

Güneydoğu Karadeniz'de Yaz Dönemi Mikrozooplankton Dinamiği

Ülgen AYTAN

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

*Sorumlu yazar tel: +90 464 223 33 85 - 1426

E-posta:ulgen.kopuz@erdogan.edu.tr

Geliş Tarihi: 22.03.2016

Kabul Tarihi: 15.04.2016

Öz

Güneydoğu Karadeniz'de Mikrozooplankton komünite kompozisyonu, bolluğu ve ilişkili olduğu düşünülen çevresel parametreler nehir ağzı ve açık istasyonunda Haziran 2015-Ağustos 2015 tarihleri arasında araştırıldı. Mikrozooplankton komünitesi protozoa ve mikrometazodan oluştu. Ancak protozoa mikrozooplanktonun baskın grubu oldu. Her iki örnekleme istasyonunda da protozoa komünitesi heterotrofik dinoflagellatlar ve siliyatlar tarafından temsil edildi. Bu çalışmada sarkodinlere rastlanmadı. Mikrozooplankton bolluğu nehir ağzında 332- 845 hücre/l ve açık istasyonunda 203- 604 hücre/l arasında değişti ve Haziran'dan Ağustos'a düşüş eğilimi sergiledi. İstasyonlar arasında toplam mikrozooplankton bolluğu bakımından istatistiki açıdan önemli bir farklılık bulunmamıştır (t-test, $p < 0.05$). Önceki yapılan çalışmalarla karşılaştırmalar, mikrozooplanktonun termal tabakalaşma döneminde üst besinsel seviyeler için önemli bir enerji kaynağı olabileceğini gösterdi.

Anahtar Kelimeler: Heterotrofik dinoflagellat, siliyat, mikrometazoa, mikrozooplankton, Karadeniz.

Abstract

Microzooplankton community composition, abundance and related environmental parameters were assessed in estuarine and offshore stations during June to August 2015 in the South Eastern Black Sea. The microzooplankton community was composed of protozoa and metazoa, however, microzooplankton were dominated by protozoa. Protozoan community comprised of heterotrophic dinoflagellates and ciliates in both stations. No sarcodines were observed. Microzooplankton abundance ranged from 332 to 845 cells/l and 203 to 604 cells/l in the estuarine and offshore stations, respectively. Microzooplankton abundances tended to decrease from June to August. No significant differences were found between sampling stations in terms of microzooplankton abundance (t-test, $p < 0.05$). Comparison with previous studies showed microzooplankton could be an important energy source for higher trophic levels during thermal stratification.

Keywords: Heterotrophic dinoflagellate, ciliate, micrometazoa, microzooplankton, Black Sea.

Giriş

Mikrozooplankton, 20-200 μm boy aralığındaki protozoa (heterotrofik dinoflagellatlar, siliyatlar ve sarkodinler) ve metazodan oluşmakta (Dussart, 1965), kıyusal ve açık deniz ekosistemlerinde toplam zooplankton

biyomasının önemli bir kısmını teşkil etmektedir (Calbet ve Landry, 2004). Mikrozooplanktonun (özellikle siliyat ve heterotrofik dinoflagellatlar) Ötrofik upwelling bölgelerinden oligotrofik okyanus döngülerine, kutuplara

kadar birçok akuatik sistemde birincil üretim üzerindeki otlama baskısının önemi ve mesozooplankton tarafından öncelikli besin olarak tercih edildiği yapılan birçok çalışma ile ortaya konmuştur (örn. Gifford ve Dagg, 1988; Neuer ve Cowles, 1994; Dagg, 1995; Landry vd., 2000). Yapılan bu çalışmalarla fitoplankton üretiminin yaklaşık %80'inin mikrozooplankton tarafından tüketildiği ve kopepod diyetinin ise yaklaşık olarak %50'sinden fazlasını oluşturduğu ortaya konmuştur. Kopepodlar balık larva ve juvenillerinin önemli bir besin kaynağı olması dolayısıyla, mikrozooplanktonun avcı olarak birincil üretim üzerindeki etkisinin ve sonrasında besin olarak kopepod diyetine katılımının belirlenmesi, balık populasyonlarına giden enerji transferinin anlaşılması açısından önem arz etmektedir. Mikrozooplanktonun kıyasal ve açık deniz ekosistemlerinde bolluklarının çoğunlukla fitoplanktonu geçtiği hatta büyüme hızlarının fitoplanktona eşit ya da yüksek olduğu da rapor edilmiştir (Banse, 1982; Buskey, 1993; Sherr ve Sherr, 1994).

Karadeniz ekosistemi son 30 yılda ortaya çıkan bir dizi iklimsel ve insan kaynaklı etkenlerden dolayı günümüzde son derece sağlıksız bir görüntü çizmektedir (Besiktepe vd., 1999; Kideys, 2002; Daskalov, 2002; Oguz ve Gilbert, 2007; Oguz vd., 2012). Kirlilik, ötrofikasyon, aşırı avcılık, güçlü iklimsel ısınma/soğuma ve yerli olmayan yeni türlerin girişi ve ekosistemde baskın hale gelmeleri ile pelajik besin zincirinde değişlikler gözlenmiştir (Oguz ve Gilbert, 2007). Bu değişliklerden en göze çarpanlardan biri olan ana fitoplankton gruplarının oranlarında meydana gelen değişimlerin pelajik besin zincirini nasıl etkilediği yeteri kadar bilinmemektedir. Yapılan çalışmalarla denizel ekosistemlerde avcı ve av olarak önemli bir rol oynadığı ortaya konan mikrozooplanktonu Karadeniz'de konu

alan çalışmalar sınırlıdır (Koray vd., 2000; Gomez ve Boicenco, 2004; Kurilov, 2007; Gavrilova ve Dolan, 2007). Kopuz (2012) tarafından Güneydoğu Karadeniz'de yapılan çalışmada mikrozooplanktonun planktonik besin zincirinin alt basamaklarında yer alan piko- ve nanoplanktonu öncelikli olarak tercih ettiği ve üretimleri üzerinde ciddi baskılar yaptığı rapor edilmiştir.

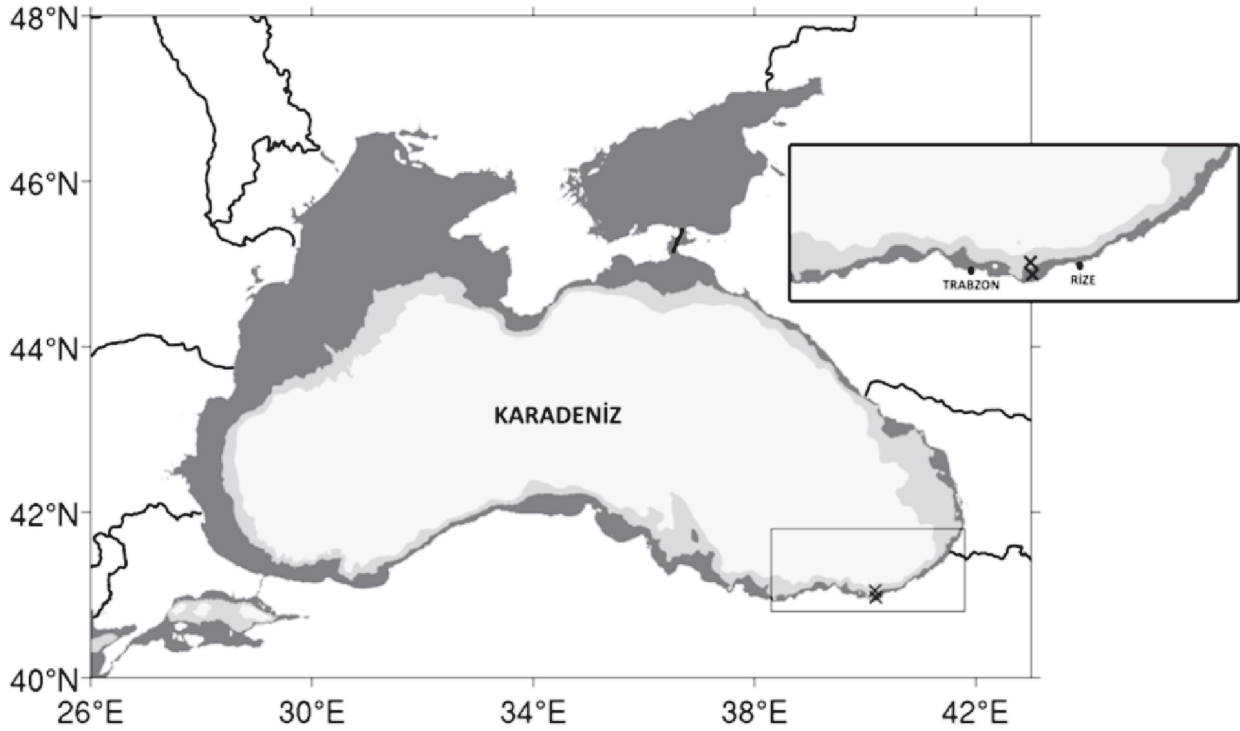
Alt besinsel seviyeler üzerindeki otlama baskısı ve üst besinsel seviyelerin tercih edilen besinini oluşturmaları dolayısı ile özellikle ilkbahar fitoplankton aşırı artışıını takiben, yaz dönemi mikrozooplankton dinamiğinin anlaşılması, pelajik bölgedeki enerji akışıının anlaşılması açısından önem arz etmektedir. Ancak, mevsimsel ölçekte dinamikleri ve komünite yapıları hakkında Karadeniz'de ciddi bir eksiklik söz konusudur.

Bu çalışma ile balıkçılık açısından önemli bir alanı temsil eden Güneydoğu Karadeniz'de, ilkbahar fitoplankton aşırı artışıını takiben, termal tabakalaşma süresince nehir ağzı ve açık sularda mikrozooplanktonun komünite yapısı ve dinamiğinin araştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, Güneydoğu Karadeniz'de belirlenen iki istasyonda (nehir ağzı ve açık) aylık periyotta Haziran-Ağustos 2015 tarihleri arasında R/V SÜRAT I ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 1, Tablo 1).

Deniz suyuna ait sıcaklık, tuzluluk, yoğunluk ve *in-situ* floresan parametreleri Seabird SBE-25 CTD prop kullanılarak yerinde ölçülmüştür. Öfotik bölgenin belirlenmesi amacıyla, ışık ölçümleri Li-Core sualtı PAR cihazı (Li-193 SA Spherical Quantum Sensor, Li -1400 data logger, Li-190SAT su üstü Quantum Sensor) ile gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Çalışma sahası ve örnekleme istasyonları.

Tablo 1. Örnekleme istasyonları ve örnekleme derinlikleri

İstasyon	Uzaklık (deniz mili)	Derinlik (m)	Koordinat	Örnekleme Derinlikleri (m)
Nehir ağzı	0.5	60	40.9206 N, 40.1919 E	0,10,25,50
Açık	5	700	41.0003 N, 40.1758 E	0,10,25,50

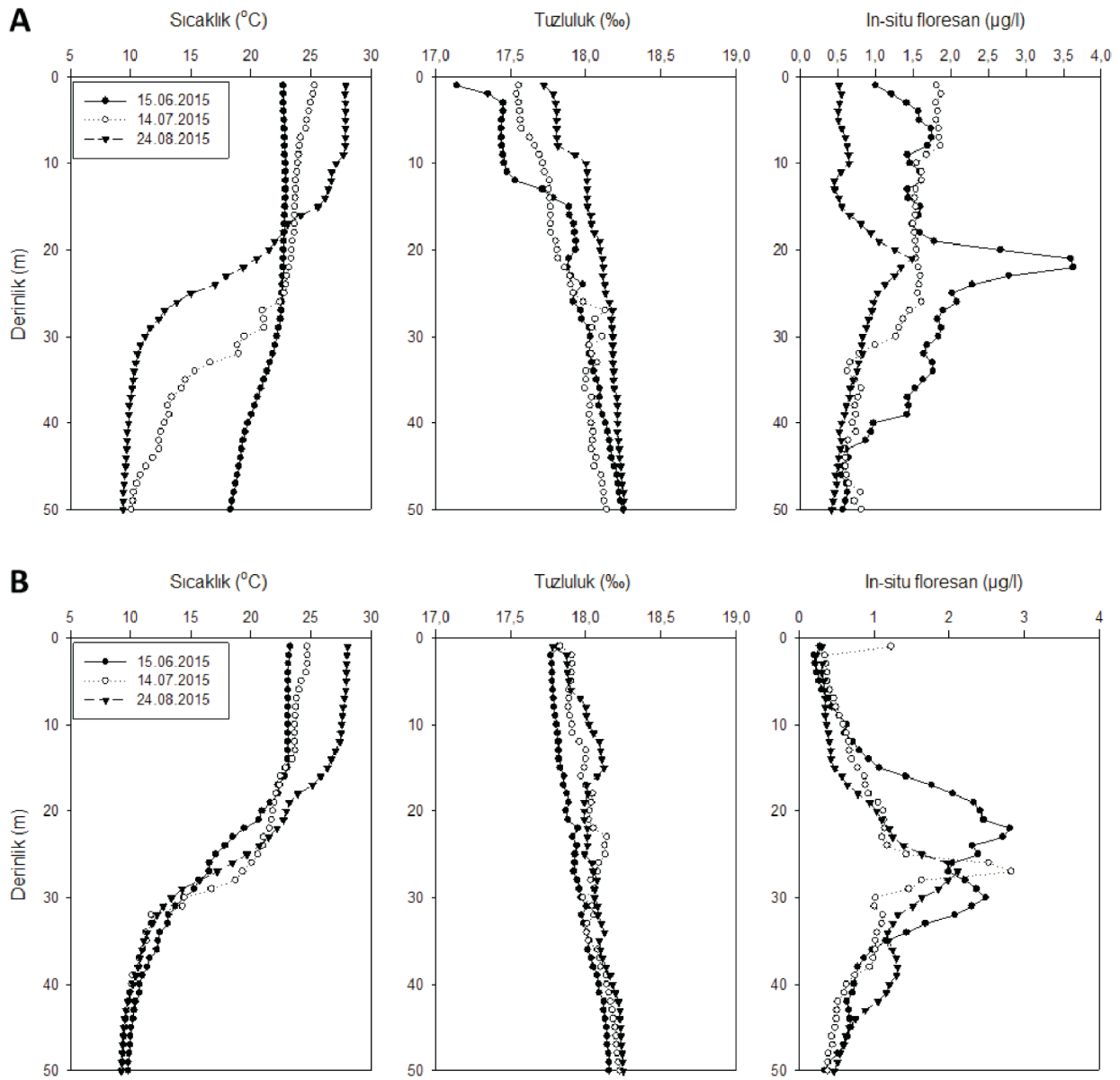
Mikrozooplankton örneklemeleri ve analizleri; Mikrozooplanktonun kalitatif ve kantitatif tespiti için belirlenen derinliklerden (yüzey, 10m, 25m, 50m) SBE 32 Carousel 12 şişeli su örnekleme cihazı ile deniz suyu toplanmıştır. Mikrozooplankton analizleri için iki tekrarlı olmak üzere 1 lt deniz suyu örneği ters filtrasyonla 10 ml'ye konsantre edilmiştir. Cam amber şişelere konan örneklerden biri % 2'lik lugol solüsyonu, diğeri ise glutraldehit (final kons. % 2) ile fikse edilerek analiz aşamasına kadar saklanmıştır. Laboratuvarda örnekler epifloresan ve ışık mikroskobu altında mümkün olan

en alt taksonomik seviyeye kadar teşhis edilerek, heterotrofik dinoflagellat, siliyat ve mikrometazoa ana taksonlarına ayrılmışlardır. Ayrıca glutraldehit ile fikse edilen örnekler ile heterotrofik dinoflagellatlar ototrofik olanlardan epifloresan mikroskobu kullanılarak, mavi ışık (450–480 nm) altında fotosentetik pigment varlığına göre ayrılmışlardır. Tür teşhisleri heterotrofik dinoflagellatlar için Steidinger ve Tangen (1997), siliyatlar için Marshall (1969), Larink ve Westheide'e (2006) ve mikrometazoa ise Mauchline vd. (1998) ve Larink ve Westheide'e (2006) göre yapılmıştır.

İstatistiksel Analizler; Mikrozooplankton bolluğu ile sıcaklık, tuzluluk ve klorofil-*a* arasındaki ilişkiyi belirlemek amacı ile Spearman Rank-Order korelasyonu gerçekleştirilmiştir. İstasyonlar arasında mikrozooplankton bolluğu açısından istatistiksel farklılığın belirlenmesi amacı ile one-way ANOVA testi uygulanmıştır. İstatistik analizleri öncesinde mikrozooplankton hücre bolluklarına logaritmik dönüşüm uygulanmıştır.

Bulgular

Hidrografi; alışma bölgesinde Haziran 2015-Ağustos 2015 döneminde örnekleme istasyonlarında deniz suyu yüzey sıcaklığı 22.7-28.1°C arasında değişim göstermiştir. Haziran ayından itibaren 20-30 m arasında gözlemlenen mevsimsel termoklin Ağustos ayında en belirgin halini almıştır (şekil 2).



şekil 2. Örnekleme istasyonlarına ait (A-Nehir ađđı, B-Açık) sıcaklık, tuzluluk ve *in-situ* floresan profilleri

Nehir ağzı istasyonunda tatlı su girdisinin termoklin oluşumuna etkisi gözlenmiştir. Tuzluluk profilleri Karadeniz'in genel karakteristiğine uygun (%o 17-18) bir yapı göstermiş olup, tatlı su girdisi etkisi ile nehir ağzı istasyonu yüzey sularında açık istasyona göre daha düşük tuzluluk değerleri kaydedilmiştir (Şekil 2). Fotosentetik aktif radyasyonun (PAR) % 1'e düştüğü derinlikle sınırlı öfotik bölge, nehir ağzı istasyonunda 25-34 m, açık istasyonunda ise 31-36 m arasında tespit edilmiştir. Klorofil-*a* değerleri nehir ağzı istasyonunda 0.51-1.81 µg/l arasında değişim göstermiş, maksimum klorofil-*a* değerleri Haziran (3.63 µg/l) ve Ağustos (1.48 µg/l) ayında 20-22 m arasında, Temmuz ayında ise yüzeyde (1.81 µg/l) kaydedilmiştir. Açık istasyonunda 0.28-1.23 µg/l arasında değişim gösteren klorofil-*a*, maksimum değerlere örnekleme süresince 27-30 m arasında ulaşmıştır (Haziran- 2.49 µg/l, Temmuz- 2.83 µg/l, Ağustos- 2.12 µg/l) (Şekil 2).

Mikrozooplankton bolluğu ve komünite yapısı; Çalışma süresince ilk 50 m'lik su kolonu içindeki ortalama mikrozooplankton bolluğu nehir ağzı istasyonunda 332-845 hücre/l ve açık istasyonunda 203-604 hücre/l arasında değişmiştir. Her iki istasyonda da en yüksek bolluk değerleri Haziran ayı örneklemeinde,

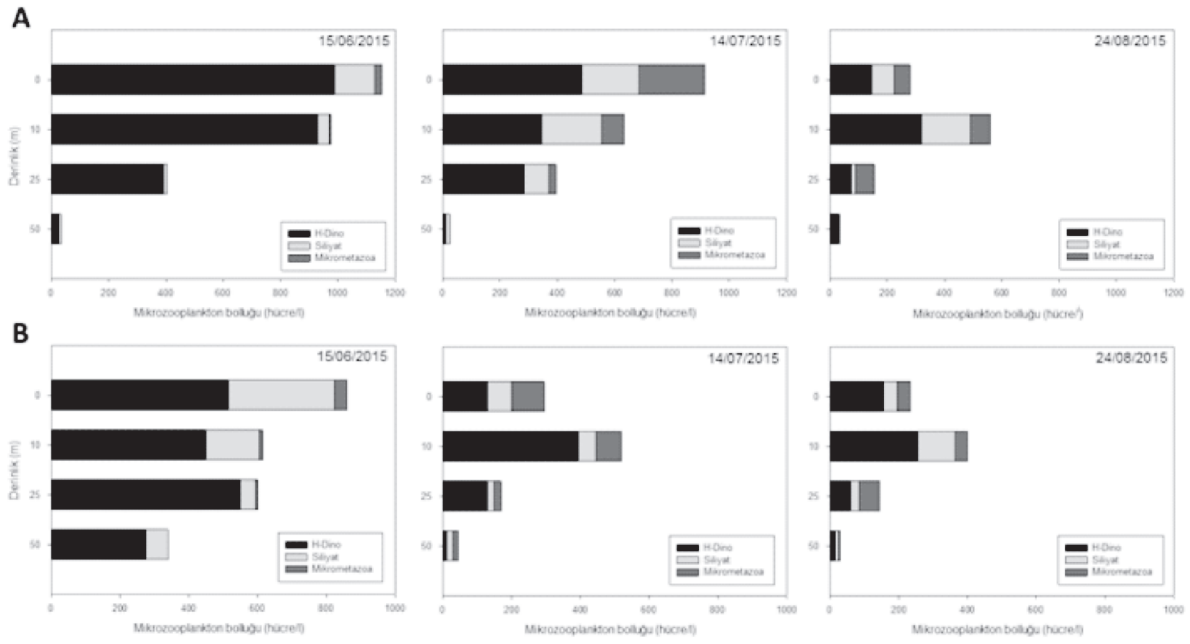
en düşük bolluk değerleri ise Ağustos ayında kaydedilmiştir. Çalışma süresince örnekleme istasyonlarında tespit edilen mikrozooplankton gruplarına ait tür sayıları Tablo 2'de sunulmuştur.

Örnekleme istasyonlarında 2015 yaz döneminde mikrozooplankton içinde hem kalitatif hem de kantitatif bakımdan baskın grup heterotrofik dinoflagellatlar ve siliyatlar tarafından temsil edilen protozooplankton olmuştur. Heterotrofik dinoflagellatlar her iki istasyonda da protozooplanktonun en baskın grubu olurken, siliyatlar ve mikrometazoa takip eden gruplar olmuşturlar (Tablo 2).

Mikrozooplanktonun vertikal dağılımı incelendiğinde, her iki istasyonda da öfotik bölge içerisinde en baskın grup heterotrofik dinoflagellatlar olmuştur. Çalışma süresince her iki istasyonda da baskın heterotrofik dinoflagellatlar Gymodinales ve Peridinales grubuna ait türler olmuştur. Heterotrofik dinoflagellatlar çalışma süresince nehir ağzı istasyonunda 16-18, açık istasyonunda ise 17-24 tür ile temsil edilmişlerdir (Tablo 2). Her iki istasyonda da heterotrofik dinoflagellat bolluğu en yüksek değerlere Haziran ayında ulaşmış, en düşük değerler ise Ağustos ayında kaydedilmiştir (Şekil 3).

Tablo 2. Örnekleme istasyonlarında ilk 50 m'lik su kolonu içerisindeki mikrozooplankton ana gruplarına ait tür sayısı, ortalama bolluk değerleri ve grupların toplam bolluğa olan % katkıları (H: Haziran, T: Temmuz, A: Ağustos)

	Nehir Ağzı									Açık								
	Tür Sayısı			Bolluk (hücre/l)			% Katılım			Tür Sayısı			Bolluk (hücre/l)			% Katılım		
	H	T	A	H	T	A	H	T	A	H	T	A	H	T	A	H	T	A
H-Dino	18	16	18	770	372	180	91	57	54	24	17	18	448	166	121	74	65	60
Siliyat	10	17	9	65	165	88	8	25	27	16	12	5	144	40	46	24	16	23
Mikrometazoa	4	3	3	10	112	63	1	17	19	7	4	4	13	51	35	2	20	17
Toplam	32	26	30	845	648	332				37	33	27	604	258	203			



Şekil 3. Ana mikrozooplankton gruplarına (H-Dino; heterotrofik dinoflagellat, siliyat ve mikrometazoa) ait bolluk değeri nin örnekleme istasyonlarındaki (A-Nehir ağzı, B- Açık) vertikal dağılımı.

Nehir ağzı istasyonunda en yüksek bolluk değeri ne Haziran ve Temmuz aylarında yüzey sularında, Ağustos'ta ise 10 m'de rastlanılmıştır. Açık istasyonunda ise heterotrofik dinoflagellat bolluğu Haziran ayında yüzey sularında en yüksek değeri ne ulaşırken, Temmuz ve Ağustos'ta en yüksek değeri ne 10 m'de tespit edilmiştir (Şekil 3). Heterotrofik dinoflagellatlara ait ilk 50 m'lik su kolonu içerisindeki ortalama bolluk değeri ne incelendiğinde, nehir ağzı istasyonunda kantitatif, açık istasyonunda ise kalitatif baskınlıkları tespit edilmiştir (Tablo 2).

Bu çalışmada siliyatlar nehir ağzı istasyonunda 9-7, açık istasyonunda ise 5-16 tür ile temsil edilmişlerdir. Çalışma süresince her iki istasyonda da *Strombidium* genusuna ait türlerin baskınlığı göze çarpmıştır. Siliyatlara ait en yüksek bolluk değeri ne Haziran ayında açık istasyonunda tespit edilmiştir (Şekil 3). Açık istasyonunda bolluk değeri ne Haziran ayından Ağustos ayına doğru düşüş eğilimi

sergilerken, nehir ağzı istasyonunda Temmuz ayında ilk 25 m'lik su kolonu içerisinde artış sergilemiştir (Şekil 3). İlk 50 m'lik su kolonu içerisinde dağılımları değerlendirildiğinde siliyatlar, Haziran ayında açık istasyonunda hem kalitatif hem de kantitatif açıdan baskınken, Temmuz ve Ağustos aylarında ise nehir ağzı istasyonunda baskın olmuşlardır (Tablo 2). Bu çalışmada protozoa içinde yeralan Sarkodina grubuna ait türlere rastlanmamıştır.

Mikrozooplanktona kalitatif ve kantitatif açıdan en az katkıyı yapan mikrometazoa, krustase nauplileri ve rotifera'ya ait nehir ağzı istasyonunda 3-4, açık istasyonunda ise 4-7 tür tarafından temsil edilmiştir. Ancak kantitatif açıdan en yüksek katkı kopepoda nauplileri tarafından yapılmıştır. Mikrometazoa'ya ait en düşük bolluk değeri ne her iki istasyonda da Haziran ayında kaydedilirken, toplam mikrozooplanktona katılımları Temmuz ayıyla beraber artış göstermiştir (Şekil 3).

Çalışma süresince en yüksek mikrometazoa bolluğu Temmuz ayında nehir ağzı istasyonu yüzey sularında tespit edilmiştir (Şekil 3). İlk 50 m'lik su kolonu içerisinde mikrometazoa'ya ait ortalama hücre bollukları incelendiğinde, çalışma süresince açık istasyonda kalitatif açıdan, nehir ağzında ise Temmuz ve Ağustos ayında kantitatif bakımdan baskınlıkları tespit edilmiştir (Tablo 2).

İstasyonlar arasında toplam mikrozooplankton bolluğu bakımından istatistiksel açıdan önemli bir farklılık bulunmamıştır (t-test, $p < 0.05$). Toplam mikrozooplankton bolluğu ile sıcaklık arasında istatistiksel açıdan önemli pozitif bir ilişki ($R^2=0.51$), tuzluluk ile ise istatistiksel açıdan önemli negatif bir ilişki ($R^2=-0.59$) bulunmuştur (Şekil 4).

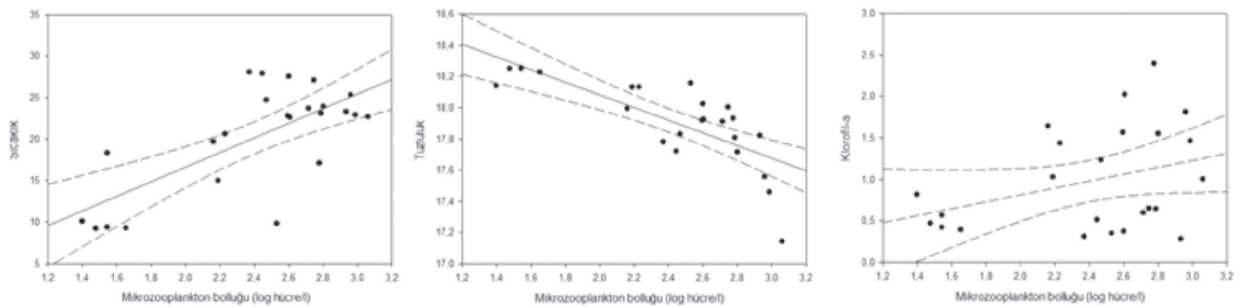
Toplam mikrozooplankton bolluğu ile klorofil-*a* arasında istatistiksel açıdan önemli bir ilişki bulunmamıştır (Şekil 4).

Tartışma

Bu çalışma ile mikrozooplankton komünite yapısı ve bolluğu Güneydoğu Karadeniz'den ilk kez rapor edilmektedir. Çalışma süresince mikrozooplankton komünitesinin heterotrofik dinoflagellat ve siliyatları içeren protozooplankton tarafından baskın olarak temsil edilmesi, daha önce ılıman kıyusal bölgelerde yapılmış çalışmalarla uyum göstermektedir (örn. Burkill vd., 1993; Gifford

vd., 1995; Edwards ve Burkill, 1995; Fileman ve Leakey, 2005). ılıman kıyusal sularda, mikrozooplankton bolluğunun göze çarpan mevsimsel değişim gösterdiği ve genellikle kış aylarında en düşük, ilkbahar ve özellikle yaz aylarında ise en yüksek bolluk değerlerine ulaştığı bilinmektedir (Smetacek, 1981; Revelante ve Gilmartin, 1987; Montagnes vd., 1988; Dolan ve Coats, 1990). Yaz döneminde yürütülen bu çalışma ile mevsimsel değişimi değerlendirmek mümkün olmasa da, mikrozooplanktona ait hücre bollukları ılıman kıyusal bölgelerden rapor edilen birçok çalışma ile uyum içerisinde (Tablo 3). Fakat ötrofik kıyusal bölgelerden rapor edilen çalışmalarla kıyaslandığında hücre sayıları düşük bulunmuştur (Tablo 3). Bu farklılıkların sistemin trofik yapısından ileri gelebileceği gibi, farklı fiziko-kimyasal özelliklere sahip olması, örnekleme dönemi ve farklı örnekleme/analiz yöntemlerinden de kaynaklandığı düşünülmektedir.

Protozooplankton içerisinde de baskın grup heterotrofik dinoflagellatlar olmuştur. Yapılan bir literatür çalışmasında heterotrofik dinoflagellat biyomasının siliyat biyomasını geçebileceği rapor edilmiştir (Sherr ve Sherr 2007). Karadeniz'de önceki yıllarda yapılan çalışmalarda da termal tabakalaşma süresince düşük nütrient konsantrasyonlarında dinoflagellatların sayıca artış gösterdikleri ve fitoplankton komünitelerinin baskın grubu oldukları



Şekil 4. Mikrozooplankton bolluğu, sıcaklık ($R^2=0.51$), tuzluluk ($R^2=-0.59$) ve Klorofil-*a* ($R^2=0.12$) arasında gerçekleştirilen korelasyon.

Tablo 3. Mikrozooplankton bolluk değęrlerinin daha önce yapılmış çalışmalarla karşılaştırılması

Çalışma bölgesi	Mikrozooplankton bolluğu (hücre/l)	Referans
Kuzey Adriyatik Denizi	70-5600	Revelante ve Gilmartin, 1983
Osaka Körfezi, Japonya	1200-13800	Aizawa, 1987
Damariscotta Nehir ağzı, Amerika	< 44000	Revelante ve Gilmartin, 1987
Tokyo körfezi, Japonya	< 21700	Nomura vd., 1992
İç deniz, Japonya	30-2190	Uye vd., 1996
Güney İngiltere kıyıları	2841-11975	Fileman vd., 2002
Güneydoğu Karadeniz	203-845	Bu çalışma

rapor edilmiştir (örn. Bologna, 1986; Benli, 1987; Eker-Develi ve Kideys, 2003; Agirbas vd., 2015). Ancak, yapılan bu çalışmalarda dinoflagellatlar trofik seviyeleri göz önünde bulundurulmadan fitoplankton içinde sınıflandırılmıştır. Mikrozooplanktonun uzun yıllardır ana katılımcısının siliyatlar olduğu öne sürülmüş, mikсотrofik ve heterotrofik dinoflagellatlar göz önünde bulundurulmamıştır. Lessard ve Swift'in (1986) yaptığı çalışmadan sonra, dinoflagellatların yaklaşık yarısının kloroplast içermediği ve diğer planktonik hücreler üzerinden beslendiği ortaya konmuştur. Güneydoğu Karadeniz'de yapılan bu çalışmada, dinoflagellatlar epifloresan mikroskopu altında fotosentetik pigment içerip-içermemelerine göre sınıflandırılmış ve fitoplankton içerisinde yer alan dinoflagellatların birçoğunun fagotrofik beslenme davranışı gösteren mikсотrofik ve heterotrofik hücreler olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada olduğu gibi dinoflagellatlar içinde Gymnodiniales ve Peridinales grubuna ait heterotrofik dinoflagellatların baskınlığı diğer çalışmalarla da dünyanın birçoğ bölgesinden rapor edilmiştir (Edwards ve Burkill, 1995; Fileman vd., 2002; Fileman ve Leakey, 2005). Siliyatlar içinde *Strombidium* genusunun baskınlığı birçoğ çalışma ile uyum göstermektedir (Edwards ve Burkill, 1995, Fileman vd., 2002; Fileman ve

Leakey, 2005).

Mikrozooplankton bakteriden diatomlara kadar çok çeşitli av grubu üzerinden beslenmektedir (Sherr ve Sherr, 2007). Mikrozooplanktonun fitoplankton üretiminin günlük % 13-100'ünü tükettiği, beklenenin aksine, fitoplanktonun ana tüketicisi olduğu düşünölen kopepodların ise fitoplankton aşırı artışı sırasında bile ancak günlük birincil üretimin %30-40'ını tükettiği bildirilmiştir (Bautista ve Harris, 1992; Dagg, 1993; Dam vd., 1993; Landry vd., 1994; Rollwagen Bollens ve Landry, 2000). Bu çalışmada diğer bazı çalışmalarda rapor edildiği üzere klorofil-*a* ve mikrozooplankton bolluğu arasında bir ilişki bulunmamıştır (örn. Fileman ve Leakey, 2005; Stoeckera vd., 2014). Çalışma süresince mevsimsel termoklinin hemen üzerinde klorofil-*a* maksimum değęrleri okunmuştur. Stoeckera vd.'nin (2014) rapor ettiği gibi mikrozooplankton maksimum bolluk değęrleri bu derinlikle eşleşmemiştir.

Bunun yanı sıra, mikrozooplankton ve sıcaklık arasında bulunan istatistiki ilişki de termal tabakalaşmanın (Revelante ve Gilmartin, 1983; Kiørboe, 1993) mikrozooplankton komunitesi üzerindeki etkisini göstermektedir. Kopuz (2012) tarafından Güneydoğu Karadeniz'de yürütölen çalışmada, mikrozooplanktonun heterotrofik bakterinin önemli bir tü-

keticisi olduğu rapor edilmiştir. Bu çalışmada ele alınmayan, besin kalitesi (Verity and Stoecker, 1982; Verity, 1987) ve/veya avcı bolluğu da (Sanders, 1987; Stoecker and Capuzzo, 1990) mikrozooplankton üzerinde etkili önemli faktörlerdir ve bundan sonra yapılacak çalışmalarda göz önünde bulundurulmaları gerekmektedir.

Mikrozooplankton büyük boy Krustase zooplanktondan (örn, *Calanus*, *Metridia* spp.) küçük boy zooplanktona (örn *Acartia*, *Pseudocalanus* ve *Oithona* spp.) (Gifford ve Dagg, 1991, Levinsen ve Nielsen, 2002, Campbell vd., 2009; Stoecker, 2013) ve balık larvalarına (Fukami vd., 1999, Figueiredo vd., 2007; Montagnes vd., 2010) kadar mesozooplankton için önemli bir besin kaynağıdır. Kopepodlar balık larva, juvenil (Howell-Kübler vd., 1996, Coyle vd., 2008; Hunt vd., 2011) ve ergin bireyleri için, özellikle Karadeniz'de ticari açıdan önemli planktivör tür Avrupa hamsisinin (*Engraulis encrasicolus*) ana besin kaynaklarından biri olduğu bilinmektedir. Mikrozooplankton özellikle ilkbahar fitoplankton aşırı artışını takiben, ilkbahar sonu ve yaz termal tabakalaşma döneminde mesozooplankton için önemli bir besin kaynağı olduğu bilinmektedir (örn. Ohman ve Runge, 1994; Fileman vd., 2010). Klorofil-*a* değerlerinin düşüş gösterdiği ve sistem küçük boy fitoplankton tarafından temsil edildiğinde, mikrozooplankton mesozooplanktonun yaşaması ve üremesi için hayati öneme sahip olabilir (Ohman and Runge, 1994).

Bu çalışma ile Güneydoğu Karadeniz'den ilk kez yaz dönemi mikrozooplankton kommunité yapısı ve dinamiği sunulmaktadır. Ancak Karadeniz'de mikrozooplanktonun uzun dönemli dinamiğinin ve pelajik besin zincirindeki rolünün anlaşılması gereklidir. Son yıllarda Karadeniz pelajik besin zincirinde meydana gelen değişimler dikkate alındığında, mikrozooplanktonun önemli bir av ve avcı olarak rolünün tam olarak anlaşılması ve ekosistem modellemelerinde göz önünde bulun-

durulması gerekli bir grup olduğu düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK 114Y232 numaralı “Güneydoğu Karadeniz Planktonik Besin Zincirinde Mikrozooplanktonun Rolü” isimli proje tarafından desteklenmiştir. Deniz çalışmalarındaki katkılarından dolayı Yasemen Şentürk, Başak Esensoy, Rıza Usta ve Yrd. Doç. Dr. Ertuğrul Ağırbaş'a, ayrıca yardımlarından ötürü R/V SURAT I kaptanı ve gemi adamlarına teşekkür ederim.

Kaynaklar

- Agirbas, E., Feyzioglu, A. M., Kopuz, U. ve Llywellyn C. A. 2015. Phytoplankton community composition in the south-eastern Black Sea determined with pigments measured by HPLC-CHEMTAX analyses and microscopy cell counts. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 1-18, doi:10.1017/S0025315414001040
- Aizawa, Y. 1987. Mikrozooplankton. In Production Potential of Marine Bioresources and Marine Environment (Second Stage). Sci. Tech. Agency, Tokyo, pp. 313–316 (in Japanese).
- Banse, K. 1982. Cell volumes, maximal growth rates of unicellular algae and ciliates, and the role of ciliates in the marine pelagial. Limnol. Oceanogr. 27, 6, 1059-1071.
- Bautista, B. ve Harris, R. P. 1992. Copepod gut contents, ingestion rates and grazing impact on phytoplankton in relation to size structure of zooplankton and phytoplankton during a spring bloom, Mar. Ecol. Prog. Ser., 82, 41-50.
- Benli, H. 1987. Investigations of plankton distribution in the southern Black Sea and its effects on particle flux. In: Degens, E.T., Izdar, E., Honjo, S. (Eds.), Particle Flux in the Ocean. Mitteilungen des Geologisch -Paleontologischen Institut, Universität Hamburg, 62: 77- 87.
- Besiktepe, S. T., Unluata, U. ve 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 pp. Bologna, A. S. 1986. Planktonic Primary Productivity of the Black

- Sea: A Review, *Thalassia Jugoslavica*, 21-22, 1-2, 1-22.
- Burkill, P. H., Edwards, E. S., John, A. W. G. ve Sleigh, M. A. 1993. Microzooplankton and their herbivorous activity in the northeastern Atlantic Ocean. *Deep-Sea Research II*, 40, 479-493.
- Buskey, E. J. 1993. Annual pattern of micro- and mesozooplankton abundance and biomass in a subtropical estuary, *J. Plank. Res.* 15, 8, 907-924.
- Calbet, A. ve Landry, M. R. 2004. Phytoplankton growth, microzooplankton grazing, and carbon cycling in marine systems. *Limnology and Oceanography*, 49: 51-57.
- Campbell, R. G., Sherr, E. B., Ashjian, C. J., Plourde, S., Sherr, B. F., Hill, V. ve Stockwell, D. A. 2009. Mesozooplankton prey preferences and grazing impact in the Western Arctic Ocean. *Deep Sea Res. II* 56, 1274-1289.
- Coyle, K. O., Pinchuk, A. I., Eisner, L. B. ve Napp, J. M. 2008. Zooplankton species composition, abundance and biomass on the Eastern Bering Sea shelf during summer: The potential role of water-column stability and nutrients in structuring the zooplankton community. *Deep-Sea Res. II* 55, 1775-1791.
- Dagg, M. J. 1993. Grazing by the copepod community does not control phytoplankton in the subarctic Pacific Ocean, *Prog. Oceanogr.*, 32, 163-183.
- Dagg, M. J. 1995. Ingestion of phytoplankton by the micro- and mesozooplankton communities in a productive subtropical estuary. *J. Plank. Res.* 17(4): 845-857.
- Dam, H. G., Miller, C. A. ve Jonasdottir, S. H. 1993. The trophic role of mesozooplankton at 47°N, 20°W during the North Atlantic bloom experiment, *Deep-Sea Res.*, 40, 197-212.
- Daskalov, G. M. 2002. Overfishing drives a trophic cascade in the Black Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 225: 53-63.
- Dolan, J. R. ve Coats, D. W. 1990. Seasonal abundances of planktonic ciliates and microflagellates in mesohaline Chesapeake Bay waters. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 31, 157-175.
- Dussart, B. M. 1965. Les diferentes categories de plancton. *Hydrobiologia*, 26, 72-74.
- Edwards, E. S. ve Burkill, P. H. 1995. Abundance, biomass and distribution of microzooplankton in the Irish Sea. *Journal of Plankton Research* Vol.17 no.4 pp.771-782.
- Eker-Develi, E. ve Kideys, A. E. 2003. Distribution of phytoplankton in the southern Black Sea in summer 1996, spring and autumn 1998. *Journal of Marine Systems*, 39, 203-211.
- Figueiredo, G. M., Nash, R. D. M. ve Montagnes, D. J. S. 2007. Do protozoa contribute significantly to the diet of larval fish in the Irish Sea? *J. Mar. Biol. Assoc. UK* 87, 843-850.
- Fileman, E. S., Cummings, D. G. ve Llewellyn, C. 2002. Microplankton community structure and the impact of microzooplankton grazing during an *Emiliana huxleyi* bloom, off the Devon coast. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 82, 359-368.
- Fileman, E. S. ve Leakey, R. J. G. 2005. Microzooplankton dynamics during the development of the spring bloom in the north-east Atlantic. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 85, 741-753
- Fileman, E. S., Petropavlovsky, A. ve Harris, R. P. 2010. Grazing by the copepods *Calanus helgolandicus* and *Acartia clausi* on the protozooplankton community at station L4 in the Western English Channel. *J. Plankton Res.* 32, 709-724.
- Fukami, K., Watanabe, A., Fujita, S., Yamaoka, K. ve Nishijima, T. 1999. Predation on naked protozoan microzooplankton by fish larvae. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 185, 285-291.
- Gaines, G. ve Elbrachter, M. 1987. Heterotrophic nutrition. In *The Biology of Dinoflagellates*, ed. by F. J. R. Taylor, Blackwell Sci. Publ., Oxford. p. 224-268.
- Gavrilova, N. ve Dolan, J. R. 2007. A Note on Species Lists and Ecosystem Shifts: Black Sea Tintinnids, Ciliates of the Microzooplankton, *Acta Protozoologica*, 46, 279-288.
- Gifford, D. J. ve Dagg, M. J. 1988. Feeding of the estuarine copepod *Acartia tonsa* Dana: carnivory vs. herbivory in natural microplankton assemblages. *Bull. Mar. Sci.* 43: 458-468.
- Gifford, D. J. ve Dagg, M. J. 1991. The microzooplankton-mesozooplankton link: consumption of planktonic protozoa by the calanoid copepods *Acartia tonsa* Dana and *Neocalanus plumchrus* Murukawa. *Mar Microb Food Webs* 5: 161-177
- Gifford, D. J., Fessenden, L. M., Garrahan, P. R. ve Martin, E. 1995. Grazing by Microzooplankton and Mesozooplankton in the High-Latitude North Atlantic Ocean- Spring Versus Summer Dynamics. *Journal of Geophysical Research-Oceans* 100: 6665-6675.
- Gomez, F. ve Boicenco, L. 2004. An annotated checklist of dinoflagellates in the Black Sea, *Hydrobiologia* 517, 43-59.
- Howell-Kübler, A. N., Lessard, E. J. ve Napp, J. M. 1996. Spring time microprotozoan abundance and biomass in the Southeastern Bering Sea and Shelikof Strait, Alaska. *J. Plankton Res.* 18, 731-745.

- Hunt Jr., G. L., Coyle, K. O., Eisner, L. B., Farley, E. V., Heintz, R. A., Mueter, F., Napp, J. M., Overland, J. E., Ressler, P. H., Salo, S. ve Stabeno, P. J. 2011. Climate impacts on eastern Bering Sea food webs: a synthesis of new data and an assessment of the Oscillating Control Hypothesis. *ICES J. Mar. Sci.* 68, 1230- 1243.
- Kideys, A. E. 2002. Fall and rise of the Black Sea ecosystem, *Science*, 297, 1482- 1484.
- Kjørboe, T. 1993. Turbulence, phytoplankton cell size, and the structure of pelagic food webs. *Adv. Mar. Biol.*, 29, 1- 72.
- Kopuz, U. 2012. Mikrobiyal döngüde pikoplankton dinamiği ve Güneydoğu Karadeniz pelajik besin zincirindeki önemi, Doktora tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Koray, T., Gökpınar, Ş., Polat, S., Türkoğlu, M., Yurga, L., Çolak, F., Benli, H. A. ve Sarıhan, E. 2000. Türkiye Denizlerinin (Karadeniz, Ege Denizi ve Kuzeydoğu Akdeniz) Mikroplankton (Bir Hücreliler) Topluluklarının Kalitatif Özelliklerinin Karşılaştırılması, *Su Ürünleri Dergisi*, 17, 3-4, 231-247.
- Kurilov, A. 2007. A Synopsis of the Black Sea Fauna of Planktonic Ciliates, *Protistology*, 5, 1, 47.
- Landry, M. R., Lorenzen, C. J. ve Peterson, W. K. 1994. Mesozooplankton grazing in the Southern California Bight, II. Grazing impact and particulate flux. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 115, 73-85.
- Landry, M. R., Constantinou, J., Latasa, M., Brown, S. L., Bidigare, R. R. ve Ondrusek, M. E. 2000. Biological response to iron fertilization in the eastern equatorial Pacific (IronEx II). III. Dynamics of phytoplankton growth and microzooplankton grazing, *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 201, 73-83.
- Larink, O. ve Westheide, W. 2006. Coastal plankton. Photoguide for European Seas. Munich, Pfeil, pp.144.
- Lessard, E. J. ve Swift, E. 1986. Dinoflagellates from the North Atlantic classified as phototrophic or heterotrophic by epifluorescence microscopy. *Journal of Plankton Research*, 8, 1209-1215.
- Levinsen, H. ve Nielsen, T. G. 2002. The trophic role of marine pelagic ciliates and heterotrophic dinoflagellates in arctic and temperate coastal ecosystems: A cross latitude comparison. *Limnology and Oceanography*, vol 47, pp. 427-439.
- 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*, pp.117-127.
- Mauchline, J., Blaxter, J. H. S., Southward, A. J. ve Tyler, P. A. 1998. *The Biology of Calanoid Copepods. Advances in Marine Biology, San Diego, CA, USA, Vol. 33. Academic Press*, pp. 710.
- Montagnes, D. J. S., Lynn, D. H., Roff, J. C. ve Taylor, W. D., 1988. The annual cycle of heterotrophic planktonic ciliates in the waters surrounding the Isles of Shoals, Gulf of Maine: an assessment of their trophic role. *Mar. Biol.*, 99, 21–30.
- Montagnes, D. J. S., Dower, J. F. ve Figueiredo, G. M. 2010. The protozooplankton– ichthyoplankton trophic link: an overlooked aspect of aquatic food webs. *J. Eukaryot. Microbiol.* 57, 223-228.
- Neuer, S. ve Cowles, T. J. 1994. Protist herbivory in the Oregon upwelling system. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 113, 147-162.
- Nomura, H., Ishimaru, T. ve Murano, M. 1992. Microzooplankton assemblage and its seasonal variation in Tokyo Bay, Japan. *La mer*, 30, 57–72 (in Japanese with English abstract).
- Sherr, E. B. ve Sherr, B. F. 1994. Bacterivory and herbivory: Key roles of phagotrophic protists in pelagic food webs, *Microb. Ecol.* 28: 223-235.
- Sherr, E. B. ve Sherr, B. F. 2007. Heterotrophic dinoflagellates: a significant component of microzooplankton biomass and major grazers of diatoms in the sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 352: 187-197
- Steidinger, K. A. ve Tangen, K. 1997. *Dinoflagellates, Identifying marine phytoplankton*, C.R. Tomas (ed.), Acad. Press, St. Petersburg, FL, pp. 387-584.
- Stoeckera, N. K., Weigel, A. C., Stockwell, D. A. ve Lomas, M. W. 2014. Microzooplankton: Abundance, biomass and contribution to chlorophyll in the Eastern Bering Sea in summer. *Deep-Sea Research II*, 109, 134-144.
- Oguz, T. ve 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 Res. I*, 54, 220-242.
- Oguz, T., Salihoglu, B., Moncheva, S. ve Abaza, V. 2012. Regional peculiarities of community-wide trophic cascades in strongly degraded Black Sea food web. *J. Plankton Res.*, 34, 338-343.

- Ohman, M. D. ve Runge, J. A. 1994. Sustained fecundity when phytoplankton resources are in short supply: omnivory by *Calanus finmarchicus* in the Gulf of St. Lawrence. *Limnol. Oceanogr.* 39, 21-36.
- Revelante, N. ve Gilmartin, M. 1983. Microzooplankton distribution in the Northern Adriatic Sea with emphasis on the relative abundance of ciliated protozoans. *Oceanol. Acta*, 6, 407-415.
- Revelante, N. ve Gilmartin, M. 1987. Seasonal cycle of the ciliated protozoan and micrometazoan biomass in a Gulf of Maine estuary. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 25, 581-598.
- Rollwagen Bollens, G. C. ve Landry, M. R. 2000. The biological response to iron fertilization in the eastern equatorial Pacific (IronEx II). II. Mesozooplankton abundance, biomass, depth distribution and grazing, *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 201, 43-56.
- Sanders, R. W. 1987. Tintinnids and other microzooplankton-seasonal distributions and relationships to resources and hydrography in a Maine Estuary. *J. Plankton Res.*, 9, 65-77.
- Smetacek, V. 1981. The annual cycle of protozooplankton in the Kiel Bight. *Mar. Biol.*, 63, 1-11.
- Stoecker, D. K. ve Capuzzo, J. D. 1990. Predation on protozoa: its implications to zooplankton. *J. Plankton Res.*, 12, 891-908.
- Stoecker, D. K. 2013. Predators of tintinnids. In: Dolan, J. R., Montagnes, D. J. S., Agatha, S., Coats, D. W., Stoecker, D. K. (Eds.), *The Biology and Ecology of Tintinnid Ciliates: Models for Marine Plankton*. John Wiley & Sons, Ltd., Oxford, pp. 123-144. (Chapter 5).
- Uye, S. I., Nagano, N. ve Tamaki, H. 1996. Geographical and Seasonal Variations in Abundance, Biomass and Estimated Production Rates of Microzooplankton in the Inland Sea of Japan, *Journal of Oceanography* Vol. 52, pp. 689-703.
- Verity, P. G. 1987. Abundance, community composition, size distribution, and production rates of tintinnids in Narragansett Bay, Rhode Island. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 24, 671-690.
- Verity, P. G. ve Stoecker, D. K. 1982. Effects of *Olisthodiscus luteus* on the growth and abundance of tintinnids. *Mar. Biol.*, 72, 79-87.