahip olan *Noctiluca scintillans*, büyük upwelling bölgelerinde bile bulunur. Parlak biyolüminans özelliğine sahiptir (Sweeney, 1978). Bu canlının birçoklarının bir araya gelip, ışık saçmasına da yakamoz denir. Yakamoz oluştuğunda denizde uzun floresan lambaları yanıyormuş gibi gözükür (URL-1).

*Noctiluca scintillans* sıklıkla red-tide oluşturan (Saifullah ve Chaghtai, 1990; Zakaria ve Mesaad, 2007) ancak toksik olmayan bir dinoflagellattır (Huang ve Qi,



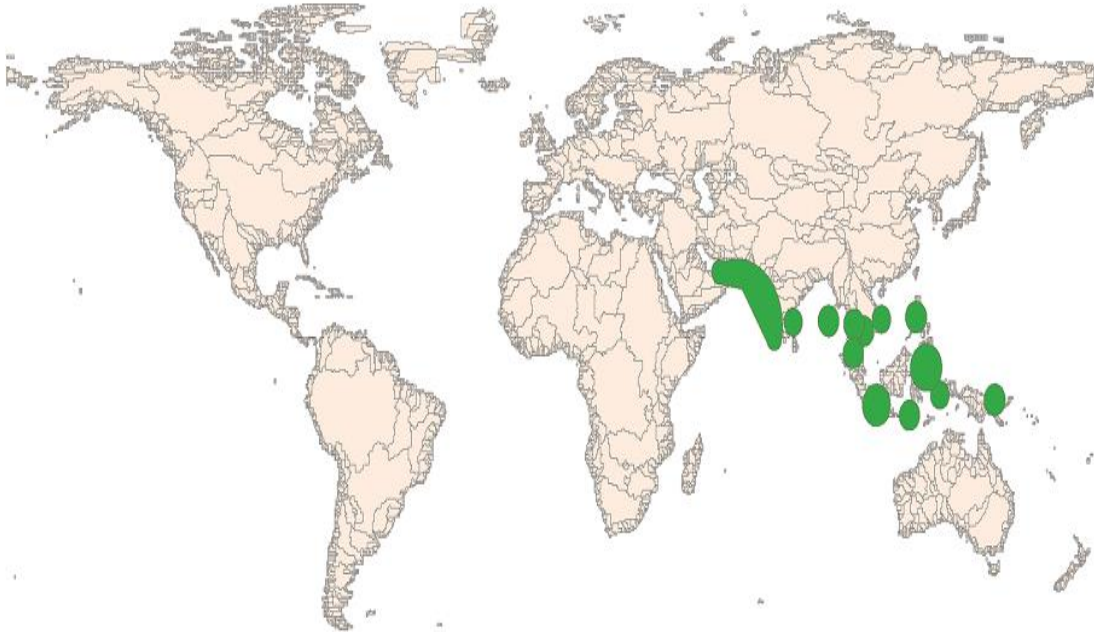
1997; Harrison vd., 2011). İki formdan meydana geldiği bilinmektedir. Birinci form, kırmızı *Noctiluca scintillans* heterotroftir ve besin ağında mikroplanktonun otlayıcısıdır, ılıman ve tropikal sularda dağılım gösterir (Şekil 2, Şekil 3). İkinci form *Noctiluca scintillans* ise vakuolünde bir fotosentetik endosimbiyont *Pedinomonas noctiluca* bulunması nedeniyle yeşil *Noctiluca* olarak isimlendirilir (Harrison vd., 2011). Batı Pasifik ve Hint okyanuslarının tropikal sularında görülür (Elbrachter ve Qi, 1998) (Şekil 2, Şekil 4).



**Şekil 2.** *Noctiluca scintillans*'in iki formu: Endosimbiyont *Pedinomonas noctiluca* ile birlikte yeşil formu ve heterotrofik kırmızı form (Harrison vd., 2011).



**Şekil 3.** *Noctiluca scintillans*'in heterotrofik kırmızı formunun dünyadaki dağılım alanları (Harrison vd., 2011).



**Şekil 4.** *Noctiluca scintillans*'in yeşil formunun endosimbiyont *Pedinomonas noctiluca* ile birlikte dünyadaki dağılım alanları (Harrison vd., 2011).

*Noctiluca scintillans* toksik olmamasına rağmen zararlı alg patlamalarına neden olan (Harmful Algal Bloom-HAB) türlerden biri olarak sınıflandırılır. Direk toksik etkisi olmasa da bünyesinde bulundurduğu amonyum iyonları, bloom sonrası ortamda amonyak artışına sebep olarak deniz yaşamı için olumsuz koşullar oluşturmaktadır

(Elbrachter ve Qi, 1998). Bulunduğu sularda amonyağın yüksek düzeyde artışı, solungaç tıkanması, oksijenin tükenmesi vasıtasıyla balık ve deniz omurgasızlarının ölümüne neden olur (Okaichi ve Nishio, 1976).

Dünyada birçok kıyı bölgelerinden *Noctiluca scintillans*'ın neden olduğu red-tide vakaları rapor edilmiştir (Ajani vd., 2001). Bloom genellikle ilkbahar ve yaz aylarında meydana gelir ve yüzey sularında hücrelerin yoğunlaşması, suyun akışkanlığının bozulmasına neden olabilir. (Elbrachter ve Qi, 1998). Amonyum iyonları ile dolu vakuolün hücreye suya batmama özelliği sağlamlasının yüzey sularında *Noctiluca scintillans*'ın yoğunlaşmasına öncülük eden faktörlerin başında geldiği kabul edilir.

*Noctiluca scintillans* çoğu dinoflagellat ve mesozooplankton gibi aktif olarak göç etme yeteneğinden yoksun olduğu için (Elbrachter ve Qi, 1998; Kiørboe ve Titelman, 1998) bir karışım içerisinde aktif olarak yiyecek seçme yeteneğinin sınırlı olduğu düşünülmektedir (Uhlig ve Sahling, 1990). İki kamçısından uzun ve yapışkan özelliği bulunanı ile deniz yüzeyine yakın seviyede avlanan *Noctiluca scintillans*, avlarını mukoza ile tutar ve sitostom yoluyla yutar (Nawata ve Sibaoka, 1983). Geniş bir yelpazede, çok çeşitli avlarla beslenebilen *Noctiluca scintillans*'ın besinleri arasında bakteriler, fitoplankton, protozoan, kopepod, kopepod yumurta ve naupliileri ile balık larvaları hatta besin değeri olmayan parçacıklar da bulunur (Enomoto, 1956; Uhlig ve Sahling, 1990; Kirchner vd., 1996; Elbrachter ve Qi, 1998; Quevedo vd., 1999; Umani vd., 2004). Aynı besin kaynakları için rekabet edip, zooplankton yumurtaları ile beslendiğinden dolayı zooplanktonu etkiler (Quevedo vd., 1999). Bunun sonucu olarak pelajik besin ağının yapısını değiştirebilir (Umani vd., 2004). Önceki çalışmalar *Noctiluca scintillans*'ın diğer avcılar ile rekabet içinde olduğunu gösterir. Bu rekabet doğrudan omurgasız yumurtalarını yemesi (Elbrachter ve Qi, 1998; Quevedo vd., 1999) ve dolaylı olarak da besin için rekabettir (Umani vd., 2004). Bazı çalışmalar büyük kopepodların, balık larvalarının ve deniz analarının *Noctiluca scintillans* üzerinden beslenen avcı türler olarak bildirmiştir (Daan, 1987; Lehto vd., 1998; Sulkin vd., 1998; Fock ve Greve, 2002).

Besin maddelerini boşaltım hızı ve hücre içinde  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  ve  $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$  biriktirme yeteneği sayesinde *Noctiluca scintillans* genellikle kıyı bölgelerinde önemli bir besin

yenileyicisi olarak düşünülür (Okaichi ve Nishio, 1976; Schaumann vd., 1988; Montani vd., 1998). *Noctiluca scintillans* hücrelerinde çözülmüş organik madde (ÇOM) önemli ölçüde bulunur. Hücrelerin bozulmasıyla ortama salınan ÇOM ve besin maddeleri, mikrobiyal döngü sayesinde tekrar fitoplankton ve zooplanktonun kullanabileceği besin maddelerine ve enerjiye dönüşmüş olur (Schaumann vd., 1988). Bu döngü *Noctiluca scintillans*'ın besin ağında değişken bir role sahip olduğunu gösterir (Ara vd., 2013). Denizel ekosistem besin zincirinde önemli rol oynayan türlerin popülasyon ekolojisinin incelenmesi pelajik bölgedeki enerji akışının anlaşılmasında zorunlu bir adımdır (Pasternak, 1983).

Karadeniz planktonun önemli bir katılımcısı olan *Noctiluca scintillans*'ın son yıllarda sayıca artışının altında yatan nedenlerin ve bu durumun ekosistemin gidişatını nasıl etkileyeceğinin anlaşılması gerekmektedir. Bu çalışma ile balıkçılık açısından önemli bir alanı temsil eden Güneydoğu Karadeniz'de *Noctiluca scintillans*'ın alansal ve zamansal dağılımı, ilişkili çevresel parametreler ve beslenme ekolojisinin araştırılması amaçlanmıştır.

#### **1.6. *Noctiluca scintillans* Artışını Etkileyen Faktörler**

Büyüme hızı genellikle sıcaklık ve tuzluluktan etkilense de *Noctiluca scintillans* geniş aralıkta tuzluluğa ve sıcaklığa tolerans gösteren bir organizmadır (Lee ve Hirayama, 1992; Elbrachter ve Qi 1998; Harrison vd., 2011). *Noctiluca scintillans* 0-30 °C sıcaklık (Harrison vd., 2011) ve 10-37 ppt tuzluluk aralığında yaşayabilen bir dinoflagellat türüdür (Huang ve Qi, 1997).

Hızlı çoğalması ve beslenme davranışının özelliklerinden dolayı *Noctiluca scintillans* popülasyonu hızla büyür ve kısa sürede çoğalır. Sayıları litrede birkaç bin hatta milyona ulaşabilir (Pasternak, 1983; Zaitsev vd., 1987; Zaika, 2005; Zakaria ve Mesaad, 2007). Optimum hidrografik ve biyolojik koşullar, rüzgâr, akıntı ve gelgit aracılığıyla *Noctiluca scintillans* bolluğu artış gösterir. Şiddetli yağmurun olmadığı uygun sıcaklık ve nemli hava koşullarının da dağılımında önemli faktörler olduğu düşünülmektedir (Huang ve Qi, 1997). İlkbaharda fotik bölge genelinde mevcut olan *Noctiluca scintillans* bolluğunun hızlı artışında anahtar faktör olarak gıda ve durgun

hava koşulları bilinir (Harrison vd., 2011). *Noctiluca scintillans*'ın özellikle diyatomların aşırı üreme döneminde yüksek büyüme oranına ulaştığı ve biyokütlesini artırdığı bilinmektedir (Schaumann, 1988; Harrison vd., 2011).

*Noctiluca scintillans* besinin bulunmadığı ortamlarda üç haftadan daha uzun süre hayatta kalabilirler. Düşük gıda konsantrasyonlarında artış gösterebildiği gibi yüksek av konsantrasyonlarında da yüksek büyüme sağlar ve doğal fitoplankton patlamalarında görülen 500-1000  $\mu\text{gC.l}^{-1}$  düzeyini aşan konsantrasyonlarda yoğun şekilde çoğalması görünür (Kiørboe ve Titelman, 1998; Nakamura, 1998). Bu özellikler *Noctiluca scintillans*'ların düşük gıda tüketimi dönemlerinde hayatta kalmasını ve geçici fitoplankton patlamalarından faydalanmasını sağlar (Kiørboe ve Titelman, 1998). Besin miktarının yanı sıra, mevcut besin kalitesi de *Noctiluca scintillans* üzerinde büyük etkiye sahiptir (Elbrachter ve Qi, 1998; Kiørboe ve Titelman, 1998).

### 1.7. Literatür Özeti

Dünya genelinde birçok ülkenin kıyısız sularında *Noctiluca scintillans*'ın bolluğu ve dağılımı hakkında çalışmalar yapılmıştır (Zakaria ve Mesaad, 2007; Harisson vd., 2011; Cardoso, 2012; Suzukı vd., 2013; Zhang vd., 2016). *Noctiluca scintillans*'ın geniş aralıktaki deniz suyu sıcaklığına (Huang ve Qi, 1997; Umani vd., 2004; Harisson vd., 2011; Mikaelyan vd., 2014) ve tuzluluğuna (Huang ve Qi, 1997; Zakaria ve Mesaad, 2007) tolerans gösterdiği yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur.

*Noctiluca scintillans*'ın yüksek yüzerliliğe sahip olması rüzgar ve akıntıyla kolaylıkla sürüklenmesine (Elbrachter ve Qi, 1998; Miyaguchi, 2005, Al-Azri vd., 2007) ve yüzen hücre topluluklarının bu faktörlerden yararlanarak red-tide oluşturdukları dünya genelinde rapor edilmiştir (Schaumann vd., 1988; Huang ve Qi, 1997; Dela-Cruz vd., 2008; Harrison vd., 2011). İstilacı ve fırsatçı bir tür olarak bilinen *Noctiluca scintillans*'ın planktonik biyomas üzerindeki baskısı, red-tide oluşturabilmesi ekosistem içerisindeki önemini artırmaktadır (Peres vd., 1986). Son yıllarda dünya genelinde red-tide vakaları rapor edilen (Venugpal vd., 1979; Saifullah ve Chaghtai, 1990; Zakaria ve Mesaad, 2007; Cardoso, 2012) *Noctiluca scintillans*'ın Karadeniz'de

de red tide oluşturması (Kopuz vd., 2014) bu ekosistem için önemini bir kat daha arttırmıştır.

Karadeniz’de yapılan birçok çalışmada *Noctiluca scintillans* rapor edilmiştir (Bityukov, 1969; Pasternak, 1983; Vinogradov vd., 1992; Zaika, 2004; Velikova ve Mihneva, 2005; BSC, 2008). Türkiye kıyıları da dahil olmak üzere Ukrayna, Romanya ve Bulgaristan kıyılarında bolluğu ve toplam zooplanktona katılımı yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur (BSC, 2008).

Karadeniz konisyonu tarafından verilen raporda 1970’lerden sonra Karadeniz ekosisteminde meydana gelen değişimlerle birlikte *Noctiluca scintillans* Karadeniz zooplanktonu içinde bolluk ve biyomas bakımından önemli bir yere gelmiştir (BSC, 2008). Ukrayna kıyılarında *Noctiluca scintillans* miktarındaki artışı esas olarak trfik suların göstergesi olarak kabul edilmiştir. 1989 yılında *Noctiluca scintillans* biyomasındaki azalma, toplam zooplankton biyokütlesinin de düşük düzeyde kalmasına neden olmuştur. Romanya kıyılarından verilen raporda *Noctiluca scintillans* 1970-1980 yılları arasında artış göstermiştir (ortalama 15900 hücre.m<sup>-3</sup>). 1980-1986 arasında önceki yıllara oranla miktarının sekiz katına ulaşmıştır (ortalama 62600 hücre.m<sup>-3</sup>). Bulgaristan kıyıları boyunca da 1990’lı yılların başında *Noctiluca scintillans* artış göstermiştir. *Noctiluca scintillans* miktarında sonbahar-yaz döneminde ötrofikasyon sonucunda artış gözlemlenmiştir. Geniş patlamalar sık sık sonbahar-yaz mevsiminde ve nispeten kiş ötrofikasyon sonucunda ortaya çıkmıştır. Mevsimlere bağlı olarak *Noctiluca scintillans*, 2002-2006 yıllarında kişin düşük değerlerdeyken (<5000 hücre.m<sup>-3</sup>) Nisan ayında artmaya başlamış ve Temmuz ayında yüksek değerlere (>18000 hücre.m<sup>-3</sup>) ulaşmıştır. Türkiye kıyılarında *Noctiluca scintillans*’ın biyokütlesi 2003 ilkbahar–yaz mevsiminde artmış, 2004 yılının kiş ve ilkbahar mevsimi boyunca mesozooplankton içinde baskın olmuştur. Fakat 1999-2005 yılları arasında Bulgaristan kıyılarına oranla daha küçük değerlerde kalmıştır. Bu yzdensayıcı artışı düşük seviyede olmuştur. *Noctiluca scintillans* biyokütlesi 2004 ve 2005 yıllarında neredeyse toplam zooplankton popülasyonuna ulaşmıştır. Gürcistan kıyılarında ise *Noctiluca scintillans*’ın toplam zooplankton miktarına katılımı 1995 yılında %50 iken 2002 yılında %5 olmuştur (BSC, 2008).

*Noctiluca scintillans*'ın bolluğunun ilkbahar ve yaz başlarındaki maksimum düzeyi dünyanın farklı bölgelerinde de benzerlik göstermektedir (Daan, 1987; Uhlig ve Sahling, 1990; Velikova ve Mihneva, 2005; Zaika, 2005; Miyaguchi vd., 2006; Nikishina vd., 2011). *Noctiluca scintillans* hücrelerin genellikle erken ilkbaharda (Mayıs) bol miktarda bulunurken ve yaz-sonbaharda neredeyse ortadan kalktığını rapor edilmiştir (Yin, 2003; Liu ve Wong, 2006). *Noctiluca scintillans*'ın Karadeniz için en yoğun dönemi Mayıs ve Haziran ayının ilk yarısında gerçekleşmekte ve çevresel koşullardaki değişikliklerden ötürü, yaz aylarında Karadeniz'in üst karışım tabakasında *Noctiluca scintillans*'ın ortadan kaybolmasına neden olmaktadır (Mikaelyan vd., 2014). Kuzeydoğu kesiminde, Mayıs-Haziran aylarında kaydedilen yoğunluk (Vinogradov vd., 1992; Shiganova, 2009), Romanya ve Bulgaristan kıyı suları boyunca Haziran-Temmuz aylarında (Porumb, 1989; Shiganova vd., 2009), Kuzeybatı kıyı sularındaki maksimum hücre yoğunlukları Haziran ayında da gerçekleşirken, Kasım ayında ek artışlar kaydedilmiştir (Velikova ve Mihneva, 2005). Karadeniz'in güney kıyılarında, Nisan-Mayıs aylarında *Noctiluca scintillans*'ın bolluğundaki zirveler düzenli olarak gerçekleşirken, Temmuz-Ağustos veya Aralık aylarında da artış gözlenmektedir (Üstün, 2005). Güneydoğu Karadeniz'de yapılan çalışmalarda *Noctiluca scintillans*'ın su kolonunda dağılımı rapor edilmiştir (Feyzioğlu ve Sivri, 2003; Özdemir ve Ak, 2012; Yıldız ve Feyzioğlu, 2014). Güneydoğu Karadeniz'den *Noctiluca scintillans*'ın neden olduğu red-tide vakası ise 2011 yılı Nisan sonunda rapor edilmiştir (Kopuz vd., 2014).

Farklı besin grupları üzerindeki beslenme davranışı (Quevedo vd., 1999; Kiørboe, 2003; Rodriguez vd., 2005; Drits vd., 2013; Mikaelyan vd., 2014; Zhang vd., 2016) ve besin tercihi üzerine çeşitli laboratuvar çalışmaları yapılmıştır (Buskey, 1995; Kiørboe ve Titelman, 1998; Nakamura 1998). *Noctiluca scintillans*'ın ekolojisi üzerine yapılan bazı araştırmalar, gıda tercihi hakkında hiçbir kanıt görülmediğini (Uhlig ve Sahling, 1990) ve mevcut soruların hala yanıt bulamadığını (Zhang vd., 2016) bildirmektedir. Karadeniz'de beslenmesi ile ilgili yapılan çalışmalar Kuzeydoğu Karadeniz'den rapor edilmiştir (Nikishina vd., 2011; Drits vd., 2013; Mikaelyan vd., 2014). Güneydoğu Karadeniz'de beslenme ekolojisi ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Besin zincirinin alt tabakaları üzerinde baskı kurma özelliği olan *Noctiluca scintillans*'ın (Kovalyov, 1991) Karadeniz ekosisteminde avcı olarak rolünün araştırılması, sistemde meydana getirebileceği değişimin anlaşılması için önem arz etmektedir.

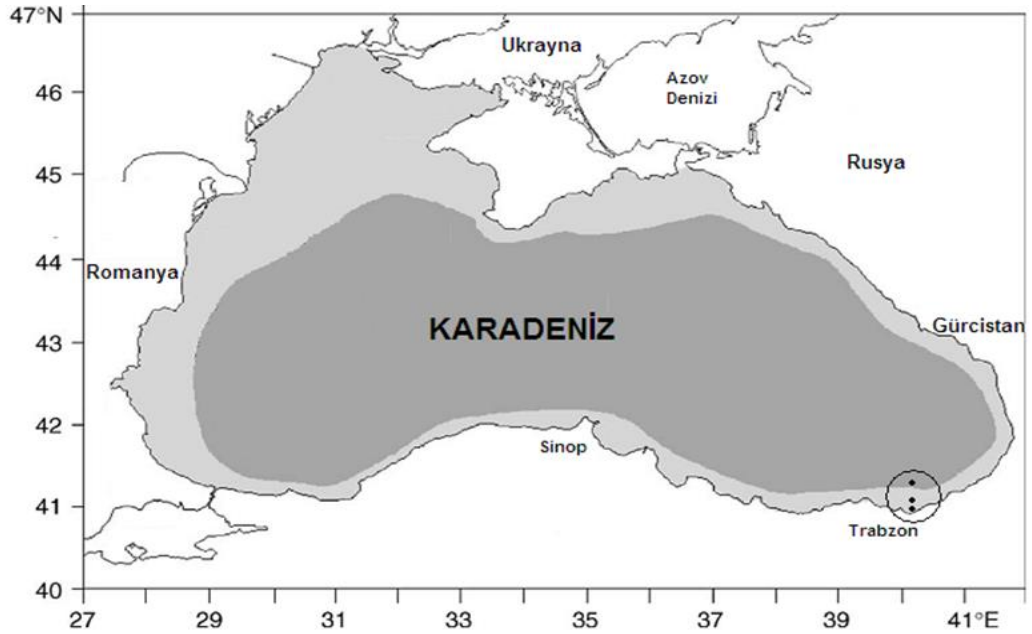




## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

### 2.1. Çalışma bölgesi

Güneydoğu Karadeniz’de seçilen üç istasyonda (nehir ağzı, kıyı ve açık) Mayıs 2015-Nisan 2016 tarihleri arasında aylık ve iki haftalık (Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ekim aylarında) periyotlarda toplam 17 kez deniz suyu örnekleme yapılmıştır (Şekil 5). Farklı su kütlelerini temsil etmeleri amacıyla örnekleme istasyonları 0,5- 5 ve 20 deniz milinde yer alacak şekilde seçilmiştir (Tablo 1).



**Şekil 5.** Çalışma sahası ve örnekleme istasyonları: Nehir ağzı (0.5 deniz mili), kıyı (5 deniz mili), açık (20 deniz mili).

**Tablo 1.** Örnekleme istasyonlarına ait derinlik ve koordinatlar

İstasyon	Uzaklık (deniz mili)	Derinlik (m)	Koordinat
Nehir ağzı	0,5	60	40° 55'14'' N; 40°11'31'' E
Kıyı	5	700	41° 00'01'' N; 40°10'33'' E
Açık	20	1200	41° 06'12'' N; 40°09'08'' E

## 2.2. Çevresel Parametre Ölçümleri

Deniz suyuna ait sıcaklık, tuzluluk, iletkenlik, turbidite ve yoğunluk parametreleri Sea bird SBE-19 Plus CTD prop kullanılarak, çözülmüş oksijen konsantrasyonu ise CTD prop üzerinde yer alan SBE 63-DO sensörü kullanılarak optik olarak yerinde ölçülmüştür. In-situ floresan ölçümleri CTD üzerinde bulunan WETLAB flourometre kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Öfotik bölgenin belirlenmesi amacıyla, PAR (Photocentetically Active Radiation) ölçümleri Li-Core sualtı PAR Equipment (Li-193 SA Spherical Quantum Sensor, Li-1400 data logger, Li-190SAT su üstü Quantum Sensor) ile gerçekleştirilmiştir.

## 2.3. Besin Elementleri Analizi

Besin elementi analizleri için SBE-32 Carousel 12'li su örnekleyici kullanarak belirlenen derinliklerden (yüzey, 10 m, 25 m ve 50 m) deniz suyu örnekleme yapılmıştır. Belirlenen derinliklerinden alınan deniz suyu örneklerinden alt örnekleme yapılarak, seyreltik HCL ile yıkanmış 100 ml'lik plastik şişelere konulmuştur. 0.45 µm'lik filtreden süzülen örnekler, koruyucu kimyasal eklemesi yapmadan silikat örnekleri buzdolabında, fosfat ve nitrit+nitrat örnekleri ise derin dondurucuda analiz zamanına kadar saklanmıştır. Analizler Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Trabzon Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü bünyesinde bulunan SEAL marka Oto-Analizör kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

## 2.4. *Noctiluca scintillans* ve Mesozooplankton Örneklerinin Toplanması ve Analizi

Çalışma süresince zooplankton örnekleri su kolonundan 100 µm göz açıklığına ve 70 cm ağız açıklığına sahip Hydrobios Nansen plankton kepçesi ile 200 m derinlikten yüzeye vertikal çekim yapılarak alınmıştır. Örnekleme gündüz saatlerinde (9:00-15:00) gerçekleştirilmiş, alınan örnekler %4'lük formaldehit ile fikse edilmiştir. Laboratuarda örnekler ZEİSS Stemi 508 stereo mikroskop altında ana taksonomik gruplara ayrılmışlardır (copepoda, chaetognatha, appendicularia, cladocera, cirripedia, scyphozoa, ctenophora, tintinnid, *Noctiluca*, mikrometazoa yumurta ve larvası). Tür teşhisleri Mauchline vd. (1998) ve Johnson ve Allen'e (2005) göre, RTEÜ Su Ürünleri

Fakültesinde bulunan Zeiss Stemi 508 stereo mikroskop kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ana taksonomik gruplara ait hücre bollukları birey.m<sup>-3</sup> ve *Noctiluca scintillans*'a ait hücre bolluğu hücre.m<sup>-3</sup> olarak hesaplanmıştır.

*Noctiluca scintillans* hücre sayımları esnasında, sayım kamarasında bulunan tüm hücreler sayılmış ve hücre çapının belirlenmesi için 10-50 hücrenin fotoğrafları çekilmiştir. Hücre çapı ölçümleri (µm) Kameram 5 resim yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Hücrenin küre olduğu varsayılarak hücre hacmi (mm<sup>3</sup>) hesaplanmıştır. *Noctiluca scintillans* karbon biyoması (mgC.m<sup>-3</sup>) Menden-deuer ve Lessard'a (2000) göre hücre başına düşen karbon miktarı kullanılarak hesaplanmıştır.

## 2.5. Mikroplankton Örneklerinin Toplanması ve Analizi

*Noctiluca scintillans*'ın potansiyel avını oluşturan mikroplanktonun kalitatif tespiti için 20 µm göz açıklığına sahip plankton kepçesi kullanılmıştır. PAR ölçümleri ile belirlenen öfotik bölge içerisinden vertikal olarak örnekler toplanmıştır. Güvertede içerisinde %2'lik lügol solüsyonu bulunan amber şişelere aktarılan örnekler analiz esnasına kadar karanlık ortamda bekletilmiştir. Mikroplanktonun kantitatif tespiti için ise deniz suyu örnekleri belirlenen derinliklerden SBE 32 Carousel 12 şişeli su örnekleme cihazı ile alınmıştır. 1 lt'lik deniz suyu örnekleri ters filtrasyon işlemi ile laboratuvarında 10 µm göz açıklığına sahip plankton ağı kullanılarak hızlıca 10 ml'ye konastre edilerek %2'lik lugol solüsyonu ile fikse edilmiştir. Örnekler analiz aşamasına kadar karanlık ortamda saklanmıştır. Örneklerin analizi Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesinde bulunan Leica DMI 6000 Epifloresan mikroskobu ve Plymouth Marine Laboratory bünyesinde bulunan FlowCAM ile gerçekleştirilmiştir. Diatom tür teşhisleri Hasle ve Syversten (1997), dinoflagellat tür teşhisleri Steidinger ve Tangen (1997), siliyat tür teşhisleri ise Marshall (1969), Taniguchi (1997) ve Larink ve Westheide (2006)'e göre yapılmıştır.

## 2.6. *Noctiluca scintillans*'ın Beslenme Ekolojisinin Araştırılması

Çalışma boyunca örnekler Güneydoğu Karadeniz'de *Noctiluca scintillans*'ın besin tercihinin belirlenmesi amacı ile nehir ağzında ilk 100 m, kıyı ve açık istasyonlarında ilk 200 m'lik su kolonundan 100 µm göz açıklığına ve 70 cm ağız açıklığına sahip Hydrobios Nansen plankton kepçesi ile toplanmıştır. Gemi üzerindeki laboratuvarında %4'lük formaldehit ile fikse edilerek analiz aşamasına kadar saklanmıştır. Laboratuvara getirilen örnekler mikroskopik sayım öncesinde homojen hale getirilmiştir. Her bir örnekten 1 ml alt örnekleme yapılarak *Noctiluca scintillans*'ın besin vakuolü incelenmiştir. Araştırmalar ZEİSS Stemi 508 stereo mikroskop altında yapılmış ve sayım kamarasındaki tüm *Noctiluca scintillans* hücrelerinin besin vakuolleri kayıt altına alınmıştır. Besin vakuolü içerisinde rastlanılan besinler diatom, dinoflagellat, mikrozooplankton, holoplankton ve meroplankton larvası, mikrometazoa yumurtası, çam poleni, fecal pelet ve tanımlanamayan besin olmak üzere ana gruplara ayrılmışlardır. Besinlerin hücre içindeki miktarları belirlenip tüketim oranları Hynes (1950) ve Hyslop (1980)'e göre hesaplanmıştır.

$$F=FO_i \quad (1)$$

$$\%F= (FO_i/NS)100 \quad (2)$$

F; Belirlenen bir besin grubunun besin vakuolünde bulunma sıklığı

%F; Belirlenen bir besin grubunun besin vakuolünde rastlanma sıklığı

FO<sub>i</sub>; besinin hücre vakuolünde görünme sayısı

NS; incelenen toplam *Noctiluca scintillans* hücre sayısı

*Noctiluca scintillans*'ın besin tercihinin ortaya konması amacı ile McCarthy vd. (1977)'ne göre göreceli tercih indeksi (GTI) hesaplanmıştır. Bu indeks bir av tipinin besin vakuolündeki toplam oranının, o av tipinin doğal ortamdaki oranına bölünerek hesaplanmaktadır.

$$GTI= (G_{Ni}/\sum G_{Np}) / (B_{Ni}/\sum B_{Np}) \quad (3)$$

G<sub>Ni</sub>; hedef av grubu için *Noctiluca scintillans* 'ın günlük tüketimi (hücre. *Noctiluca*<sup>-1</sup>)

$\sum G_{Np}$ ; tüm av gruplarını içeren *Noctiluca scintillans*'ın günlük tüketimi (hücre. *Noctiluca*<sup>-1</sup>)

$B_{Ni}$ ; hedef av grubunun ortamdaki başlangıç bolluğu (hücre.l<sup>-1</sup>)

$\sum B_{Np}$ ; tüm av gruplarının ortamdaki başlangıç bolluğu (hücre.l<sup>-1</sup>)

Bu indeks, eğer  $GTI >1$  ise, av grubunun *Noctiluca scintillans* tarafından tercih edildiği, yani bu grup üzerinden seçici beslendikleri,  $GTI <1$  ise *Noctiluca scintillans*'ın bu av gruplarını tercih etmedikleri şeklinde değerlendirilmiştir.

## 2.7. İstatistiksel Analizler

İstatistiksel analizlere başlamadan önce verilere logaritmik dönüşüm yapılarak normal dağılım gösterip göstermedikleri test edilmiştir. *Noctiluca scintillans* ile fiziksel ve biyolojik veriler arasındaki ilişkinin anlaşılabilmesi için parametrik olmayan Spearman Rank-Order korelasyonu gerçekleştirilmiştir. Örnekleme istasyonlarında *Noctiluca scintillans*'ın besin tercihinde mevsimsel farklılık olup olmadığını test etmek amacıyla Primer 6,0 ile Bray-Curtis benzerlik ve çoklu küme analizi gerçekleştirilmiştir.

### **3. BULGULAR**

#### **3.1. Hidrografi**

##### **3.1.1. Sıcaklık**

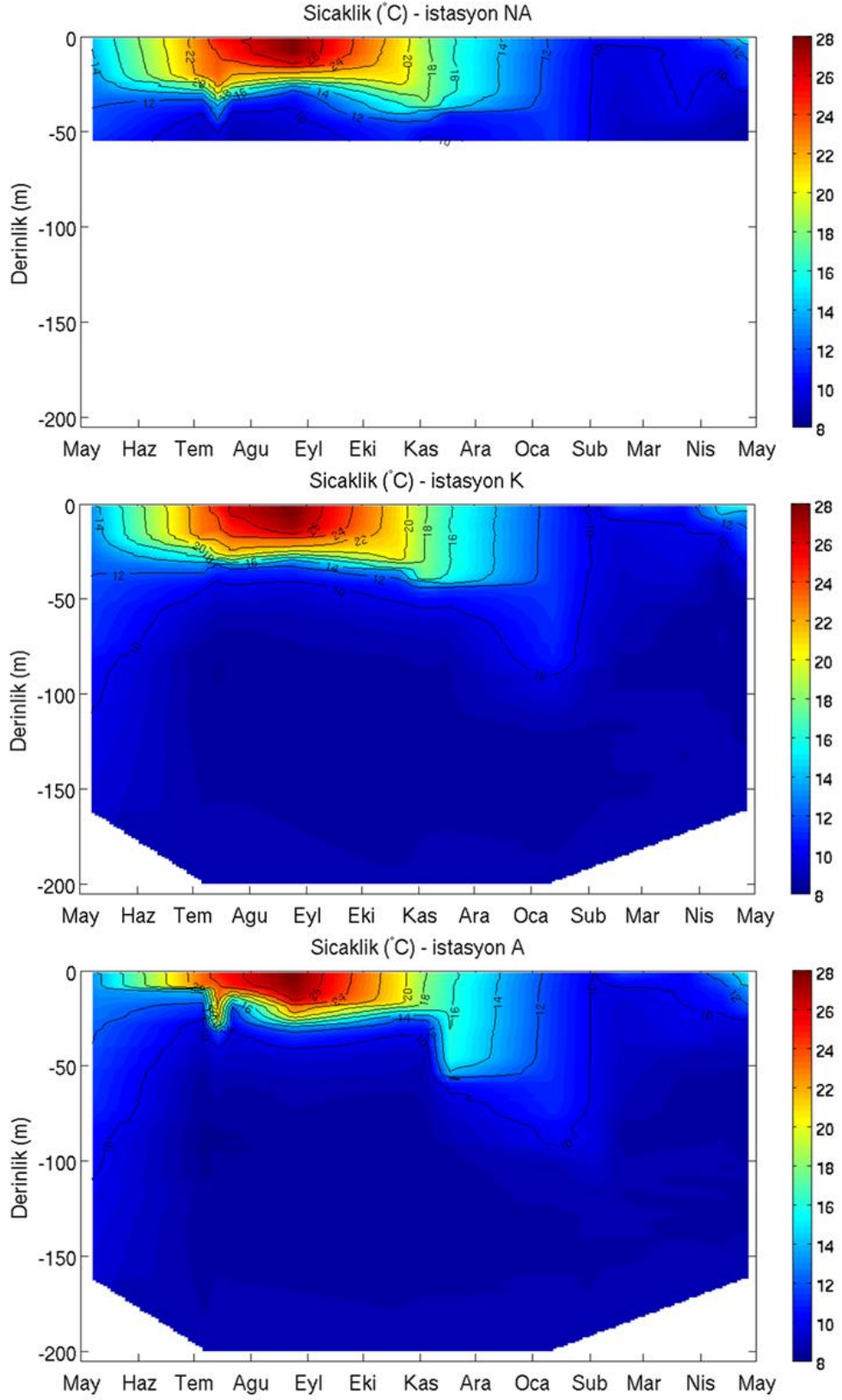
Örnekleme istasyonlarına ait sıcaklık profilleri Şekil 6'de verilmiştir. Genel olarak çalışma bölgesinde en düşük su sıcaklığı (9,7 °C) Şubat ve en yüksek su sıcaklığı (28,2 °C) Ağustos ayında kaydedilmiştir. Mevsimsel termoklin Mayıs ayında oluşmaya başlamış ve Ağustos ayında en belirgin halini almıştır. Kasım ayında ise termoklinin varlığı devam etmekle beraber, Aralık ayında belirginliğini yitirdiği görülmektedir. Ocak sonu, Şubat ve Mart aylarında dikey karışım gözlenmiştir.

##### **3.1.2. Tuzluluk**

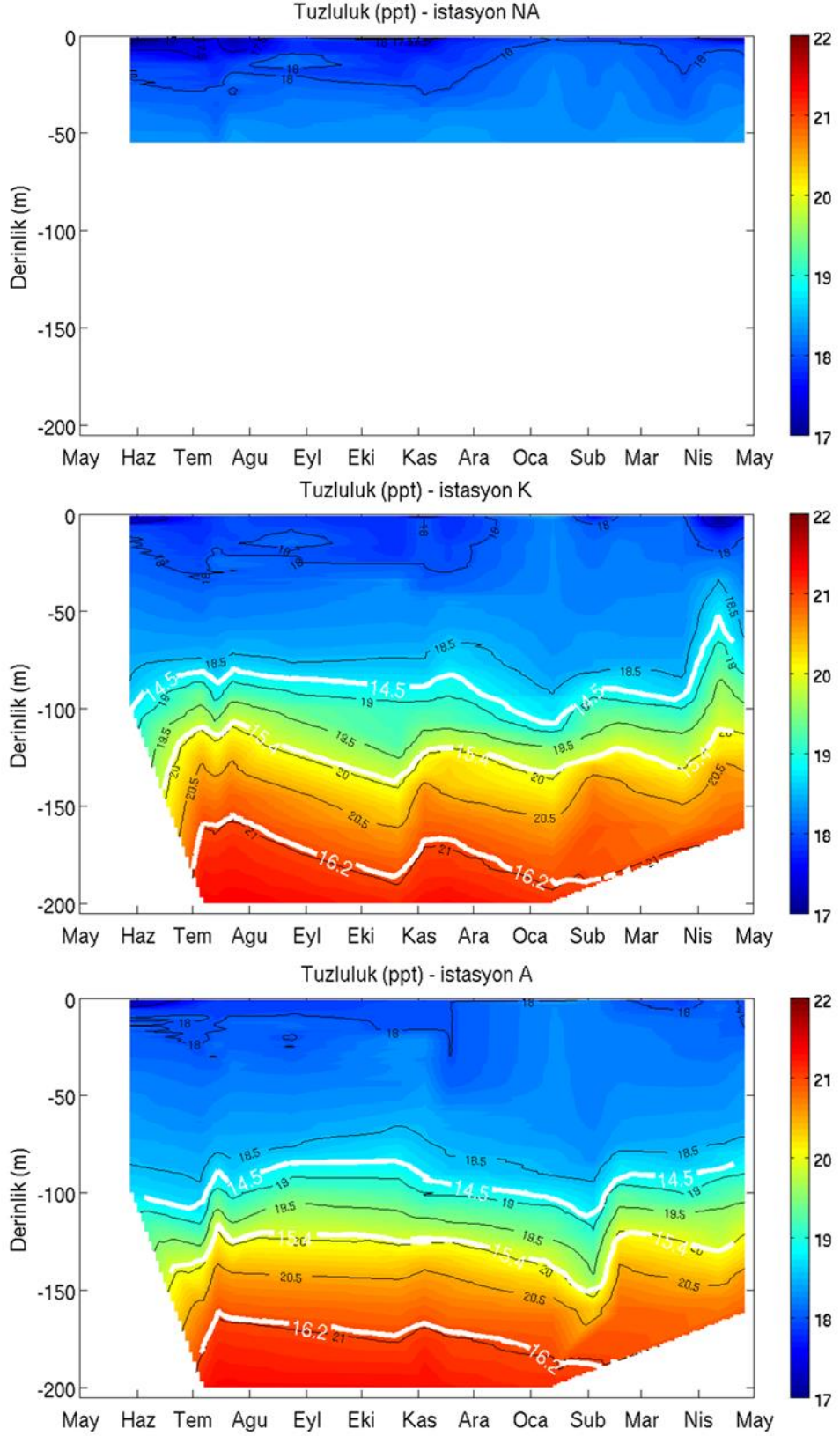
Derinlerde Akdeniz etkisini yansıtan tuzlu suları, yüzeyde tatlı su girdisi ve yağışlar dolayısı ile az tuzlu sularla karakterize olan Karadeniz, çalışma bölgesinde genel yapısına uygun tuzluluk profilleri sergilemiştir. Yüzeyde %17-18 arasında değişen tuzluluk değerleri, derinliğe bağlı artış göstermiştir. Haloklin genel yapı ile uyum içerisinde Sigma-t 14,5 derinliği ile birlikte gözlenmeye başlamıştır (Şekil 7).

##### **3.1.3. Çözünmüş Oksijen**

Örnekleme istasyonlarında Karadeniz'in genel yapısına uygun çözünmüş oksijen (ÇO) gözlenmiştir (Şekil 8). Mevsimsel değişim sergileyen oksik tabaka ilk 60-80 m'lik su kolonunda gözlenmiştir. Yaz aylarında öfotik bölge içindeki biyolojik aktivite ve artan su sıcaklığına bağlı olarak yüzeyde düşük ÇO değerleri ölçülürken öfotik bölge altında çözünmüş oksijen zengin sulara düşüş gözlenmiştir. Sigma-t 14,5-15,4 arasında gözlenen oksiklin de ÇO değerleri dramatik olarak azalmıştır. Suboksik sular Karadeniz'in genel yapısı ile uyumlu olarak Sigma-t 15,4-16,2 arasında yer almış ve bu derinlikten sonra anoksik sulara ÇO değerleri ölçüm sınırının altına düşmüştür.

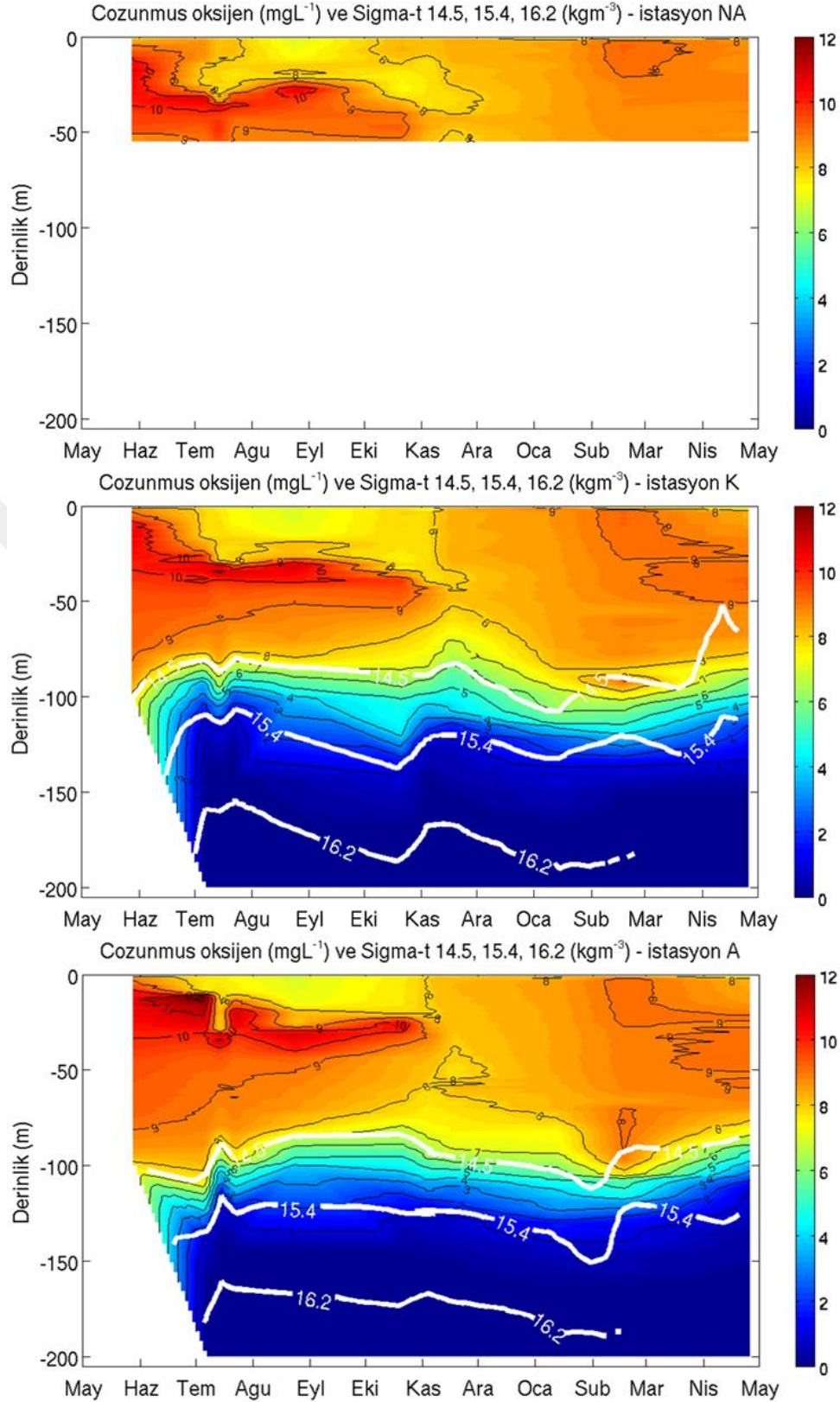


**Şekil 6.** Örnekleme istasyonlarına ait sıcaklık profilleri (NA: nehir ağzı, K: kıyı, A: açık).



**Şekil 7.** Örnekleme istasyonlarına ait tuzluluk profilleri (NA: nehir ağzı, K: kıyı, A: açık) d beyaz çizgiler oksik bölge ( $\sigma-t = <14,5$ ), oksiklin-nütriklin ( $\sigma-t = 14,5-15,4$ ), suboksik bölge ( $\sigma-t = 15,4-16,2$ ) ve anoksik bölgeyi ( $\sigma-t >16,2$ ) göstermektedir.





**Şekil 8.** Örnekleme istasyonlarına ait çözünmüş oksijen profilleri (NA: nehir ağzı, K: kıyı, A: açık). Düz beyaz çizgiler oksik bölge ( $\sigma\text{-t} < 14,5$ ), oksiklin-nütriklin ( $\sigma\text{-t} = 14,5\text{-}15,4$ ), suboksik bölge ( $\sigma\text{-t} = 15,4\text{-}16,2$ ) ve anoksik bölgeyi ( $\sigma\text{-t} > 16,2$ ) göstermektedir.

### 3.1.4. Turbidite

Örnekleme istasyonlarında turbidite değerleri benzer yapı sergilemekle beraber, Ocak 2016-Nisan 2016 dönemi süresince en yüksek değerler nehir deşarjı etkisi altında olan nehir ağzı istasyonunda ilk 10-15 m'lik su kolonunda kaydedilmiştir (Şekil 9). Örnekleme istasyonlarında Mayıs-Haziran 2015 aylarında ölçülen yüksek değerlerin ve Ekim 2016 ayını takiben yüzey sularında artmaya başlayan turbidite değerlerinin yağışlarla beraber artan nehir deşarjından kaynaklandığı düşünülmektedir.

### 3.1.5. Besin elementleri

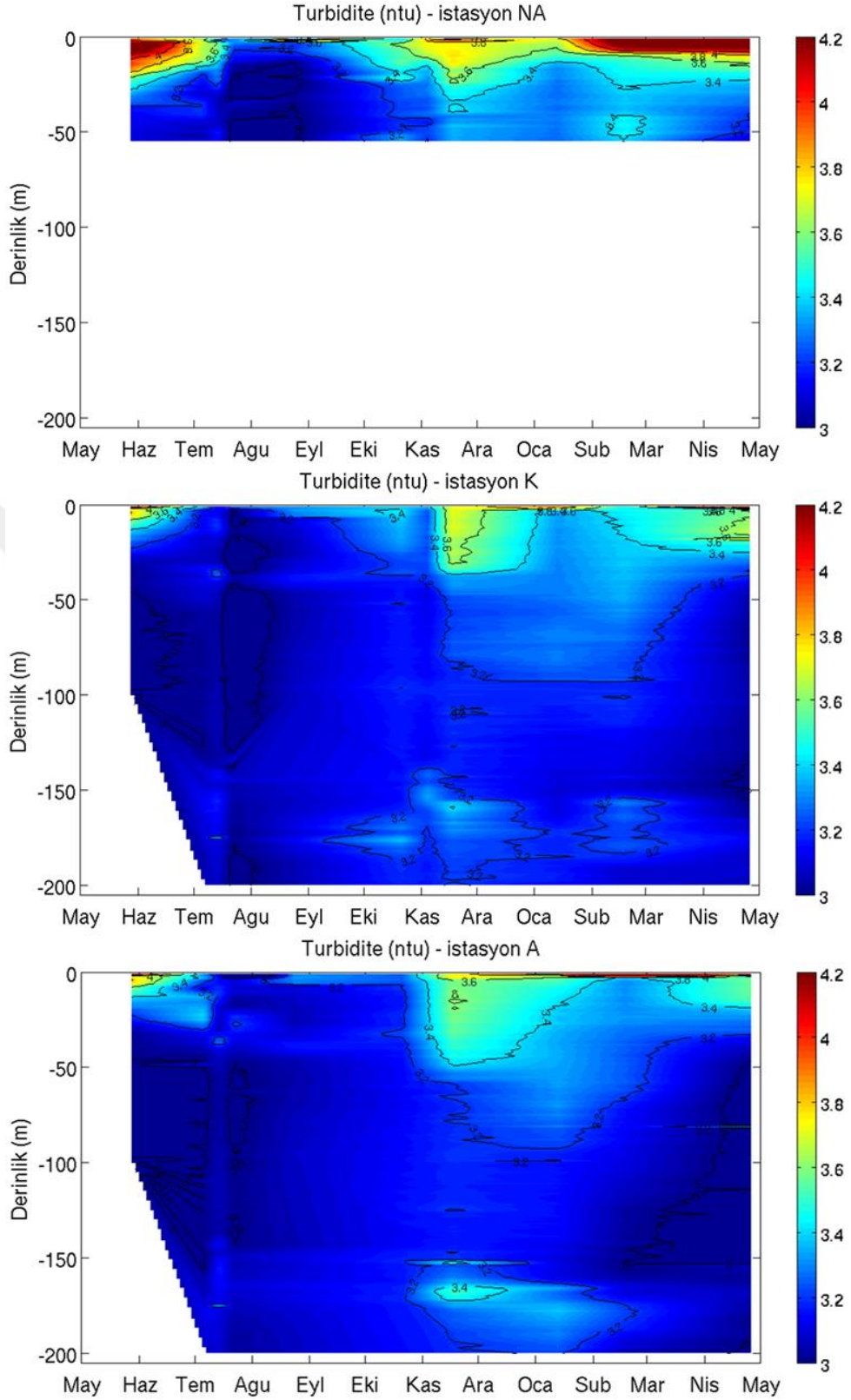
Örnekleme bölgesinde öfotik bölge  $NO_{2+3}$  ortalaması değerlendirildiğinde belirgin bölgesel ve mevsimsel değişimlerin olduğu gözlenmiştir. Örnekleme istasyonlarında öfotik bölge içerisinde yıl boyunca  $NO_{2+3}$  değerleri  $<5 \mu M$  altında bulunmuştur. Nehir ağzı istasyonunda kısmen yüksek  $NO_{2+3}$  değerleri gözlenmiş ve 0,01 (Nisan 2016)-4,01  $\mu M$  (Haziran 2015) arasında değişmiştir. Kıyı ve açık istasyonunda ise  $NO_{2+3}$  değerlerinin öfotik bölge ortalaması sırasıyla 0,04-2,69  $\mu M$  ve 0,09-1,52  $\mu M$  arasında değişim göstermiştir. Özellikle kıyı etkisinde uzak açık sularda Karadeniz'in genel yapısı ile uyumlu olarak öfotik bölgenin (%1 ID) altındaki su kolonunda besin elementleri ile çözünmüş oksijen derişimleri arasında ters bir ilişki gözlenmiştir. Partikül organik maddenin bakterilerce parçalanması esnasında difüzyon yolu ile oksijen girdi hızının yetersiz kalması sonucu oksijen konsantrasyonunun dramatik bir şekilde azaldığı oksiklin tabakası içerisinde  $NO_{2+3}$  belirgin bir artış göstermiş, suboksik sulardan anoksik sulara doğru inildikçe (sigma-t 15,4-16,2)  $NO_{2+3}$  konsantrasyonu hızlı bir düşüş sergilemiştir (Şekil 10).

Öfotik bölge fosfat konsantrasyonu nehir ağzında 0,001-1,76  $\mu M$ , kıyı istasyonunda 0,001-1,20  $\mu M$  ve açık istasyonunda 0,02-6,62  $\mu M$  arasında değişim göstermiştir. Özellikle Mayıs-Ağustos 2015 arasında yapılan haftalık/iki haftalık periyotta ölçümler bölgede besin elementi dinamiğinin ne denli değişken olduğunu ortaya koymaktadır. Fosfat profilleri kıyından açığa doğru gidildikçe farklılıklar sergilemiştir. Özellikle Kasım-Ocak periyodunda suboksik tabakada (sigma-t 15,4-16,2) artış sergilemiş ve anoksik suların üst sınırında en yüksek değerlere ulaşmıştır (Şekil

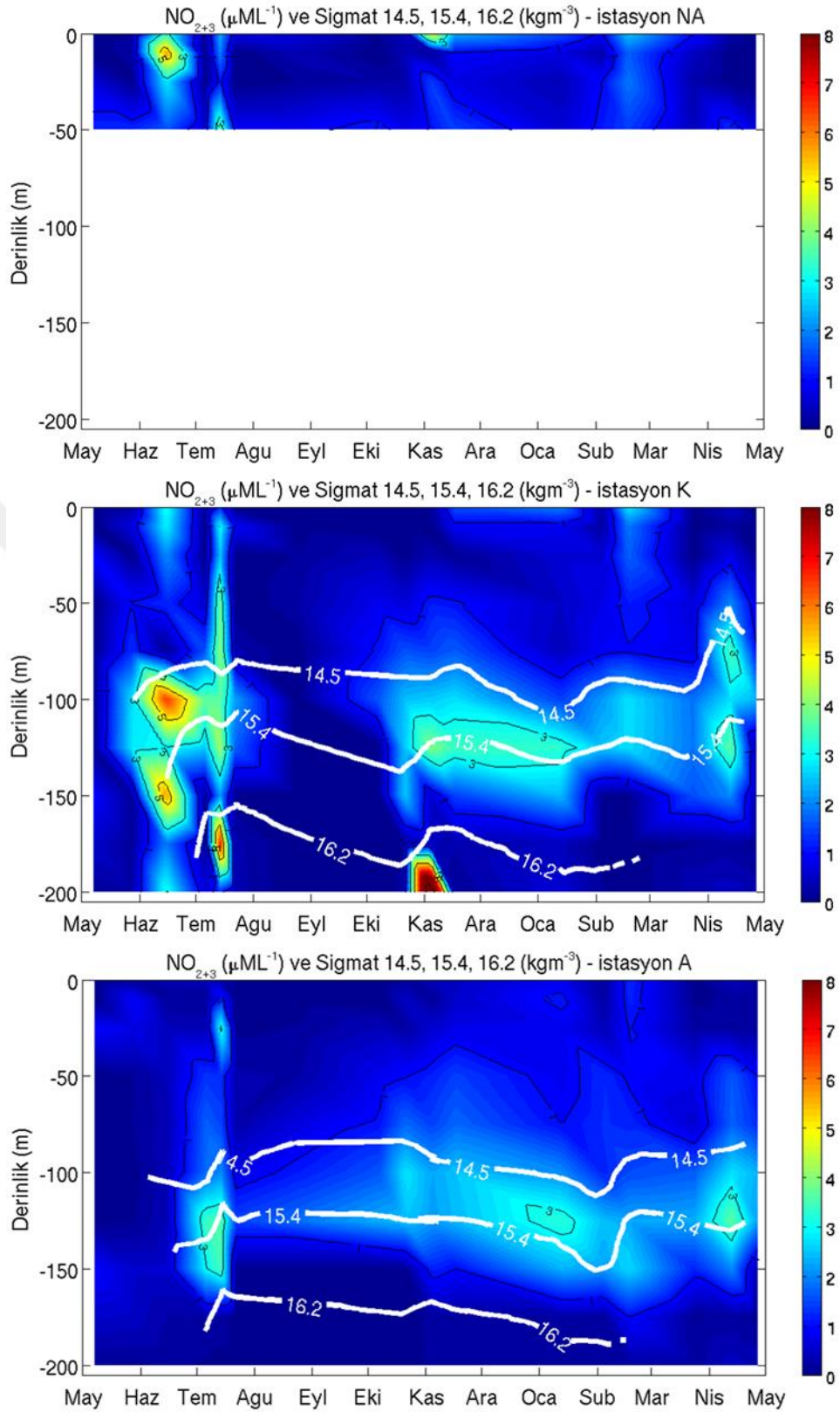
11). Karadeniz'in genelinde gözlenen bu artış fosfat iyonlarının metal oksitlere tutunarak taşındığı anoksik sularda indirgenerek katı fazdan ayrılarak tekrar sucul ortama geçmesinden kaynaklandığı bilinmektedir.

Silikat örnekleme bölgesinde Karadeniz'in besin elementi dinamiğine uygun olarak derinliğe bağlı artış sergilemiştir. Öfotik bölge silikat konsantrasyonu nehir ağzında 0,27-6,87  $\mu\text{M}$ , kıyı istasyonunda 0,30-7,53  $\mu\text{M}$  ve açık sularda 0,52-5,94  $\mu\text{M}$  arasında değişim göstermiştir. Öfotik bölge içerisindeki en yüksek değerler tüm istasyonlarda dikey karışımların süregeldiği Şubat ayında belirlenmiştir (Şekil 12).



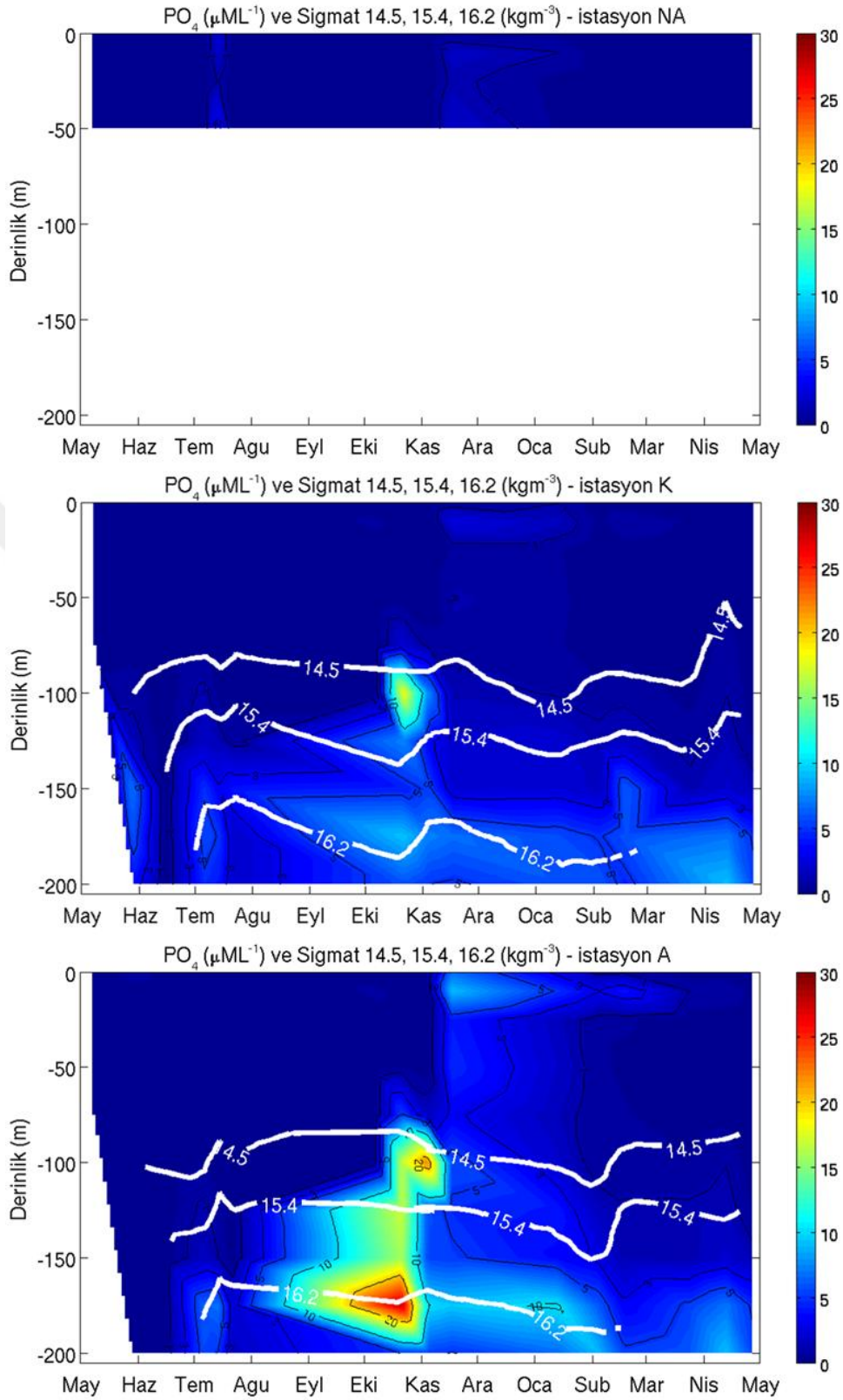


**Şekil 9.** Örnekleme istasyonlarına ait turbidite profilleri (NA: nehir ağzı, K: kıyı, A: açık).

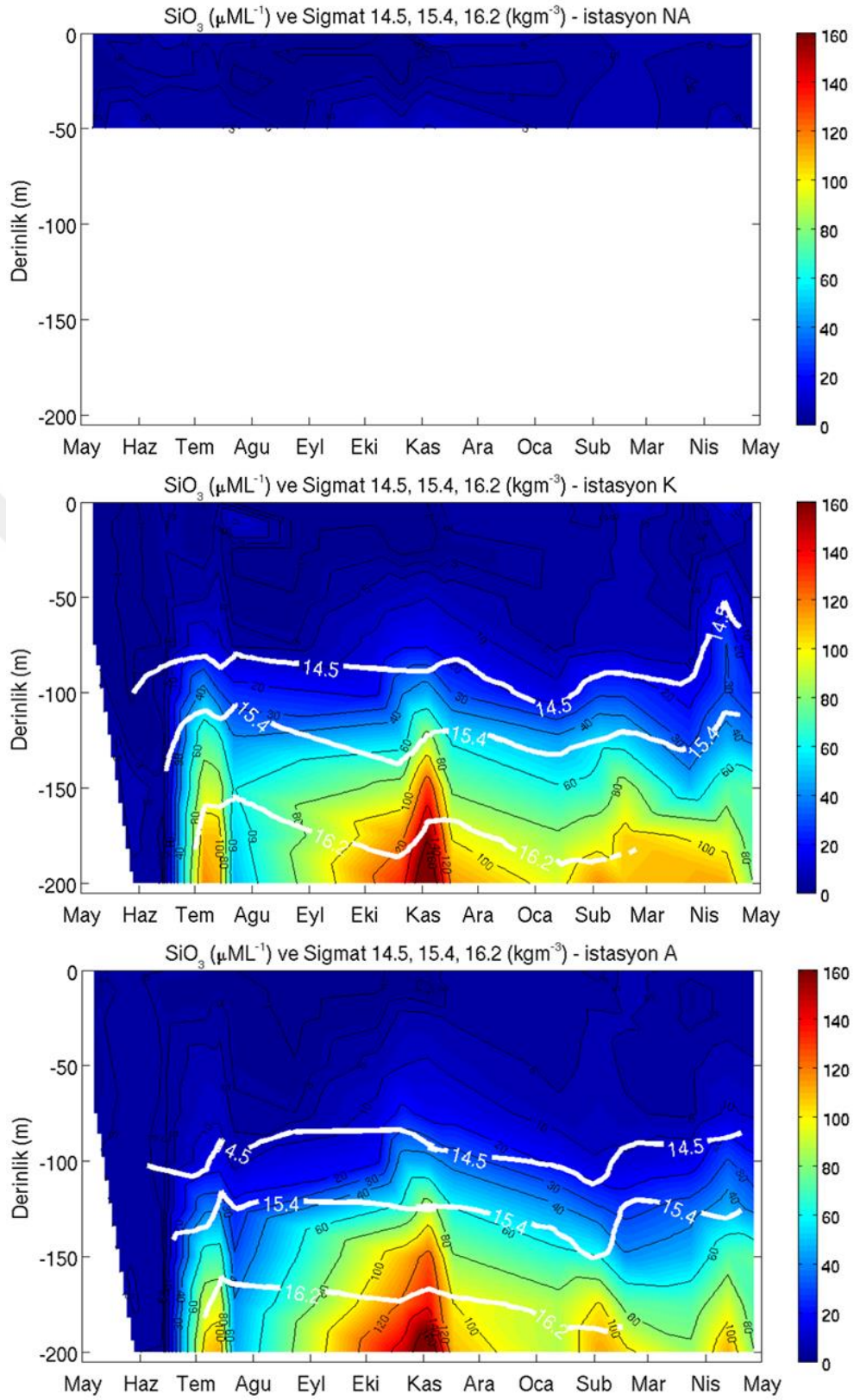


**Şekil 10.** Örnekleme istasyonlarına ait nitrit+nitrat profilleri (NA: nehir ağzı, K: kıyı, A: açık).





**Şekil 11.** Örnekleme istasyonlarına ait fosfat profilleri (NA: nehir ağzı, K: kıyı, A: açık).



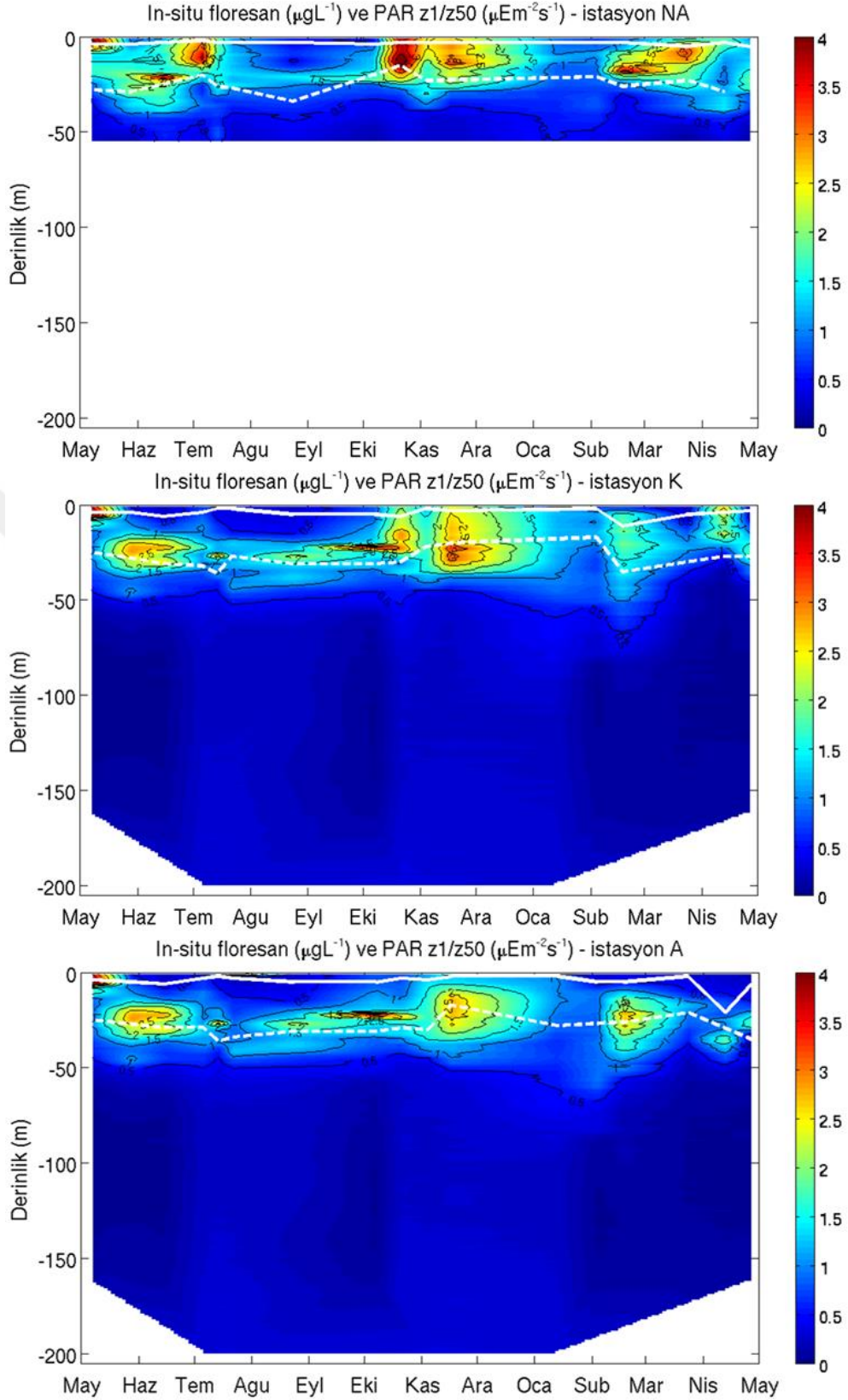
**Şekil 12.** Örnekleme istasyonlarına ait silikat profilleri (NA: nehir ağzı, K: kıyı, A: açık).

### 3.1.6. Fotosentetik Aktif Radyasyon (PAR) ve Klorofil-*a*

İstasyonlarda gerçekleştirilen fotosentetik aktif radyasyon (PAR) ölçümlerine göre, %50 ışık derinliği nehir ağzında 2-5 m, kıyı istasyonunda 2-10 m ve açık istasyonda 2-14 m arasında gözlenmiştir. Nehir deşarjı etkisi altında olan nehir ağzı istasyonunda öfotik bölge derinliği 15-36 m arasında, kıyı istasyonunda 21-36 m ve açık istasyonunda ise 17-37 m arasında belirlenmiştir (Şekil 13).

Örnekleme istasyonlarında yüzey sularında öfotik bölge klorofil-*a* (Chl-*a*) değerleri yıl içerisinde bölgesel ve mevsimsel değişimler sergilemiştir. Örnekleme istasyonlarında en yüksek klorofil-*a* değerlerine yüzey altı derinliklerde, genellikle öfotik bölge alt sınırında (PAR %1) rastlanılmıştır (Şekil 13). Nehir ağzı istasyonu örnekleme süresince en yüksek klorofil-*a* değerlerini sergilerken, klorofil-*a* değerleri kıyıdan açığa doğru azalma eğilimi göstermiştir. Öfotik bölge klorofil-*a* değerleri nehir ağzı istasyonunda 0,79 (Ağustos)-3,11  $\mu\text{g.l}^{-1}$  (Ekim), kıyı istasyonunda 0,73 (Mart)-2,78  $\mu\text{g.l}^{-1}$  (Kasım) ve açık istasyonunda 0,67 (Temmuz)-2,29  $\mu\text{g.l}^{-1}$  (Kasım) arasında değişim göstermiştir.





**Şekil 13.** Örnekleme istasyonlarına in-situ floresan profilleri (NA: nehir ağzı, K: kıyı, A: açık). Düz beyaz çizgi %50 ışık derinliğini, kesik beyaz çizgi %1 ışık derinliğini (öfotik bölge alt sınırı) göstermektedir.

### 3.2. *Noctiluca scintillans* Dinamiği

Örnekleme istasyonlarında Mayıs 2015-Nisan 2016 tarihleri arasında *Noctiluca scintillans*'a ait hücre bolluğu, hücre çapı, hücre hacmi ve biyoması incelenmiştir. Nehir ağzında yüzey suyunun ilk 100 m'sinden alınan örneklerde *Noctiluca scintillans* hücrelerine tüm seferlerde rastlanılmıştır. Hücre bolluğu 16 hücre.m<sup>-3</sup> (Nisan 2016 sonu) ve 5567 hücre.m<sup>-3</sup> (Haziran 2015) değerleri arasında değişmiştir (Tablo 2). Hücre çapı 489-644 µm, hücre hacmi 0,06-0,14 mm<sup>-3</sup>, biyomas 0,22-74,05 mgC.m<sup>-3</sup> değerleri arasında değişmiştir.

**Tablo 2.** Nehir ağzı istasyonunda *Noctiluca scintillans*'a ait hücre çapı (±standart sapma), hacmi, hücre bolluğu ve biyoması.

Tarih	Çap±std (µm)	Hacim (mm <sup>-3</sup> )	Bolluk (hücre.m <sup>-3</sup> )	Biyomas (mgC.m <sup>-3</sup> )
07.05.2015	639±59	0,14	3777	50,23
28.05.2015	553±61	0,09	3556	47,29
15.06.2015	489±36	0,06	5567	74,05
06.07.2015	522±182	0,07	18	0,24
14.07.2015	607±46	0,12	180	2,40
22.07.2015	580±125	0,10	43	0,57
24.08.2015	586±27	0,11	160	2,13
07.10.2015	579±65	0,10	575	7,64
21.10.2015	594±113	0,11	98	1,30
04.11.2015	635±69	0,13	225	3,00
23.11.2015	626±40	0,13	389	5,18
13.01.2016	576±84	0,10	30	0,39
04.02.2016	601±64	0,11	103	1,36
18.02.2016	540±47	0,08	3395	45,15
24.03.2016	599±66	0,11	3065	40,77
13.04.2016	644±64	0,14	1813	24,11
27.04.2016	543±96	0,08	16	0,22

Kıyı istasyonunda yüzeyden ilk 200 m'lik su kolonundan alınan örneklerde *Noctiluca scintillans* hücrelerine tüm seferlerde rastlanılmıştır. Hücre bolluğu 6 hücre.m<sup>-3</sup> (Temmuz 2015 sonu) ve 2429 hücre.m<sup>-3</sup> (Mayıs 2015 sonu) değerleri arasında değişmiştir. Hücre çapı 508-641 µm, hücre hacmi 0,07-0,14 mm<sup>-3</sup>, biyomas 0,9-32,31 mgC.m<sup>-3</sup> değerleri arasında değişmiştir (Tablo 3).

**Tablo 3.** Kıyı istasyonunda *Noctiluca scintillans*'a ait hücre çapı ( $\pm$ standart sapma), hacmi, hücre bolluğu ve biyoması.

Tarih	Çap $\pm$ std ( $\mu\text{m}$ )	Hacim ( $\text{mm}^{-3}$ )	Bolluk (hücre. $\text{m}^{-3}$ )	Biyomas ( $\text{mgC}.\text{m}^{-3}$ )
07.05.2015	619 $\pm$ 69	0,12	1834	24,39
28.05.2015	541 $\pm$ 71	0,08	2429	32,31
15.06.2015	539 $\pm$ 77	0,08	1745	23,20
06.07.2015	606 $\pm$ 111	0,12	42	0,56
14.07.2015	593 $\pm$ 201	0,11	24	0,32
22.07.2015	600 $\pm$ 60	0,11	6	0,09
24.08.2015	601 $\pm$ 40	0,11	87	1,16
07.10.2015	632 $\pm$ 85	0,13	1135	15,10
21.10.2015	600 $\pm$ 60	0,11	7	0,09
04.11.2015	641 $\pm$ 72	0,14	154	2,05
23.11.2015	625 $\pm$ 41	0,13	201	2,68
13.01.2016	579 $\pm$ 96	0,10	48	0,64
04.02.2016	538 $\pm$ 102	0,08	52	0,69
18.02.2016	508 $\pm$ 54	0,07	1027	13,66
24.03.2016	622 $\pm$ 72	0,13	1241	16,51
13.04.2016	592 $\pm$ 86	0,11	968	12,87
27.04.2016	632 $\pm$ 101	0,13	788	10,48

Açık istasyonunda teknik aksaklık ve uygun olmayan hava koşulları dolayısı ile Mayıs başı ve Ağustos seferlerinde ilk 200 m'lik su kolonundan *Noctiluca scintillans* örneği alınamamıştır. Temmuz ayının ilk ve son örnekleme ile Ekim sonundaki örneklemede ise *Noctiluca scintillans* hücrelerine rastlanılmamıştır. Çalışma süresince en yüksek *Noctiluca scintillans*'ın hücre bolluğu ( $3889 \text{ hücre}.\text{m}^{-3}$ ) Mayıs sonunda gerçekleştirilen örneklemede tespit edilmiştir. Hücre çapı  $410\text{-}663 \mu\text{m}$ , hücre hacmi  $0,05\text{-}0,15 \text{ mm}^{-3}$ , biyomas  $0\text{-}51,72 \text{ mgC}.\text{m}^{-3}$  değerleri arasında değişmiştir (Tablo 4).

**Tablo 4.** Açık istasyonunda *Noctiluca scintillans*'a ait hücre çapı ( $\pm$ standart sapma), hacmi, hücre bolluğu ve biyoması.

Tarih	Çap $\pm$ std ( $\mu\text{m}$ )	Hacim ( $\text{mm}^{-3}$ )	Bolluk (hücre. $\text{m}^{-3}$ )	Biyomas ( $\text{mgC}.\text{m}^{-3}$ )
07.05.2015	-	-	-	-
28.05.2015	586 $\pm$ 82	0,11	3889	51,72
15.06.2015	525 $\pm$ 80	0,08	1628	21,66
06.07.2015	0	0	0	0,00
14.07.2015	617 $\pm$ 55	0,12	87	1,16
22.07.2015	0	0	0	0,00
24.08.2015	-	-	-	-
07.10.2015	616 $\pm$ 72	0,12	500	6,65
21.10.2015	0	0	0	0,00
04.11.2015	618 $\pm$ 38	0,12	177	2,35
23.11.2015	658 $\pm$ 51	0,15	142	1,88
13.01.2016	410 $\pm$ 97	0,04	49	0,66
04.02.2016	609 $\pm$ 56	0,12	107	1,43
18.02.2016	556 $\pm$ 89	0,09	1239	16,48
24.03.2016	620 $\pm$ 48	0,12	1132	15,06
13.04.2016	663 $\pm$ 69	0,15	1404	18,67
27.04.2016	605 $\pm$ 61	0,12	693	9,22

Çalışma süresince *Noctiluca scintillans*'a ait hücre bolluğu değerleri nehir ağzında ( $1353\pm 1795$  hücre. $\text{m}^{-3}$ ) açığa gidildikçe ( $736\pm 1042$  hücre. $\text{m}^{-3}$ ) azalma eğilimi göstermiştir. Örnekleme istasyonlarında birbirine benzer şekilde Mayıs-Haziran 2015 ve Şubat-Nisan 2016 periyotlarında *Noctiluca scintillans* bolluğunda artış gözlenmiştir. En büyük boyutlu hücreler ( $591\pm 41$  hücre. $\text{m}^{-3}$ ) kıyı istasyonunda belirlenmiştir. Ancak bolluk değerleri yüksek olmasından dolayı en yüksek biyomas değerleri de nehir ağzında ( $18\pm 23$  hücre. $\text{m}^{-3}$ ) tespit edilmiştir.

Örnekleme istasyonlarında *Noctiluca scintillans* ile fiziksel ve biyolojik değişkenler arasında gerçekleştirilen Spearman-Rank Order korelasyonu sonuçları Tablo 5'te sunulmuştur. Çalışma bölgesinde *Noctiluca scintillans* hücre bolluğu fiziksel parametrelerden yalnızca tuzluluk ile nehir ağzı istasyonunda istatistiksel bakımından önemli bir ilişki sergilemiştir ( $R^2=0,60$ ,  $p<0,05$ ). *Noctiluca scintillans* biyoması diğer fiziksel faktörler ile istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki sergilememiştir ( $p>0,05$ ) (Tablo 5). Örnekleme istasyonlarından yalnızca açık istasyonunda Chl-*a* ile *Noctiluca*

*scintillans* bolluk ( $R^2=-0,81$ ,  $p<0,05$ ) ve biyoması ( $R^2=-0,62$ ,  $p<0,05$ ) arasında istatistiksel açıdan önemli negatif bir ilişki bulunmuştur. *Noctiluca scintillans* bolluk ve biyoması fitoplankton ve mikrozooplankton bolluk ve biyoması ile nehir ağzı istasyonunda istatistiksel açıdan önemli bir ilişki sergilemezken, kıyı istasyonunda yalnızca fitoplankton bolluğu ile *Noctiluca scintillans* bolluk ( $R^2=-0,55$ ,  $p<0,05$ ) ve biyoması ( $R^2=-0,60$ ,  $p<0,05$ ) arasında istatistiksel olarak önemli negatif yönlü bir ilişki bulunmuştur (Tablo 5).

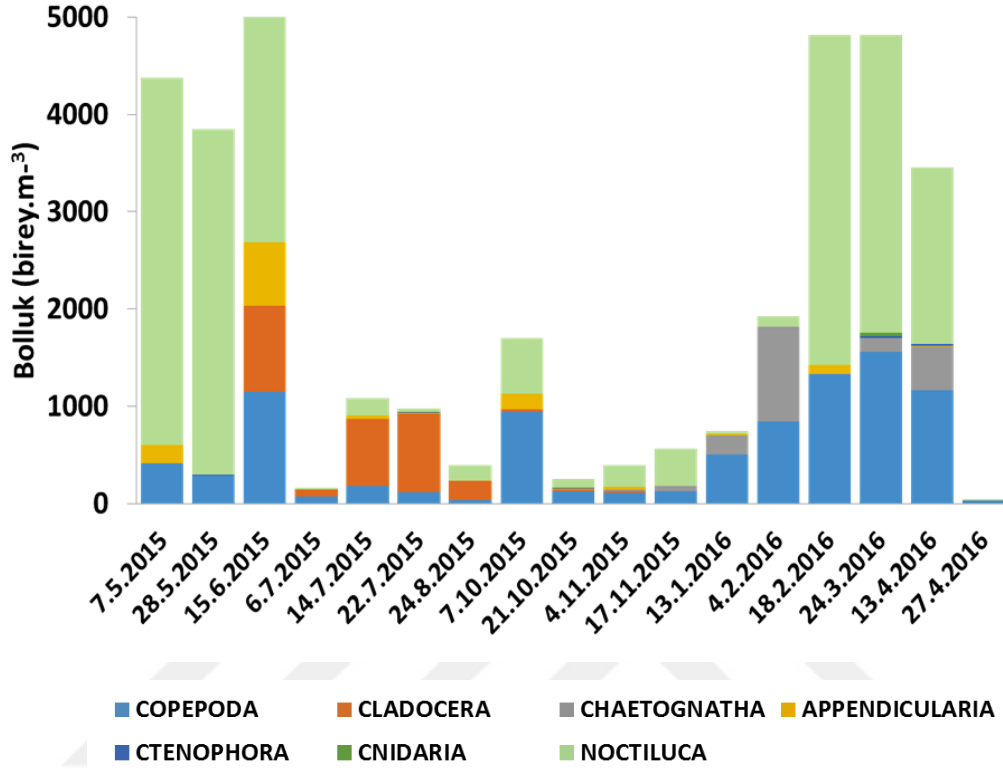
**Tablo 5.** Örnekleme istasyonlarında *Noctiluca scintillans* ile fiziko-kimyasal ve biyolojik parametreler arasında gerçekleştirilen Spearman-Rank Order korelasyonu sonuçları (n=50, \*  $p<0,05$ ).

	NA		KIYI		AÇIK	
	Bolluk	Biyomas	Bolluk	Biyomas	Bolluk	Biyomas
Sıcaklık	-0,37	-0,41	-0,14	-0,26	-0,14	-0,33
Tuzluluk	<b>0,60*</b>	0,18	0,20	0,26	-0,22	0,11
Çözünmüş Oksijen	0,18	0,52	0,33	0,55	0,43	0,57
Turbidite	0,20	0,67	0,19	0,48	0,14	0,21
Klorofil-a	0,28	-0,26	-0,40	-0,34	<b>-0,81*</b>	<b>-0,62*</b>
Fitoplankton bolluk	0,11	-0,28	<b>-0,55*</b>	<b>-0,60*</b>	-0,34	-0,10
Fitoplankton_biyomas	0,23	-0,12	-0,30	-0,39	0,07	0,11
Mikrozooplankton bolluk	-0,17	-	-0,12	-	-0,25	-
Mikrozooplankton biyomas	-0,47	-0,58	-0,18	-0,25	-0,26	-0,17

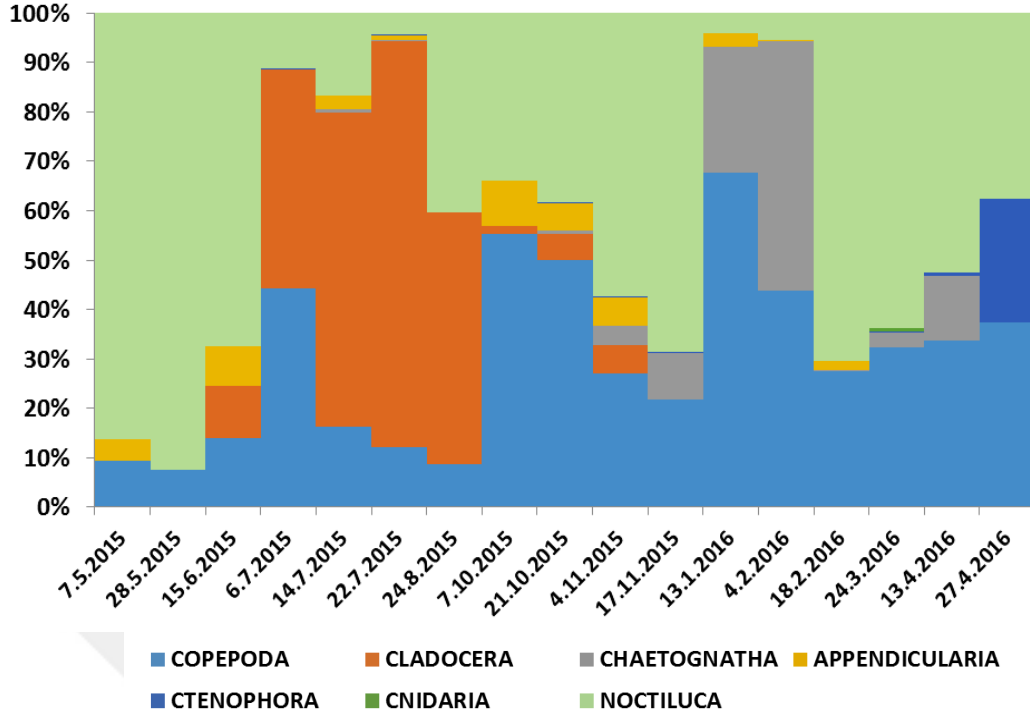
### 3.3. *Noctiluca scintillans*'ın Mesozooplanktona Katkısı

Çalışma süresince nehir ağzı istasyonunda toplam toplam mesozooplankton miktarı örnekleme periyodu boyunca 44 birey.m<sup>-3</sup> (Nisan 2016 sonu)-8251 birey.m<sup>-3</sup> (Mayıs 2015), toplam *Noctiluca scintillans* miktarı 16 hücre.m<sup>-3</sup> (Nisan 2016 sonu) ile 5567 hücre.m<sup>-3</sup> (Haziran 2015) arasında değişmiştir (Şekil 14). *Noctiluca scintillans* toplam mesozooplanktona yıl boyunca %4 ile %92 arasında katılım göstermiştir. *Noctiluca scintillans*'ın toplam mesozooplanktona katılımının en düşük olduğu (43 hücre.m<sup>-3</sup>) Temmuz sonunda toplam mesozooplankton (979 birey.m<sup>-3</sup>) içinde cladocera baskınlığı söz konusu olmuştur. *Noctiluca scintillans*'ın toplam mesozooplanktona katılımının en

yüksek olduğu Mayıs başında ise toplam mesozooplankton ( $4379 \text{ birey.m}^{-3}$ ) içindeki *Noctiluca scintillans* miktarı  $3777 \text{ hücre.m}^{-3}$  olarak belirlenmiştir (Şekil 15).

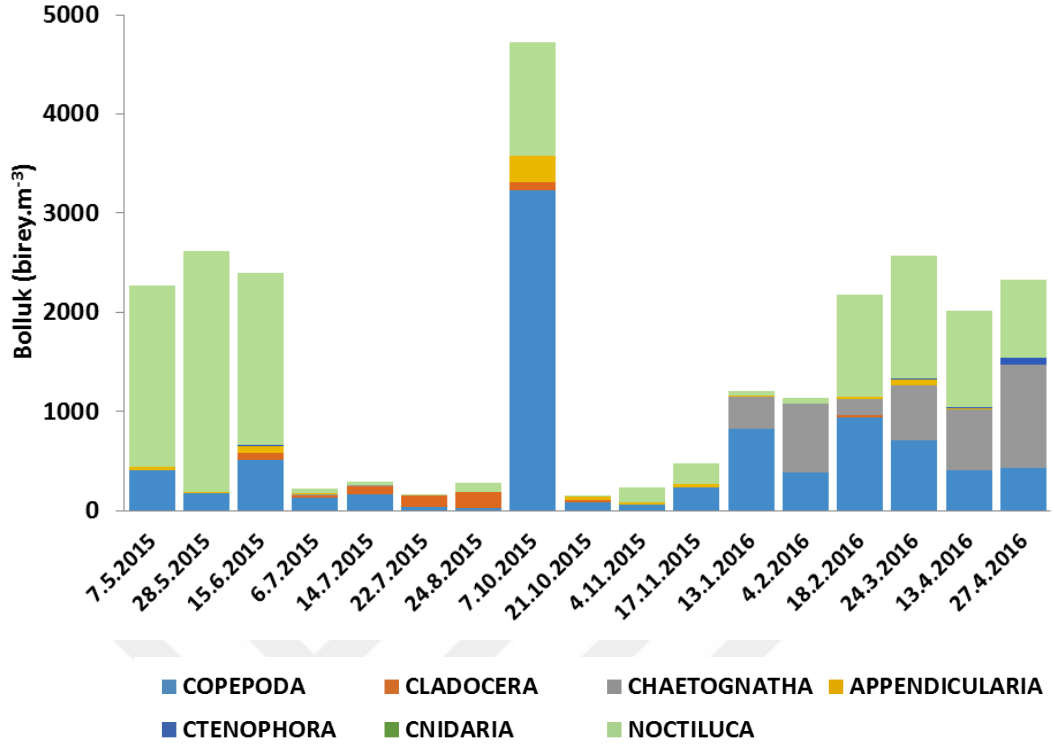


Şekil 14. Nehir ağzı istasyonunda toplam mesozooplankton bolluğu.

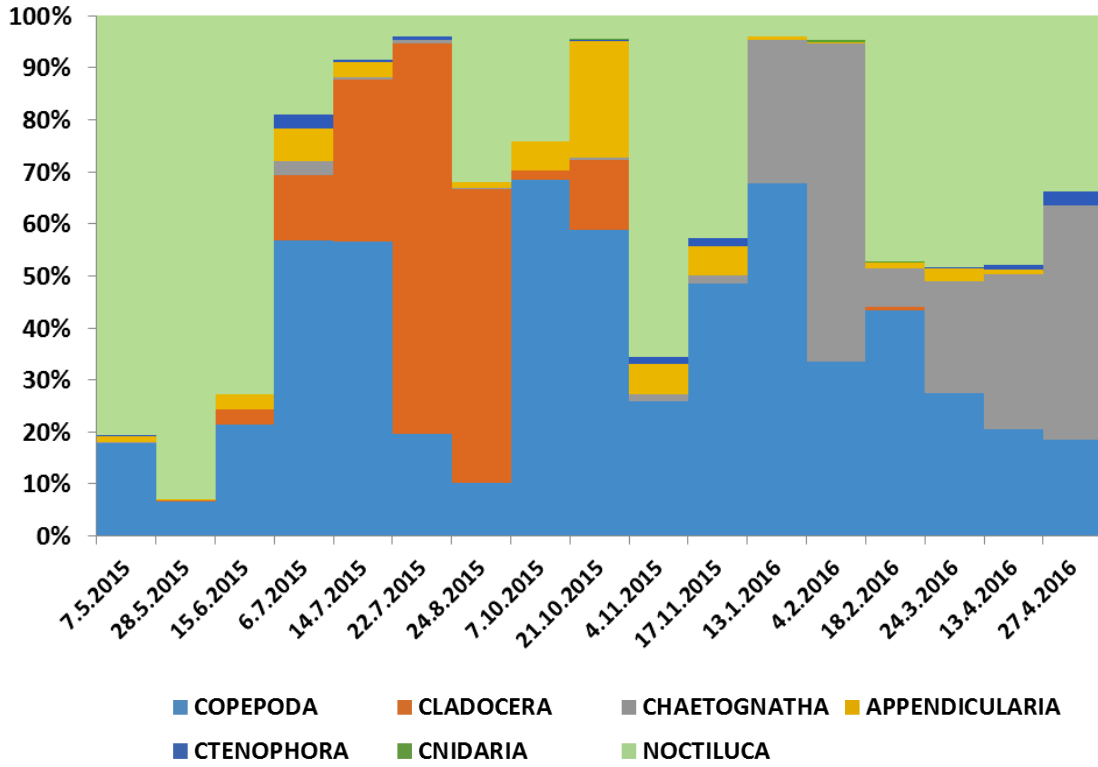


Şekil 15. Nehir ağızı istasyonuna ait grupların toplam mesozooplankton katılımı.

Kıyı istasyonunda örnekleme periyodu boyunca toplam mesozooplanktonun en düşük ve en yüksek miktarı Kasım 2015’de yapılan seferlerde gözlenmiş ve 148-4720 birey.m<sup>-3</sup> arasında değişmiştir. *Noctiluca scintillans*’ın bolluğu 6 hücre.m<sup>-3</sup> (Temmuz 2015 sonu)-2429 hücre.m<sup>-3</sup> (Mayıs 2015 sonu) olarak tespit edilmiştir (Şekil 16). Kıyı istasyonunda *Noctiluca scintillans*’ın toplam mesozooplanktona katılımı %3-91 arasında değişmiştir. Nehir ağızı istasyonunda olduğu gibi kıyı istasyonunda da *Noctiluca scintillans*’ın toplam mesozooplanktona en düşük katılımını (6 hücre.m<sup>-3</sup>) Temmuz 2015 sonunda yapmış ve toplam mesozooplankton (163 birey.m<sup>-3</sup>) içinde cladocera baskın grup olmuştur. *Noctiluca scintillans*’ın toplam mesozooplanktona katılımının en yüksek olduğu Mayıs 2015 sonunda ise toplam mesozooplankton (2613 birey.m<sup>-3</sup>) içindeki *Noctiluca scintillans* miktarı 2429 hücre.m<sup>-3</sup> olarak belirlenmiştir (Şekil 17).



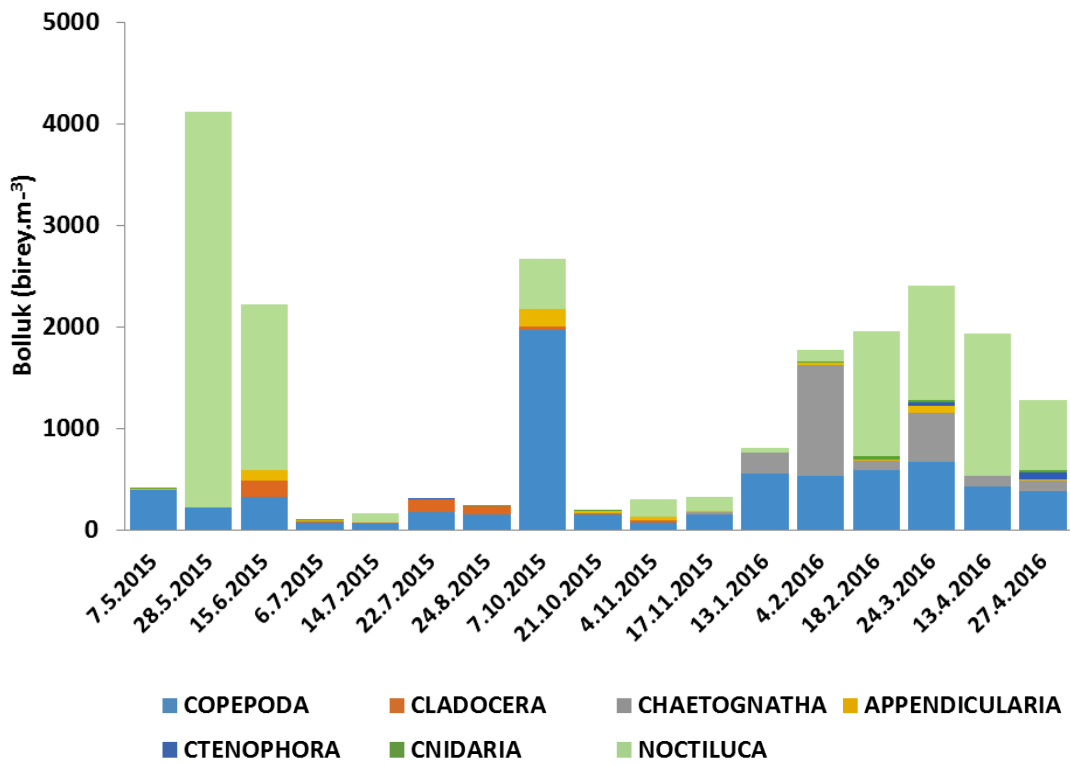
Şekil 16. Kıy1 istasyonuna ait toplam mesozooplankton bolluğu.



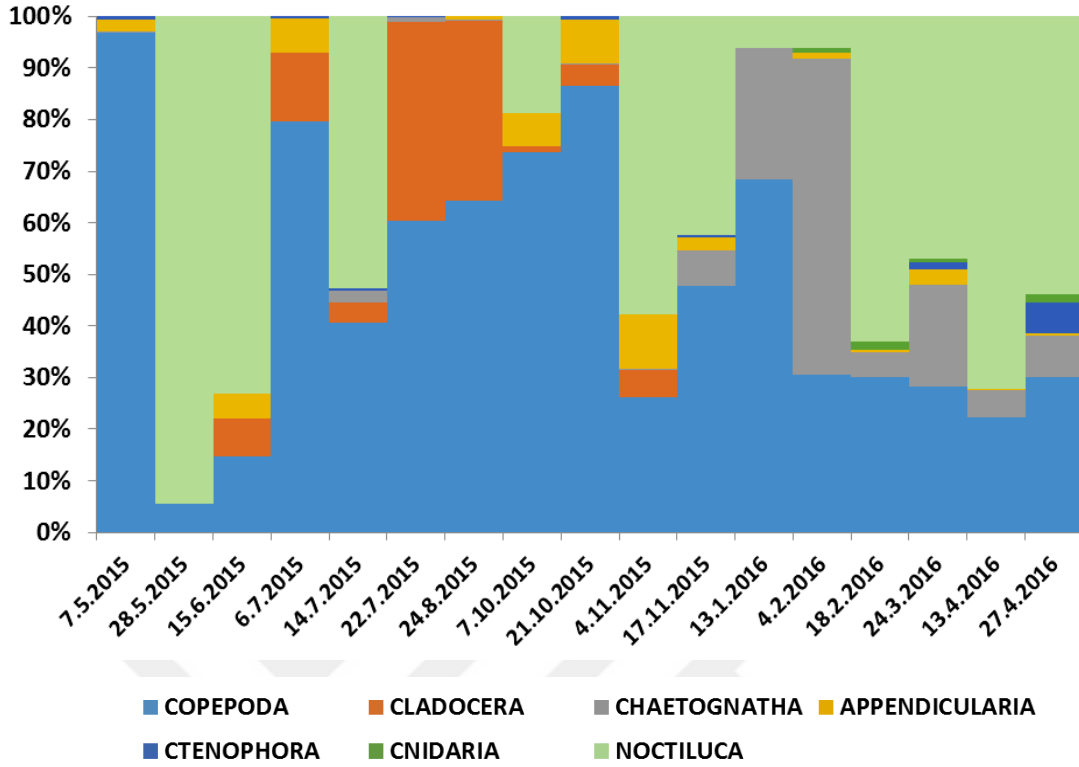
Şekil 17. Kıy1 istasyonuna ait grupların toplam mesozooplankton katılımı.



Açık istasyonunda toplam mesozooplankton miktarı örnekleme periyodu boyunca 97 (Temmuz 2015)-4118 (Mayıs 2015) birey.m<sup>-3</sup> arasında değişmiştir. Yıl boyunca, Temmuz ayının ilk ve son haftası ve Ekim 2015 örneklemelerinde ilk 200 m'lik su kolonunda *Noctiluca scintillans* hücrelerine rastlanılmamış en yüksek hücre bolluğu 3889 hücre.m<sup>-3</sup> ile Mayıs 2015 sonu örneklemeğinde belirlenmiştir (Şekil 18). Bu dönemlerde toplam mesozooplankton içinde baskın grup copepoda olmuştur *Noctiluca scintillans*'ın katılımının en yüksek olduğu Mayıs ayı sonunda toplam mesozooplankton (4118 birey.m<sup>-3</sup>) içindeki *Noctiluca scintillans*'ın miktarı 3889 hücre.m<sup>-3</sup> olmuştur (Şekil 19).



Şekil 18. Açık istasyonuna ait toplam mesozooplankton bolluğu.



**Şekil 19.** Açık istasyonuna ait grupların toplam mesozooplankton katılımı.

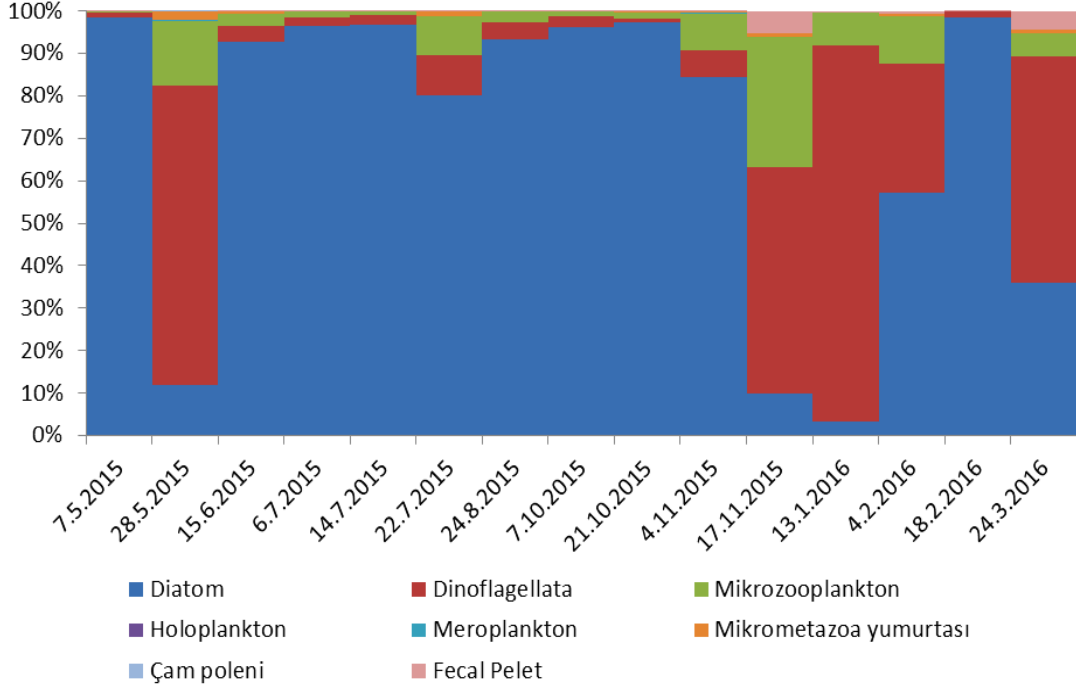
Genel olarak mesozooplankton değerlendirildiğinde, toplam mesozooplankton ve *Noctiluca scintillans* bolluğu benzer şekilde nehir ağzından açığa gittikçe azalma eğilim sergilemiştir. Örnekleme periyodu boyunca *Noctiluca scintillans* toplam mesozooplanktona %0 (açık; Temmuz, Ekim 2015) ile %94 (açık; Mayıs 2015) arasında katılımda bulunmuştur.

### 3.4. *Noctiluca scintillans*'ın Beslenme Ekolojisi

*Noctiluca scintillans*'ın besin tercihinin ortaya koyulması için güneydoğu Karadeniz'de üç istasyondan toplanan *Noctiluca scintillans* hücrelerinin tükettikleri av gruplarının besin vakuolündeki incelenmesine eş zamanlı olarak bu av gruplarının su kolonundaki dağılımı da araştırılmıştır.

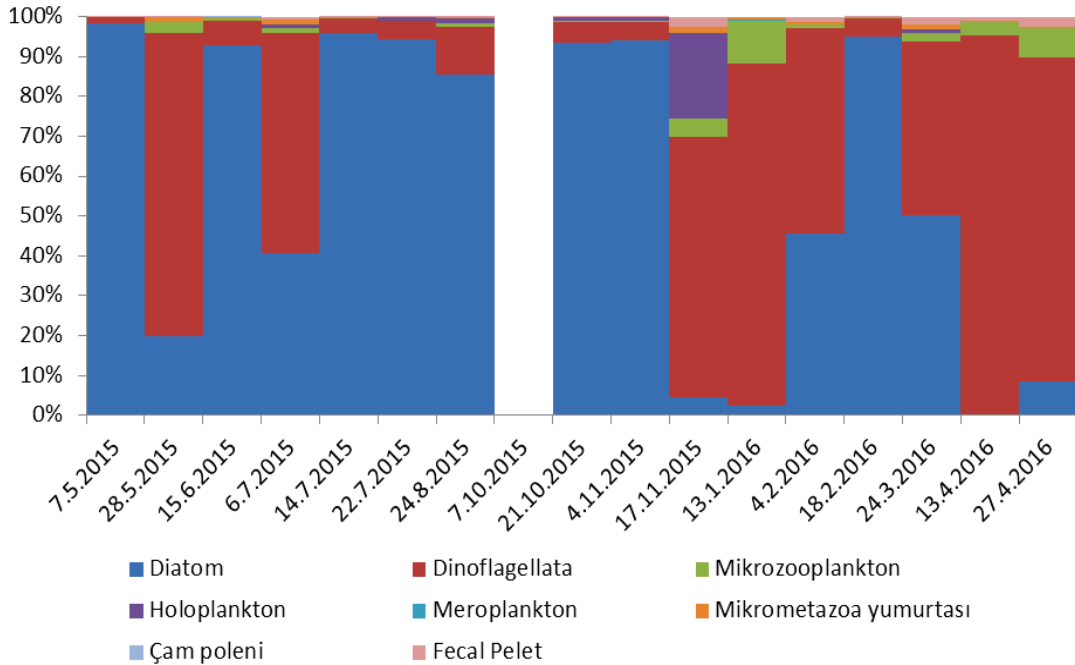
### 3.4.1. *Noctiluca scintillans*'ın Potansiyel Besinlerinin Su Kolonunda Dağılımı

Güneydoğu Karadeniz'de *Noctiluca scintillans* besin vakuolünde rastlanılan besinler değerlendirildiğinde, su kolonundaki potansiyel besinleri diatom, dinoflagellat, mikrozooplankton, mikrometazoa yumurtası, holoplankton ve meroplankton larvası, çam poleni ve fekal pelet olarak sınıflandırılmıştır. Nehir ağzı istasyonunda ilk 50 m'lik su kolonu içinde hücre bollukları diatom için 1-10393 hücre.l<sup>-1</sup>, dinoflagellat için 13-1458 hücre.l<sup>-1</sup>, mikrozooplankton için 0-76 hücre.l<sup>-1</sup>, holoplankton larvası için 0-248 hücre.l<sup>-1</sup>, meroplankton larvası için 0-2 hücre.l<sup>-1</sup>, mikrometazoa yumurtası için 0-42 hücre.l<sup>-1</sup>, ve fekal pelet için 0-18 hücre.l<sup>-1</sup> arasında değişmiş, çam polenine rastlanılmamıştır. Nehir ağzında *Noctiluca scintillans*'ın potansiyel besinlerinin yıl içindeki toplam miktarına katılımı %3-99 oranla en yüksek diatomlar oluşturmuştur. Diatomların katılımının düşük olduğu dönemlerde dinoflagellatlar baskın hale gelmiştir. Geriye kalan grupların toplam av miktarına katılımları %0-19 oranında değişmiştir (Şekil 20).



Şekil 20. Nehir ağzı istasyonunda ilk 50 m'lik su kolonunda dağılım gösteren potansiyel av grupları.

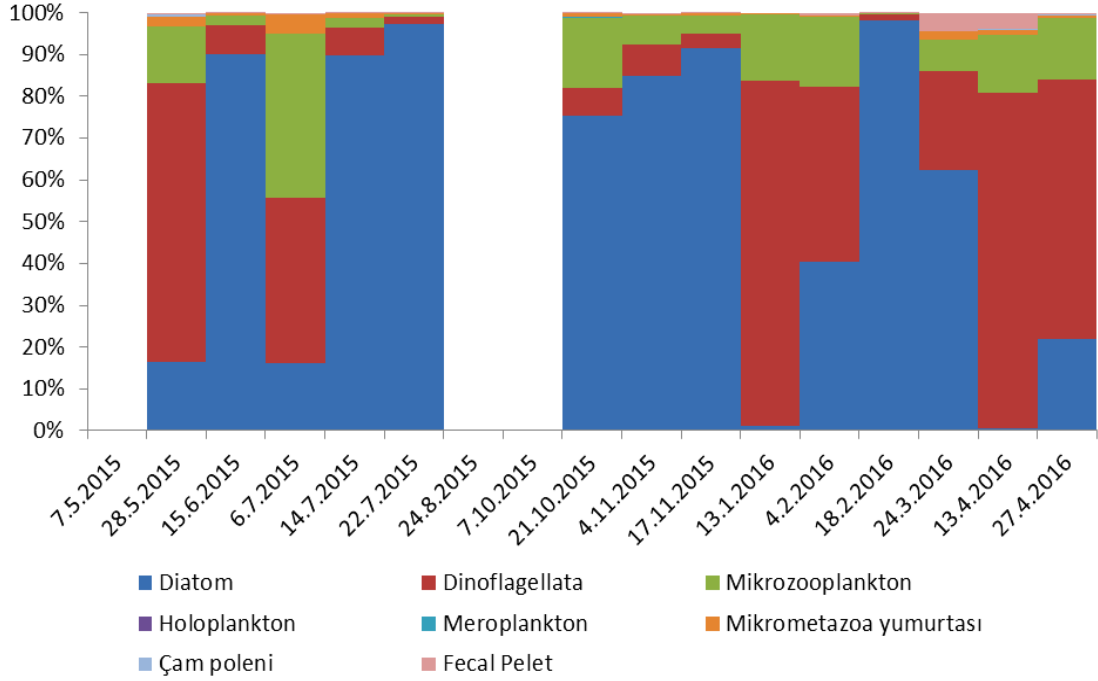
Kıyı istasyonunda teknik aksaklıklardan dolayı Ekim başındaki seferde ilk 50 m su kolonundan örnek alınamamıştır. Yapılan diğer seferlerde ise hücre bollukları diatom 0-12872 hücre.l<sup>-1</sup>, dinoflagellat 28-628 hücre.l<sup>-1</sup>, mikrozooplankton 1-41 hücre.l<sup>-1</sup>, haloplankton larvası 0-121 hücre.l<sup>-1</sup>, meroplankton larvası 0-2 hücre.l<sup>-1</sup>, mikrometazoa yumurtası 0-22 hücre.l<sup>-1</sup> ve fekal pelet 0-11 hücre.l<sup>-1</sup> arasında değişmiş çam polenine rastlanılmamıştır. Yıl içinde *Noctiluca scintillans*'ın toplam potansiyel besin miktarına katılımı en yüksek olan grup %0-98 oranla diatomlar olmuştur. Diatomların katılımının düşük olduğu dönemlerde dinoflagellatlar baskın hale gelmiştir. Geriye kalan tüm grupların toplam av miktarına katılımı %0-30 oranında değişmiştir (Şekil 21).



**Şekil 21.** Kıyı istasyonunda ilk 50 m'lik su kolonunda dağılım gösteren potansiyel av grupları.

Açık istasyonunda teknik aksaklıklardan dolayı Ağustos seferi ile Mayıs ve Ekim başı seferlerinde ilk 50 m'lik su kolonundan örnek alınamamıştır. Gerçekleştirilen diğer seferlerde hücre bollukları yıl içinde diatom için 0-12277 hücre.l<sup>-1</sup>, dinoflagellat 11-2059 hücre.l<sup>-1</sup>, mikrozooplankton 1-75 hücre.l<sup>-1</sup>, haloplankton larvası 0-331 hücre.l<sup>-1</sup>, meroplankton larvası 0-1 hücre.l<sup>-1</sup>, mikrometazoa yumurtası 0-97 hücre.l<sup>-1</sup>, çam poleni 0-1 hücre.l<sup>-1</sup>, fekal pelet 0-5 hücre.l<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. *Noctiluca scintillans*'ın yıl içindeki potansiyel besin miktarına katılımı en yüksek olan grup %1-98 oranla diatomlar olmuştur. Diatomların katılımının düşük olduğu dönemlerde dinoflagellatlar

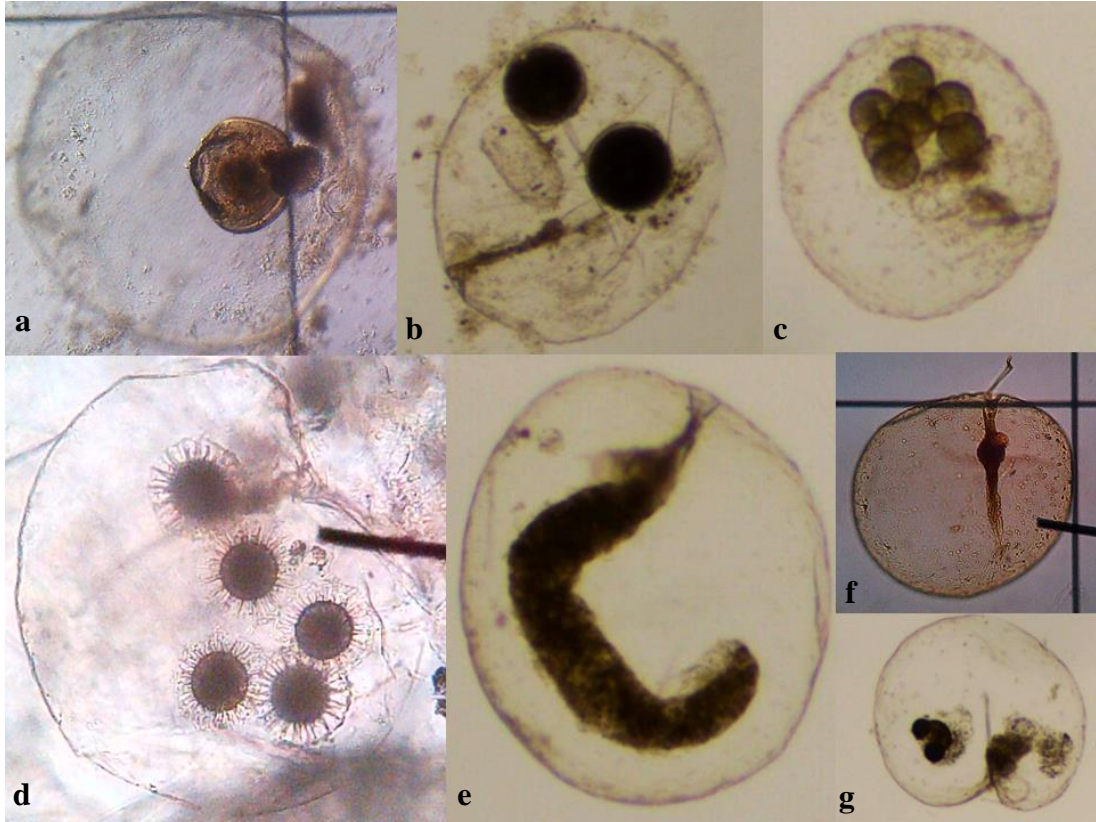
baskın hale gelmiştir. Geri kalan tüm grupların toplam av miktarına katılımları %0-16 arasında değişmiştir (Şekil 22).



Şekil 22. Açık istasyonunda ilk 50 m'lik su kolonunda dağılım gösteren potansiyel av grupları.

### 3.4.2. *Noctiluca scintillans*'ın Besin Tercihî

*Noctiluca scintillans*'ın beslenme ekolojisinin belirlenmesi amacı ile Güneydoğu Karadeniz'de belirlenen üç istasyonda nehir ağzında ilk 100 m'lik, kıyı ve açık sularda ilk 200 m'lik su kolonundan toplanan toplam 6400 *Noctiluca scintillans* hücresi incelenmiş besin tercihi belirlenmeye çalışılmıştır. Mikroskobik incelemeler sonucunda *Noctiluca scintillans*'ın besin vakuolünde diatom (*Chaetoceros* sp., *Coscinodiscus* sp., *Dithylum* sp., *Melosira* sp., *Pseudonitzschia* sp., *Skeletonema* sp., *Thalassionema* sp.), dinoflagellat (*Alexandrium minutum*, *Ceratium fusus*, *Ceratium tripos*, *Dissodinium* sp., *Dinophysis* sp., *Prorocentrum micans*, *Prorocentrum compressum*, *Prorocentrum minimum*, *Protoperidinium* sp., *Scropsiella* sp., dinoflagellat kist), mikrozooplankton (*Tintinnida* sp.), holo- ve meroplankton larvaları, mikrometazoa yumurtası, çam poleni, fekal pelet ve tanımlanamayan besin olmak üzere dokuz adet besin grubuna rastlanılmıştır (Şekil 23).



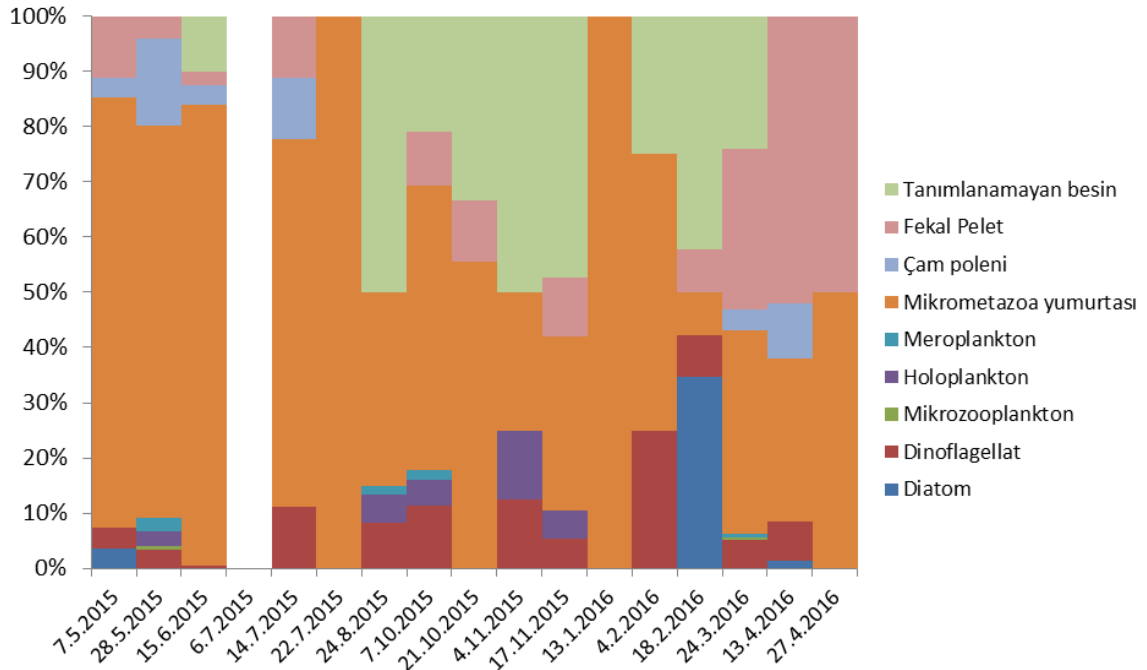
**Şekil 23.** *Noctiluca scintillans*'ın besin vakuolünde rastlanılan bazı besin grupları (a=bivalve larvası, b=kopepod yumurtası ve tintinid siliyat, c=kopepod yumurtası, d=dinoflagellat kisti, e=fekal pellet, f=boş besin vakuolu, g=çam poleni).

Tüketmiş olduğu her bir besini ayrı besin vakuolüne alan *Noctiluca scintillans*, yapılan incelemelerde tek hücre içinde en fazla dört tip av içeren besin vakuolüne rastlanılmıştır. Çalışma süresince *Noctiluca scintillans*'ın besin vakuolü doluluk oranları nehir ağzı istasyonunda %20-100, kıyı istasyonunda %0-70 ve açık istasyonunda %22-100 arasında değişmiştir (Tablo 6).

**Tablo 6.** Örnekleme istasyonlarında *Noctiluca scintillans*'ın besin vakuolü doluluk oranları.

Tarih	Nehir ağızı		Kıyı		Açık	
	% Boş	% Dolu	% Boş	% Dolu	% Boş	% Dolu
07.05.2015	80	20	76	24	-	-
28.05.2015	66	34	70	30	56	44
15.06.2015	51	49	52	48	37	63
06.07.2015	60	40	60	40	-	-
14.07.2015	31	69	100	0	18	82
22.07.2015	43	57	60	40	-	-
24.08.2015	15	85	30	70	-	-
07.10.2015	48	52	52	48	0	100
21.10.2015	44	56	100	0	-	-
04.11.2015	38	62	30	70	20	80
17.11.2015	32	68	60	40	32	68
13.01.2016	0	100	52	48	63	37
04.02.2016	56	44	79	21	21	79
18.02.2016	77	23	84	16	78	22
24.03.2016	60	40	69	31	61	39
13.04.2016	71	29	61	39	52	48
27.04.2016	33	67	76	24	76	24

Teknik aksaklıklardan dolayı nehir ağızı istasyonunda Temmuz ayının ilk örnekleme yapılamamıştır. Nehir ağızında ilk 100 m'lik su kolunda dağılım gösteren *Noctiluca scintillans*'ın besin vakuolü incelenmiştir (Tablo 7). Tek *Noctiluca scintillans* hücrelerinin içinde en fazla üç tip besin grubuna rastlanılmıştır. Yıl içinde vakuolünde en çok rastlanılan besin %100 (Temmuz 2015 sonu ve Ocak 2016) oran ile mikrometazoa yumurtası olarak hesaplanmıştır. Besin vakuolünde sindirilmiş halde bulunan besinler tanımlanamayan besin olarak adlandırılmış ve mikrometazoa yumurtasından sonra besin vakuolünde en çok rastlanılan grup olmuştur. Nisan 2016 tarihinde en çok rastlanılan besin fekal pelet (%50) olmuştur (Şekil 24).



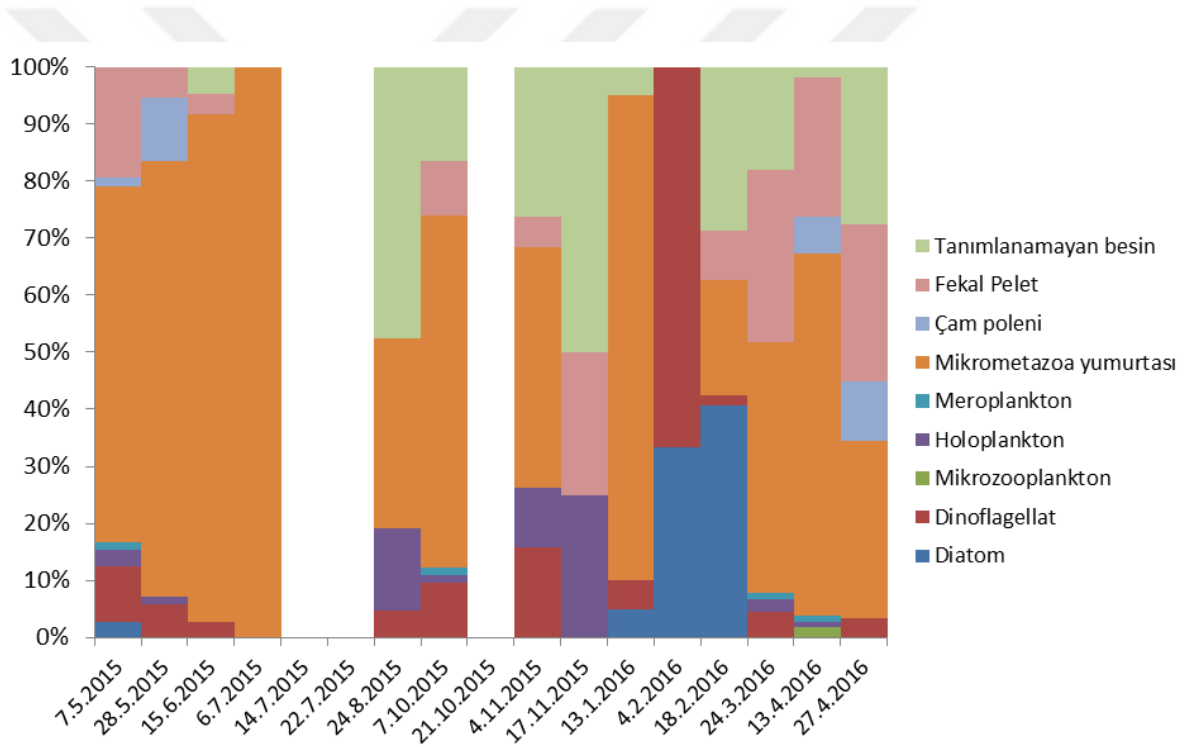
**Şekil 24.** Nehir ağız istasyonunda *Noctiluca scintillans*'ın besin vakuolünde bulunan av türlerinin toplam besin içindeki dağılımı.

**Tablo 7.** Nehir ağız istasyonunda *Noctiluca scintillans* besin vakuolünde av gruplarının rastlanılma frekansları (%F) (Diatom, Dino=dinoflagellat; Mzoo=mikrozooplankton; Holo=holoplankton larvası; Mero=meroplankton larvası; MMY=mikrometazoa yumurtası; Polen=çam poleni; Fekal=fekal pelet; Tanımsız=tanımlanamayan besin.

Tarih	Diatom	Dino	Mzoo	Holo	Mero	MMY	Polen	Fekal	Tanımsız
07.05.2015	4	4	0	0	0	78	4	11	0
28.05.2015	0	3	1	2	2	71	16	4	0
15.06.2015	0	0	0	0	0	83	4	2	10
14.07.2015	0	11	0	0	0	67	11	11	0
22.07.2015	0	0	0	0	0	100	0	0	0
24.08.2015	0	8	0	5	2	35	0	0	50
07.10.2015	0	11	0	5	2	52	0	10	21
21.10.2015	0	0	0	0	0	56	0	11	33
04.11.2015	0	13	0	13	0	25	0	0	50
17.11.2015	0	5	0	5	0	32	0	11	47
13.01.2016	0	0	0	0	0	100	0	0	0
04.02.2016	0	25	0	0	0	50	0	0	25
18.02.2016	35	8	0	0	0	8	0	8	42
24.03.2016	0	5	1	0	1	37	4	29	24
13.04.2016	1	7	0	0	0	30	10	52	0
27.04.2016	0	0	0	0	0	50	0	50	0



Teknik aksaklıklardan dolayı kıyı istasyonunda Temmuz ayının son iki örnekleme ile Ekim ayının son örnekleme gerçekleştirilmemiştir. Kıyıda ilk 200 m'lik su konunda dağılım gösteren *Noctiluca scintillans*'ın besin vakuölü incelenmiştir. *Noctiluca scintillans* hücrelerinin içinde en fazla dört tip besin grubuna (mikrometazoa yumurtası, mikrometazoa yumurtası, fekal pelet, çam poleni) rastlanılmıştır. Örnekleme periyodu boyunca mikrometazoa yumurtası *Noctiluca scintillans* besin vakuölünde daima en çok rastlanılan av olmuştur. Mikrometazoa yumurtasından sonra besin vakuölünde en ok rastlanılan besinler tanımlanamayan besinler ve fekal pelet olmuştur. Şubat ayının başında gerçekleştirilen örneklemede *Noctiluca scintillans* besin vakuölünde yalnızca diatom ve dinoflagellata rastlanılmıştır (Tablo 8)(Şekil 25).

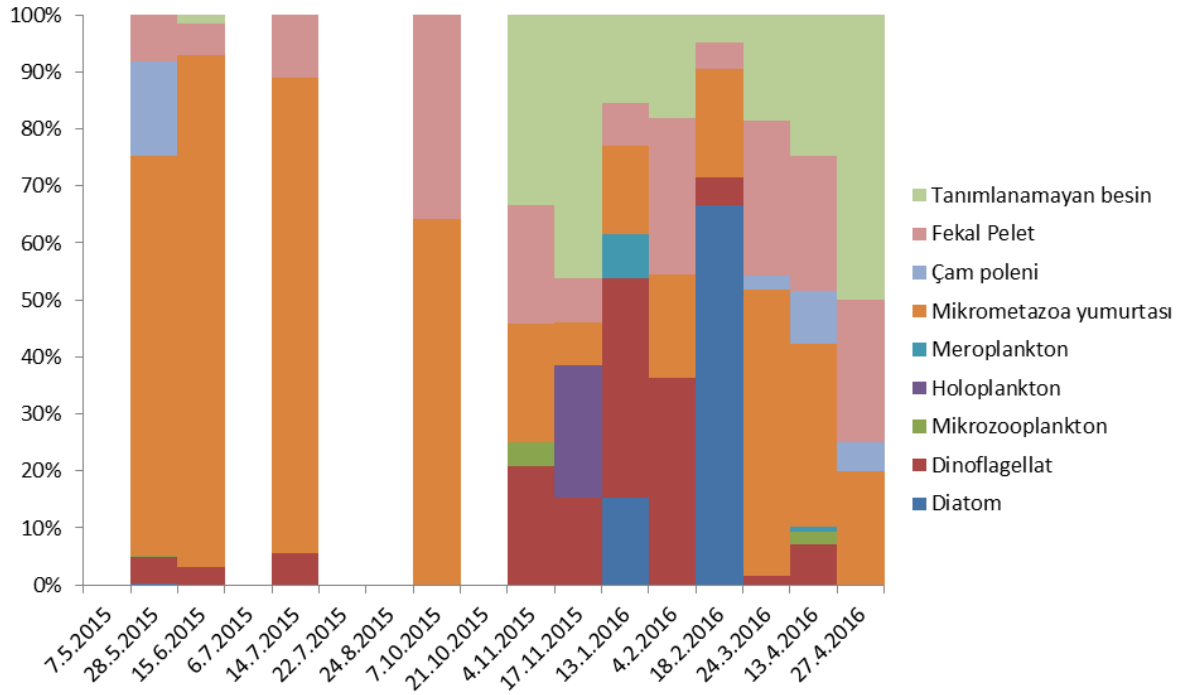


**Şekil 25.** Kıyı istasyonunda *Noctiluca scintillans*'ın besin vakuölünde bulunan av türlerinin toplam besin içindeki dağılımı.

**Tablo 8.** Kıyı istasyonunda *Noctiluca scintillans* besin vakuolünde av gruplarının rastlanılma frekansları (%F) (Diatom, Dino=dinoflagellat; Mzoo=mikrozooplankton; Holo=holoplankton larvası; Mero=meroplankton larvası; MMY=mikrometazoa yumurtası; Polen=çam poleni; Fekal=fekal pelet; Tanımsız=tanımlanamayan besin.

Tarih	Diatom	Dino	Mzoo	Holo	Mero	MMY	Polen	Fekal	Tanımsız
07.05.2015	3	10	0	3	1	63	1	19	0
28.05.2015	0	6	0	1	0	76	11	5	0
15.06.2015	0	3	0	0	0	89	0	4	5
06.07.2015	0	0	0	0	0	100	0	0	0
24.08.2015	0	5	0	14	0	33	0	0	48
07.10.2015	0	10	0	1	1	62	0	10	16
04.11.2015	0	16	0	11	0	42	0	5	26
17.11.2015	0	0	0	25	0	0	0	25	50
13.01.2016	5	5	0	0	0	85	0	0	5
04.02.2016	33	67	0	0	0	0	0	0	0
18.02.2016	41	2	0	0	0	20	0	8	29
24.03.2016	0	4	0	2	1	44	0	30	18
13.04.2016	0	0	2	1	1	64	7	24	2
27.04.2016	0	3	0	0	0	31	10	28	28

Açık istasyonda ilk 200 m'lik su kolonunda dağılım gösteren *Noctiluca scintillans* hücresinin besin vakuolu içinde çalışma süresince en fazla üç tip besin grubuna rastlanılmıştır. Örnekleme periyodu boyunca nehir ağzı ve kıyı istasyonunda olduğu gibi açık istasyonda da mikrometazoa yumurtası *Noctiluca scintillans* besin vakuolünde en sık rastlanılan av grubu olmuştur (Tablo 9). Bunu sindirilmiş durumda olan tanımlanamayan besin ve fekal pelet izlemiştir. Kıyı istasyonunda olduğu gibi yalnızca Şubat örneklemesinde fitoplankton, besin vakuolünde rastlanılan baskın av grubu olmuştur (Şekil 26).



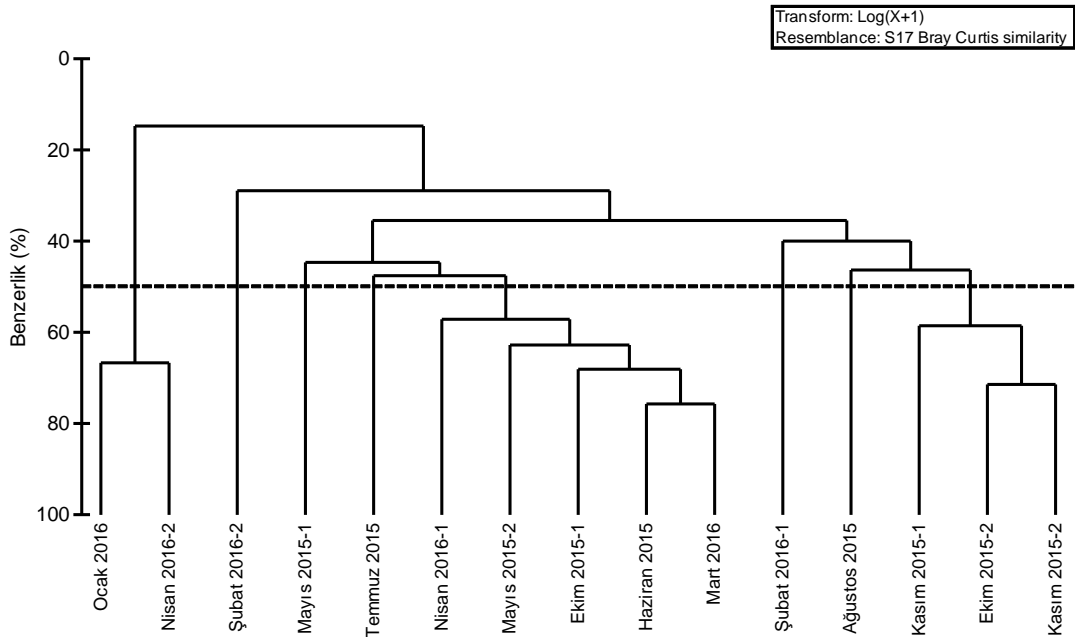
**Şekil 26.** Açık istasyonda *Noctiluca scintillans*'ın besin vakuolünde bulunan av türlerinin toplam besin içindeki dağılımı.

**Tablo 9.** Açık istasyonda *Noctiluca scintillans* besin vakuolünde av gruplarının rastlanılma frekansları (%F) (Diatom, Dino=dinoflagellat; Mzoo=mikrozooplankton; Holo=holoplankton larvası; Mero=meroplankton larvası; MMY=mikrometazoa yumurtası; Polen=çam poleni; Fekal=fekal pelet; Tanımsız=tanımlanamayan besin.

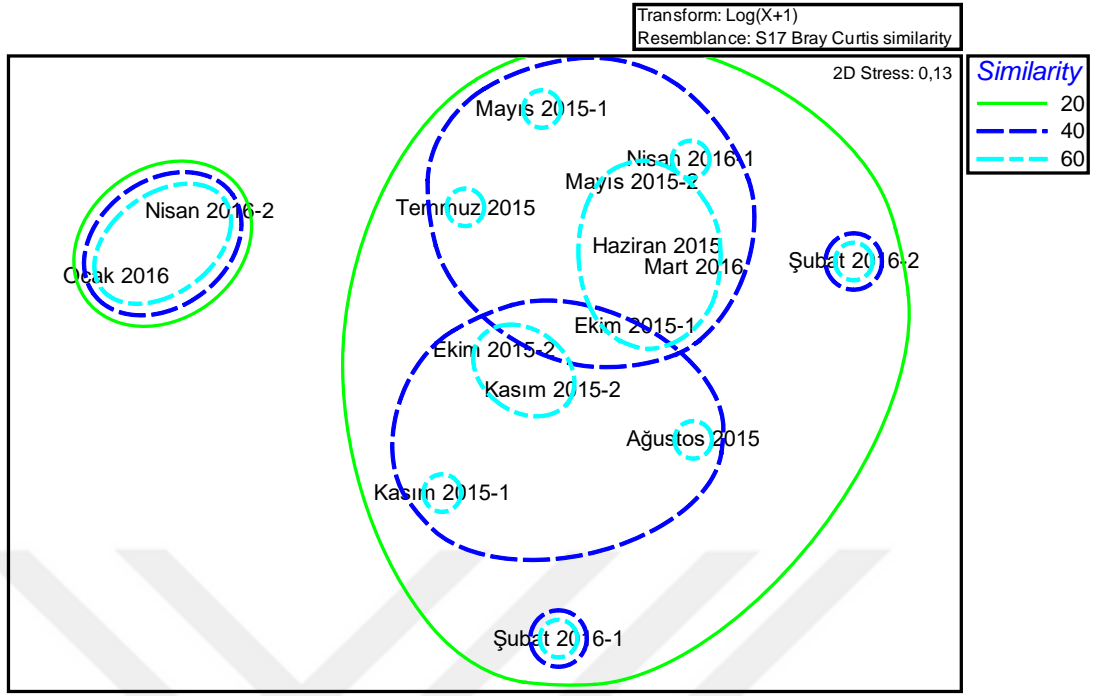
Tarih	Diatom	Dino	Mzoo	Holo	Mero	MMY	Polen	Fekal	Tanımsız
28.05.2015	0	5	0	0	0	70	17	8	0
15.06.2015	0	3	0	0	0	90	0	6	2
14.07.2015	0	6	0	0	0	83	0	11	0
07.10.2015	0	0	0	0	0	64	0	36	0
04.11.2015	0	21	4	0	0	21	0	21	33
17.11.2015	0	15	0	23	0	8	0	8	46
13.01.2016	15	38	0	0	8	15	0	8	15
04.02.2016	0	36	0	0	0	18	0	27	18
18.02.2016	67	5	0	0	0	19	0	5	5
24.03.2016	0	2	0	0	0	50	3	27	19
13.04.2016	0	7	2	0	1	32	9	24	25
27.04.2016	0	0	0	0	0	20	5	25	50

Örnekleme istasyonlarında ilk 50 m'lik su kolonunda *Noctiluca scintillans*'ın potansiyel avları üzerinden beslenme tercihi incelenmiştir. Bir av tipinin besin, vakuolünde rastlanılan avların toplamına oranının, o av tipinin doğal ortamda bulunan miktarının doğal ortamdaki toplam av miktarına oranı kullanılarak hesaplanan göreceli tercih indeksi (GTI) çalışma süresince tüm istasyonlarda mikrometazoa yumurtası, holo- ve meroplanktonik larvalar, çam poleni ve fekal pelet için >1 olarak hesaplanmıştır. Fitoplanktonun potansiyel av içinde sayıca çok fazla artış gösterdiği dönemlerde GTI <1 olarak hesaplanmıştır.

Nehir ağzı istasyonunda *Noctiluca scintillans* besin vakuolünde rastlanılan av gruplarına ait bolluk değerleri Log (X+1) fonksiyonu ile transforme edilerek Bray-Curtis benzerlik analizi gerçekleştirilmiştir. Buna göre, %50 benzerliğe sahip iki küme tespit edilmiştir (Şekil 27). Küme 1, Mart, Nisan (başı), Mayıs (sonu), Haziran ve Ekim (başı), küme 2, Ekim (sonu), Kasım aylarından oluşmuştur. Çok boyutlu ölçeklendirme analizi sonuçlarında Mayıs başı, Temmuz ve Ağustos ayları birbirleri ve bu iki küme ile yaklaşık %40'lık benzerlik sergilerken, Şubat ayı örneklemeleri diğerleri ile yaklaşık %30'luk benzerlik sergilemiştir. *Noctiluca scintillans*'ın besin vakuolünde rastlanılan besinler bakımından Ocak ve Nisan ayı sonu örneklemelerinin oluşturduğu küme ise tüm örnekleme tarihlerine %20'nin altında benzerlik göstermiştir (Şekil 28).

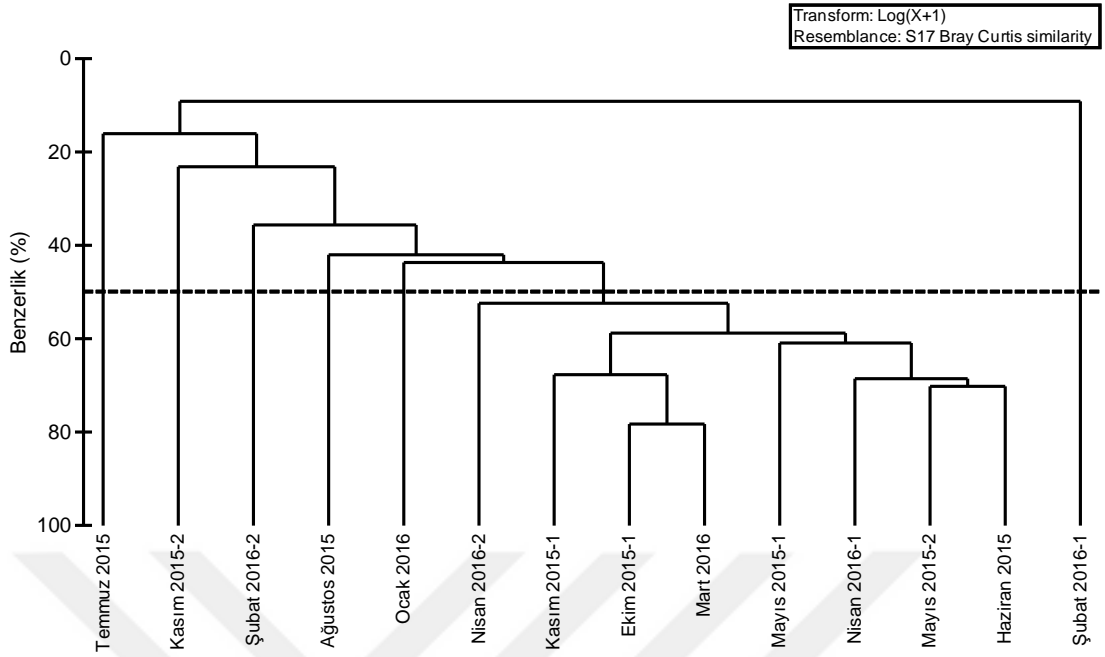


Şekil 27. Nehir ağzı istasyonunda *Noctiluca scintillans*'ın besin tercihi için mevsimsel olarak gerçekleştirilen küme analizi.

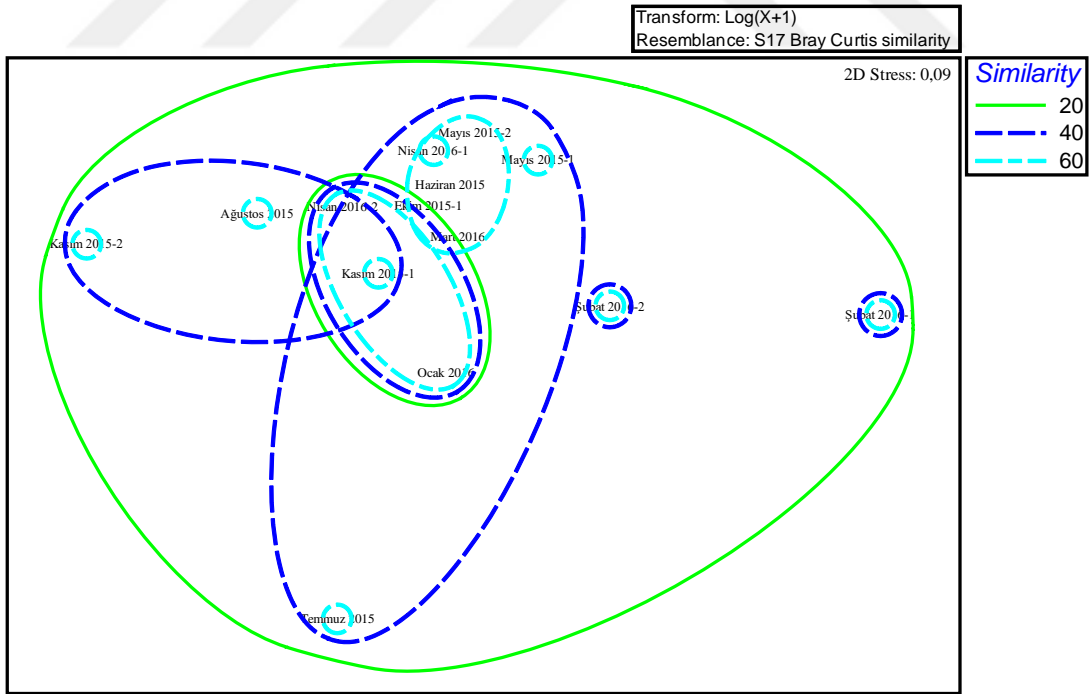


**Şekil 28.** Nehir ağzı istasyonunda *Noctiluca scintillans*'ın besin tercihi için mevsimsel olarak gerçekleştirilen çok boyutlu ölçeklendirme (MDS) analizi.

Kıyı istasyonunda *Noctiluca scintillans* besin vakuolünde rastlanılan av gruplarının ait bolluk değerleri Log (X+1) fonksiyonu ile transforme edilerek Bray-Curtis benzerlik analizi gerçekleştirilmiştir. Buna göre, %50 benzerliğe sahip bir küme tespit edilmiştir ve Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Ekim başı ve Kasım başı örnekleme tarihlerini içermektedir (Şekil 29). Çok boyutlu ölçeklendirme analizi sonuçlarına bakıldığında, Ocak ve Ağustos aylarının bu küme ile yaklaşık %40'ın üzerinde benzerlik sergilediği, Şubat sonu ve Kasım sonu örneklemleri diğerleri ile yaklaşık %20'nin üzerinde benzerlik sergilediği görülmektedir (Şekil 30). *Noctiluca scintillans*'ın besin vakuolünde rastlanılan besinler bakımından Şubat başı ve Temmuz ayı örneklemleri diğer örnekleme tarihlerine %20'nin altında benzerlik göstermiştir (Şekil 28).

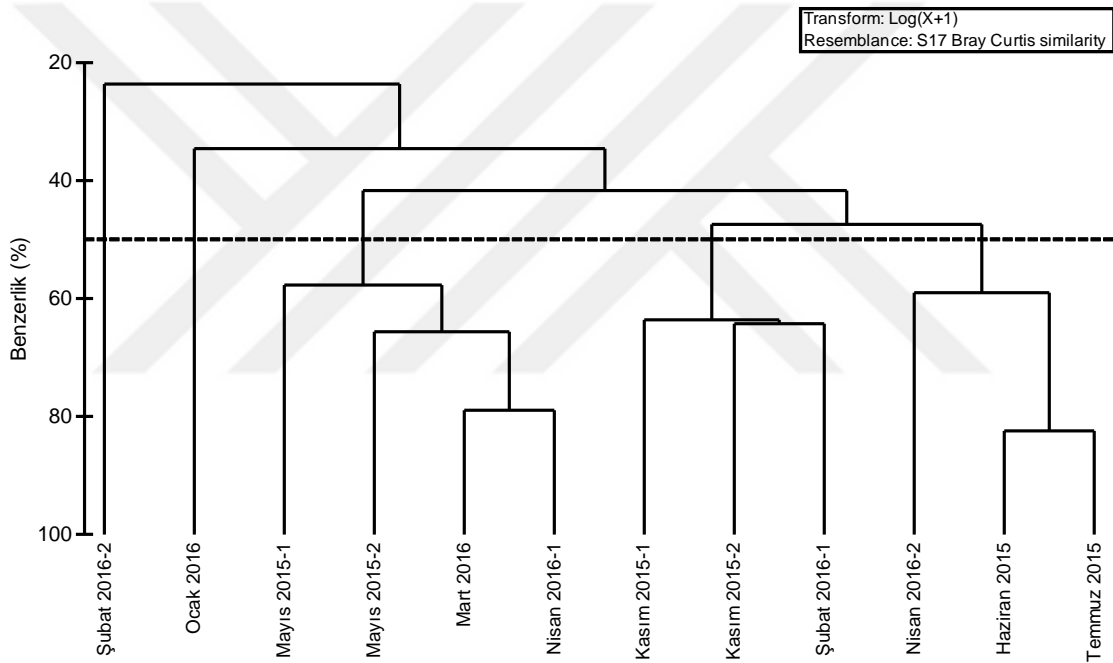


Şekil 29. Kıyı istasyonunda *Noctiluca scintillans*'ın besin tercihi için mevsimsel olarak gerçekleştirilen küme analizi.

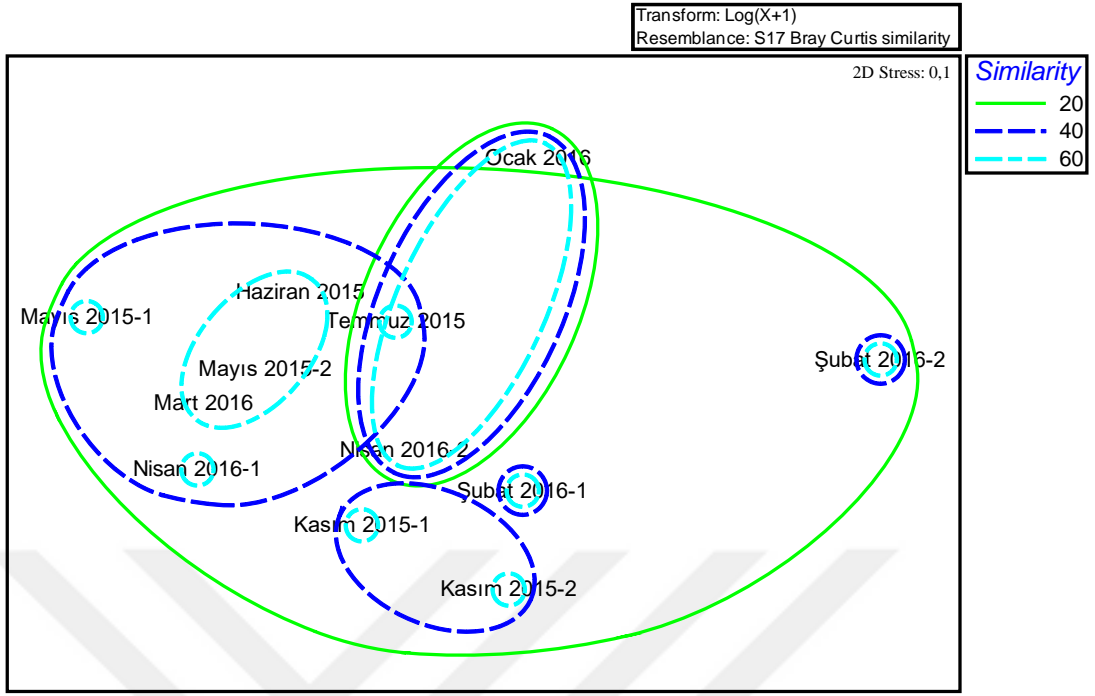


Şekil 30. Kıyı istasyonunda *Noctiluca scintillans*'ın besin tercihi için mevsimsel olarak gerçekleştirilen çok boyutlu ölçeklendirme (MDS) analizi.

Açık istasyonda *Noctiluca scintillans* besin vakuolünde rastlanılan av gruplarının ait bolluk değerleri Log (X+1) fonksiyonu ile transforme edilerek Bray-Curtis benzerlik analizi gerçekleştirilmiştir. Buna göre, yaklaşık %50 benzerlik sergileyen iki küme tespit edilmiştir. Küme 1; Kasım ve Şubat, küme 2; Nisan sonu, Haziran ve Temmuz aylarını içermektedir (Şekil 31). Çok boyutlu ölçeklendirme analizi sonuçlarına göre, Mart, Nisan başı, Mayıs ayları bu iki kümeye %40'ın üzerinde benzerlik sergilerken, Ocak ve Şubat sonu diğerleri ile %40'ın altında benzerlik sergilediği görülmektedir (Şekil 32).



Şekil 31. Açık istasyonda *Noctiluca scintillans*'ın besin tercihi için mevsimsel olarak gerçekleştirilen küme analizi.



**Şekil 32.** Açık istasyonunda *Noctiluca scintillans*'ın besin tercihi için mevsimsel olarak gerçekleştirilen çok boyutlu ölçeklendirme (MDS) analizi.



## 4. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

### 4.1. Hidrografi

Bu çalışma, Güneydoğu Karadeniz için temsil edici olarak kabul edilebilecek üç istasyon da yürütülmüştür. Örnekleme istasyonları, 2001 yılından bu yana birçok araştırmaya konu olmuştur ve hidrografik koşulları iyi bilinmektedir (Ağırbaş, 2010; Kopuz, 2012; Ağırbaş vd., 2015). Çalışma esnasında bölge beklendiği üzere yazın güçlü termal tabakalaşma ve kışın dikey karışımlarla temsil edilmiştir. Tuzluluk yaz aylarında kar sularının erimesi ile birlikte artan nehir deşarjı ve yağışların etkisi ile birlikte yüzeyde düşük tuzluluk değerleri sergilemiştir. Besin elementleri daha önce yapılan çalışmalarda olduğu gibi düşük seviyelerde seyretmiştir. Güneydoğu Karadeniz’de yapılan bu çalışma süresince bölgede daha önce yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında (Ağırbaş, 2010; Kopuz, 2012), klorofil-*a* değerleri biraz yüksek bulunmuştur. Bu farklılığın yıllar arasında görülebilecek bir farklılık olabileceği gibi örnekleme dönemi ile de alakalı olabileceği düşünülmektedir.

### 4.1. Güneydoğu Karadeniz’de *Noctiluca scintillans* Dinamiği

Dünya genelinde yaygın olarak dağılım gösteren *Noctiluca scintillans* (Elbrachter ve Qi, 1998; Harrison vd., 2011), kolaylıkla red-tide oluşumlarına neden olan heterotrofik bir dinoflagellattır. Karadeniz’de özellikle 1970 sonrası artış göstermesiyle birlikte zooplankton içinde baskın duruma gelmiştir. Dünya genelinde olduğu gibi Karadeniz’de de bu türün hücre sayısındaki artışın ilkbahar aylarında gerçekleştiği bilinmektedir (Bitjukov, 1969; Pasternak, 1983; Zaika, 2004; Nikishina vd., 2011; Mikaelyan vd., 2014; Kopuz vd., 2014). Özellikle Kuzey Batı ve Kuzeydoğu Karadeniz’de *Noctiluca scintillans* türünün aşırı yoğun populasyonlar oluşturduğu bilinmektedir (Nikishina vd., 2011; Drits vd., 2013). Karadeniz’de 1970’lerde hücre sayısı 1000 hücre.m<sup>-3</sup> arasında rapor edilirken, bu değer 1980’lerle beraber 8-10 kez artmıştır (Harrison vd., 2011). Ukrayna kıyılarında ötrofikasyon periyodu ile birlikte ötrofik suyun göstergesi olarak *Noctiluca scintillans*’ın sayıca artış gösterdiği bildirilmiştir. Sevastapol Körfezi’nde gerçekleşen uzun süreli gözlemler sonucu *Noctiluca scintillans*’ın bolluk değerleri 1976’da 1065 hücre.m<sup>-3</sup>, 1976-1980 yılları

arasında 5067 hücre.m<sup>-3</sup>, 1989-1990 yılları arasında 1073 hücre.m<sup>-3</sup>, 2002'de 115 hücre.m<sup>-3</sup> olarak verilmiştir. Bulgaristan kıyılarında *Noctiluca scintillans* popülasyonu Nisan ayında artmaya başlayıp Haziran ve Temmuz aylarında 10000 hücre.m<sup>-3</sup>'e kadar ulaştığı rapor edilmiştir. Romanya kıta sahanlığı boyunca 1971-1986 yılları arasında *Noctiluca scintillans* bolluk değerleri 275-62676 hücre.m<sup>-3</sup> olarak değişmiştir (BSC, 2008). Kuzeydoğu-merkez Karadeniz ve Kuzey Adriyatik Denizi'nde *Noctiluca scintillans* popülasyonların karşılaştırıldığı çalışmada, 2008-2012 yılları arasında en yüksek hücre bolluğu Mayıs'ta ve Haziran'ın ilk yarısında tespit edilmiş ve 1x10<sup>3</sup>-25x10<sup>3</sup> hücre.m<sup>-3</sup> arasında değişmiştir (Mikaelyan vd., 2014). Karadeniz'in kuzeydoğu kıyılarında Haziran 2011'de yapılan çalışmada *Noctiluca scintillans* popülasyonunun büyük kısmı termoklin içerisinde gözlemlenmiş ve hücre sayısı 7500-40000 hücre.m<sup>-3</sup>'e ulaştığı bildirilmiştir (Drits vd., 2013). Güneydoğu Karadeniz'de Ekim 2007 ile Eylül 2008 tarihleri arasında yürütülen bir çalışmada *Noctiluca scintillans* hücre bolluğu 5-3753 hücre.m<sup>-3</sup> arasında değişmiş ve en yüksek bolluk değerleri Mayıs ayında rapor edilmiştir (Özdemir ve Ak, 2012). Bu çalışma esnasında en yüksek hücre yoğunluğu (5567 hücre.m<sup>-3</sup>) Mayıs ayında rastlanılmıştır. Hücre bolluk değerleri kuzeybatı kıta sahanlığında düşük olsa da kuzeydoğu kıyılarında yapılan çalışmalarda sayıca artış ilkbahar ve yaz başında tespit edilmiştir. Kuzeybatı kıta sahanlığı Tuna, Dinyeper, Dinyester gibi büyük nehirlerin drenaj alanını oluşturması dolayısı ile ötrofik sularla karakterize olmaktadır (BSC, 2008). Bu çalışmanın yürütüldüğü Güneydoğu Karadeniz ise dar bir kıta sahanlığı ile temsil edilmekte ve yapılan çalışmalar ile mesotrofik karakterde olduğu rapor edilmektedir (Ağırbaş, 2010; Ağırbaş vd., 2015). Dolayısı ile mevcut farklılığın bölgesel olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca örnekleme periyodu ve örnekleme derinliğinin de etkili olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Mikaelyan vd., (2014) tarafından yapılan çalışmada beslenme ve çevresel koşullardaki değişikliklere bağlı olarak yaz aylarında *Noctiluca scintillans*'ın Karadeniz'deki üst karışım tabakasından kaybolduğu bildirilmiştir. Benzer şekilde bu çalışmada da en düşük hücre yoğunluğu yaz aylarında tespit edilmiştir.

Dünyanın birçok ılıman bölgesinde *Noctiluca scintillans* yaygın olarak dağılım göstermektedir (Venugopal vd., 1979; Saifullah ve Chaghtai, 1990). Dünya genelinde *Noctiluca scintillans* tarafından meydana gelen red tide vakaları rapor edilmiştir (Uhlig ve Sahling, 1990; Huang ve Qi, 1997; Miyaguchi vd., 2006; Zakaria ve Mesaad, 2007;

Cardoso vd., 2012; Nikathithara vd., 2012; Sellner ve Umani, 2013). *Noctiluca scintillans* bloomu Güneydoğu Karadeniz'den ilk kez 2011'de bildirilmiş ve hücre sayısının  $1 \times 10^6$  hücre.l<sup>-1</sup> ulaştığı rapor edilmiştir (Kopuz vd., 2014). Bu çalışma esnasında *Noctiluca scintillans*'ın oluşturduğu bir red-tide vakasına rastlanılmamıştır.

Karadeniz'de uzun yıllara dayalı değerlendirme sonucunda *Noctiluca scintillans*'a ait hücre çapı 401-600  $\mu\text{m}$  arasında derapor edilirken (Mikaelyan vd., 2014), Karadeniz'den ilk kez rapor edilen red-tide vakasında 425-809  $\mu\text{m}$  arasında tespit edilmiştir. Büyük boyutlu hücrelerin red-tide öncesinde ve esnasında bölünmek üzere olan hücreler olduğu bildirilmiştir (Kopuz vd., 2014). Güneydoğu Karadeniz'de yürütülen bu çalışmada *Noctiluca scintillans*'a ait hücre çapı 410-663  $\mu\text{m}$  arasında değişmiştir. Bulunan değerler Karadeniz'in kuzey sahillerinden Mikaelyan vd., (2014) tarafından rapor edilen değerlere benzer olup, red-tide esnasında bulunan değerlere göre düşük bulunmuştur (Kopuz vd., 2014). Küçük boyutlu hücreler (340-450  $\mu\text{m}$ ) iyi beslenen ve hızlı büyüyen hücreleri temsil ederken, büyük boyutlu hücrelerin (450-1200  $\mu\text{m}$ ) yetersiz koşullar altındaki durumu temsil ettiği rapor edilmiştir (Murray ve Suthers, 1999; Dela-Cruz vd., 2003). Bu çalışma süresince bulunan değerlerin bölgede sağlıklı büyüyen bir *Noctiluca scintillans* popülasyonunun göstergesi olduğu düşünülmektedir.

Karadeniz komisyonunun raporunda Karadeniz'de yarım yüzyılı aşkın süredir izlenen *Noctiluca scintillans* biyoması detaylı olarak bildirilmektedir (BSC, 2008). Buna göre, kuzeybatı kıta sahanlığında *Noctiluca scintillans* biyoması 1951-1974 periyodunda 133-163  $\text{mg.m}^{-3}$ , 1975-1989 periyodunda 3331-5262  $\text{mg.m}^{-3}$  arasında değişmiştir. 1990 sonrası biyomas değerlerinde düşüş görülmüş, 1990-2007 yılları arasında 393,6-2100,3  $\text{mg.m}^{-3}$ , arasında değişmiştir. Güney Kıbrıs kıyılarında ilk 50 m'lik su kolonunda gerçekleşen çalışma sonucu *Noctiluca scintillans* biyoması 1960-1980 periyodunda 141-199  $\text{mg.m}^{-3}$ , 1994 sonrası 45  $\text{mg.m}^{-3}$  olarak belirlenmiştir. 2004'de Tuna nehir ağzında gerçekleşen çalışmada Mayıs ayında 29,9  $\text{mg.m}^{-3}$ , Kasım ayında 10.5  $\text{mg.m}^{-3}$  olan biyomas değerleri 2005 yılı Mayıs ayında 360  $\text{mg.m}^{-3}$ , Kasım ayında 1915  $\text{mg.m}^{-3}$  olarak rapor edilmiştir. Romanya kıta sahanlığından *Noctiluca scintillans* biyoması 1971-1986 yıllarında 86,8-5045,8  $\text{mg.m}^{-3}$  arasında değiştiği bildirilmiştir. Türkiye kıyılarında 1994, 2004 ve 2005 yıllarında *Noctiluca scintillans*

biyoması  $100 \text{ mg.m}^{-3}$ 'e ulaşmış, 2002-2003 gibi soğuk geçen yıllarda iki kez düşük bulunmuştur (BSC, 2008). Ancak Karadeniz komisyonunun raporunda verilen biyomas değerleri yaş ağırlığa dayalı biyomas değerlerdir. Bu yüzden Güneydoğu Karadeniz'de yürütülen bu çalışma biyomas değerleri karbon cinsinden hesaplandığı için Karadeniz'de yapılan çalışmalarla karşılaştırmak mümkün olmamaktadır. O yüzden literatürde karbon biyomasını rapor eden çalışmalarla karşılaştırma yapılmıştır. Yamochi ve Oda (2001) tarafından *Noctiluca scintillans*'a ait biyomas değerleri Japonya kıyısı sularından Mayıs 1998-Ocak 1999 tarihleri arasında ortalama  $40.6-79.4 \text{ mgC.m}^{-3}$  arasında rapor edilmiştir. Miyaguchi vd. (2006) tarafından Japonya Sagami körfezi kıyısı sularında 1998-2004 tarihleri arası gerçekleştirilen çalışmada yıl genelinde  $10 \text{ mgC.m}^{-3}$ 'ün altında seyreden *Noctiluca scintillans* karbon biyoması, Nisan-Mayıs periyodunda tespit edilen bloom zamanlarında  $40 \text{ mgC.m}^{-3}$ 'ün üzerinde belirlenmiştir. Aynı çalışmada 1998-2004 tarihleri arasında en yüksek biyomas değerleri 2000 yılında  $294 \text{ mgC.m}^{-3}$  olarak bildirilmiştir. Lancelot vd., (2002) yılında gerçekleştirdikleri model çalışmasında, kuzeybatı kıta sahanlığında sahada ölçülmüş *Noctiluca scintillans* karbon biyomasını ortalama  $8.37 \text{ mgC.m}^{-3}$  olarak rapor etmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen *Noctiluca scintillans*'a ait biyomas değerleri ( $0-74,05 \text{ mgC.m}^{-3}$ ) Japonya kıyısında yapılan çalışmada rapor edilen değerlere benzer bulunmuştur. Güneydoğu Karadeniz'de yürütülen bu çalışma da bölge için hesaplanan yıllık ortalama karbon biyoması değerleri ( $12 \pm 5,2 \text{ mgC.m}^{-3}$ ) Karadeniz'de yapılan çalışmada rapor edilen karbon biyoması değerine de yakın bulunmuştur.

*Noctiluca scintillans* artışında potansiyel besin artışının büyük etkisi olduğu bilinmektedir (Harrison vd., 2011). Güneydoğu Karadeniz'de rapor edilen red-tide esnasında *Noctiluca scintillans* ile fitoplankton biyomasının bir göstergesi olarak kabul edilen klorofil-*a* arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki bulunmuştur (Kopuz vd., 2014). Bu çalışma esnasında yalnızca açık istasyonunda *Noctiluca scintillans* ile klorofil-*a* arasında bir ilişki bulunmuştur. Diğer örnekleme istasyonlarında *Noctiluca scintillans* ile klorofil-*a* arasında ilişki bulunamamasının Meso-ölçekli girdaplar, filamentler ve cepheler dolayısıyla klorofil-*a*'nın çalışma bölgesinde homojen dağılmadığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca *Noctiluca scintillans* ile klorofil-*a*'nın eş derinlikten toplanmamış olması da bu ilişkinin değerlendirilmesini olumsuz yönde etkilemiş faktörlerden biri olarak göz önünde bulundurulabilir.

Rüzgar hızı, yönü ve yağış gibi faktörlerin *Noctiluca scintillans* taşınımı ve akümülyasyonun da büyük rol oynadığı yapılan çalışmalar ile ortaya konulmuştur (Huang and Qi, 1997; Miyaguchi vd., 2006; Mikaelyan vd., 2014). Güneydoğu Karadeniz'den rapor edilen red-tide vakasında da (Kopuz vd., 2014) meteorolojik durumun bloom meydana getirmesindeki rolüne değinilmiş, hafif yağış ve düşük rüzgâr hızının belirlediği durgun tabakalaşmış yüzeyin red-tide'in başlaması için uygun çevre olduğunu göstermiştir Karadeniz'de yapılan çalışmada (Mikaelyan vd., 2014), yıl içinde rüzgar hızının  $5 \text{ m.s}^{-1}$  den düşük olduğu saat sayısı ile *Noctiluca scintillans*'ın yoğunluğu arasında negatif ilişki bulunmuştur ve *Noctiluca scintillans*'ın artışının rüzgar tarafından kontrol edildiği ortaya konulmuştur. Ancak bu çalışmanın değerlendirilmesi esnasında meteorolojik veriler göz önünde bulundurulmamıştır.

Karadeniz komisyonunun raporunda, *Noctiluca scintillans*'ın Karadeniz kıyılarında özellikle 1970'lerden sonra artış gösterdiği kuzey ülkelerinde ötrofikasyonun başladığını vurgulamıştır. *Noctiluca scintillans*'ın ötrofikasyon periyodunda mesozooplanktonun en önemli katılımcılarından biri olduğu bildirilmiştir. Zooplankton gruplarının oranlarındaki değişimler özellikle 1980 sonrası yoğun ötrofikasyon sonucu *Noctiluca scintillans*'ın yüksek biyomas değerlerine ulaştığı belirtilmiştir. Bulgaristan kıyılarında ötrofikasyon periyodu boyunca (1970-1990) *Noctiluca scintillans* zooplankton komünitelerinde baskın grup olarak rapor edilmiştir. Bu dönemde *Noctiluca scintillans* toplam zooplanktona katılımı 1970 başlarında %35-42, 1970 ortaları ve 1980 sonlarına kadar olan periyotta %90'dan fazla olmuştur. Türkiye kıyılarında 1999-2005 yıllarında Bulgaristan kıyılarına oranla daha küçük değerlerde kalmıştır ve zooplanktonun %70'ini oluşturmuştur. Soğuk geçen yıllarda (2003) *Noctiluca scintillans* kış ve erken ilkbahar boyunca baskın olmuş geç sonbahar ve yaz mevsiminde nisbeten artmıştır. 2002 yılında Romanya kıyılarında *Noctiluca scintillans*'ın toplam zooplanktona %98 oranla katılım gösterdiği bildirilmiştir (BSC, 2008). Aynı raporda Türkiye kıyılarında ilkbahar-yaz periyodunda artış gösterdiği belirtilmiştir. Özdemir ve Ak (2012) tarafından Güneydoğu Karadeniz'de yürütülen çalışmada *Noctiluca scintillans*'ın hücre bolluğunun en yüksek olduğu Mayıs ayında toplam zooplanktona katkısının %90'nın üzerinde olduğu bildirilmiştir. Güneydoğu Karadeniz'de yapılan bu çalışmada da Karadeniz'de yapılan çalışmalarla uyum içerisinde *Noctiluca scintillans* mesozooplanktonun önemli bir katılımcısı olmuştur ve

mesozooplanktona en yüksek katkısı (%94), Özdemir ve Ak (2012) tarafından rapor edildiği şekilde Mayıs ayında gerçekleştirmiştir.

#### 4.3. *Noctiluca scintillans*'ın Beslenme Davranışı

Güneydoğu Karadeniz'de Mayıs 2015-Nisan 2016 tarihleri arasında gerçekleştirilen toplam onyedü sefer süresince *Noctiluca scintillans*'ın besin vakuolünde belirlenen av grupları ile su kolonundaki av grupları karşılaştırılarak besin seçiciliği araştırılmıştır. Mikroskobik incelemeler sırasında toplam dokuz tip ava rastlanılmıştır. Çalışma süresince bir *Noctiluca scintillans* besin vakuolünde en fazla dört farklı tipte besin belirlenmiştir.

Geniş aralıktaki beslenme yeteneğine sahip olan *Noctiluca scintillans* (Enomoto, 1956; Prasad, 1958; Daan, 1987; Shanks ve Walters, 1996; Kiørboe ve Titelman, 1998) bakteriden (Kirchner vd., 1996) bivalve larvaları, kopepod yumurtaları, (Nikishina vd., 2011) gibi büyük boyuta sahip besinleri, fekal pelet (Kiørboe, 2003), çam poleni (Nikishina vd., 2011) ve sindirilemez parçacıkları tüketmektedir. Çoğu dinoflagellat ve mesozooplankton gibi aktif olarak göç etme yeteneğinden yoksun (Elbrachter ve Qi, 1998; Kiørboe ve Titelman, 1998) olduğundan dolayı karışım içerisinde aktif beslenme yeteneğinin sınırlı olduğu yapılan çalışmayla ortaya konulmuştur (Uhlig ve Sahling, 1990). Avın hücre boyutu veya yüzme yeteneği, büyüme ve beslenme üzerine yapılan çalışmada anlamlı bir ilişki göstermediği rapor edilmiştir (Zhang vd., 2016). Karadeniz'den 2008-2012 arasında beslenen hücre oranının %2-76 arasında değiştiği bildirilmiştir (Mikaelyan vd., 2014). Güneydoğu Karadeniz'de Mayıs 2015-Nisan 2016 tarihleri arasında yürütülen bu çalışmada, *Noctiluca scintillans*'ın besin vakuolü doluluk oranları nehir ağzı istasyonunda %20-100, kıyı istasyonunda %0-70 ve açık istasyonunda %22-80 arasında değişmiştir. *Noctiluca scintillans*'ın besin vakuolünde en çok rastlanılan av grubu, mikrometazoa yumurtaları olmuştur. Göreceli tercih indeksi de bu grubun *Noctiluca scintillans* tarafından öncelikli olarak tercih edildiğini ortaya koymaktadır. *Noctiluca scintillans*'ın egemen olduğu ilkbaharda *Acartia clausi*'nin yumurtaları üzerinde ağır avlanma baskısı uyguladığı (Quevedo vd., 1999; Cabal vd., 2008), *Calanus euxinus* yumurtaları konsantrasyonunun *Noctiluca scintillans*'ın bolluğu ile pozitif yönde ilişkili olduğu (Mikaelyan vd., 2014) rapor edilmiştir. Karadeniz'de

yapılan bir çalışmada *Noctiluca scintillans*'ın artışı ile birlikte kopepod yumurta ve naupli miktarının azaldığı da tespit edilmiştir. Karadeniz'de yaz döneminde *Noctiluca scintillans*'ın beslenme davranışı üzerine yapılan çalışmada kopepod yumurtaları ve fekal peletlerini yüksek oranda tükettiğini rapor edilmiştir. Aynı çalışmada kopepodların günlük toplam yumurta üretiminin %23-43'ünün *Noctiluca scintillans*'ın tarafından tüketildiği, *Calanus euxinus* tarafından üretilen tüm fekal peletlerin de %10'dan fazlasını tükettiği ortaya konulmuştur (Nikishina vd., 2011). Haziran 2010'da Karadeniz'in kuzeydoğu derin sularında gerçekleşen çalışmada bir hücrede ortalama bir ile iki besin vakuollü belirlenmiştir (Mikaelyan vd., 2014). *Noctiluca scintillans* besin vakuolünde başlıca kopepod yumurtaları, kopepod nauplileri, veligerler, fitoplankton hücreleri ve kistleri bulunmuştur. Aynı çalışmada *Noctiluca scintillans* hücre içerisinde en fazla on besin vakuolü belirlenmiştir. Nikishina vd. (2011) Kuzey Karadeniz'de yaz döneminde *Noctiluca scintillans* besin vakuolünde kokkolitoforlardan diatomlara kadar çok çeşitli fitoplankton türüne rastlamıştır. Kuzey Karadeniz'de yaz döneminde yürütülen çalışmada *Noctiluca scintillans*'ın besin vakuolünde çam polenine de rastlanılmıştır. Denizel bir besin olmayan ancak rüzgârlar ile kıyısal bölgede çam ağaçlarından Karadeniz'e taşınan çam polenleri bu çalışmada da *Noctiluca scintillans*'ın besin vakuolünde rastlanılmış ve göreceli tercih indeksi çam poleni için pozitif olarak hesaplanmıştır. Nehir ağzı ve Kıyı istasyonları ilk 50 m'lik su kolonunda rastlanılmayan çam poleninin *Noctiluca scintillans*'ın besin vakuolünde rastlanması *Noctiluca scintillans*'ın ilk 50 m'den daha derin sularda da beslendiğini de ortaya koymaktadır.

*Noctiluca scintillans* diatomların aşırı üreme döneminde yüksek büyüme oranına ulaşır ve biyokütlesini artırdığı bilinmektedir (Schaumann, 1988; Harrison vd., 2011). Birçok çalışmada *Noctiluca scintillans*'ın sayıca artışı, yüksek sayıda diatom (Zakaria ve Mesaad 2007; Kopuz vd., 2014), dinoflagellat (Suzukı vd., 2013) biyokütlesi ve klorofil-*a* konsantrasyonları (Porumb, 1989; Nikathithara vd., 2012) ile eş zamanlı olarak gözlemlenmiştir. Güneydoğu Karadeniz'den rapor edilen bloom sırasında mikroskobik incelemeler esnasında canlı *Noctiluca scintillans* hücreleri içerisinde *Melosira* spp.'nin varlığı, *Noctiluca scintillans*'ın bu türler üzerinden otlandığını göstermiştir (Kopuz vd., 2014). Bu çalışma süresince mikroskobik gözlemlerde *Noctiluca scintillans* besin vakuolü içerisinde diatom ve dinoflagellatlara rastlanması daha önceki çalışmalarla benzerlik göstermiştir. Ancak yaygın düşüncenin aksine bu

çalışmada *Noctiluca scintillans* hücrelerinin artış gösterdiği dönemlerde (Mayıs-Haziran 2015, Şubat-Mart 2016) her üç istasyonda incelenen *Noctiluca scintillans* hücre vakuolünde diatomlara az oranda rastlanılmış, diatom artışı ile *Noctiluca scintillans* artışı sadece Mayıs-Haziran 2015 tarihinde eşleşmiş diğer tarihlerde artış görülmemiştir. Göreceli tercih indeksi *Noctiluca scintillans*'ın neredeyse tüm av grupları için ( $>1$ ) pozitif seçicilik sergilediğini gösterirken, fitoplanktonun özellikle diatomların tercih edilen besin olmadığını (GTI  $<1$ ), sayıca potansiyel av popülasyonlarını domine ettiği dönemde tüketildiğini doğrulamıştır. Toksik alg *Alexandrium minutum*'u tüketmesi *Noctiluca scintillans*'ın toksik fitoplankton türlerinin gelişimini kontrolünü sağladığını göstermektedir (Drits vd., 2013). Besin olarak fitoplankton öncelikli olarak tercih edilmese de fitoplankton aşırı artışları esnasında *Noctiluca scintillans*'ın bölgede özellikle zararlı alg patlamalarının kontrolünde etkin rol oynayabileceği düşünülmektedir.

Gıda miktarının yanı sıra, mevcut gıda kaynaklarının kalitesi de *Noctiluca scintillans* üzerinde büyük etkiye sahiptir. Gıda kaynaklarının durumu beslenme başarısını ve hücrenin büyümesini sınırlandırır (Zhang vd., 2016). *Noctiluca scintillans* ekolojisi üzerine yapılan bazı araştırmalar (Uhlig ve Sahling, 1990) gıda tercihi hakkında detaylı bilgi ortaya koymasada, diatomlar üzerinde dinoflagellatlara kıyasla daha yüksek tüketim oranı sergilediği belirtilmiştir (Kløboe ve Titelman, 1998). *Noctiluca scintillans*, hücresel karbon-azot oranının (2,3-4,4) çok düşük olmasından ötürü (Tada vd., 2000) bazı araştırmacılar *Noctiluca scintillans*'ın yüksek azot (N) gereksinimini karşılamak için protozoa, metazoa yumurta ve larvaları tükettiğini rapor etmişlerdir (Jones vd., 2002; Broglio vd., 2003; Chen vd., 2011). Benzer şekilde bu çalışmada da *Noctiluca scintillans* yüksek besin içeriğine sahip mikrozooplankton, holoplankton ve meroplankton larvası, mikrometazoa yumurtaları için pozitif seçicilik sergilemiştir. Bu durum özellikle episodik olarak gözlemlenen fitoplankton aşırı artışları dışında bu canlının neredeyse tüm yıl boyunca su kolonunda varlığını sürdürebilmesini açıklamaktadır.

Bölgede mikrometazoa yumurtaları, çoğunlukla kopepod yumurtaları, balık ve diğer omurgasız yumurtalarından oluşmaktadır. Bu çalışmanın sonuçları, önceki çalışmalarla uyum içerisinde olup, *Noctiluca scintillans*'ın bölgede özellikle hamsi gibi



birçok planktivor balık için ana besin kaynağını oluşturan kopepod popülasyonlarını kontrol etmede ne denli etkili bir rolü olduğunu ortaya koymaktadır. *Noctiluca scintillans*'ın diğer avcılar ile besin rekabeti içinde olduğuda bilinmektedir (Elbrachter ve Qi, 1998; Quevedo vd., 1999; Umani vd., 2004). Karadenizde yapılan çalışmada (Greze vd., 1979) *Noctiluca scintillans* ile jelimsi organizmalar arasındaki besin rekabetinden dolayı *Noctiluca scintillans*'ın bu organizmaların miktarı üzerinde etkili olduğu ortaya konulmuştur. Ayrıca daha önce birçok bölgeden ve Karadeniz'den rapor edildiği üzere (Nikishina vd., 2011) tercih ettiği besinler arasında fekal peletlerin olması, çökmekte olan fekal peletlerin *Noctiluca scintillans*'ın beslenmesi yolu ile tekrar pelajik bölgede hızlı bir şekilde karbon döngüsüne girmesi, *Noctiluca scintillans*'ın Karadeniz'in biyojeokimyasında rol oynayan önemli türlerden biri olduğunu da göstermektedir.

Son yıllarda denizel ortama giren plastik objelerin parçalanması sonucu meydana gelen mikroplastikler (< 5mm), deniz yüzeyi, dibi, ve birçok canlı bünyesinde akümüle olmaktadır (Aytan vd., 2016). Küçük boyutları dolayısı ile planktondan birçok balığa, omurgasızlara, deniz memelerine ve kuşlarına kadar birçok canlı tarafından tüketilen mikroplastiklerin, denizel canlı ve insan yaşamını tehdit ettiği bilinmektedir (Andrady, 2011). 2015 yılında Güneydoğu Karadeniz yüzey sularından rapor edilen (Aytan vd., 2016) yüksek mikroplastik konsantrasyonuna rağmen, bu çalışma esnasında *Noctiluca scintillans*'ın besin vakuolünde mikroplastik'e rastlanılmaması *Noctiluca scintillans*'ın seçici beslenen bir canlı olduğunu doğrulamaktadır.

## 5. ÖNERİLER

Son yarım yüzyılda değişen iklim koşullar, kirlilik, ötrofikasyon, aşırı avcılık ve istilacı türlerin girmesi sonucu Karadeniz ekosisteminde ciddi değişimler gözlenmektedir. Bu değişimler altında dahi mevcudiyetini sürdürebilen *Noctiluca scintillans* gibi fırsatçı türlerin, Karadeniz ekosisteminin besin zincirinin ve dolayısıyla işleyişinin anlaşılmasında rolü çok önemlidir. *Noctiluca scintillans* Karadeniz’de yarım yüzyılı aşkın süredir izlenen ve dolayısıyla sistem hakkında bilgi verecek nitelikte bir indikatör tür olabileceği düşünülmektedir.

Güneydoğu Karadeniz’de yürütülen bu çalışma sonuçları, bir kez daha *Noctiluca scintillans*’ın Karadeniz’de mesozooplanktonun önemli bir katılımcısı olduğunu doğrulanmıştır. Çalışma sonuçları *Noctiluca scintillans*’ın balıkçılık açısından çok önemli bir alanı temsil eden Güneydoğu Karadeniz’de ilk kez detaylı olarak besin tercihini ve avcı olarak rolünü ortaya koymaktadır. Bölgede seçici beslendiği çalışma sonucunda belirlenen *Noctiluca scintillans*’ın omurgasız ve balık popülasyonları kontrolünde önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir.

Yapılan çalışmalarda alt besinsel seviyeler üzerindeki kontrolü ortaya konmuş olan *Noctiluca scintillans*’ın Karadeniz besin zincirinde enerjinin akışının son bulduğu kör bir uçmu yoksa üst besinsel basamaklara enerji transferinde önemli bir rol mü oynadığının belirlenmesi için öncelikle avcılarının belirlenmesi gerekmektedir.

Avrupa Komisyonu 2008 yılında denizel ortamının korunması kapsamında Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi (DSÇD) yayınlamıştır. Bu direktif Karadeniz’de dahil olmak üzere Avrupa denizlerinde 2020’ye kadar “İyi Çevresel Durum”un (İÇD) sağlanmasını ve sürdürülmesini amaçlamaktadır. DSÇD kapsamında iyi çevresel durumun sağlanması ve sürdürülebilmesi için belirlenen onbir göstergeden biri Gösterge 4 “Besin Zinciri” dir. Bu göstergenin karşılanabilmesi için besin zincirinin tüm katılımcıları izlenmeli ve mevcut değişiklikler belirlenmelidir. Türkiye’de Avrupa Birliği’ne uyum süresinde bir aday ülke olarak, dâhil olduğu uluslararası sözleşmeler kapsamında kendi ulusal sularında mevcut durumu belirlemek ve İÇD’nin sağlanmasını ve sürülmesini sağlamakla yükümlüdür. DSÇD amaçları kapsamında Karadeniz besin

zincirinde dominant bir tür olan *Noctiluca scintillans* Gösterge 4 amaçları altında yapılacak çalışmalarda indikatör bir tür olarak göz önünde bulundurulmalıdır.

Jelimsi organizmalar ile benzer besin grubu üzerinden beslenen *Noctiluca scintillans*'ın ile jelimsi organizmaların besin rekabeti içinde oldukları bilinmektedir. Karadeniz'de uzun yıllara dayalı çalışmalar sonucunda *Noctiluca scintillans*'ın artış gösterdiği zaman jelimsi organizmaların sayıca azaldığı gözlenmiştir. Hatta *Noctiluca scintillans* red-tide'larının sonlanması ile jelimsi organizmaların sayıca artış göstermesi beklenmektedir. Dolayısı ile *Noctiluca scintillans*'ın periyodik olarak izlenmesinin, Karadeniz ekosisteminde 90'lı yıllardan itibaren önemli değişikliklere sebep olan ve takibi nispeten daha zor olan jelimsi organizmaların mevcut durumu hakkında bilgi verici olacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Ağırbaş, E., 2010.** Güneydoğu Karadeniz’de Pigment Konsantrasyonu ve Birincil retim in evre Koşulları ile Etkileşimi. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye, 181s.
- Ağırbaş, E., Feyzioğlu, A.M., Aytan, ., Valente, A. and Yıldız, I., 2015.** Are trends in SST, surface Chlorophyll-*a*, primary production and wind stress similar or different over the decadal scale in the south-eastern Black Sea. Cahiers De Biologie Marine, 56, 329-336.
- Ajanı, P., Hallegraeff, G. and Pritchard, T., 2001.** Historic overview of algal blooms in marine and estuarine waters of New South Wales, Australia. Proc. Linn. Soc. New South Wales, 123, 1-22.
- Al-Azri, A., Al-Hashmi, K., Goes, J., Gomes, H., Rushdi, A.I., Al-Habsi, H., Al-Khusaibi, S., Al-Kindi, R. and Al-Azri, N., 2007.** Seasonality of the bloom-forming heterotrophic dinoflagellate *Noctiluca scintillans* in the Gulf of Oman in relation to environmental conditions. Int J Oceans Oceanogr, 2, 51-60.
- Andrady, A.L., 2011.** Microplastics in the marine environment. Marine Pollution Bulletin, 62, 1596–1605.
- Ara, K., Nakamura, S., Takahashi, R., Shiomoto, A. and Hiromi, J., 2013.** Seasonal variability of the red tide-forming heterotrophic dinoflagellate *Noctiluca scintillans* in the neritic area of Sagami Bay, Japan: its role in the nutrient-environment and aquatic ecosystem. Plankton Benthos Res, 8, 9-30.
- Aytan, U., Valente, A., Senturk, Y., Usta, R., Esensoy Sahin, F.B., Evren Mazlum, R. and Agirbas, E., 2016.** First evaluation of neustonic microplastics in Black Sea waters. Marine Environmental Research, 119, 22-30.
- Baştrk, ., Yakushev, E., Tuğrul, S. and Salihoğlu, İ., 1999.** Characteristic chemical features and biogeochemical cycles in the Black Sea. Environmental Degradation of the Black Sea: Challenges and Remedies, 56, 43-59.
- Bat, L., şahin, F., Satılmış, H.H., stn, F., zdemir, Z.B., Kıdeys, A.E. ve Shulman, G.E., 2007.** Karadeniz’in değişen ekosistemi ve hamsi balıkçılığına etkisi. Journal of FisheriesSciences, 1 (4), 191-227.
- Beşiktepe, S.T., nlata, U. and Bologna, A.S., 1999.** Environmental Degradation of the Black Sea: Challenges and Remedies. NATO Science Series, 2/56, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 393.
- Bitjukov, E.P., 1969.** Distribution and Ecology of *Noctiluca miliaris* in the Black Sea. Biol. Morya, 17, 76–95.

- Bodeanu, N., 1993.** Microbial blooms in the Romanian area of the Black Sea and contemporary eutrophication conditions. *Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea*, Elsevier, Amsterdam, 203-209.
- Broglio, E., Jonasdottir, S., Calbet, A., Jakobsen, H.H. and Saiz, E., 2003.** Effect of heterotrophic versus autotrophic food on feeding and reproduction of the calanoid copepod *Acartia tonsa*: relationship with prey fatty acid composition. *Aquat Microb Ecol*, 31, 267-278.
- BSC, 2008.** Marine Litter in the Black Sea Region: a Review of the Problem. Black Sea Commission Publications 2007-1, Istanbul-Turkey, 160.
- Buskey, E.J., 1995.** Growth and bioluminescence of *Noctiluca scintillans* on varying algal diets. *J Plankton Res*, 17, 29–40.
- Cabal, J., Gonzalez-Nuevo, G. and Nogueira, E., 2008.** Mesozooplankton species distribution in the NW and NE Iberian shelf during spring 2004: Relationship with frontal structures. *Journal of Marine Systems*, 72, 282-297.
- Cardoso, L.S., 2012.** Bloom of *Noctiluca scintillans* (Macartney) Kofoid & Swezy (Dinophyceae) in southern Brazil. *Brazilian Journal Oceanography*, 60, 2.
- Chen, M., Chen, B., Harrison, P. and Liu, H., 2011.** Dynamics of mesozooplankton assemblages in subtropical coastal waters of Hong Kong: A comparative study between a eutrophic estuarine and a mesotrophic coastal site. *Cont Shelf Res*, 31, 1075-1086.
- Clark, M.J.R., 1992.** Enhancement to the Pielou Method for estimating the diversity of aquatic communities. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 11, 1559-1565.
- Dela-Cruz, J., Middleton, J. and Suthers, I., 2008.** The influence of upwelling, coastal currents and water temperature on the distribution of the red tide dinoflagellate, *Noctiluca scintillans*, along the east coast of Australia. *Hydrobiologia*, 598, 59-75.
- Daan, R., 1987.** Impact of egg predation by *Noctiluca miliaris* on the summer development of copepod populations in the Southern North Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 37, 9–17.
- Daskalov, G.M., 2002.** Overfishing drives a trophic cascade in the Black Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 225, 53-63.
- Drits, A.V., Nikishina, A.B., Sergeeva, V.M., and Solov'ev, K.A., 2013.** Feeding, respiration, and excretion of the Black Sea *Noctiluca scintillans* MacCartney in Summer. *Oceanology*, 53, 4, 442–450.
- Elbrachter, M. and Qi, Y.Z., 1998.** Aspects of *Noctiluca scintillans* (Dinophyceae) population dynamics, physiological ecology of harmful algal blooms. D.M. Springer, London, 315-336.

- Enomoto, Y., 1956.** On the occurrence and the food of *Noctiluca scintillans* (Macartney) in the waters adjacent to the west coast of Kyushu, with special reference to the possibility of the damage caused to the fish eggs by that plankton. Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fish, 22, 82-88.
- Erkan, F., Gucu, A. and Zagorodnyaya, J., 2000.** The diel vertical distribution of zooplankton in the Southeast Black Sea. Turkish Journal of Zoology, 24, 417-427.
- Feyzioğlu, A.M. and Sivri, N., 2003.** Seasonal changes of *Noctiluca scintillans* kofoids and swezy in Trabzon Coast, Eastern Black Sea. E.U. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 20 (1)-2, 75- 79.
- Fock, H. and Greve, W., 2002.** Analysis and interpretation of recurrent spatio-temporal patterns in zooplankton dynamics: a case study on *Noctiluca scintillans* (Dinophyceae) in the German Bight (North Sea). Marine Biolgy, 140, 59-73.
- Fukuda, Y. and Endoh, H., 2006.** New details from the complete life cycle of the red-tide dinoflagellate *Noctiluca scintillans* (Ehrenberg) McCartney. Eur J Protistol 42, 209-219.
- Greze, V.N., Boguslavsky, S.G. and Belyakov-Yu, M., 1979.** Principles of Biological productivity of the Black Sea (eds., Greze V.N.). Kiev, Naukova dumka, 391.
- Gürtürk, N., 1962.** Plankton araştırmalarının önemi. Balık ve Balıkçılık Mecmuası, 10 (11-12), 14-17.
- Harrison, P.J., Furuya, K., Glibert, P.M., Xu, J., Liu, H.B., Yin, K., Lee, J.H.W., Anderson, D.M., Gowen, R., Al-azri, A.R. and Ho, A.Y.T., 2011.** Geographical distribution of red and green *Noctiluca scintillans*. Chinese Journal of Oceanology and Limnology, 29 (4), 807-831.
- Hasle, G.R. and Syversten, E.E., 1997.** Marine diatoms, Identifying marine phytoplankton. C.R. Tomas (ed.), Acad. Press, St. Petersburg, FL, 5-385.
- Hansen, P.J., Bjørnsen, P.K. and Hansen, B.W., 1997.** Zooplankton grazing and growth: scaling within the 2–2,000 µm body size range. Limnol Oceanogr, 42, 687–704.
- Huang, C. and Qi, Y., 1997.** The abundance cycle and influence factors on red tide phenomena of *Noctiluca scintillans* (Dinophyceae) Dapeng Bay, the South China Sea. Journal Plankton Res., 19 (3), 303–318.
- Hynes, H.B.N., 1950.** Food of fresh water stickleback with a review of methods used in the study of the food of fishes. Journal of Animal Ecology, 19, 36-58.
- Hyslop, E.J., 1980.** Stomach contents analysis: a review of methods and their application. Journal of Fish Biology, 17, 411-429.

- Jakobsen, H.H. and Hansen, P.J., 1997.** Prey size selection, grazing and growth response of the small heterotrophic dinoflagellate *Gymnodinium* sp. and the ciliate *Balanion comatum* a comparative study. *Mar Ecol Prog Ser*, 158, 75–86.
- Johnson, W.S. and Allen, D.M., 2005.** Zooplankton of the Atlantic and Gulf coasts: A Guide to Their Identification and Ecology. Johns Hopkins University, Press. Baltimore, MD, USA, 441.
- Jones, R.H., Flynn, K.J. and Anderson, T.R., 2002.** Effect of food quality on carbon and nitrogen growth efficiency in the copepod *Acartia tonsa*. *Marine Ecology Progress Series*, 235, 147-156.
- Kideys, A.E., Kovalev, A.V., Shulman, G., Gordina, A. and Bingel, F., 2000.** A review of zooplankton investigations of the Black Sea over the last decade. *Journal of Marine Systems*, 24, 355-371.
- Kideys, A.E., 2002.** Fall and rise of the Black Sea ecosystem. *Science*, 297, 1482-1484.
- Kirchner, M., Sahling, G., Uhlig, G., Gunkel, W. and Klings, K.W., 1996.** Does the red tide-forming dinoflagellate *Noctiluca scintillans* feed on bacteria. *Sarsia*, 81, 45–55 ISSN 0036-4827.
- Kjørboe, T. and Titelman, J., 1998.** Feeding, Prey Selection and Prey Encounter Mechanisms in the Heterotrophic Dinoflagellate *Noctiluca scintillans*. *Journal of Plankton Research*, 20 (8), 1615–1636.
- Kjørboe, T., 2003.** High turnover rates of copepod fecal pellets due to *Noctiluca scintillans* grazing. *Marine Ecology Progress Series*, 258, 181–188.
- Konsulov, A. and Kamburska, L., 1998.** Ecological determination of the new ctenophora-Beroe ovata invasion in the Black Sea. *Океанология, ИО-БАН, Варна, т. 2*, 195-198.
- Kopuz, U., 2012.** Mikrobiyal Döngüde Pikoplankton Dinamiği ve Güneydoğu Pelajik Besin Zincirindeki Önemi. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye, 170s.
- Kopuz, U., Feyzioğlu, A.M. and Valente, A., 2014.** An Unusual Red-Tide Event of *Noctiluca Scintillans* (Macartney) in the Southeastern Black Sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 14, 261-268.
- Kovalyov, A.V., 1991.** Quantitative Distribution of a Jelly-Fish *Mnemiopsis mccradyi* and Changes in a Zooplankton Associated with Abundance of *Mnemiopsis* in the Black Sea. *Proceedings of the Black Sea Symposium*, 255-262.
- Kovalev, A.V. and Piontkovski, S.A., 1998.** Interannual changes in the biomass of the Black Sea gelatinous zooplankton. *Journal of Plankton Research*, 20 (7), 1377-1385.

- Kovalev, A.V., Mazzocchi, M.G., Siokou-Frangou, I. and Kideys, A.E., 2001.** Zooplankton of the Black Sea and the Eastern Mediterranean: similarities and dissimilarities. *Mediterranean Marine Science*, 2 (1), 69-77.
- Lancelot, C., Staneva, J., Van Eeckhout, D., Beckers, J.M. and Stanev, E., 2002.** Modelling the Danube-influenced North-western Continental Shelf of the Black Sea. II: Ecosystem Response to Changes in Nutrient Delivery by the Danube River after its Damming in 1972. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 54, 473–499, doi:10.1006/ecss.2000.0659.
- Larink, O. and Westheide, W., 2006.** Coastal plankton. Photoguide for European seas, Munich, Pfeil, 144.
- Lee, J.K. and Hirayama, K., 1992.** Effects of salinity, food level and temperature on the population growth on *Noctiluca scintillans* (Macarthy). *Bul Fac Fish Nagasaki Univ*, 71, 163-168.
- Le Fevre, J. and Grall, J.R., 1970.** On the relationships of *Noctiluca* swarming off the western coast of Brittany with hydrological features and plankton characteristics of the environment. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 4, 287-306.
- Liu, X.J. and Wong, C.K., 2006.** Seasonal and spatial dynamics of *Noctiluca scintillans* in a semi-enclosed bay in the northeastern part of Hong Kong. *Bot Mar*, 49, 145-150.
- Lehto, J., Sulkin, S., Strom, S. and Johnson, D., 1998.** Protists and detrital particles as prey for the first larval stage of the brachyuran crab, *Hemigrapsus oregonensis*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 230, 213-224.
- Marshall, S.M., 1969.** Protozoa Order Tintinnida. In Fraser, J. H. Haser and Hansen, V. Kr. (eds), *Fishes d'identification du Zooplankton. Cons. Per. Int. Explor. Mer Zooplankton Sheet*, Charlottenlund, Denmark, 117-127.
- Mauchline, J., Blaxter, J.H.S., Southward, A.J. and Tyler, P.A., 1998.** The Biology of Calanoid Copepods. *Advances in Marine Biology*, San Diego, CA, USA, 33, 710.
- McCarthy, J.J., Taylor, W.R. and Taft, J.L., 1977.** Nitrogenous nutrition of the plankton in the Chesapeake Bay: I Nutrient availability and phytoplankton preferences. *Limnology and Oceanography*, 22, 996–1011.
- Menden-Deuer, S. and Lessard, E.J., 2000.** Carbon to volume relationships for dinoflagellates, diatoms, and other protist plankton. *Limnol. Oceanogr.*, 45, 569-579.
- Micu, D. and Todorova, V., 2009.** Early signs of “mediterrization” and climate change in the Black Sea. In: F. Briand (Editor), *Climate forcing and its impacts on*



- the Black Sea marine biota. No: 39 in CIESM Workshop Monographs, Monaco, 103-104.
- Mikaelyan, A.S., Malej, A., Shiganova, T.A., Turk, V., Sivkovitch, A.E., Musaeve, E.I., Kogovsek, T. and Lukashva, T.A., 2014.** Populations of the red tide forming dinoflagellate *Noctiluca scintillans* (Macartney): A comparison between the Black Sea and the northern Adriatic Sea. *Harmful Algae*, 33, 2940.
- Miyaguchi, H., 2005.** Relationship between the bloom of *Noctiluca scintillans* and environmental factors in the coastal waters of Sagami Bay, Japan. *J Plankton Res* 28, 313-324.
- Miyaguchi, H., Fujiki, T., Kikuchi, T., Kuwahra, V.S. and Toda, T., 2006.** Relationships between the bloom of *Noctiluca scintillans* and environmental factors in the coastal waters of Sagami Bay, Japan. *Journal Plankton Research*, 28 (3), 313–324.
- Mordukhay-Boltovskoy F.D., 1969.** Crustacea. In: Guide of fauna of Black and Azov Seas, Invertebrates, 1, 8-151.
- Moncheva, S. and Krastev, A., 1997.** Some aspects of phytoplankton long-term alterations off Bulgarian Black Sea Shelf. In: E. Ozsoy A. Mikaelyan (Editors). Chapter Sensitivity to Change: Black Sea, Baltic Sea and North Sea Volume 27 of the series NATO ASI Series pp 79-93.
- Montani, S., Pithakpol, S. and Tada, K., 1998.** Nutrient regeneration in coastal seas by *Noctiluca scintillans*, a red tide-causing dinoflagellate. *Journal Marine Biotechnology*, 6, 224-228.
- Murray, S. and Suthers, M., 1999.** Population ecology *Noctiluca scintillans* Macartney, a red-tide-forming dinoflagellate. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, 50, 243–252.
- Nakamura, Y., 1998.** Growth and grazing of a large heterotrophic dinoflagellate, *Noctiluca scintillans*, in laboratory cultures. *Journal of Plankton Research*, 20, 1711–1720.
- Nawata, T. and Sibaoka, T., 1983.** Experimental induction of feeding behavior in *Noctiluca miliaris*. *Protoplasma*, 115, 34-42.
- Nikathithara, V.M., Jyothibabu, R., Padinjaratte, A.M., Kadeparambil, A.J. and Chittur, T.A., 2012.** Enhanced chlorophyll a and primary production in the northern Arabian Sea during the spring intermonsoon due to green *Noctiluca scintillans* bloom. *Marine Biology Research*, 8 (2), 182-188.

- Nikishina, A.B., Drits, A.V., Vasilyeva Yu, V., Timonin, A.G., Solovyev, K.A., Ratkova, T.N. and Sergeeva, V.M., 2011.** Role of the *Noctiluca scintillans* Population in the Trophic Dynamics of the Black Sea Plankton over the Spring Period. *Oceanology*, 51 (6), 1029- 1039.
- Oğuz, T., Latun, V.S., Latif, M.A., Vladimirov, V.V., Sur, H.I., Markov, A.A., Özsoy, E., Kotovshchikov, B.B., Eremeev, V.V. and Ünlüata, Ü., 1993.** Circulation in the surface and intermediate layers of the Black Sea. *Deep-Sea Research*, 40, 1597-1612.
- Oğuz, T., 2005.** Long term impacts of anthropogenic and human forcing on the reorganization of the Black Sea ecosystem. *Oceanography*, 18 (2), 112-121.
- Oğuz, T. and Gilbert, D., 2007.** Abrupt transitions of the top-down controlled Black Sea pelagic ecosystem during 1960-2000: evidence for regime-shifts under strong fishery exploitation and nutrient enrichment modulated by climate-induced variations. *Deep Sea Research Part I, Oceanographic Research Papers*, 54, 220-242.
- Oğuz, T., Akoğlu, E. and Salihoğlu, B., 2012a.** Current state of over- fishing and its regional differences in the Black Sea. *Ocean and Coastal Management*, 58, 47-56.
- Oğuz, T., Salihoğlu, B., Moncheva, S. and Abaza, V., 2012b.** Regional peculiarities of community-wide trophic cascades in strongly degraded Black Sea food web. *J. Plankton Res.*, 34, 338-343, doi:<https://doi.org/10.3354/meps08538>.
- Okaichi, T. and Nishio, S., 1976.** Identification of ammonia as the toxic principle of red tide of *Noctiluca miliaris*, *Bull. Plankton Soc. Jpn*, 23 (2), 75-80.
- Özdemir, G.P. and Ak, O., 2012.** The qualitative and quantitative distribution of the zooplankton in the Southeastern Black Sea (Trabzon coast). *Journal Black Sea/Mediterranean Environment*, 18 (3), 279-298.
- Özsoy, E. and Ünlüata, Ü., 1997.** Oceanography of the Black Sea: a review of some recent results. *Earth-Science Reviews*, 42 (4), 231-272.
- Pasternak, A.F., 1983.** Seasonal dynamics of population number and biomass of zooplankton of Northern Caucasus. in *Seasonal Dynamics of Plankton in the Black Sea* (Nauka, Moscow), 139–177.
- Peres, J.M, Laborde, P., Romano, J.C. and De Souza Lima, Y., 1986.** A *Noctiluca* Sur La Cote de Provence en Juin 1984 Essai D’Interpretation Dynamique. *Ann. Inst. Oceanogr.*, Paris 62 (1), 85-116.
- Prasad, R., 1958.** A Note on the Occurrence and feeding habits of *Noctiluca* and their effects on the plankton community and fisheries. *Proc. Indian Acad. Sci. Sect. 47*, 331–337.

- Porumb, F., 1989.** On the development of *Noctiluca scintillans* (Macartney) Kofoid and Swezy under the eutrophication of the Romanian Black Sea waters. *Cercherati Marine*, 22, 247-262.
- Poulain, P.M., Barbanti, R., Motyzhev, S. and Zatsepin, A., 2005.** Statistical description of the Black Sea near-surface circulation using drifters in 1999-2003. *Deep-Sea Research Part I*, 52, 2250-2274.
- Quevedo, M., Gonzalez-Quiros, R. and Anadon, R., 1999.** Evidence of heavy predation by *Noctiluca scintillans* on *Acartia clausi* (Copepoda) eggs off the central Cantabrian coast (NW Spain). *Oceanol Acta*, 22, 127–131.
- Rodriguez, A.R., Ochoa, J.L. and Uribe, A.M., 2005.** Grazing of heterotrophic dinoflagellate *Noctiluca scintillans* (Mcartney) Kofoid on *Gymnodinium catenatum*. *Graham. Rev. Latinoam. Microbiol.*, 47 (1–2), 6–10.
- Ross, D.A., Uchupi, E., Prada, K.E. and Macilaine, J.C., 1974.** Bathymetry and microtopography of the Black Sea. In: Degens, T and Ross, A. (eds) *The Black Sea geology, chemistry and biology*. American Association of Petroleum Geologists, 1-10.
- Saifullah, S.M., Chaghtai, F., 1990.** Incidence of *Noctiluca scintillans* (Macartney) Ehrenb., blooms along Pakistan shelf. *Pakistan J. Bot.*, 22, 94-99.
- Saydam, C., Tuğrul, S., Bastürk, O. and Oğuz, T., 1993.** Identification of the oxic/anoxic interface by isopycnal surfaces in the Black Sea. *Deep Sea Research Part I*, 40 (7), 1405-1412.
- Schaumann, K., Gerdes, D. and Hesse, K., 1988.** Hydrographic and biological characteristics of a *Noctiluca scintillans* red tide in the German Bight, 1984. *Meeresforschung*, 32, 77-91.
- Sellner, G.K. and Umani, S.F., 2013.** Dinoflagellate Blooms and Mucilage Production, DOI: 10.1029/CE055p0173.
- Shanks, A., and Walters, K., 1996.** Feeding by a Heterotrophic Dinoflagellate *Noctiluca scintillans* in Marine Snow. *Limnol. Oceanogr.*, 41, 177–181.
- Shiganova, T.A., 1998.** Invasion of the Black Sea by the Ctenophore *Mnemiopsis leidyi* and recent changes in pelagic community structure, *Fisheries Oceanography-Globec Special Issue*, Coombs, S., Ed., 305-310.
- Shiganova, T.A., Kamakin, A.M., Zhukova, O.P. and Ushivtzev, V.B., 2001.** Result of investigation of new invader *Mnemiopsis* sp. into the Caspian Sea and its initial effect on the pelagic ecosystem. *Oceanology*, 41, 542-549
- Shiganova, T.A., 2009.** Non-native species in the Southern seas of Eurasia. Thesis of Dr Sci., Moscow, in Russian, pp 610.

- Shiganova, T.A. and Öztürk, B., 2009.** Trend on increasing Mediterranean species arrival into the Black Sea. In: F. Briand (Editor), Climate forcing and its impacts on the Black Sea marine biota. No: 39 in CIESM Workshop Monographs, Monaco, 75-91.
- Shiganova, T.A., Musaeva, E.I., Araskevitch, E.G., Kamburska, L., Stefanova, K., Mihneva, V., Polishchuk, L., Timofte, F., Ustun, F., Oguz, T. and Khalvashi, M., 2009.** The state of zooplankton. In: Oguz, T. (Ed.), State of the Environment of the Black Sea 2001–2006/7. Black Sea Commission, Istanbul, pp. 201–246.
- Steidinger, K.A. and Tangen, K., 1997.** Dinoflagellates, Identifying marine phytoplankton. C.R. Tomas (ed.), Acad. Press, St. Petersburg, FL, 387- 584.
- Sulkin, S., Lehto, J., Strom, S. and Hutchinson, D., 1998.** Nutritional role of protists in the diet of first stage larvae of the Dungeness crab *Cancer magister*. Mar Ecol Prog Ser 169, 237-242
- Suzuki, T., Yamamoto, K. and Narasaki, T., 2013.** Predation pressure of *Noctiluca scintillans* on diatoms and thecate dinoflagellates off the western coast of Kyushu, Japan. Plankton Benthos Research, 8 (4), 186–190,
- Sweeney, B.M., 1978.** Ultrastructure of *Noctiluca miliaris* (Pyrrophyta) with green symbionts. J. Phycol., 14, 116–120.
- Tada, K., Pithakpol, S., Yano, R. and Montani, S., 2000.** Carbon and nitrogen content of *Noctiluca scintillans* in the Seto Inland Sea, Japan. J. Plankton Res, 22, 1203- 1211.
- Taniguchi, A., 1997.** Suborder Tintinnida. In Chinare, M., and Murano, M. (eds), An Illustrated Guide to Marine Plankton in Japan", Tokyo University Press, Tokyo, 421-483.
- Tiselius, P. and Kiørboe, T., 1998.** Colonization of Diatom Aggregates by the Dinoflagellate (*Noctiluca scintillans*) in Marine Snow. Limnol. Oceanogr., 41, 177-181.
- Tuğrul, S., Baştürk, O., Saydam, C. and Yılmaz, A., 1992.** Changes in the hydrochemistry of the Black Sea inferred from water density profiles. Nature, 359, 137-139.
- Uhlig, G. and Sahling, G., 1990.** Long-term studies on *Noctiluca scintillans* in the German Bight population dynamics and red tide phenomena 1968-1988. Neth J Sea Res., 25, 101-112.
- Umani, S.F., Beran, A., Parlato, S., Virgilio, D., Zollet, T., De Olozabal, A., Lazzarini, B. and Cabrini, M., 2004.** *Noctiluca scintillans* Macartney in the Northern Adriatic Sea: long- term dynamics, relationships with temperature and eutrophication, and role in the food web. J. Plankton Res., 26 (5), 545-561.

- Ünlüata, U., Oğuz, T., Latif, M.A. and Özsoy, E., 1990.** On the physical oceanography of the Turkish Straits. In: L.J. Partt (Editor), In the Physical Oceanography of Sea Straits, NATO/ASI Series, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, 318, 25-60.
- Üstün, F., 2005.** The Composition and Seasonal Distribution of Zooplankton in the Region of Sinop Cape of the Black Sea, Turkey. (M.S. Thesis) O.M.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 113s.
- URL-1, 2016.** <https://tr.wikipedia.org/wiki/Yakamoz> (12 Mayıs 2016).
- Velikova, V. and Mihneva, V., 2005.** High and low energy ecosystem structure in terms of regime shifts: examples from the Western Black Sea. In: Velikova, V., Chipev, N. (Eds.), Large scale disturbances (regime shifts) and recovery in aquatic ecosystems: challenges for managements towards sustainability. Unesco-Roste/BAS, Varna, 42–57.
- Venugopal, P., Haridas, P., Madhu-Pratap, M. and Rao, T.S.S., 1979.** Incidence of red water along south Karala coast. Indian. J. Mar. Sci., 8, 94-97.
- Vinogradov, M.E., Shushkina, E.A., Musaeva, E.I. and Sorokin, P.Y., 1989.** New Settler in the Black Sea-Comb Jelly *Mnemiopsis leidyi* (Agassiz). Okeanologiya, 29 (2), 293-299.
- Vinogradov, M.E., Sapozhnikov, V.V., and Shushkina, E.A., 1992.** Ekosistema Chernogo morya (Ecosystem of the Black Sea). Moscow, Nauka, pp. 112.
- Yamochi, S., and Oda, K., 2001.** Characteristics of the productivity structure in the coastal areas along the Kansai International Airport Island, Japan. Transactions on Ecology and the Environment, 49.
- Yıldız, I.K. and Feyizoğlu, A.M., 2014.** Biological diversity and seasonal variation of mesozooplankton in the southeastern Black Sea coastal ecosystem. Turkish Journal of Zoology, 38, 179-190.
- Yılmaz, İ.N., 2002.** Kuzeydoğu Marmara Denizi ve güneybatı Karadeniz üst tabaka zooplanktonun zamana bağlı değişimi ve çevresel şartlarla ilişkisi. Yüksek lisans tezi, İ.Ü. Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 87s.
- Yin, K., 2003.** Influence of monsoons and oceanographic processes on red tides in Hong Kong waters. Mar Ecol Prog Ser, 262, 7-41.
- Zaika, V.E., 2004.** Dynamics of the Size Composition of *Noctiluca scintillans* in the Black Sea. Morsk. Ekol. Zh., 4, 35–40.
- Zaika, V.E., 2005.** Ecology of the Sea Sparkle *Noctiluca scintillans* (Macartney) in the Black Sea. Mor. Ekol. Zh., 4, 42–48.

- Zaitsev, Y.P., Garkovaya, G.P. and Nesterova, D.A., 1987.** Current condition of the northwestern Black Sea. in Current Condition of the Black Sea (Nauka, Moscow), pp. 216–230.
- Zaitsev, Y.P., 1992.** Recent changes in the trophic structure of the Black Sea. Fisheries Oceanography 1, 180-189.
- Zakaria, A. and Mesaad, I., 2007.** First Report on *Noctiluca scintillans* Blooms in the Red Sea Off the Coasts of Saudi Arabia. Conseq. Eutroph. Oceanologia, 49 (3), 337–351.
- Zhang, S., Liu, H., Guo, C. and Harrison, P.J., 2016.** Differential feeding and growth of *Noctiluca scintillans* on monospecific and mixed diets. in Marine Ecology Progress Series, 549, 27-40.
- Zingmark, R.G., 1970.** Sexual reproduction in the dinoflagellate *Noctiluca miliaris* Suriray J Phycol, 6, 122-126.

## ÖZGEÇMİŞ

Yasemen ŞENTÜRK, 07.12.1984 yılında Trabzon ili Merkez ilçesinde doğdu. İlkokulunu 1995 yılında Trabzon ilinde 24 Şubat İlkokulunda, ortaöğretimini 1998 yılında Trabzon ilinde Yunus Emre Ortaokulu'nda ve lise öğrenimini 2001 yılında Trabzon ili Trabzon Lisesi'nde tamamladı. Lisans eğitimini 2007 tarihinde Atatürk Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü'nde tamamladı. 2009 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Öğretmenliği Bölümü'nde Tezsiz Yüksek Lisans eğitimini tamamladı. 2014-2016 yılında Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Lisans öğrenimini tamamladı. 2013 yılında başladığı Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimine devam etmektedir.