

# KARADENİZ'DE YAYGIN BULUNAN KOPEPODLARIN GÜNLÜK DİKEY DAĞILIMLARI VE BESLENME ORANLARI

Şengül Beşiktepe<sup>1</sup>, Mustafa Ünsal<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Orta Doğu Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri Enstitüsü Erdemli 33731, İcel

<sup>2</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Çanakkale

## Abstract

Vertical distribution and diel vertical migration of copepods were studied in April and September 1995, and June 1996 in the south-western part of the Black Sea. In addition, grazing rates of three size classes of copepods -300-500, 500-1000, 1000-2000  $\mu\text{m}$ - were estimated in September 1995. Vertical distribution appeared to be related to season, species, stages of species and oxygen concentration in the water column. Total *Calanus euxinus* (copepodite stages+adults) population showed a strong vertical migration from the surface waters down to the oxygen minimum zone (OMZ). *Pseudocalanus elongatus* showed diel vertical migration only in April, while *Acartia clausi*, *Paracalanus parvus* and *Oithona similis* showed none or weak diel vertical migration. The large (1000-2000  $\mu\text{m}$ ) and medium (500-1000  $\mu\text{m}$ ) size fractions of copepods had maximum gut fluorescence at nighttime. Total grazing represented 32 % of daily total integrated primary production.

## Özet

Kopepodların dikey dağılımları ve göçleri güneydoğu Karadeniz'de Nisan ve Eylül 1995, ve Haziran 1996'da çalışıldı. Ek olarak kopepodlar üç ayrı boy gruplarına -300-500, 500-1000, 1000-2000  $\mu\text{m}$ - ayrılarak beslenme oraları Eylül 1995'de hesaplandı. Dikey dağılıminin, mevsime, türne, türün gelişim evrelerine ve su kolonunun oksijen miktarıyla ilgili olduğu görülmüştür. Toplam *Calanus euxinus* (kopepodit+erginler) populasyonu yüzey sulardan oksijenin minimum olduğu derinliklere kadar güçlü dikey göç göstermiştir. *Acartia clausi*, *Paracalanus parvus* ve *Oithona similis* hiç veya zayıf dikey göç gösterirken, *Pseudocalanus elongatus* yalnız Nisan'da günlük dikey göç göstermiştir. Büyük (1000-2000  $\mu\text{m}$ ) ve orta (500-1000  $\mu\text{m}$ ) boy grubu kopepodların mide fluoresansı gece 32 % sidir.

## Giriş

Deniz zooplanktonlarının günlük dikey dağılım ve göçleri oldukça sık bilinen ve çalışılan bir konudur (Enright, 1977). Günlük dikey göçün nedenleri üzerine birçok hipotezler ileri sürülmüş, ve konudur (Lampert, 1989). Fakat son zamanlarda avcılık (predation), günlük dikey göçün en önemli nedeni olarak gösterilmektedir (Lampert, 1989; Ohman, 1990). Günlük dikey göç yapan kopepodlar için günlük gösterilmektedir (Mackas ve ark., 1976). Gündüz toplanan organizmaların beslenme ritimlerinin olduğu gösterilmiştir (Mackas ve ark., 1976). Gündüz toplanan organizmaların mide pigment konsantrasyonları az ölçülürken, gece toplananlarda fazla ölçülmüştür.

Karadeniz, oksijenli üst tabakası (yaklaşık ilk 150 m) ve hidrojen sülfür içeren alt suları ile diğer denizlerimizden farklı su yapısına sahiptir. Sürekli varolan haloklin bu iki su kütlesi arasında bir bariyer oluşturmaktadır. Bu iki su kütlesi arasında iyi tanımlanmış olan oksijen minimum zon (OMZ) bulunur. Pelajik organizmaların dağılımları genellikle OMZ ile ilintilidir. Vinogradov ve ark., (1992) Karadeniz'in pelajik ekosistemini ikiye ayırmışlardır; aerobiyotik ve kemobiyotik. Aerobiyotik sular Karadeniz'in biyolojik açıdan üretken üst sularını kapsamaktadır. Kemobiyotik kısım ise OMZ ve Karadeniz'in oksijensiz tabakayı içine almaktadır. Yalnızca birkaç tür OMZ içinde yaşayabilmektedir (Vinogradov ve ark., 1992). Bu çalışmada Karadeniz'de yaygın olarak bulunan kopepod türlerinin günlük dikey dağılımları ve günlük beslenme oranları saptanmıştır.

## Materyal ve Metod

Kopepodların dikey dağılım ve göçlerinin analizi için örnekler, güneybatı Karadeniz'den Nisan ve Eylül 1995 ve Haziran 1996'da 112  $\mu\text{m}$  ağı açılığına sahip Nansen açılır-kapanır ağı ile 5 ayrı derinlikten toplanmıştır. Örnekleme derinlikleri deniz suyunun yoğunluğuna (sigma theta) göre seçilmiştir. Bu yoğunluk aralıklarının özelliklerini Tablo 1'de verilmiştir. Toplanan kopepod örnekleri %64' lük boraksla tamponlanmış formaldehitte saklanmış ve laboratuvara mikroskop altında tanımlanmıştır.

Kopepodların mide pigment içerikleri ve beslenme oranları mide pigment floresansı (mide klorofil+pheopigment) metodu ile hesaplanmıştır (Mackas and Bohrer, 1976). Bunun için zooplanktonlar 112  $\mu\text{m}$  lik göz genişliğine sahip Nansen ağı ile, Eylül 1995'de, bir günlük istayondan, her 4-5 saat aralıklarla 50 m'den yüzeye çekilerek toplanmıştır. Daha sonra toplanan örnekler 2000  $\mu\text{m}$  lik elekten geçirilerek jelî organizmalar uzaklaştırılmış ve kalanlar üç boy grubuna ayrılmıştır (2000-1000, 1000-500, 500-300  $\mu\text{m}$ ). Bunlar, daha sonra 2 veya 3 paralel olacak şekilde GF/Ffiltreye süzülerek filtre üzerindeki kopepod olmayan organizmalar hızlı bir şekilde uzaklaştırılmış laboratuvar analizine kadar derin dondurucuda tutulmuştur. GF/F üzerindeki kopepodların sayısı, 2000-1000  $\mu\text{m}$  boy grubu için 8-28 organizma, 1000-500  $\mu\text{m}$  için 8-41, 500-300  $\mu\text{m}$  lik boy grubu için 46-141 organizmadır. Daha sonra bu filtreler 10 ml'lik %90'lık aseton ile extrakt edildi ve mide pigment miktarları (klorofil+phaepigment) Hitachi F-3000 model Spektrofluorometre ile ölçüldü.

Tablo 1. Örnekleme derinlik aralıkları ve özelliklerini.

Örnekleme Derinlik Aralıkları	Derinlik No.	Derinlik Aralıklarının Özellikleri
Mevsimlik termoklin derinliğinden yüzeye	1	Karışım zonu
Yoğunluğun (sigma theta) 14.6 olduğu derinlikten mevsimlik termoklin derinliğine	2	Yoğunluğun 14.6 olduğu derinlik nitrifikasiyonun başladığı derinlik olarak kabul edilir (Lipp ve Kempe, 1993)
Yoğunluğun 15.4 olduğu derinlikten 14.6 olduğu derinliğe	3	Organik maddenin remineralizasyonun olduğu derinlik (Lipp ve Kempe, 1993)
Yoğunluğun 15.8 olduğu derinlikten 15.4'ün olduğu derinlige	4	Denitrifikasiyonun başladığı derinlik (Baştürk ve ark., 1994)
Yoğunluğun 16.2 olduğu derinlikten 15.8 in olduğu derinlige	5	Yoğunluğun 16.2 olduğu derinlik genellikle oksijensiz tabakanın başladığı deriniktir. Bu derinlik aralığı ergin <i>C. euxinus</i> 'un ve geç kopepodit evresindeki bireylerin gündüz bulunduğu derinlik aralığıdır (Vinogradov ve ark., 1992)

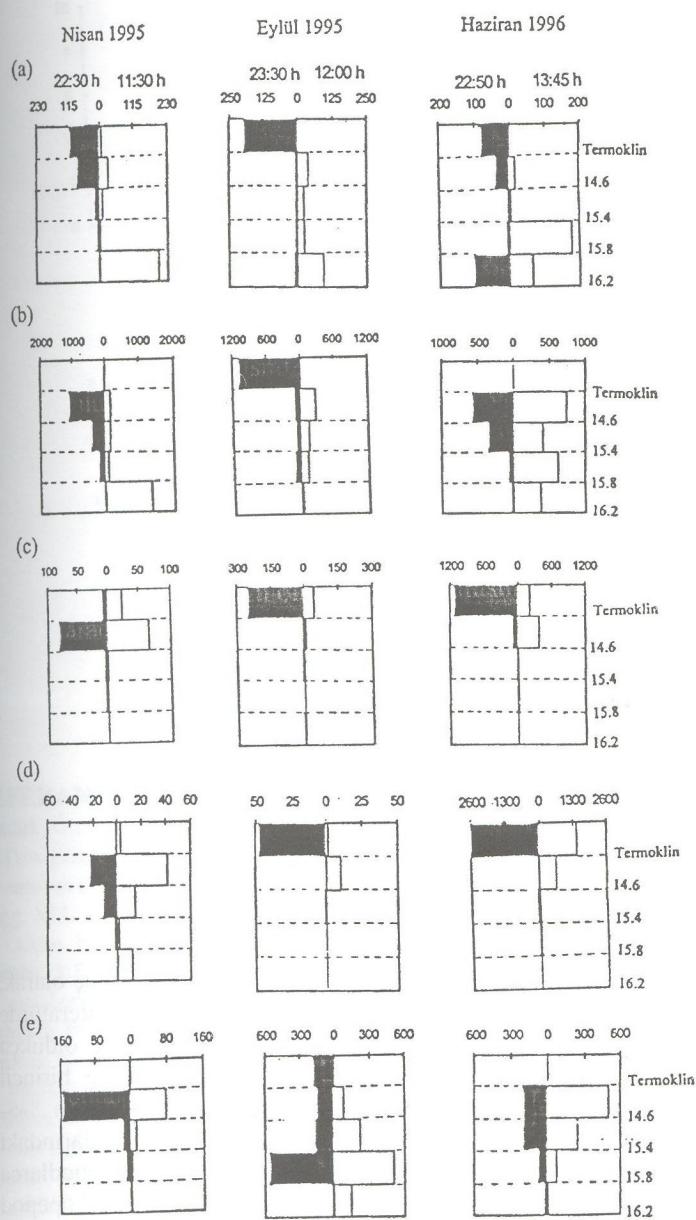
## Sonuçlar ve Tartışma

Kopepodların dikey dağılımları ve göçü: Tüm örneklemeye sezon boyunca 5 yaygın kopepod türü gözlandı; *Calanus euxinus*, *Pseudocalanus elongatus*, *Acartia clausi*, *Paracalanus parvus* ve *Oithona similis*. Kopepodların günlük dikey dağılımları, erginler+kopepodit evrelerinin toplamı olarak, ve burada bir gece ve bir gündüz saatlerindeki dağılımları analiz edildi.

*C. euxinus*'un toplam populasyonunun Nisan 1995, Eylül 1995 ve Haziran 1996'daki dikey dağılımları Şekil 2a'da sunulmuştur. Gündüz saatlerinde, her üç örneklemeye periodunda, populasyonun

büyük bir çoğunluğu oksijen minimum zon (OMZ)'da gözlenmişken, akşam saatlerinde fitoplanktonca zengin yüzey sularında bulunmuşlardır. Eylül ve Haziran aylarında yapılan gece örneklemesinde populasyonun büyük bir kısmı üst yüzey sularında bulunurken, bir kısmı hala OMZ'de gözlenmiştir. OMZ'de bulunan organizmalar incelendiğinde onların kopepodit V (CV) oldukları gözlenmiştir ve bunlar CV populasyonunun diapause dönemine girmiş bireyleridir. *P. elongatus* populasyonun dikey dağılımları Şekil 2b'de sunulmuştur. Nisan da güçlü dikey göç gözlenmesine rağmen OMZ dan yüzeye kadar, diğer mevsimlerde bu göç Nisan daki kadar güçlü değildir. *A. clausi* ve *P. parvus* populasyonlarının dikey dağılımları Şekil 2c ve 2 d'de gösterilmektedir. Bu iki türde güçlü dikey göç farkedilememiştir. Siklopoid kopepod olan *Oithona similis*'in su kolonundaki dikey dağılımlarının günlük ışık periyoduna bağlı olmadığı gözlenmiştir (Şekil 2e).

Karadeniz'de kopepodların dikey dağılımlarının, örneklemme zamanına, türe, türün gelişim evrelerine ve sudaki oksijen miktarları ile ilişkili olduğu gözlenmiştir.



**Kopepodların beslenme oranları:** Kopepodların beslenme oranları üç farklı boy grubu olarak incelenmiştir (2000-1000, 1000-500, 500-300  $\mu\text{m}$ ). Herbir boy grubuna giren kopepodların yüzde oranları Tablo 2'de verilmiştir. *Calanus* CV ve dişileri büyük boy grubunun (2000-1000  $\mu\text{m}$ ) yaklaşık %70'ni oluştururken, *Pseudocalanus elongatus*'un dişi bireyleri orta boy grubunun (1000-500  $\mu\text{m}$ ) yaklaşık %50'ni oluşturmaktadır. Küçük boy grubunda yine *Pseudocalanus*'un dişi ve kopepodit evreleri, ve *Oithona similis*'in dişileri çoğunuğu oluşturmaktadırlar.

Şekil 2. Karadeniz'de Nisan ve Eylül 1995, ve Haziran 1996'da 5 farklı derinlik aralıklarından bir gece ve bir gündüz saatlerinde örneklenmiş kopepodların dikey bollukları. (a) *Calanus euxinus*, (b) *Pseudocalanus elongatus*, (c) *Acartia clausi*, (d) *Paracalanus parvus*, (e) *Oithona similis*. Siyah barlar gece, boş barlar gündüz dağılımları göstermektedir. Kesikli yatay çizgiler örneklemme derinliğini belirtmektedir (örneklemme derinlikleri hakkında detaylı bilgi için bkz. Tablo1).

Kopepodların boy gruplarına göre, örneklemme saatlerindeki mide pigment miktarları Şekil 3'de sunulmuştur. Büyük ve orta boy grubuna ( $2000-1000\mu\text{m}$  ve  $1000-500\mu\text{m}$ ) giren kopepodların mide pigment miktarlarında gece örneklemesinde artış gözlenmesine rağmen küçük boy grubuna giren kopepodlarda ise böyle bir artış gözlenmemiştir.

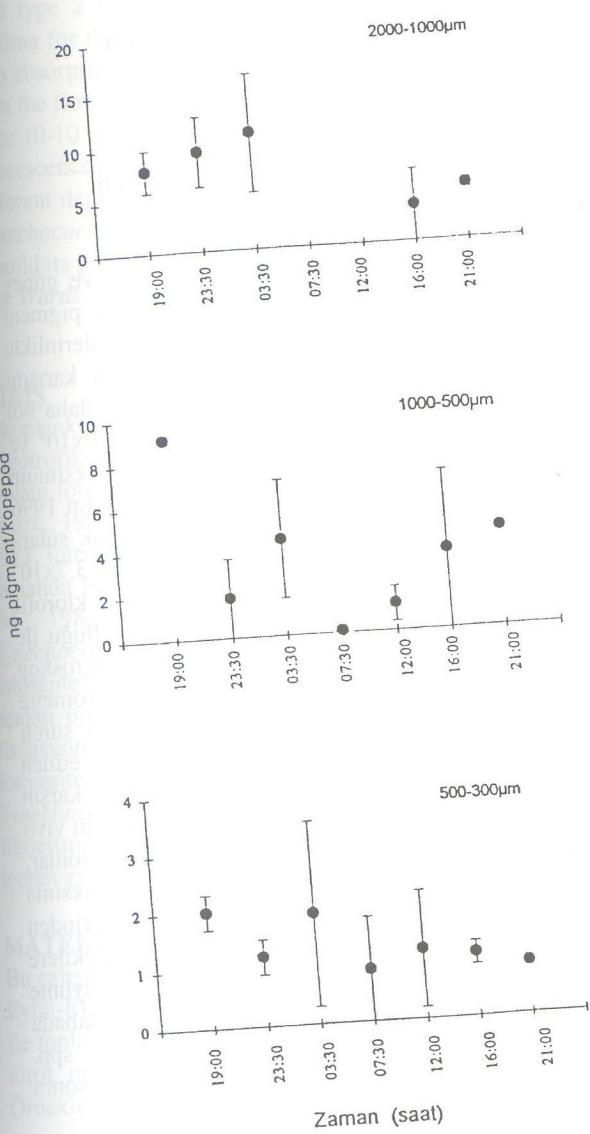
Kopepodların Karadeniz'de Eylül 1995 de birincil üretimin ne kadarını tüketiklerini bulabilmek için, mide pigment miktarlarını karbona çevirip (karbon/klorofil=65), daha sonra elde ettiğimiz değeri aynı istasyonda ölçülen birincil üretmeye ( $405 \text{ mg C m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$ ) kıyasladık. Bunun sonucunda, büyük boy kopepod grubu birincil üretimin %8'sini, orta boy grubu

Table 2: Eylül 1995'de 50 m'den yüzeye çekilerek örneklenmiş olan üç boy grubuna ait kopepodların yüzde bollukları.

Türler	2000-1000 $\mu\text{m}$	1000-500 $\mu\text{m}$	500-300 $\mu\text{m}$
<i>Calanus euxinus</i>			
Female	28.3	--	--
Male	3.3	--	--
Copepodite V	43.7	0.7	--
Copepodite IV	14.1	2.1	--
Copepodite III	2.5	7.5	0.4
Copepodite II	0.8	4	4.7
Copepodite I	0.2	1.9	3.3
<i>Pseudocalanus elongatus</i>			
Female	3.9	44.8	28
Male	--	1.3	0.7
Copepodite stages	1.5	13.2	36.9
<i>Acartia clausi</i>			
Female	1.1	13.6	2.2
Male	--	5.9	1.8
Copepodite stages	0.3	4	5.2
<i>Paracalanus parvus</i>			
Female	0.2	--	1.3
Male	--	--	0.5
Copepodite stages	--	--	0.9
<i>Oithona similis</i>			
Female	--	1.0	10.9
Male	--	--	--
Copepodite stages	--	--	3.2

--; organizma gözlenmemiştir.

yaklaşık %16'ını ve küçük boy grubu da yaklaşık %6'sını ortamdan uzaklaştırmaktadır. Sonuç olarak, kopepodlar Karadeniz'de Eylül 1995'de birincil üretimin %31.5'nu tüketmektedirler. Literatürde kopepodların birincil üretim üzerinden beslenmesi incelendiğinde zamana ve bölgeye göre oldukça geniş aralıklar sergiledikleri görülür. Morales ve ark., (1991)'de kuzey-doğu Atlantik'te birincil üretimin %1-2'sinin, Dagg (1993) Pasifik Okyanusu'ndaki araştırmasında birincil üretimin %6-15'inin tüketildiğini göstermişlerdir. Ayrıca Smith ve Lane, (1998) New York Körfezi açıklarındaki kıysisal sularda, ilkbahar patlaması boyunca birincil üretimin %4-100'nün büyük kopepodlarca tüketildiğini göstermişlerdir. Genel olarak, bizim Karadeniz için bulduğumuz değer, herbir kopepod boy grubu için basal metabolizmalarını rahatça karşılayabilecek seviyededir. Bu sonuçlar bize, Karadeniz'de Eylül 1995'de kopepodların ana besin kaynaklarının fitoplanktonlar olduğunu göstermektedir.



Şekil 3. Karadeniz'de Eylül 1995'de 50 m den yüzeye ağ çekilerek toplanan üç farklı boy grubuna (2000-1000, 1000-500, 500-300  $\mu\text{m}$ ) ayrılmış kopepodların örnekleme zamanlarındaki mide pigment miktarları.

## REFERANSLAR

- Bastürk, Ö., C. Saydam, I. Salihoglu, L.V. Eremeev, S.K. Konovalov, A. Stayanov, A. Dimitrov, A. Cociasu, L. Dorogan, M. Alatbet 1994. Vertical variations in the principle chemical properties of the Black Sea in autumn of 1991. Mar. Chem. 45: 149-165.
- Dagg, M.J. 1993. Grazing by the community does not control phytoplankton production in the subarctic Pacific Ocean. Prog. Oceanogr. 163-183.
- Enright, J.T. 1977. Diurnal vertical migration: adaptative significance and timing. Part I: Selective advantage: a metabolic model. Limnol. Oceanogr. 22: 856-872.
- Lampert, W. 1989. The adaptive significance of diel vertical migration of zooplankton. Funct. Ecol. 3: 21-27.
- Mackas, D. and R. Bohrer, 1976. Fluorescence analyses of zooplankton gut contents and an investigation of diel feeding patterns. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 25: 77-85.
- Morales, C. E., A. Bedo, R. P. Harris and P. R. G. Tranter, 1991. Grazing of copepod assemblages in the north-east Atlantic: the importance of the small size fraction. J. Plankton Res. 13 (2): 455-472.
- Ohman, M.D. 1990. The demographic benefits of the diel vertical migration of zooplankton. Ecol. Monogr. 60:257-281.
- Vinogradov, M.Ye., E.G. Arashkevich and S.V. Ilchenko 1992. The ecology of the *Calanus ponticus* population in the deeper layer of its concentration in the Black Sea. J. Plankton Res. 14: 447-458.