

Güneydoğu Karadeniz’de *Noctiluca scintillans* (Macartney) Kofoid & Swezy Dinamiği ve Mesozooplanktona Katkısı

Dynamics of Noctiluca scintillans (Macartney) Kofoid & Swezy and its Contribution to Mesozooplankton in the Southeastern Black Sea

Ülgen Aytan , Yasemen Şentürk 

Cite this article as: Aytan, Ü., Şentürk, Y. (2018). Dynamics of *Noctiluca scintillans* (Macartney) Kofoid & Swezy and its Contribution to Mesozooplankton in the Southeastern Black Sea. *Aquatic Sciences and Engineering*, 33(3): 84-89.

ÖZ

Son yarım yüzyılda Karadeniz’de zooplankton komunitelerinde önemli değişimler gözlenmiş, bazı türler hemen hemen kaybolurken, bazı türler artış göstermiştir. Bu türlerden biri olan heterotrofik dinoflagellat *Noctiluca scintillans*, dünya denizlerinde yaygın olarak dağılım göstermektedir. Büyük boyutu (>200 µm) ve fagotrofik beslenme davranışı nedeniyle mesozooplankton içinde değerlendirilen *Noctiluca scintillans* 1970’lerden sonra Karadeniz’de mesozooplanktonun baskın katılımcılarından biri olmuştur. Bu çalışma ile Mayıs 2015-Nisan 2016 tarihleri arasında Güneydoğu Karadeniz yüzey sularında *Noctiluca scintillans* popülasyon yapısı ve mesozooplanktona olan katkısı araştırılmıştır. Yüzey sularında *Noctiluca scintillans* hücre bolluk değerleri en düşük yaz ayları, en yüksek Şubat-Mayıs periyodu olmak üzere 0-23357 hücre.m⁻³ arasında değişmiş ve nehir ağzından açığa doğru artış eğilimi sergilemiştir. Örnekleme süresince *Noctiluca scintillans* hücre çapı 352-629 µm ve hacmi 2.28x10⁷-1.3x10⁸ µm³ arasında değişmiştir. Toplam mesozooplankton bolluğu 10-24020 birey.m⁻³ arasında değişim göstermiştir. Örnekleme istasyonları arasında *Noctiluca scintillans* ve mesozooplankton bolluğu bakımından istatistiksel olarak önemli farklılık bulunamamıştır (p>0,05). *Noctiluca scintillans* toplam mesozooplanktona en düşük katkıyı yaz aylarında yaparken, Şubat-Mayıs periyodunda toplam mesozooplanktona katkısı nehir ağzında %79±4, kıyı sularında ise %98±2 olarak belirlenmiştir. Çalışma, bölgede *Noctiluca scintillans*’ın zooplanktonun hala önemli bir katılımcısı olduğunu doğrulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Noctiluca scintillans*, heterotrofik dinoflagellat, mesozooplankton, Karadeniz

ABSTRACT

During the last half century, significant changes have been observed in the zooplankton communities in the Black Sea. While some species have almost disappeared, some other species have increased in number. *Noctiluca scintillans* is a red-tide forming heterotrophic dinoflagellate, which is widely distributed in the world’s oceans. Due to its large cell size (>200 µm) and phagotrophic feeding behavior, *Noctiluca scintillans* is assessed within mesozooplankton communities. After the 1970s, *Noctiluca scintillans* became dominant in the mesozooplankton community in the Black Sea. Between May 2015 and April 2016, the population characteristics of *Noctiluca scintillans* and its contribution to mesozooplankton communities were investigated in surface waters in the southeastern Black Sea. The abundance of *Noctiluca scintillans* in surface waters ranged between 0–23357 cells/m⁻³ with the lowest number found in the summer and the highest number found from February to May. Abundance tended to increase from the river mouth toward open waters. During the study, the cell diameter and volume of *Noctiluca scintillans* varied between 352–629 µm and 2.28 x 10⁷–1.3x10⁸ µm³, respectively. The total mesozooplankton abundance ranged between 10–24020 individuals/m⁻³. There are no statistically significant differences in *Noctiluca scintillans* and mesozooplankton abundance between sampling stations (p>0.05). The contribution of *Noctiluca scintillans* to the mesozooplankton population was the lowest during summer, but from February to May, *Noctiluca scintillans* comprised 79%±4% and 98%±2% of the total mesozooplankton population in the river mouth and coastal waters, respectively. These results confirm that *Noctiluca scintillans* is still an important contributor of the mesozooplankton community in the southeastern Black Sea.

Keywords: *Noctiluca scintillans*, heterotrophic dinoflagellate, mesozooplankton, Black Sea

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi,
Su Ürünleri Fakültesi, Deniz Biyolojisi
Anabilim Dalı, Rize, Türkiye

Submitted:
26.11.2017

Accepted:
25.04.2018

Correspondence:
Ülgen Aytan
E-mail:
ulgen.kopuz@erdogan.edu.tr

©Copyright 2018 by Aquatic
Sciences and Engineering
Available online at
dergipark.gov.tr/tjas

GİRİŐ

Karadeniz ekosisteminde ötrofikasyon, aşırı avlanma, kirlilik, nütrient rejiminde değişimler, istilacı türlerin giriő ve iklimsel değişimin etkisiyle son yarım yüzyılda değişimler gözlenmektedir (Zaitsev, 1992; Beşiktepe ve ark., 1999; Kideys, 2002; Daskalov, 2002; Oğuz ve Gilbert, 2007; Oğuz ve ark., 2012). Bu değişimler Karadeniz'de denizel besin zincirinin temelini oluőturan fitoplankton ve zooplankton komunitelerini ciddi Şekilde etkilemiőtir. 1970'lerden sonra zooplankton bolluğu, biyoması ve komünite yapısında çok önemli değişimler gözlenmiőt, bazı zooplankton türleri ortadan kaybolurken, bazı türler de ortamda hâkimiyet sağlamaya baőlamıőtir (Shiganova ve ark., 2008).

Bu türlerden biri olan heterotrofik dinoflagellat *Noctiluca scintillans* (Macartney) Kofoid & Swezy ılıman ve tropikal bölgelerde yaygın olarak dağılım göstermektedir (Elbrachter ve Qi, 1998; Harrison ve ark., 2011). Hızlı üreme özellikleri ve beslenme davranışı ile *N. scintillans*'ın miktarı kısa bir süre içinde hızla artarak, red-tide oluőturabilmekte ve plankton biyoması üzerinde baskı kurabilmektedir (Tiselius ve Kiørboe, 1998). Büyük boyutlu oluőu (>200 µm) ve fagotrofik beslenme davranışı dolayısı ile mesozooplankton içerisinde değerlendirilmektedir. 1970'lerden sonra Karadeniz ekosisteminde meydana gelen değişimlerle birlikte *N. scintillans* sayıca yaklaşık 8-10 kat artış göstererek zooplankton içinde önemli bir yere gelmiőtir (Shiganova ve ark., 2008). Karadeniz'in kuzey ve kuzeybatı kıta sahanlığında *N. scintillans* miktarındaki artış ötrofikasyon ile iliŐkendirilmiőtir (Shiganova ve ark., 2008). *N. scintillans* Karadeniz'de genellikle Mayıs-Haziran periyodunda artış göstermekte ve çevresel koşullardaki değişikliklerden ötürü, yaz aylarında Karadeniz'in üst karışım tabakasında neredeyse ortadan kaybolmaktadır (Mikaelyan ve ark., 2014). Kuzeybatı Karadeniz'den Ekim-Kasım periyodunda da bolluk değerlerinde artışlar kaydedilmiőtir (Velikova ve Mihneva, 2005). Karadeniz'in güney kıyılarında ise Nisan-Mayıs aylarında *N. scintillans* bolluğundaki artışlar rapor edilirken, Temmuz-Aęustos veya Aralık aylarında da artıőı gözlenmiştir (Üstün, 2005). Güneydoğu Karadeniz'de yapılan çalıőmalarda *N. scintillans*'ın su kolonunda dağılımı rapor edilmiştir (Feyzioğlu ve Sivri, 2003; Özdemir ve Ak, 2012; Yıldız ve Feyzioğlu, 2014). Güneydoğu Karadeniz'den 2011 yılı Nisan ayı sonunda ilk kez *N. scintillans*'ın neden olduğu red-tide vakası rapor edilmiştir (Kopuz ve ark., 2014).

Karadeniz ekosisteminde gerçekteően dramatik değişimler süresince artış göstererek mesozooplanktonun baskın katılımcılarından biri haline gelen ve pelajik besin zincirinin önemli bileőenlerinden biri olan *N.scintillans*'ın izlenmesi önem arz etmektedir. Bu çalışma ile Mayıs 2015-Nisan 2016 tarihleri arasında balıkçılık bakımından önemli bir alanı temsil eden Güneydoğu Karadeniz yüzey sularında *N.scintillans*'a ait hücre bolluğu (hücre.m³), çapı (µm) ve hacminin (µm³) aylık olarak deęiőimi araŐtırılmıőtir. Ayrıca *N.scintillans*'ın mesozooplanktona katkısı belirlenmiőt ve çevre ile etkileşimi deęerlendirilmiőtir.

MATERYAL VE METOT

Örnekleme dar bir kıta sahanlığı ile karakterize olan Güneydoğu Karadeniz'de, nehir ağzı (40° 55'14" N; 40°11'31" E) ve kıyı (41°

00'01" N; 40°10'33" E) (5 deniz mili) sularında seçilen iki istasyonda Mayıs 2015-Nisan 2016 tarihleri arasında gerçekteőirilmiőtir (Şekil 1). Deniz suyuna ait sıcaklık, tuzluluk, iletkenlik parametreleri Sea bird SBE-19 Plus CTD prop kullanılarak, çözünmüő oksijen konsantrasyonu ise CTD prop üzerinde yer alan SBE 63-DO sensörü kullanılarak optik olarak yerinde ölçülmüőtür. In-situ floresan ölçümleri CTD üzerinde bulunan WETLAB flourometre kullanılarak gerçekteőirilmiőtir.

Zooplankton örneklere su yüzeyinden 09:00-15:00 saatleri arasında 200 µm göz açıklığına ve 70 cm ağiz açıklığına sahip WP2 net ile 2 knot hızda 5 dk süre ile alınmıőtir. Kepçede dışarıdan nazıkçe yıkanarak tüm örneğin kolektörde toplanması sağlanmış ve örneklere %4'lük formaldehit ile fikse edilmiştir. Laboratuvarında örneklere Stempel pipet ile alt örnekleme yapılarak Bogorov sayım kamerasına aktarılmıőt ve ZEISS Stemi 508 stereo mikroskop altında ana taksonomik gruplara ayrılmıőtırlardır (Copepoda, Chaetognatha, Appendicularia, Cladocera, Scyphozoa, Ctenophora, *Noctiluca*). *N. scintillans* hücre çapının belirlenmesi için 10-50 hücrenin fotoğrafları çekilmiőt ve ölçümler (µm) resim yazılımı aracılığı ile gerçekteőirilmiőtir. Hücrenin küresel olduğu varsayımı yapılarak hacim hesaplanmıőtir (Hillebrand ve ark., 1999). Ana taksonomik gruplara ait hücre bollukları birey.m⁻³ ve *N.scintillans*'a ait hücre bolluğu hücre.m⁻³ olarak hesaplanmıőtir. İstatistiksel analizlere baőlamadan önce verilere logaritmik dönüőüm yapılarak normal dağılım gösterip göstermedikleri test edilmiştir. *N.scintillans* ile fiziksel ve biyolojik veriler arasındaki iliŐkinin anlaşılabilmesi için parametrik olmayan Spearman Rank-Order korelasyonu gerçekteőirilmiőtir. İstasyonlar arasında *N.scintillans* ve mesozooplankton bolluğu bakımından farklılık olup olmadığı one-way ANOVA ile test edilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŐMA

Hidrografi

Örnekleme istasyonları, 2001 yılından bu yana birçok araŐtırmaya konu olmuştur ve hidrografik koşulları iyi bilinmektedir (Ağırbaş, 2010; Kopuz, 2012; Ağırbaş ve ark., 2015). Çalışma bölgesinde yüzey suyu sıcaklığı en düşük (9,7 °C) Şubat ve en yüksek (28,2°C) Ağustos ayında kaydedilmiőtir (Şekil 2). Nehir ağzı sularında tuzluluk yüzeyde %15,82-18,05, kıyı sularında ise %17-18 arasında deęiően tuzluluk değerleri (Şekil 2), derinliğe bağlı artış göstermiştir. Çalışma bölgesi tuzluluk ve sıcaklık bakımından bölgede yürütölmüő önceki çalışmalarla uyum içerisinde (Ağırbaş, 2010; Kopuz, 2012). Çözünmüő oksijen konsantrasyonu nehir ağzı istasyonu yüzey sularında 7,43 (Ocak)-8,57 mg.l⁻¹ (Temmuz), kıyı istasyonunda ise 7,06 (Şubat)-8,77 mg.l⁻¹ (Ocak) arasında değişim göstermiştir. Örnekleme süresince yüzey sularında en yüksek klorofil-a değerleri nehir ağzı istasyonunda tespit edilmiőt ve kıyıda açığa doğru azalma eğilimi göstermiştir. Nehir ağzı istasyonunda yüzey klorofil-a değerleri 0,50 (Mayıs)-3,90 µg.l⁻¹ (Ekim) ve kıyı istasyonunda ise 0,28 (Haziran)-3,43 µg.l⁻¹ (Ekim) arasında değişim göstermiştir (Şekil 2). Güneydoğu Karadeniz'de 2009-2010 periyodunda yüzey suyu klorofil-a değerleri kıyısal bölgede ortalama 1,97 µg l⁻¹ olarak tespit etmiőtir (Ağırbaş, 2010). Aynı bölgede Ekim 2010- Aralık 2011 tarihleri arasında yapılan bir başka çalışmada ise yüzey klorofil-a değerleri 0,17-2,21 µg l⁻¹ arasında rapor edilmiştir (Kopuz, 2012). Bu çalışma esnasında ölçölen yüzey klorofil-a değerleri Ağırbaş (2010) tarafından rapor

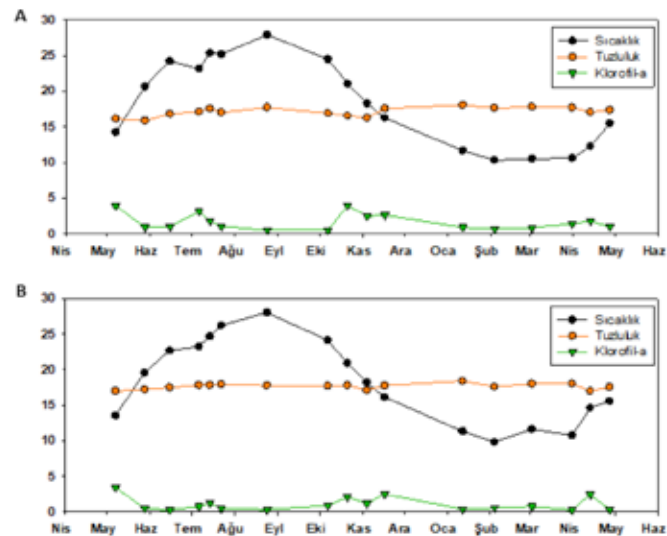
edilen değerlerle benzerlik sergilerken, Kopuz (2012) tarafından rapor edilen değerlere göre yüksek bulunmuştur. Son yıllarda Güneydoğu Karadeniz'de klorofil-a'nın iklimsel deęiŐime bağlı olarak dalgalanmalar gösterdiği bildirilmiştir (Ağırbaş ve ark., 2015). Karadeniz kıyasal bölgesi nehir girdileri ve özellikle siklonik sırt akıntısı ve bununla iliŐkili meso-ölçekli girdaplar, filament ve cephelerin etkisiyle oldukça dinamik bir yapı sergilemektedir. Her ne kadar klorofil-a fitoplankton biyomasının bir göstergesi olarak kullanılsa da, klorofil-a konsantrasyonu ışık, besin elementi konsantrasyonu ve tür kompozisyonu gibi faktörlerin etkisi ile değişim gösterebilmektedir.

Noctiluca scintillans popülasyon yapısı

Güneydoğu Karadeniz'de çalışma süresince yüzey sularında *N.scintillans* hücre bolluk değerleri en dŐuk yaz ayları, en yüksek Şubat-Mayıs periyodu olmak üzere 0-23357 hücre.m⁻³

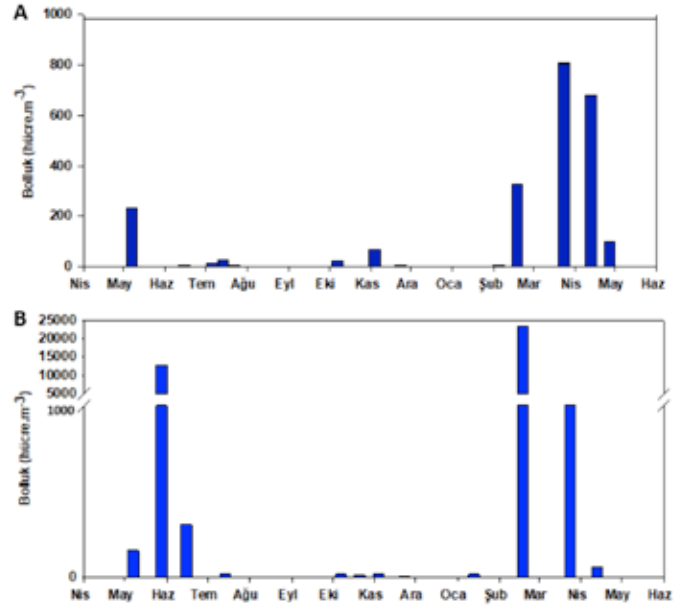


Şekil 1. alıŐma bölgesi ve rneklemeye istasyonları
Figure 1. Study area and sampling stations in the Black Sea

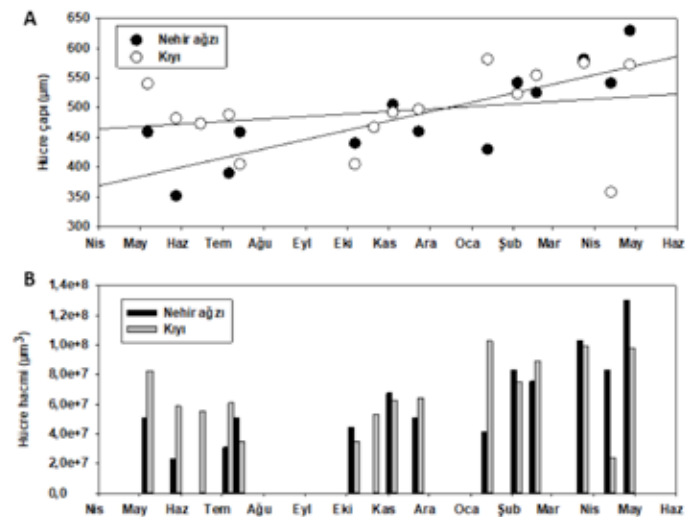


Şekil 2. a, b. rneklemeye istasyonlarına ait yüzey suyu sıcaklık (°C), tuzluluk (‰) ve klorofil-a (µg.l⁻¹) değerleri (A: nehir ağzı, B: kıyı)
Figure 2. a, b. Sea surface temperature (°C) (black line), salinity (‰) (orange line) and chlorophyll-a (µg.l⁻¹) at the sampling stations (A: river mouth, B: coastal)

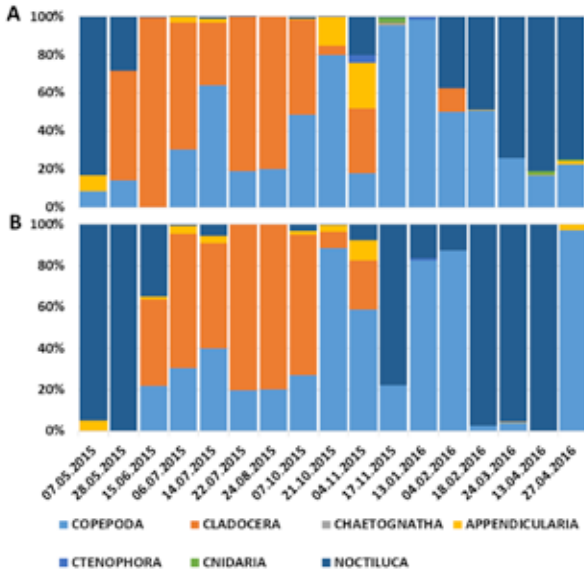
arasında değişmiştir (Şekil 3). Örneklemeye istasyonları arasında *N.scintillans*'ın bolluğu bakımından istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır (ANOVA, p>0,05). Dünya genelinde olduğu gibi (Harrison, 2011) Karadeniz'de de *N.scintillans* hücre



Şekil 3. a, b. *Noctiluca scintillans*'ın rneklemeye istasyonları yüzey sularında dağılımı (A: nehir ağzı, B: kıyı)
Figure 3. a, b. Surface distribution of *Noctiluca scintillans* at the sampling stations (A: river mouth, B: coastal)



Şekil 4. a, b. alıŐma süresince rneklemeye istasyonlarında *Noctiluca scintillans* hücre apı (A) ve hacminin (B) deęiŐimi
Figure 4. a, b. Changes on cell diameter (A) and volume (B) of *Noctiluca scintillans* at the sampling stations during study



Şekil 5. a, b. *Noctiluca scintillans*'ın örnekleme istasyonları yüzey sularında mesozooplanktona katkısı (%) (A: nehir ağızı, B: kıyı)

Figure 5. a, b. Contribution of *Noctiluca scintillans* to mesozooplankton at the sampling stations (A: river mouth, B: coastal)

sayısındaki artışın ilkbahar aylarında gerçekleştiği bilinmektedir (Nikishina ve ark., 2011; Özdemir ve Ak, 2012; Mikaelyan ve ark., 2014; Kopuz ve ark., 2014). Bulgaristan kıyılarında *N.scintillans* popülasyonunun Nisan ayında artmaya başlayıp Haziran ve Temmuz aylarında en yüksek değerlere ulaştığı (yaklaşık 10000 hücre.m⁻³) rapor edilmiştir (Shiganova ve ark., 2008). Kuzeydoğu-merkez Karadeniz ve Kuzey Adriyatik Denizi'nde *N.scintillans* popülasyonların karşılaştırıldığı çalışmada, 2008-2012 yılları arasında en yüksek hücre bolluğu Mayıs'ta ve Haziran'ın ilk yarısında tespit edilmiş ve 1x10³-25x10³ hücre.m⁻³ arasında değişmiştir (Mikaelyan ve ark., 2014). Güneydoğu Karadeniz'de Ekim 2007 ile Eylül 2008 tarihleri arasında yürütülen bir çalışmada *N.scintillans* hücre bolluğu 5-3753 hücre.m⁻³ arasında değişmiş ve en yüksek bolluk değerleri Mayıs ayında rapor edilmiştir (Özdemir ve Ak, 2012). Çalışma süresince her iki örnekleme istasyonunda Şubat ayı ile birlikte bolluk değerlerinde ciddi artışlar görülmüş ve nehir ağızı istasyonunda en yüksek bolluk değerleri (806 hücre.m⁻³) Mart 2016'da, kıyı istasyonunda ise Mayıs 2015 (12776 hücre.m⁻³) ve Şubat 2016'da (23357 hücre.m⁻³) tespit edilmiştir. Hücre bolluk değerleri ve en yüksek değerlere ulaştığı dönem Karadeniz'de yapılan çalışmalarla uyum içerisindedir (Nikishina ve ark., 2011; Özdemir ve Ak, 2012; Mikaelyan ve ark., 2014). *N. scintillans*'ın su sıcaklığının 25 °C üzerine çıktığı dönemlerde büyüme hızının ciddi şekilde düşmesi dolayısıyla çok düşük bolluk değerleri sergilediği rapor edilmiştir (Tada ve ark., 2004). Mikaelyan ve ark., (2014) tarafından yapılan çalışmada da beslenme ve çevresel koşullardaki değişikliklere bağlı olarak yaz aylarında *N. scintillans*'ın Karadeniz'de üst karışım tabakasından neredeyse kaybolduğu bildirilmiştir. Benzer şekilde bu çalışmada da en düşük hücre yoğunluğu (0-29 hücre.m⁻³) su sıcaklığının 25 °C

üzerine çıktığı yaz aylarında tespit edilmiştir. Dünya genelinde *N.scintillans*'ın neden olduğu red-tide vakaları sıklıkla rapor edilmektedir (Harrison ve ark., 2011). Güneydoğu Karadeniz'den *N.scintillans*'ın neden olduğu red-tide ilk kez 2011'de bildirilmiş ve hücre sayısının 1x10⁶ hücre.l⁻¹ ulaştığı rapor edilmiştir (Kopuz ve ark., 2014). Bu çalışma esnasında *N. scintillans*'ın oluşturduğu bir red-tide vakasına rastlanılmamıştır.

Örnekleme süresince yüzey sularında *N.scintillans* hücre çapı nehir ağızı istasyonunda 352-629 µm (ortalama 486±78 µm), kıyı istasyonunda ise 405-581 µm (ortalama 494±67 µm) arasında değişim göstermiştir (Şekil 4a). Karadeniz'de uzun yıllara dayalı değerlendirme sonucunda *N.scintillans*'a ait hücre çapı 401-600 µm arasında rapor edilirken (Mikaelyan ve ark., 2014), Karadeniz'den ilk kez rapor edilen red-tide vakasında 425-809 µm arasında tespit edilmiştir (Kopuz ve ark., 2014). Büyük boyutlu hücrelerin red-tide öncesinde ve esnasında bölünmek üzere olan hücreler olduğu bildirilmiştir (Kopuz ve ark., 2014). Genel olarak değerlendirildiğinde Mayıs 2015-Nisan 2016 periyodunda bölgede *N.scintillans* 500 µm'den küçük hücreler (ortalama 490±72 µm) ile temsil edilmiştir. Bulunan değerler Karadeniz'in kuzey sahillerinden Mikaelyan ve ark. (2014) tarafından rapor edilen değerlere benzer olup, red-tide esnasında bulunan değerlere göre düşük bulunmuştur (Kopuz ve ark., 2014). Küçük boyutlu hücreler (340-450 µm) iyi beslenen ve hızlı büyüyen hücreleri temsil ederken, büyük boyutlu hücrelerin (450-1200 µm) yetersiz koşullar altındaki durumu temsil ettiği rapor edilmiştir (Murray ve Suthers, 1999; Dela-Cruz ve ark., 2008). Bu çalışma süresince bulunan değerlerin bölgede sağlıklı büyüyen bir *N. scintillans* popülasyonunun göstergesi olduğu düşünülmektedir. *N.scintillans*'ın hücrelerinin küresel olduğu varsayılarak çap kullanılarak hesaplanan hücre hacmi değerleri ise nehir ağızı istasyonunda 2.28x10⁷-1.3x10⁸ µm³ (ortalama 6.4x10⁷±3x10⁷ µm³), kıyı istasyonunda ise istasyonunda 2.4x10⁷-1.03x10⁸ µm³ (ortalama 6.6x10⁷±2.5x10⁷ µm³) arasında değişim göstermiştir (Şekil 4b).

Çalışma esnasında *N. scintillans* bolluğu sıcaklık ve tuzluluk ile istatistiksel olarak önemli bir ilişki sergilememiştir. *N. scintillans* artışında potansiyel besin artışının büyük etkisi olduğu (Harrison ve ark., 2011), özellikle diatom blomları esnasında *N. scintillans*'ın sayıca artış gösterdiği bilinmektedir (Dela-Cruz vd., 2008; Kopuz ve ark., 2014). Yapılan bir çok çalışmada *N. scintillans* ile fitoplankton biyomasının bir göstergesi olarak kabul edilen klorofil-a arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki bulunurken (Kopuz ve ark., 2014; Tsai ve ark., 2018), diğer bir çok çalışmada ise *N. scintillans* bolluğu ile klorofil-a arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki bulunmamıştır (Huang ve Qi, 1997; Tada ve ark., 2004; Özdemir ve ark., 2017). Bu çalışma esnasında da örnekleme istasyonlarında *N.scintillans* ile klorofil-a arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki bulunamamıştır. *N.scintillans* bakteriden, fitoplankton, protozoa, kopepod ve nauplileri, metazoa yumurta ve larvalarına kadar geniş bir av aralığı üzerinden beslenebilmektedir (Elbrachter ve Qi, 1998; Nikishina ve ark., 2011). Bu çalışmada *N.scintillans* ile klorofil-a arasındaki ilişki yıl genelinde değerlendirildiğinden, *N.scintillans* bolluğunun yalnızca kısa süreli fitoplankton artışlarına bağlı olarak değil, ortamda mevcut diğer av kompozisyonuna bağlı olarak da değiştiği düşünülmektedir.

Noctiluca scintillans'ın mesozooplanktona katılımı

Çalışma bölgesi yüzey sularında mesozooplankton 7'si Copepoda, 3'ü Cladocera, 1'i Chaetognatha, 1'i Appendicularia, 1'i Ctenophora, 1'i Cnidaria ve 1'i Dinoflagellata'ya (*N. scintillans*) ait toplam 15 tür tarafından temsil edilmiştir. Toplam mesozooplankton bolluğu (*Noctiluca* dahil) nehir ağızı yüzey sularında 10-6021 birey.m⁻³, kıyı sularında ise 12-24020 birey.m⁻³ arasında değişim göstermiştir. *N.scintillans*'ın mesozooplanktona katkısı nehir ağızı yüzey sularında %0-83, kıyı sularında ise %0-99 arasında değişmiştir (Şekil 5). *N.scintillans* toplam mesozooplanktona her iki istasyonda da en düşük katkısı (<%3) yaz aylarında yaparken, aynı dönemde Cladocera baskın grup olmuştur (>%65). *N. scintillans*'ın toplam mesozooplanktona en yüksek katkısı nehir ağızı istasyonunda Mayıs 2015 (%83) ve Nisan 2016'da (%81), kıyı istasyonunda ise Mayıs 2015 (%99) ve Şubat-Nisan 2016 (%96) periyodunda gözlenmiştir (Şekil 5).

Karadeniz komisyonunun raporunda, *N.scintillans*'ın Karadeniz kıyılarında özellikle 1970'lerden sonra artış göstererek mesozooplanktonun en önemli katılımcılarından biri olduğu bildirilmiştir (Shiganova ve ark., 2008). Bulgaristan kıyılarında ötrofikasyon periyodu boyunca (1970-1990) *N.scintillans* zooplankton komünitelerinde baskın grup olarak rapor edilmiştir. Bu dönemde *N.scintillans* toplam zooplanktona katılımı 1970 başlarında %35-42, 1970 ortaları ve 1980 sonlarına kadar olan dönemde %90'dan fazla olmuştur. Türkiye kıyılarında 1999-2005 yıllarında Bulgaristan kıyılarına oranla daha küçük değerlerde katkı yaparak zooplanktonun %70'ini oluşturmuştur. Romanya kıyılarında 2002 yılında *N.scintillans*'ın toplam zooplanktona %98 oranla katılım gösterdiği bildirilmiştir (Shiganova ve ark., 2008). Özdemir ve Ak (2012) tarafından Güneydoğu Karadeniz'de yürütülen çalışmada *N.scintillans*'ın hücre bolluğunun en yüksek olduğu Mayıs ayında toplam zooplanktona katkısının %90'nın üzerinde olduğu bildirilmiştir. Güneydoğu Karadeniz'de yürütülen bu çalışmada da Karadeniz'de yapılan çalışmalarla uyum içerisinde *N.scintillans* mesozooplanktonun önemli bir katılımcısı olmuştur ve mesozooplanktona en yüksek katkısı (%99), Özdemir ve Ak (2012) tarafından rapor edildiği şekilde sayıca en yüksek olduğu dönem olan Mayıs ayında gerçekleştirmiştir.

DEĞERLENDİRME

Güneydoğu Karadeniz'de *N.scintillans*'ın popülasyon yapısı Karadeniz'de daha önce yapılmış çalışmalarla uyum içerisinde. Beklendiği üzere yüzey sularında ilkbahar periyodunda artış göstererek zooplanktonun önemli bir katılımcısı olmuş, ancak güçlü termal tabakalaşma periyodunda yüzey sularında neredeyse bulunamamıştır. Karadeniz'de mesozooplankton içinde bu denli baskın olan *N.scintillans*, Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi'nin "İyi Çevresel Durum" göstergelerinden 'Besin Ağı' amaçları kapsamında Karadeniz pelajik ekosisteminde indikatör bir tür olarak göz önünde bulundurulmalıdır. Karadeniz pelajik besin zincirinde gerçekten besinsel kör uç olup olmadığı ve besin zincirindeki rolünün anlaşılması gerçekçi karbon döngüsü yaklaşımları için önem arz etmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK 114Y232 nolu "Güneydoğu Karadeniz Planktonik Besin Zincirinde Mikrozooplanktonun Rolü" başlıklı proje tarafından desteklenmiştir. Deniz çalışmalarındaki yardımlarından

ötürü Doç. Dr. Ertuğrul AĞIRBAŞ, Yrd. Doç. Dr. İlknur YILDIZ, Yrd. Doç. Dr. Rahşan Evren MAZLUM, Fatma Başak ESENSOY ŞAHİN, Rıza USTA, Mustafa BAKIRCI ve Yusuf ÖZDEN'e, harita için Dr. Andre VALENTE'e teşekkür ederiz. Ayrıca R/V SURAT ARASTIRMA, R/V DENAR and R/V KARADENİZ ARAŞTIRMA gemi adamları ve kaptanlarına çalışma esnasındaki desteklerinden ötürü teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Ağırbaş, E. (2010). Güneydoğu Karadeniz'de pigment konsantrasyonu ve birincil üretimin çevre koşulları ile etkileşimi. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye, (pp.199).
- Ağırbaş, E., Feyzioğlu, A.M., Aytan, Ü., Valente, A., 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.
- Beşiktepe, S.T., Ünlüata, U., 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. [CrossRef]
- Shiganova, T. Musaeva, E. Arashkevich E. Kamburska, L. Stefanova, K., Mihneva, V. Polishchuk, L., Timofte, F., Ustun, F., Oguz, T., Khalvashi, M., Tarkan, A. N. (2008). The State of Zooplankton, In: Oguz, T. (Ed.), State of the Environment of the Black Sea (2001-2006/7), Publications of the Commission on the Protection of the Black Sea Against Pollution (BSC) 2008-3, İstanbul, Turkey. 448 pp.
- Daskalov, G.M. (2002). Overfishing drives a trophic cascade in the Black Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 225, 53-63. [CrossRef]
- Dela-Cruz, J., Middleton, J., 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 [CrossRef]
- Elbrachter, M., Qi, Y.Z. (1998). Aspects of *Noctiluca scintillans* (Dinophyceae) population dynamics. Physiological ecology of harmful algal blooms, D.M. Springer, London, 315-336.
- Feyzioğlu, A.M., 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), 75- 79.
- 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., Ho, A.Y.T. (2011). Geographical distribution of red and green *Noctiluca scintillans*. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 29(4), 807-831. [CrossRef]
- Hillebrand, H., Durselen, C. D., Kirschtel, D. Pollinger, U., Zohary, T. (1999). BioVolume calculation for pelagic and benthic microalgae. *Journal of Phycology*, 35, 403-424. [CrossRef]
- Huang, C., Qi, Y. (1997). The abundance cycle and influence factors on red tide phenomena of *Noctiluca scintillans* (Dinophyceae) in Dapeng Bay, the South China Sea. *Journal of Plankton Research*, 19, 303-318. [CrossRef]
- Kideys, A.E. (2002). Fall and rise of the Black Sea ecosystem. *Science*, 297, 1482-1484. [CrossRef]
- Kopuz, U. (2012). Mikrobiyal Döngüde Pikoplankton Dinamiği ve Güneydoğu Pelajik Besin Zincirindeki Önemi. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye, pp.170.
- Kopuz, U., Feyzioğlu, A.M., 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. [CrossRef]
- Mikaelyan, A.S., Malej, A., Shiganova, T.A., Turk, V., Sivkovitch, A.E., Musaeva, E.I., Kogovsek, T., Lukasheva, 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. [CrossRef]
- Murray, S., Suthers, M. (1999). Population ecology *Noctiluca scintillans* Macartney, a red-tide-forming dinoflagellate. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, 50, 243–252. [CrossRef]
- Nikishina, A.B., Drita, A.V., Vasilyeva Yu, V., Timonin, A.G., Solovyev, K.A., Ratkova, T.N., 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. [CrossRef]
- Oğuz, T., 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. [CrossRef]
- Oguz, T., Salihoglu, B., Moncheva, S., Abaza, V. (2012). Regional peculiarities of community-wide trophic cascades in strongly degraded Black Sea food web. *Journal of Plankton Research*, 34, 338-343. [CrossRef]
- Özdemir, G.P., Ak, O. (2012). The qualitative and quantitative distribution of the zooplankton in the Southeastern Black Sea (Trabzon coast). *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, 18(3), 279-298
- Özdemir, N. Ő., Caf, F., Feyzioğlu, A. M., Yıldız. İ. (2017). Biochemical Content (Fatty Acids, Sterols, Lipophilic Vitamins, Total Protein, MDA, GSH, GSSG) of *Noctiluca scintillans* in the Southeastern Black Sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 17, 301-311.
- Tada, K., Pithakpol, S., Montani, S. (2004). Seasonal variation in the abundance of *Noctiluca scintillans* in the Seto Inland Sea, Japan. *Plankton Biology and Ecology*, 51, 7–14.
- Tsai, S. F., Wu, L. Y., Chou, W. C., Chiang, K. P. (2018). The dynamics of a dominant dinoflagellate, *Noctiluca scintillans*, in the subtropical coastal waters of the Matsu archipelago. *Marine Pollution Bulletin*, 127, 553-558. [CrossRef]
- Tiselius, P., Kiørboe, T. (1998). Colonization of Diatom Aggregates by the Dinoflagellate (*Noctiluca scintillans*) in Marine Snow. *Limnology and Oceanography*, 41, 177-181.
- 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, pp.113.
- Velikova, V., 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, pp.42–57.
- Yıldız, I.K., Feyzioğlu, A.M. (2014). Biological diversity and seasonal variation of mesozooplankton in the southeastern Black Sea coastal ecosystem. *Turkish Journal of Zoology*, 38, 179-190. [CrossRef]
- Zaitsev, Y.P. (1992). Recent changes in the trophic structure of the Black Sea. *Fisheries Oceanography*, 1, 180-189. [CrossRef]