T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇANAKKALE BOĞAZI'NDAKİ MUSİLAJ OLUŞUMUNUN ZOOPLANKTON GRUPLARI ÜZERİNE ETKİSİ

Ragıp Ertuğ YENTÜR
Su Ürünleri Anabilim Dalı
Tezin Sunulduğu Tarih: **18/07/2011**

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Yeşim BÜYÜKATEŞ

ÇANAKKALE

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

RAGIP ERTUĞ YENTÜR tarafından **DOÇ. DR. YEŞİM BÜYÜKATEŞ** yönetiminde hazırlanan **"ÇANAKKALE BOĞAZI'NDAKİ MÜSİLAJ OLUŞUMUNUN ZOOPLANKTON GRUPLARI ÜZERİNE ETKİSİ "** başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Yeşim BÜYÜKATEŞ
Danışman

Doç. Dr. Özcan ÖZEN
Jüri Üyesi

Prof. Dr. Meriç ALBAY
Jüri Üyesi

Sıra No:……
Tez Savunma Tarihi: 18/07/2011

Prof. Dr. İsmet KAYA
Müdür
Fen Bilimleri Enstitüsü

Hazırlanan bu Yüksek Lisans tezi TÜBİTAK tarafından 108T624 no'lu projeden desteklenmiştir.

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Ragıp Ertuğ YENTÜR

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince bana yol gösteren, bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım danışmanım Sayın Doç. Dr. Yeşim BÜYÜKATEŞ'e sabrı ve anlayışı için, değerli fikir ve katkılarından dolayı jüri üyem Sayın Doç. Dr. Özcan ÖZEN'e, İstanbul Üniversitesi öğretim üyesi ve jüri üyem Sayın Prof. Dr. Meriç ALBAY'a, tezin her aşamasında verdiği katkıdan dolayı Sayın Dr. Özgür Emek İNANMAZ'a, arazi çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Üniversitemiz gemisi Karabatak personeline, Sayın Araş. Gör. Hakan AYYILDIZ ve Sayın Dr. Aytaç ALTIN'a, laboratuvar analizlerinde yardımcı olan Sayın Zübeyde Hande PALTA'ya, Sayın Ayça KILIÇ'a ve Ekolojik Araştırmlar Topluluğu üyelerine, beni sürekli destekleyen ve her zaman yanımda olan aileme ve Sayın Pelin SEZER'e teşekkürlerimi sunarım.

Ragıp Ertuğ YENTÜR

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	yüzde
‰	binde
sn	saniye
dk	dakika
°C	santigrat derece
rpm	revolutions per minute
nm	nanometre
v/v	hacim/ hacim
PSI	pound/inç kare
mm	milimetre
gr	gram
mg	miligram
L	litre
ml	mililitre
m^3	metreküp
µm	mikrometre
µg	mikrogram
N	normalite
GF/C	1,2 mikrometre göz açıklığındaki cam fiber filtre
GF/F	0,7 mikrometre göz açıklığındaki cam fiber filtre
HCl	hidrojen klorür
KOH	potasyum hidroksit
KI	potasyum iyadür
$K_2S_2O_8$	potasyum persülfat
Mn++	mangan
$MNSO_4$	mangan (II) sülfat
$MnCI_2$	mangan klorür
N	azot

$NaOH$	sodyum hidroksit
$Na_2S_2O_3$	sodyum tiyosülfat
NaI	sodyum iyadür
NaN_3	sodyum azid
H_2SO_4	hidrojen sülfat
$(NH_4)_6Mo_7O_{24}$	amonyum heptamolibdat

ÖZET

ÇANAKKALE BOĞAZI'NDAKİ MUSİLAJ OLUŞUMUNUN ZOOPLANKTON GRUPLARI ÜZERİNE ETKİSİ

Ragıp Ertuğ YENTÜR
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Su Ürünleri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi
Danışman: Doç. Dr. Yeşim BÜYÜKATEŞ
18/07/2011, 47

Bu çalışma Ekim 2008- Ağustos 2009 tarihleri arasında Çanakkale Boğazı'nın karşılıklı kıyılarında istasyon olarak seçilen Güzelyalı ve Abide mevkilerinde aylık olarak gerçekleşmiştir. Çalışmada doğal bir çevresel sorun olan müsilaj oluşumunun zooplankton grupları üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu etkiyi araştırmak için sıcaklık, tuzluluk, çözünmüş oksijen (Ç.O) , askıda katı madde (AKM) ve besin tuzları (PO_4-P, TP, Si) gibi fiziko-kimyasal su kalitesi parametreleri ve klorofil-*a*, zooplankton gibi biyolojik parametreler kullanılmıştır. Ayrıca müsilaj oluşumunun nedenini belirlemek amacıyla atmosferik verilerden de yararlanılmıştır. Örnekleme istasyonlarından Güzelyalı'da sıcaklık; 25,10- 10,40°C, tuzluluk; ‰35,80-30,80, Ç.O; 10,40-7,40 mg L^{-1}, AKM; 11,30-18,00 mg L^{-1}, PO_4-P; 3,987-0,025 µm, TP; 7,677-1,171 µm, Si; 11,630-2,250 µm; Abide'de ise, sıcaklık; 24,70-10,10°C, tuzluluk; ‰32,46-29,00, Ç.O; 9,60-7,75 mg L^{-1}, AKM; 90,00- 6,00 mg L^{-1}, PO_4-P; 1,932-0,025 µm, TP; 10,253- 0,874 µm, Si; 10,580-1,750 µm değerleri arasında değişim göstermiştir. Zooplankton grupları incelendiğinde Kopepod, Kladoser, Appendicularia, Chaetognatha, Gastrapoda, Bivalvia, Polychaeta, Echinodermata, Siphonophora, Harpacticoida, Nematod, Anthomedusa, Scyphoza ve Poecilostomatoida grupları tespit edilmiştir. Türlerin istasyonlara göre dağılımına bakıldığında Güzelyalı'da 15 tür, Abide'de 16 tür tespit edilmiştir. Genel olarak ani değişen ortam koşullarında oluştuğu düşünülen müsilaj örnekleme döneminde yüzey tabakada rastlanmamıştır. Ancak müsilaj oluşumu çeşitli derinliklerde tespit edilmiştir ve zooplankton gruplarını olumsuz yönde etkilemiştir.

Anahtar Sözcükler: Fiziko-kimyasal parametreler, zooplankton grupları, müsilaj, Çanakkale Boğazı, Güzelyalı, Abide

ABSTRACT

EFFECTS OF MUCILAGE ON ZOOPLANKTON GROUPS AT DARDANELLES STRAIT

Ragıp Ertuğ YENTÜR

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Science and Engineering

Chair for Fisheries Thesis of Master of Science

Advisor: Doç. Dr. Yeşim BÜYÜKATEŞ

18/07/2011, 47

This study was conducted at two station selected in Güzelyalı and Abide in the shoreline of Dardanelles Strait. Monthly samplings were performed between October 2008 and August 2009. In this study, the effects of mucilage which is an environmental problem, on the groups of zooplankton, was investigated. To investigate this effect, physico-chemical water quality parameters such as temperature, salinity, dissolved oxygen (DO), suspended solids and nutrients as well as biological parameters such as chlorophyll-a and zooplankton dynamics were used. Additionally, to determine the reason of mucilage, atmospheric data were collected. Temperature, salinity, DO, suspended solids, PO_4-P, TP, Si various in Güzelyalı station between 25,10- 10,40°C, ‰ 35,80-30,80, 10,40-7,40 mg L^{-1} , 113,00-18 mg L^{-1} , 3,987-0,025 µm, 7,677-1,171 µm, 11,630-2,250 µm, while these values changed in Abide station between 24,70-10,10°C, ‰ 32,46-29,00, 9,60-7,75 mg L^{-1} , 90,00- 6 mg L^{-1} , 1,932-0,025 µm, 10,253- 0,874 µm, 10,580-1,750 µm, respectively. The zooplankton groups identified in this study were as follows; Copepoda, Cladocera, Appendicularia, Chaetognatha, Gastrapoda, Bivalvia, Polychaeta, Echinodermata, Siphonophora, Harpacticoida, Nematoda, Anthomedusa, Scyphoza and Poecilostomatoida. According to the distribution of the zooplankton species; 15 species in Güzelyalı and 16 species in Abide were determined. Generally, mucilage which has been the reason of sudden changes in climatic conditions, hasn't been observed on the surface during the study period. Where as, musilage was observed in various depths affecting the zooplankton groups negatively.

Keywords: Physico-chemical parameters, zooplankton groups, mucilage, Dardanelles Strait, Güzelyalı, Abide

İÇERİK

Sayfa

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI iii
TEŞEKKÜR iv
SİMGELER VE KISALTMALAR v
ÖZET vii
ABSTRACT viii
BÖLÜM 1-GİRİŞ 1
BÖLÜM 2-ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 3
BÖLÜM 3-MATERYAL VE YÖNTEM 6
3.1. Araştırma Bölgesi 6
3.1.1 Örnekleme İstasyonlarının Özellikleri 6
3.2. Örneklerin Toplanması, Korunması ve Analizi 6
3.2.1. Çözünmüş Oksijen 7
3.2.2. Besin Elementleri 8
3.2.2.1. Orto-fosfat ve Toplam Fosfor 8
3.2.2.2. Silikat 9
3.2.3. Askıda Katı Madde (AKM) 9
3.2.4. Biyolojik Parametreler 10
3.2.4.1. Klorofil-*a* 10
3.2.4.2. Zooplankton Örneklemeleri 10
BÖLÜM 4- ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA 12
4.1. Deniz Suyunun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri 12
4.1.1. Sıcaklık, Tuzluluk ve Çözünmüş Oksijen 12
4.1.2. Askıda Katı Madde (AKM) 15
4.1.3. Besin Elementleri 16
4.2. Deniz Suyunun Biyolojik Özellikleri 19
4.2.1. Klorofil-*a* 19
4.2.2. Zooplankton Grupları ve Baskın Türler 20
4.3. Abide ve Güzelyalı İstasyonlarındaki Fizikokimyasal ve Biyolojik Parametreler Arasındaki Değişimler 32
4.4. Müsilaj Oluşumundaki Etmenler ve Müsilajın Zooplakton Grupları Üzerine Etkisi 35
BÖLÜM 5-SONUÇLAR VE ÖNERİLER 39
KAYNAKLAR 41

EKLER.....I
Ek.1. Abide ve Güzelyalı istasyonlarında Spearman Korelasyonu veri kodları I
Ek.2. Müsilaj ve Zooplankton fotoğrafları II
ÇİZELGELER VIII
ŞEKİLLER IVIII
ÖZGEÇMİŞ.....XI

BÖLÜM 1
GİRİŞ

Denizel ekosistemlerde önemli yer tutan planktonik canlılar, bulundukları bölgenin birincil üretimini belirleyen canlı gruplarıdır. Besin zincirinin önemli halkalarını oluşturan plankton, zooplankton ve fitoplankton olmak üzere ikiye ayrılır (Özel, 1998; Cirik ve Gökpınar, 2005).

Bilindiği gibi zooplankton, dinamik kıyısal sucul sistemlerde ikincil üretim olarak büyük öneme sahiptir ve besin zinciri yapısını, plankton süksesyonunu ve birincil üretimin sonucunu belirlemesi bakımından önemlidir (Modigh ve ark., 1996; Lipej ve ark., 1997; Marazzo ve Valentin, 2000, 2001). Bolluğu ve çeşitliliği çevre koşullarına bağlı olan zooplankton sucul ortamda ne denli zengin ise, onunla beslenen hayvansal organizmalar da özellikle biyokütle bakımından, o denli zengin olur. Diğer bir deyişle sucul ortamdaki balık bolluğu, önemli ölçüde zooplankton yoğunluğuna bağlıdır. Bu nedenle, deniz ve içsu sistemlerinde besin zincirinin son halkalarını oluşturan balıkların verimliliğinin tahmininde, birincil üretimle birlikte, ikincil üretimi oluşturan zooplanktonun varlığı, bolluğu ve hatta çeşitliliği de göz önünde tutulur (Harris ve ark., 2000; Grenouillet, 2002; Toklu, 2006).

Denizel kıyı habitatları dip yapısındaki çeşitlilik nedeniyle tür zenginliğinin fazla olduğu bölgelerdir. Bu bölgeler deniz ekosistemi üzerinde geniş etkiye sahip olmaları, çok sayıda balık türünün üreme ve erken yaşam dönemlerinde büyüme, gelişme ortamları olmaları nedeniyle çok önemlidir. Turizm, balıkçılık ve diğer aktivitelerin yine bu bölgelere bağlı olduğu bir gerçektir. Bu aktivitelerin denizel çevreye olumsuz etkilerinin yanı sıra, doğal olarak da kıyı habitatları üzerinde iklimsel değişimler ve yayılmacı türler gibi biyolojik baskılar bulunmaktadır. Bu habitatlar için tehlike oluşturan biyolojik baskılar arasında, Çanakkale Boğazı ile Marmara Denizi'nde özellikle 2007-2008 tarihlerinde yoğun olarak gözlemlenen müsilaj oluşumu başta gelmektedir.

Müsilaj, en geniş tanımı ile, belirli iklimsel veya trofik koşullar altındaki çeşitli denizel organizmaların ürettiği organik maddelerin düzensiz olarak birikmesidir (Innamorati ve ark., 1995, Vollenweider ve Rinaldi 1995, Mecozzi ve ark., 2001). Müsilaj su kolonunda askı halde bulunmaktadır. Başlangıçta belirli bir bölgede biriktikten sonra yayılmaya başlamakta ve sonunda su yüzeyinin geniş bir bölümünü kaplamaktadır (Fukao ve ark., 2009). Fitoplankto zooplanton, bakteriler ve çürümüş parçacıklar genel olarak müsilaj ile birleşmektedir.

Müsilaj canlılar tarafından salgılanan jelimsi ekzopolimerik partikülleri içerir (Alice L.A., Uta P. ve Bruce E.L., 1993). Bu partiküller, stres altındaki fitoplanktonun salgıladıkları

karbonhidratlardan (Degobbis ve ark., 1995; Fonda Umani ve ark., 2005), fosfor azlığında diatomların yüksek miktarda polisakkarit üretmelerinden (Myklestad, 1977), bu canlıların ölümlerinden sonra hücre duvarlarının parçalanması sonucunda oluşabilir (Posedel ve Faganeli, 1991; Kovac ve ark., 1998).

Müsilaj, deniz ekosisteminde büyük öneme sahip sığ yakın sahil sularında deniz tabanına yayılması, beslenme ve korunma alanlarını kaplaması, balıkların solungaçlarını tıkayarak solunumlarını engellemesi nedenleriyle çeşitli balık ve omurgasız türleri için tehlike oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra ağ gözlerinin kapanmasına ve teknelerin filtrasyon sistemlerinin tıkanmasına sebep olarak balıkçılık endüstrisini, kıyısal alan ve sahillerde estetik sorunlar oluşturarak turizm sektörünü olumsuz yönde etkilemektedir (Artüz, 2008; Marchetti, 1990; Stachowitsch ve ark.,1990).

Müsilaj üzerine yapılan araştırmalar, musilaj oluşumunun beklenmedik iklimsel koşullar ve besin zincirindeki değişimler sonucunda birden fazla canlı tarafından meydana geldiğini ortaya koymaktadır (Mecozzi ve ark., 2001). Musilaj oluşumunda meteorolojik olayların önemli etkisi bulunmaktadır. Zayıf rüzgarlar ve durgun deniz olarak açıklanabilen antisiklonik koşullar uzun süreli musilaj oluşumlarına neden olurken (Russo ve ark., 2005), rüzgarlı hava koşulları bu oluşumunun hızlı bir şekilde dağılmasına neden olabilmektedir (Rinaldi ve ark., 1995) .

Bu çalışmada dünyanın en önemli geçiş yollarından biri olan Çanakkale Boğazı'nda 1990'ların başından itibaren görülmeye başlayan müsilaj oluşumunun, besin zincirinde önemli halkalardan biri olan zooplankton üzerine etkilerinin açığa çıkarılması amaçlanmıştır.

Bu amaç doğrultusunda gerçekleştirilen çalışma, jelimsi madde ile zooplankton grupları arasındaki ilişkinin ortaya çıkarılması bakımından önem teşkil etmekle beraber daha önce böyle bir çalışmanın yapılmamış olması bakımından da özgün bir değer taşımaktadır.

BÖLÜM 2
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çeşitli çevresel ve ekonomik sorunlara yol açan müsilaj oluşumuyla ilgili çalışmalar 18. yüzyıla kadar uzanmaktadır (Molin ve ark., 1992, Flander-Putrle ve Malej, 2008). Bunun yanı sıra, biyolojik açıdan besin zincirinde önemli konuma sahip zooplankton grupları üzerine de birçok araştırma bulunmaktadır (Ünal ve ark., 2000; Demir, 1955).

Müsilaj oluşumu ilk olarak Adriyatik Deniz'inde 1729 yılında kaydedilmiştir (Molin ve ark., 1992), ancak 1872 yılında Trieste Körfezi'ndeki musilaj oluşumuna kadar herhangi bir bilimsel çalışma yapılmamıştır (Precali ve ark., 2005). Daha sonra Adriyatik Körfezi'nin kuzeyindeki musilaj oluşumu, bilimsel makalelerde 1873'ten 1931'e kadar çeşitli yıllarda yer almıştır ve 1988'den 2004 yılına kadar yaz aylarında tekrar gözlenmiştir (Precali ve ark., 2005).

1988 ve 1989 yıllarında kuzey Adriyatik'te en büyük müsilaj oluşumu meydana gelmiş, ekolojik ve ekonomik açıdan olumsuz etkilere sebep olmuştur. Dip sulardaki oksijen azalmasına neden olmasından dolayı balıklar için potansiyel besin kaynaklarını azaltmış ve balıkçılığı dolaylı olarak etkilemiştir (Marchetti, 1990). Bununla birlikte ağların gözlerini kapatarak balıkçılığı doğrudan etkilemiş, kıyı bölgelerde ve plajlarda bulunarak turizme de zarar vermiştir (Marchetti, 1990; Stachowitsch ve ark.,1990).

1985-1998 yılları arasında Cozzi ve ark. kuzey Adriyatik Deniz'indeki gözlemleri karşılaştırmış, fiziksel ve biyokimyasal koşullardaki kısa zamanlı ve ani değişikliklerin musilaj olaylarına büyük bir etkisinin olduğunu belirtmişlerdir.

Yapılan başka bir çalışmada ise Po nehri ve kuzey Adriyatik havzasına ait 1865-2002 yılları arasındaki meteorolojik veriler incelenmiş ve iklimsel parametreler ile musilaj arasında doğrusal bir ilişki olduğu saptanmıştır (Deserti ve ark., 2005). Dünya genelinde, denizlerindeki musilaj oluşumları incelendiğinde; 1977 yılında İngiltere'de Manş Denizi kıyılarında (Boalch G.T., Harbour D.S., 1977), 1981 ilkbaharında Yeni Zelanda Tazmanya Körfezi'nde (Chang, 1983), 1982'den 1994'e kadar 23 farklı zamanda Ege Denizi'nde Yunanistan sularında musilajın oluştuğu bildirilmiştir (Gotsis-Skretas, 1995). Kuzey Denizi'nin Hollanda sahillerinde 1988 yılında musilaj oluşumu bildirilmiştir (Lancelot, 1995). Ayrıca, bu oluşumunun ilkbahar aylarının bazı günlerinde Almanya, Fransa ve Belçika'nın Kuzey Denizi'nde bulunan sahillerinde birçok kez gözlemlendiği rapor edilmiştir (Lancelot, 1995).

Kuzey Denizi'nde bulunan Manş Denizi'nin doğu sığ sularının Fransa kıyılarında 2001 yılının ilkbaharında da bu oluşumunun gerçekleştiği bildirilmiştir (Desroy ve Denis, 2004).

2007 yılında ise musilaj oluşumu Japonya'da Ariake Körfezi'nde görülmüştür (Fukao ve ark., 2009).

Ülkemiz genelinde yapılan çalışmalarda, Artüz (2008) tarafından, Marmara Denizi'nde karışık alg çoğalması sonucunda oluşan musilaj agregat konusunda rapor yayınlanmıştır. Bu çalışmaya göre; ölmüş organizmaların parçalanma sürecinde organik girdinin artması ile tüm su kütlesinde suda erimiş oksijen değerlerinin kritik seviyenin altına düştüğü belirlenmiştir. Müsilajın içerdiği biyotoksin (biyolojik zehir) nedeniyle denizel canlılarda kitlesel ölüm vakaları gerçekleşmiştir. Müsilajın yoğun mukus yapısından dolayı balık yumurta ve larvalarını besin olarak değerlendiren türlere doğrudan letal etkisinin olduğu, av araçlarına verdiği zarar ve göreceli su ürünleri istihsal düşüşü gözlenmiştir.

Müsilaja neden olan canlılar konusunda ülkemizde yapılan çalışmalarda, Marmara Denizi'nde 2007 yılının Ağustos ayında oluşan müsilaj konusunda araştırma yapan Aktan ve ark. (2008), oluşumun ortamda bulunduğu süre içerisinde yüksek diyatom yoğunluğu tespit etmişlerdir. Oluşumun başlangıcında yapılan örneklemelerde *Proboscia alata* (Sundström, 1996), *Rhizosolenia* sp. (Ehrenberg, 1843) ve *Pseudosolenia calcar-avis* (Schulze, 1858) türlerine rastlamışlardır. 2008 yılının Şubat ayında ise musilaj içinde en yoğun dinoflagellat türünün *Gonyaulax fragilis* (Stearm, 1973) olduğunu bildirmişlerdir. Marmara'da yapılan diğer bir çalışmada, Ocak 2008'de en yüksek yoğunluğa sahip fitoplankton türlerinin İzmit bölgesinde sırasıyla *Cylindrotheca closterium* (Ehrenberg, 1841), *Thalassiosira rotula* (Meunier, 1910) ve *G. fragilis*, Erdek bölgesinde ise *Skeletonema costatum* (Cleve, 1873), *C. closterium* ve *G. fragilis* olduğu kaydedilmiştir (Polat-Beken ve ark., 2009).

Ülkemizde zooplankton üzerine çalışmalar 1950'lerde başlamış olup, ilk çalışma Demir (1955) tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın içeriğini Marmara Denizi ve Karadeniz'deki kladoser türleri ve dağılımları oluşturmuştur. Ünal ve ark. (2000) Marmara Denizi'ni ilkbahar mevsimindeki zooplankton yapısı ve kopepod türlerini araştırmıştır.

Tarkan (2000), Gökçeada kıyı bölgesinde gerçekleştirdiği çalışmada *Acartia clausi* (Giesbrecht, 1889)'nin yıl boyunca en yoğun tür olduğu tespit edilmiştir. 2001 yılında Tarkan ve ark. en yoğun zooplanton türlerini belirlemek amacıyla Gökçeada'nın kuzeyindeki kıyı sularında yaptıkları çalışmada kopepodların yoğunluk oranının açık sulara doğru azaldığını belirtmişlerdir. Ayrıca Tarkan 2005 yılında, İstanbul Boğazı'ndaki zooplankton kompozisyonunu ve bolluğunu mevsimsel değişimlere göre araştırmıştır.

Çanakkale Boğazı ve çevresinde yapılan çalışmalarda; mezozooplankton gruplarının çevresel şartlara bağlı değişimleri üzerine çalışılmıştır (Buyukates ve ark., 2007a; Buyukates ve ark., 2007b; Buyukates ve ark., 2007c; Buyukates ve İnanmaz, 2007, 2007a; Buyukates ve

İnanmaz, 2007, 2007b; Buyukates ve İnanmaz, 2007; Buyukates ve İnanmaz, 2009). Zooplanktonun diğer önemli grubu kopepodlar ile negatif ilişkide olduğu bilinen kladoser türlerinin belli zamanlarda zooplanktonun önemli bir kısmını oluşturduğu görülmüştür. Özen ve ark. (2008), Çanakkale Boğazı sığ sularında biyoçeşitliliğin belirlenmesi için 39 istasyondan ığrıp örneklemeleri yapmışlar ve 118 balık türü tespit etmişlerdir. Sığ suların deniz balıkları için beslenme, korunma ve üreme alanları olduğunu belirtmişlerdir.

Ilgar (2002), Çanakkale Boğazı'nın bulanıklık durumunu uzaktan algılama yöntemiyle incelemiştir. Yapılan diğer çalışmaların başlıcaları, Gelibolu Yarımadası Tarihi Milli Parkı denizel ekosisteminin biyolojik çeşitliliği, Çanakkale Boğazı ve Saros Körfezi (Kuzey Ege Denizi) alt ve üst besin tabakalarının dinamiği, Çanakkale Boğazı'nda fitoplankton ve nütrientlerin zamansal dağılımı, Çanakkale Boğazı fitoplankton biyomasında meydana gelen günlük değişimler ve Saros Körfezi'nde (Kuzey Ege Denizi) besin maddelerinin zamana ve derinliğe bağlı değişimidir (Türkoğlu ve ark. 2003, 2004a, b; Koçum, 2005; Cirik ve ark., 2007). Türkoğlu ve ark. (2003) Çanakkale Boğazı'nda fitoplankton türlerinin dinamik ve zaman serilerini; Türkoğlu ve ark. (2004a) Çanakkale Boğazı ve Saroz Körfezi'nde alt ve üst besin tabakalarının dinamiğini; Türkoğlu ve Buyukates (2006) Çanakkale Boğazı'nda kış döneminde fitoplankton yoğunluğunda kısa zaman serili değişimler ve besin tuzu ilişkilerini; Buyukates ve ark. (2007a) Çanakkale Boğazı Kepez Limanı'nda plankton, birincil üretim ve besin tuzu ilişkilerini; Buyukates ve ark. (2007b) aynı bölgede alt besin zinciri ilişkilerini araştırmışlardır.

Yapılan araştırmalar incelendiğinde, ekosistem üzerinde mutlak etkisi bulunan müsilaj oluşumunun zooplankton grupları üzerine etkilerinin ortaya çıkarılması konusunda herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle bu çalışma litaretürdeki boşluğu gidermeyi amaçlamaktadır.

BÖLÜM 3
MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Bölgesi

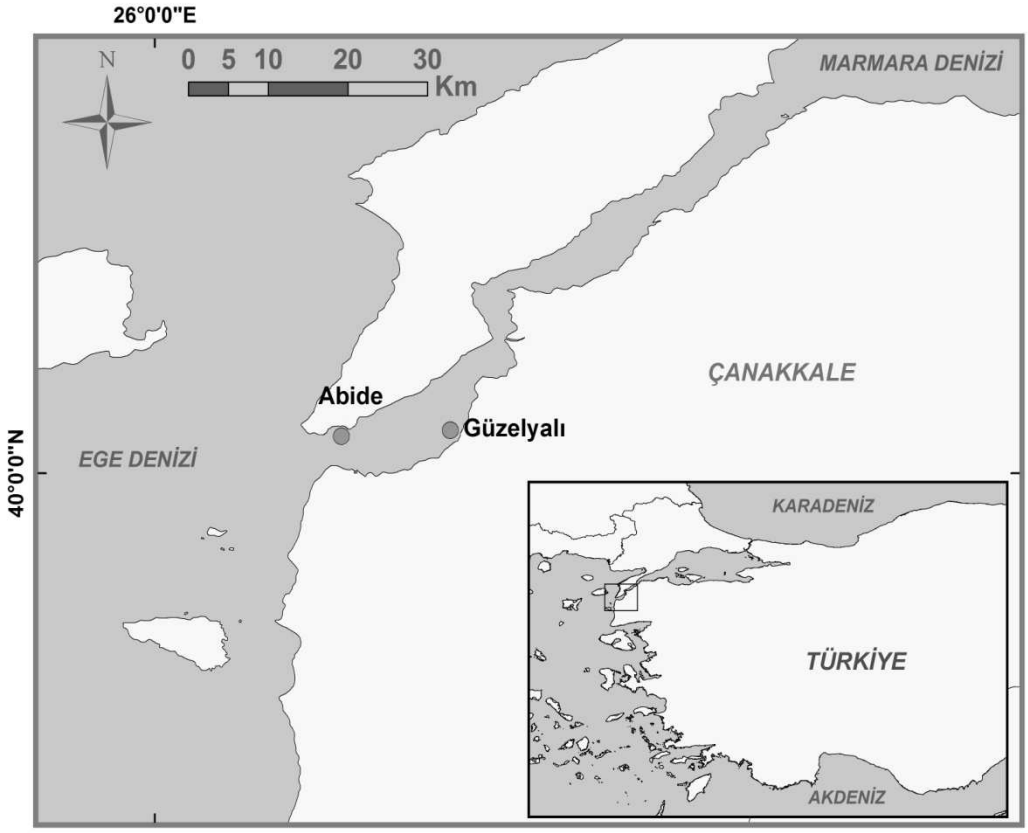
Bu çalışmada Çanakkale Boğazı'nın karşılıklı kıyılarında istasyon olarak seçilen Güzelyalı (40^0, 02''.350' N, 26^0, 20''.302' E) ve Abide (40^0, 05''.467' N, 26^0, 20''.831' E) (Şekil 1) mevkilerinde tuzluluk, sıcaklık ve çözünmüş oksijen (Ç.O.) gibi bazı çevresel parametrelerin ölçümü yapılmıştır. Bunun yanısıra zooplankton gruplarının bolluk miktarları belirlenmiştir. Besin elementleri, klorofil-*a*, askıda katı madde (AKM) ile zooplankton analizi için su örnekleri, bu bölgede Ekim 2008-Ağustos 2009 tarihleri arasında aylık olarak alınmıştır.

3.1.1 Örnekleme İstasyonlarının Özellikleri

Çanakkale Boğazı'nın Asya kıtası Gelibolu Yarımadası'nın Ege Denizi ile birleştiği uç kısımda bulunan Abide istasyonu, yarı kapalı olduğu için akıntı sistemlerinden etkilenmediği düşünülmektedir. Zemin yapısı kumluktur ve zemin yer yer deniz çayırı *Posidonia oceanica*'dan Linnaeus (Delile) oluşmaktadır. bölümünde yer alan Güzelyalı istasyonu, genellikle tatil kamplarının ve yazlık evlerin bulunduğu bir bölgede olması nedeniyle nüfusu yaz aylarında artmaktadır. Zemin yapısı genellikle kumlu ve çamurludur. Rüzgar ve akıntı sistemlerine karşı korunaksızdır. Sonbahar ve kış aylarında gel-git olayı örnekleme periyodu boyunca gözlenmiştir.

3.2. Örneklerin Toplanması, Korunması ve Analizi

Çalışılan tüm istasyonlarda sıcaklık ve tuzluluk YSI 600QS model çoklu prob sistemi ile yerinde ölçülmüştür. Çözünmüş oksijen (Ç.O.) miktarı Winkler metodu kullanılarak tespit edilmiştir. Besin tuzları, klorofil-*a*, askıda katı madde (AKM) ile zooplankton analizi için su örnekleri yüzey sularından aylık olarak alınmıştır.



Şekil 1.Çalışma istasyonlarının Çanakkale Boğazı'ndaki konumları.

3.2.1. Çözünmüş Oksijen

Sucul birincil üretim ve solunumun tespiti için Ç.O. tayini Winkler metodu kullanılarak yerinde yapılmıştır (Egemen Ö. ve Sunlu U., 2003).

Mn^{++} çözeltisi: 480 gr $MNSO_4$. $4H_2O$ veya 400 gr $MnCI_2$. 4 H_2O bir miktar saf suda çözülüp litreye tamamlanır.

Alkali-İyodür-Azid Reaktifi: 700 gr KOH veya 500 gr NaOH 500 ml kadar saf suda, 150 gr KI veye 135 gr NaI 200 ml kadar saf suda çözülür. Bir müddet sonra her iki çözelti karıştırılarak saf su ile lt' ye tamamlanır. Üzerine 10 gr NaN_3 in 40 ml sudaki çözeltisi ilave edilir.

Derişik H_2SO_4: %95-98 lik ve d=1.84 gr/ml.

0,025 N Sodyum tiyosülfat çözeltisi: 6,205 gr $Na_2S_2O_3$, $5H_2O$ 500 ml kadar kaynatılıp soğutulmuş saf suda çözülür, litreye tamamlanır. Koruyucu olarak 5 ml kloroform ilave edilir.

Nişasta çözeltisi: 5-6 gr saf nişasta 1 lt saf su ile kaynatılarak çözülür. 1 dk kadar kaynatılır, soğutulur, 1 gece çökelmeye bırakılır. Üstteki sıvı kısım alınır 1,25 gr salisilik asit ilave edilerek saklanır.

İşlem: 250 ml'lik ağzı şilifli cam şişeye analiz edilecek örnek sifonlanarak doldurulup, kapağı kapatılmştır. Hemen ardından 2 ml Mn^{++} çözeltisi, 2 ml Alkali-iyodür-azid çözeltisi ilave edilip, kapak kapıtılıp ters yüz edilerek karıştırılmıştır. 1-2 dk beklenip, meydana gelen çökelti 2 ml H_2SO_4 ilavesiyle çözünmüştür. Bundan belli bir hacim alınıp 0,025 N Sodyum tiyosülfat çözeltisi ile renk açılana kadar titre edilmiştir. 2 ml kadar nişasta ilavesiyle renk maviden beyaza dönene kadar titrasyona devam edilmiştir. Sarfiyat kaydedilip, aşağıdaki formül ile örnekteki çözünmüş oksijen miktarı saptanmıştır (1.1).

$$Ç.O\ (mg/l) = \frac{8000 \times s \times F \times N}{V} \qquad \textbf{(1.1)}$$

Formüle göre; s=Tiyosülfat sarfiyatı, F=Tiyosülfat faktörü, N=Tiyosülfat normalitesi, V=Alınan numune hacmi şeklindedir.

3.2.2. Besin Elementleri

Besin elementlerinden orto-fosfat (PO_4), toplam fosfor (TP) ve silikat (SiO_2) konsantrasyonlarının belirlenmesi için su örnekleri 5 L Nansen şişesi kullanılarak belirlenen istasyonlardan alınmış, deniz suyu analizinde kullanılan kimyasal ve biyolojik analiz tekniklerine bağlı olarak spektrofotometrik olarak ölçülmüştür (Strickland ve Parsons, 1972).

3.2.2.1. Orto-fosfat ve Toplam Fosfor

PO_4-P için su örnekleri 47 mm GF/F filtre kağıdı kullanılarak süzülmüş, 10 ml örnek üzerine 1 ml molibdat-askorbik asit solüsyonu eklenip hafifçe çalkalanmış, 10 dakika beklenip spektrofotometre ile 885 nm dalga boyunda ölçüm yapılmıştır. TP için ise otoklava dayanıklı bir kap içerisine, analiz edilecek örnekten 10 ml konulup üzerine 5 ml oksidasyon solüsyonu eklemiş, kabın ağzı sıkıca kapatılıp 121°C, 15 PSI basınçta 30 dakika otoklav edilmiştir. Örnekler oda sıcaklığına getirildikten sonra 10 ml örnek test tüp içerisine konulmuş, üzerine 1 ml molibdat-askorbik asit solüsyonu (*) eklenip hafifçe çalkalanmış, 10 dakika beklenip spektrofotometre ile 885 nm dalga boyunda ölçüm yapılmıştır.

Oksidasyon solüsyonu: 12 ml 5 N NaOH ile 10 gr (nitrojeni az) potasyum persülfat ($K_2S_2O_8$) saf su ile 250 ml'ye tamamlanıp her analizden önce taze oksidasyon solüsyonu

* Molibdat-Askorbik asit karışımı: 20 ml molibdat + 7,5 ml askorbik asit

hazırlanır. Dikkat edilecek nokta: Persülfat tamamen çözülene kadar iyice çalkalanması gerekmektedir.

Askorbik asit: 10 g L-ascorbic acid 250 ml saf suda çözülür. Buzdolabında saklanır.

Molibdat: 500 ml saf suya 9,60 gr amonyum molibdat eklenip karıştırılır. Ardından 80 ml potasyum antimony tartarat eklenir. Yavaşca 100 ml konsantre sülfirik asit eklenip 1 litreye tamamlanır. Oda sıcaklığında saklanır.

3.2.2.2. Silikat

Silikat analizi için su örnekleri oda sıcaklığında olmalıdır. 50 ml'lik dereceli silindire 10 ml molibdat solüsyonu eklenmiş, üzerine 25 ml'lik su örneği eklenip karıştırıldıktan sonra 10 dk beklenmiştir (bekleme süresi 30 dk fazla olmamalıdır). Bunun üzerine 50 ml'ye tamamlanacak şekilde indirgenme reaktifi eklenmiş ve hemen karıştırılmıştır. İndirgenmenin tamamlanması için 2-3 saat beklenmiş ve spektrofotometre ile 810 nm dalga boyunda ölçüm yapılmıştır.

Molibdat: 4 gr amonyum paramolibdat, $(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$, 300 ml saf suda çözülür. 12 ml HCl (12N) eklenerek saf su ile 500 ml'ye tamamlanır ve karıştırılır. Solüsyon polietilen şişede doğrudan güneş ışığından korunarak saklanır.

Metol-sülfit solüsyonu: 6 gr sodyum sülfit, Na_2SO_3, 500 ml saf suda çözülür ve 10 gr metol (p-methylaminophenol sülfat) eklenir. Metol çözüldüğünde No.1 Whatman filtre kağıdından geçirilir ve sıkıca kapatılmış cam bir kapta saklanır. Bu solüsyon ayda en az bir kez taze olarak hazırlanmalıdır.

Oksalik asit solüsyonu: 50 gr oksalik asit dihidrat, $(COOH)_2.2H_2O$, 500 ml saf su ile karıştırılarak doymuş oksalik asit solüsyonu hazırlanır. Solüsyon cam şişede saklanmalıdır.
Sülfürik asit solüsyonu, %50 v/v: 250 ml konsantre sülfürik asit 250 ml saf suya eklenir. Isı, oda sıcaklığına düştüğünde çözelti hacmi saf suyla 500 ml'ye tamamlanır. İndirgenme reaktifi: 100 ml metol-sülfit solüsyonu, 60 ml oksalik asit solüsyonu ile karıştırılır. Daha sonra bunun üzerine 60 ml %50'lik sülfürik asit solüsyonu yavaşca eklenir ve tekrar karıştırılır. Hacim saf su ile 300 ml'ye tamamlanır. Solüsyon her analiz için yeniden hazırlanmalıdır.

3.2.3. Askıda Katı Madde (AKM)

Işık geçirgenliği gibi pek çok parametrenin de değişmesine neden olabilen askıdaki organik ve inorganik maddelerin tümünden oluşan toplam AKM yükünün değişiminin belirlenmesi için GF/C filtre kağıtları ilk olarak 20 ml saf su ile 3 kez yıkanmış, 105 ^oC' de 2-3 saat kurutulmuş ve sabit tartıma getirilmiştir. GF/C filtre kağıtlarından 1000 ml'lik hacimlerde su örnekleri süzülmüştür. Bu işlemin ardından tuzun giderilmesi amacıyla, 10 ml saf su ile 3 tekrarlı yıkama işlemi uygulanmıştır. Etüvde 24 saat 105 ^oC'de tekrar kurutulan filtreler hassas terazide okunmuş, aşağıdaki eşitlik kullanılarak AKM değerleri hesaplanmıştır (Clesceri ve ark., 1998).

AKM (mg/l) = [(Kuru ağırlık (mg) – (Filtre darası) (mg)) x 1000]/Numune hacmi (ml) **(2.1)**

3.2.4. Biyolojik Parametreler

3.2.4.1. Klorofil-*a*

Besin zincirinin ilk halkasını oluşturan bitkisel planktonun fotosentez yapabilmesi için gerekli olan klorofil-*a,* APHA, 1995'deki yöntem uygulanarak saptanmıştır. Analizler için, 2 L'lik su örnekleri (hacim, fitoplankton ve askıdaki katı madde oranına göre değişim göstermektedir) örnekleme alanında vakumlu süzme düzeneğinde 47 mm GF/F filtre kağıdı kullanılarak süzülmüş, süzme işleminden sonra filtre kağıtları cam tüplere konulup alüminyum folyoya sarılarak analize kadar derin dondurucuda saklanmıştır. Laboratuvara getirilen örneklere 10 ml %90'lık aseton ilave edilip, ağızları kapatılarak 24 saat buzdolabında bekletilmiştir. Buzdolabından çıkarılan örneklerde ezme işlemi uygulanmış, 2000-3000 rpm'de 10 dakika santrifüj edildikten sonra üstteki berrak sıvı otomatik pipetle alınarak spektrofotometre küvetine boşaltılmıştır. Okumalarda kör olarak %90'lık aseton kullanılmıştır. Örnekler, 750 nm, 665 nm, 645 nm ve 630 nm dalga boyunda okunmuştur. 750 nm'de okunan değer düzeltme değeri olup, bulanıklıktan meydana gelebilecek hataların giderilebilmesi için bu dalga boyunda okunan değer, 665, 645 ve 630 nm'de okunan değerlerden çıkarılmıştır. Okunan değerler aşağıdaki eşitlikler kullanılarak klorofil-*a* değerleri hesaplanmıştır:

Klorofil-*a* = 11,64(OD665) – 2,16(OD645) – 0,10(OD630) **(3.1a)**

Klorofil-*a* (mg/l) = (Klorofil-*a* x aseton hacmi)/Süzülen su örneğinin hacmi **(3.1b)**

3.2.4.2. Zooplankton Örneklemeleri

Denizel ekosistemdeki ikincil üretimi oluşturan zooplankton örnekleri belirlenen istasyonlardan 30 litre hacminde 40 µm göz açıklığına sahip Schindler Trap ile su yüzeyinden alınmış ve örnekler %4 v/v tampon formaldehit ile fikse edilmiştir.

Kalitatif analiz için, laboratuvara getirilen zooplankton örneklerinin üzerindeki fazla su sifonlama yöntemiyle alınmış ve örnekler daha küçük hacimdeki kavanozlara aktarılmıştır.

Grup ve türlerin zooplankton içerisindeki dağılım oranlarının belirlenmesinde, birim örnek yöntemi (Özel, 1998) kullanılmıştır. Bu amaçla örnekler, alanı bilinen bir kaba homojen dağılmasına dikkat edilerek boşaltılmış, birim örnek yöntemiyle elde edilen daha küçük ölçekli alt örnekler lam üzerine alınarak zooplankton analizleri yapılmıştır. Kantitatif analiz için, bütün örneğin homojen hale getirilip içerisinden belirli bir hacmin alınıp sayımına dayanan birim hacim yöntemi kullanılmıştır (Özel, 1998). Türlerin sistematik tayinlerinde ve isimlendirilmesinde Tregouboff ve Rose (1957), Todd ve ark., (2006), Young ve ark., (2006) ile, literatürde olabilecek son değişiklikler ve eklemelerin kontrolü için European Register of Marine

Species (MarBEF Data System) web sayfasından faydalanılmış, tür tespiti için Olympus marka SZX7 model trinoküler stereozoom araştırma mikroskobu kullanılmıştır.

Bu çalışmada çeşitli fiziksel ve biyolojik parametrelerde belirlenen değişkenler arasındaki ilişkilerin değerlendirilmesi amacıyla Spearman Korelasyon Analizinden yararlanılmıştır (SPSS Inc., 2006).

BÖLÜM 4
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Deniz Suyunun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

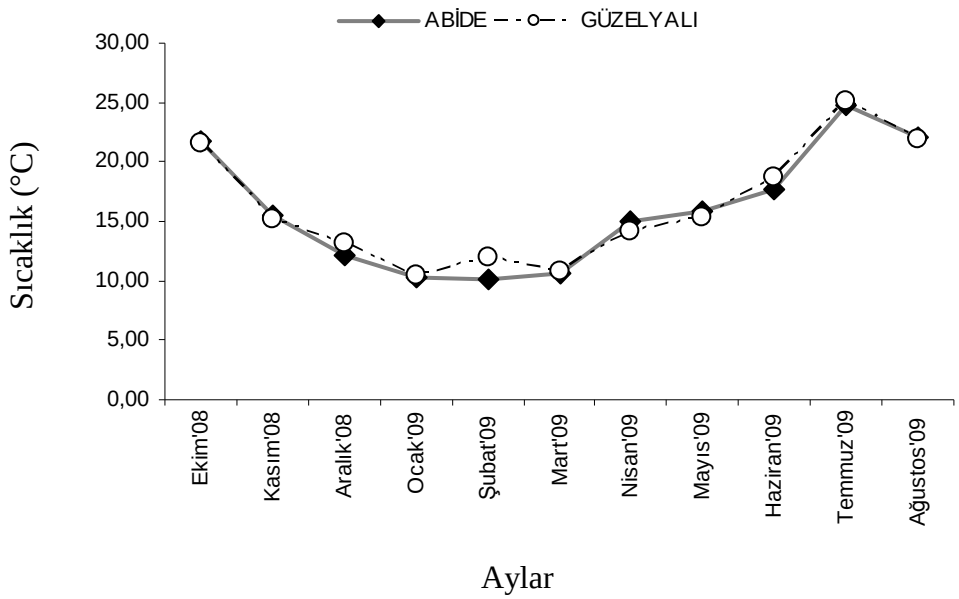
4.1.1. Sıcaklık, Tuzluluk ve Çözünmüş Oksijen

Çanakkale Boğazı'nın iki kıyısında seçilen Abide ve Güzelyalı istasyonlarında Ekim 2008-Ağustos 2009 tarihleri arasında aylık olarak yapılan örneklemelerde sıcaklık, tuzluluk ve Ç.O. ölçümlerinin en düşük-en yüksek–ortalama–standart sapma değerleri Çizelge 1'de verilmiştir. Bu fiziksel parametrelerin aylara bağlı değişimleri Şekil 2-4'te gösterilmiştir.

Çizelge 1.Sıcaklık, tuzluluk ve Ç.O. değerlerinin Abide ve Güzelyalı istasyonlarında Ekim 2008-Ağustos 2009 tarihleri arasındaki en düşük-en yüksek–ortalama–standart sapma değerleri

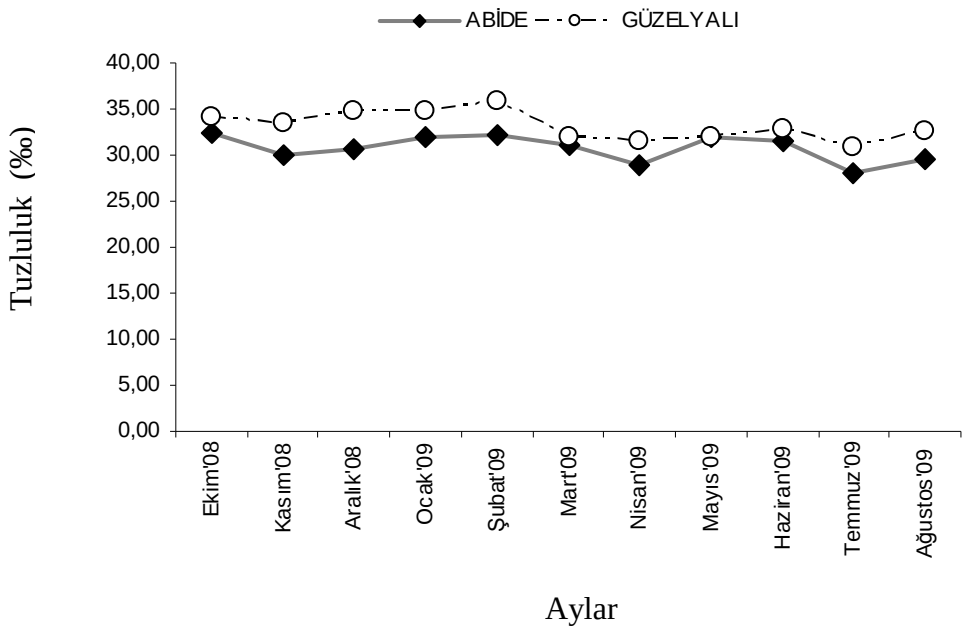
İstasyonlar	Fiziksel Veriler	En düşük değer	En yüksek değer	Ortalama	Standart Sapma
Abide	Sıcaklık (^{o}C)	10,10	24,70	15,38	5,00
	Tuzluluk (‰)	29,00	32,46	30,42	1,35
	Ç.O. (mg L^{-1})	7,75	9,60	8,84	0,63
Güzelyalı	Sıcaklık (^{o}C)	10,40	25,10	16,39	5,16
	Tuzluluk (‰)	30,80	35,80	33,33	1,57
	Ç.O. (mg L^{-1})	7,40	10,40	8,73	0,97

Örnekleme istasyonlarında ölçülen fiziksel parametrelerin en düşük ve en yüksek değerleri aylara göre incelendiğinde en düşük sıcaklık değerleri, Abide mevkiinde 16 Şubat 2009'da 10,10°C, Güzelyalı mevkiinde ise, 13 Ocak 2009'da 10,40°C olarak kaydedilmiştir. En yüksek sıcaklık değerleri, Abide mevkiinde 13 Temmuz 2009'da 24,70°C, Güzelyalı mevkiinde ise 13 Temmuz 2009'da 25,10°C olarak ölçülmüştür (Şekil 2). Sıcaklık değerleri istasyonlar arasında mevsimsel olarak belirgin şekilde değişim göstermiştir. Bölgede yapılan bazı çalışmalarda en düşük ve en yüksek sıcaklık değerleri Türkoğlu ve ark. (2004b)'e göre 6,35-26,00°C, Koçum (2005)'e göre 9,00-25,00°C, Türkoğlu (2007)'ye göre 8,27-25,99°C, Buyukates ve İnanmaz (2007)'ye göre 6,50-22,00°C; Buyukates ve İnanmaz (2009)'a göre 9,24-25,62°C arasında kaydedilmiştir. Bu çalışmada ölçülen sıcaklık değerleri daha önce bölgede yapılan çalışmalarla benzerlik göstermiştir.



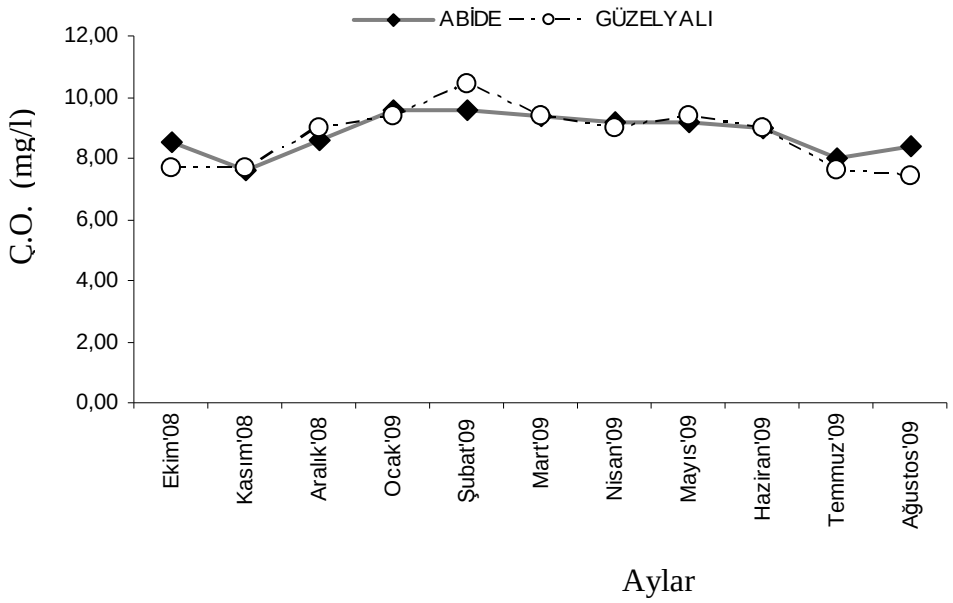
Şekil 2. Sıcaklık değerlerinin Abide ve Güzelyalı istasyonlarında Ekim 2008-Ağustos 2009 tarihleri arasındaki değişimi.

Tuzluluğun en düşük değerleri, Abide mevkiinde, 28 Nisan 2009'da ‰29,00, Güzelyalı mevkiinde 13 Temmuz 2009'da ‰30,80 olarak kaydedilmiştir. En yüksek değerler ise, Abide mevkiinde 9 Ekim 2008'de ‰32,46, Güzelyalı mevkiinde 16 Şubat 2009'da ‰35,80 olarak ölçülmüştür (Şekil 3). Abide ve Güzelyalı mevkilerinde herhangi bir tatlı su girdisinin olmayışı ve coğrafik konumları itibariyle su değişimine elverişli olmayan alanlar olması bakımından tuzluluk değerlerinde mevsimsel olarak istasyonlar arasında fazla bir değişim söz konusu değildir. Tuzluluğun değişim gösterdiği dönemlerde, çift tabakalı akıntı sistemine sahip Türk Boğazlar Sistemi'nde (TBS) etkin rüzgârlara bağlı olarak zaman zaman dikey karışımların oluştuğu belirtilebilir. Akdeniz kökenli dip sularının, güneyden esen rüzgarların etkisiyle Karadeniz kökenli yüzey sularının tuzluluğunu yükselttiği bilinmektedir (Beşiktepe ve ark., 1994). Bölgede yapılan diğer çalışmalarda en düşük ve en yüksek tuzluluk değerleri, Türkoğlu ve ark. (2004b) ‰25,10–32,80; Buyukates ve İnanmaz (2007), ‰22,72–28,46; Türkoğlu (2007), ‰22,50–25,00; Buyukates ve İnanmaz (2009), ‰20,00–36,00 arasında ölçülmüştür.



Şekil 3. Tuzluluk değerlerinin Abide ve Güzelyalı istasyonlarında Ekim 2008-Ağustos 2009 tarihleri arasındaki değişimi.

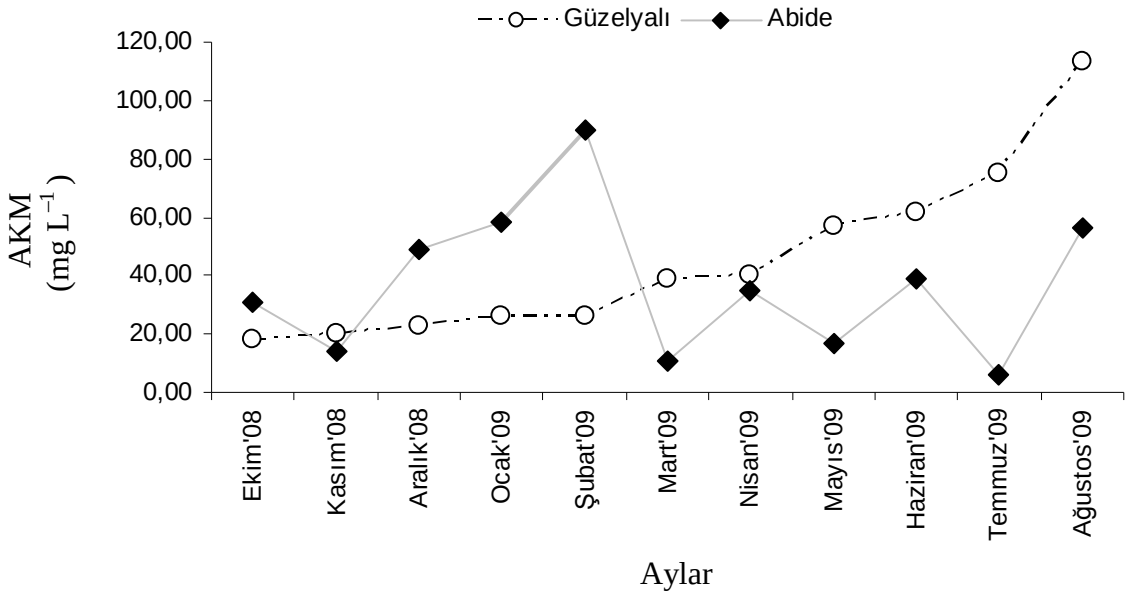
Deniz suyunda çözünürlüğü mevsimlere ve atmosferik şartlara, tatlısu girişi ve bulundurduğu organizmalara göre değişebilen Ç.O. miktarı (Pagau ve ark., 2000; Mutlu, 2004), yapılan bu çalışmada Güzelyalı'da 16 Şubat'da 10,38 mg L^{-1} ile en yüksek değerine ulaşırken, en düşük değer 25 Ağustos'da Güzelyalı'da 7,30 mg L^{-1} olarak kaydedilmiştir (Şekil 4). Ölçülen değerler, suyun tuzluluk ve sıcaklık değerlerine bağlı olarak doygunluk seviyesine yakındır. Bu çalışmadaki Ç.O. değerlerinin bölgede daha önce yapılan çalışmalardaki değerlerden daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bunun en büyük nedeni, çalışma yapılan istasyonların derinliğinin az olması dolayısıyla rüzgar ve dalga hareketlerine bağlı olarak suyun devamlı karışması ve atmosferden oksijen girişine bağlı olarak suyun oksijence zenginleşmesi olabilir.



Şekil 4. Ç.O. değerlerinin Abide ve Güzelyalı istasyonlarında Ekim 2008-Ağustos 2009 tarihleri arasındaki değişimi.

4.1.2. Askıda Katı Madde (AKM)

Askıda katı madde (AKM) ölçümleri Çanakkale Boğazı sığ sularında seçilen istasyonlarında zamana bağlı olarak 6,00-113,00 mg L^{-1} arasında değişim göstermiş, özellikle birincil üretimin ve yağışların fazla olduğu dönemlerde Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (2004)'nde belirtilen ve deniz suyu genel kalite kriteri olan 30,00 mg L^{-1}'yi geçmiştir (Şekil 5). AKM değerleri, en düşük Temmuz 2009'da 6,00 mg L^{-1} ile Abide mevkiinde ve en yüksek Ağustos 2009'da 113,00 mg L^{-1} ile Güzelyalı mevkiinde ölçülmüştür (Çizelge 2). Bölgede daha önce yapılan çalışmalarda yüzey suyunda elde edilen AKM değerleri 10,10-23,40 mg L^{-1} arasında değişmiş ve bu çalışmadakinden daha düşük ölçülmüştür (Büyükates ve ark., 2007a, 2007b). Bilindiği gibi, toplam AKM su kolonunda asılı halde bulunan canlı, cansız bütün partikülleri içerir. Bunun yanı sıra AKM miktarının, mevsimsel olarak rüzgaların, nehir girişlerinin ve gelgit döngüsünün etkisi altında olduğu bilinmektedir (Asses E.M, 2007). Özellikle Şubat ayında görülen gelgit döngüsünden dolayı, her iki istasyonda AKM değerleri en yüksek seviyede ölçülmüştür. Karasal girdilerden etkilenmeyen açık deniz sistemleri ile karasal girdilerden etkilenen kıyısal bölgeler karşılaştırıldığında, fitoplanktonik üretimin açık deniz sistemlerinde toplam AKM miktarına etkisi daha fazladır (Beşiktepe ve ark., 1994). Dolayısıyla, çalışma istasyonlarında AKM miktarının daha çok karasal girdiler tarafından kontrol edildiği belirtilebilir.



Şekil 5. AKM (mg L^{-1}) miktarının Abide ve Güzelyalı istasyonlarında Ekim 2008-Ağustos 2009 tarihleri arasındaki değişimi.

Çizelge 2. AKM (mg L^{-1}) miktarının, Abide ve Güzelyalı istasyonlarında Ekim 2008- Ağustos 2009 tarihleri arasındaki en düşük-en yüksek–ortalama–standart sapma değerleri

İstasyonlar	**En düşük değer**	**En yüksek değer**	**Ortalama**	**Standart Sapma**
Abide	6,00	90,00	36,91	25,23
Güzelyalı	18,00	113,00	45,36	29,29

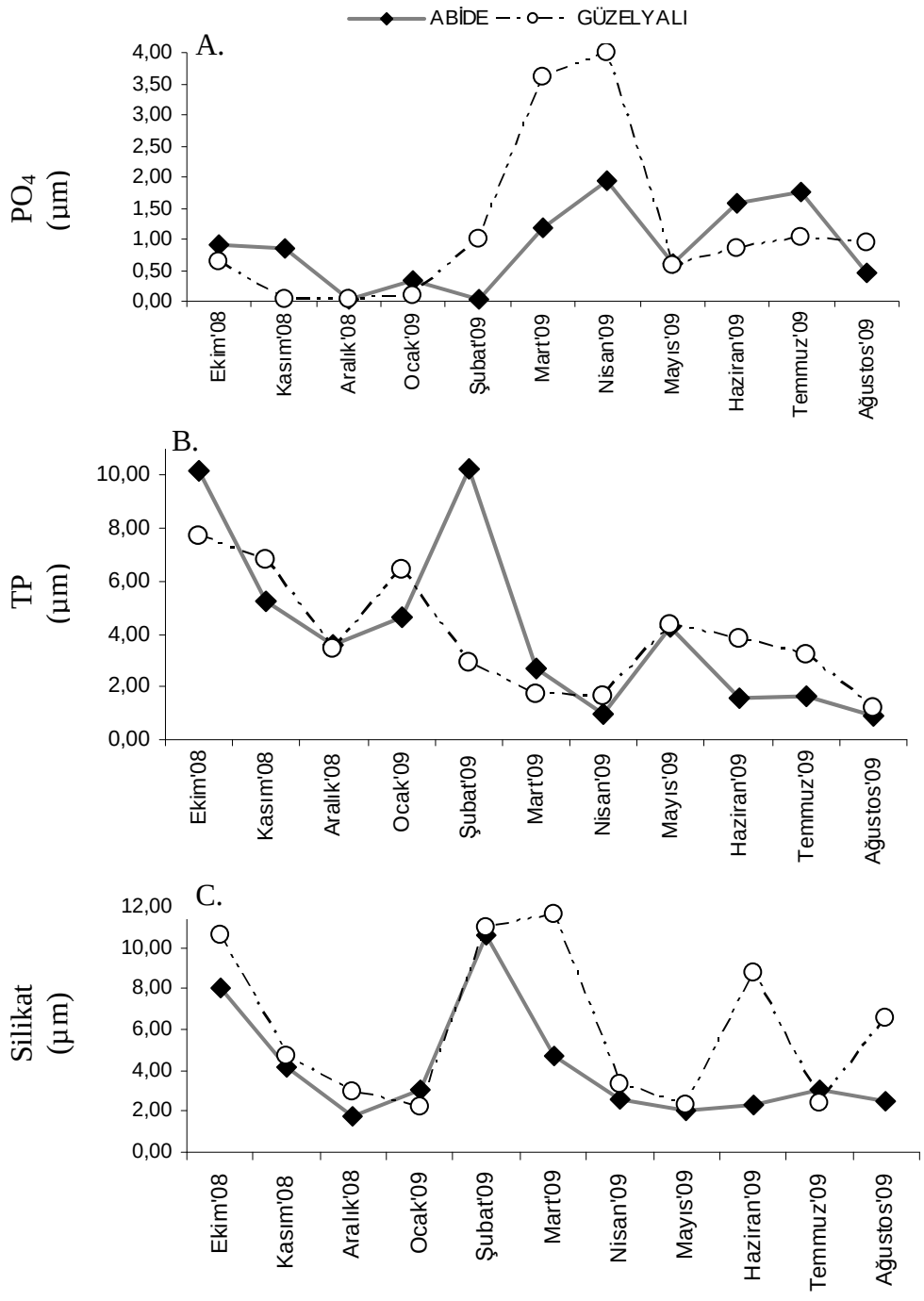
4.1.3. Besin Elementleri

Besin tuzları miktarı örnekleme periyodu boyunca değişim göstermiştir. Birincil üretim için önemli yer tutan besin elementlerinden orto-fosfat (PO_4-P), toplam fosfor (TP) ve silikatın (SiO_2) aylara ve istasyonlara bağlı değişimi Şekil 6A, 6B, 6C'de gösterilmiştir. Aylara bağlı en düşük-en yüksek–ortalama–standart sapma değerleri Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. PO4-P, TP ve SiO2 değerlerinin Abide ve Güzelyalı istasyonlarında Ekim 2008-Ağustos 2009 tarihleri arasındaki en düşük-en yüksek–ortalama–standart sapma değerleri

İstasyonlar	Besin tuzları	En düşük değer	En yüksek değer	Ortalama	Standart Sapma
Abide	PO_4-P (µm)	0,025	1,932	0,878	0,670
	TP (µm)	0,874	10,253	4,177	3,329
	Silikat (µm)	1,750	10,580	4,060	2,805
Güzelyalı	PO_4-P (µm)	0,025	3,987	1,160	1,362
	TP (µm)	1,171	7,677	3,929	2,195
	Silikat (µm)	2,250	11,630	6,039	3,800

Fitoplankton tarafından kullanılabilen fosfor formu olan PO_4-P değerleri Abide'de 0,025-1,627 µm ve Güzelyalı'da 0,025-1,711 µm olarak ölçülmüştür (Şekil 6A). TP değerleri Abide istasyonunda 0,874–10,253 µm ve Güzelyalı istasyonunda 0,171-7,677 µm arasında değişmiştir (Şekil 6B). Silikat, Abide'de 10,580 µm ile en yüksek değerini almış, Güzelyalı'da en yüksek değer 11,630 µm, olarak kaydedilmiştir (Şekil 6C). En düşük değerler Abide ve Güzelyalı istasyonlarında sırasıyla 1,750 µm ve 2,250 µmolmuştur.



Şekil 6A. : PO4-P (µm), B. : TP (µm) ve C. : Silikat (µm) değerlerinin Abide ve Güzelyalı istasyonlarında Ekim 2008-Ağustos 2009 tarihleri arasındaki değişimleri.

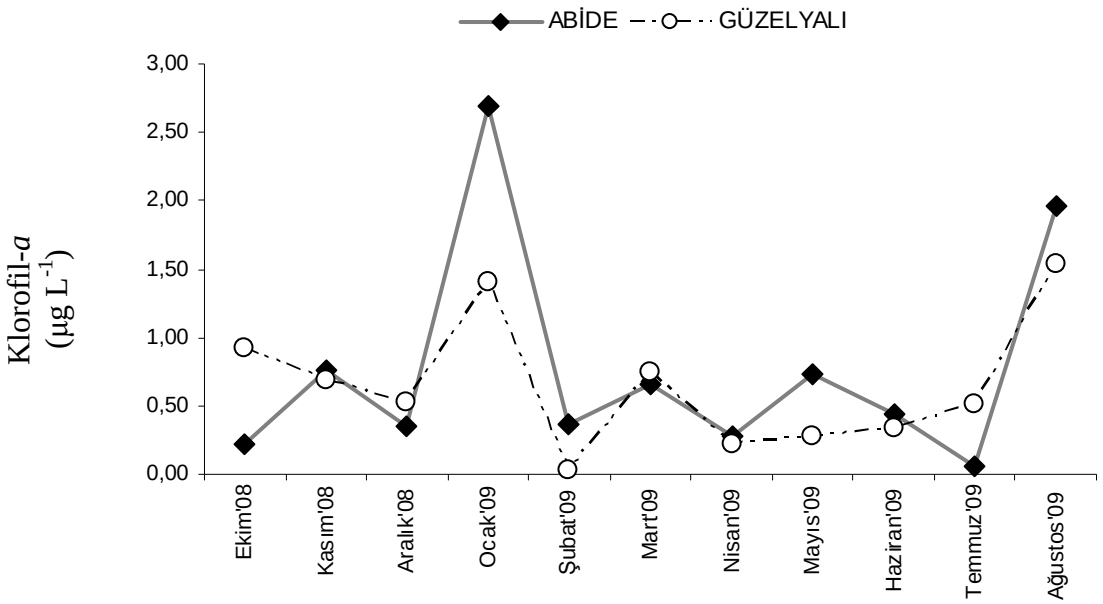
PO_4-P ve TP'un zamana ve istasyonlara bağlı değişimleri incelendiğinde, bölgede daha önce Türkoğlu ve Buyukates (2006) ve Buyukates ve ark. (2007a; 2007b) tarafından yapılan çalışmalardaki değerlerden daha yüksek olduğu bulunmuştur. Örneğin, Kepez Limanı'nda daha önce yapılan çalışmalarda yüzey suyunda PO_4-P 0,010-1,022 μm, TP 0,012–2,923 μm ve silikat 0,240-21,180 μm arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Özellikle Güzelyalı istasyonunun yerleşim bölgesinde bulunması bu bölgenin önemli bir fosfor kaynağı olan evsel atıklardan etkilenmesine sebep olabilir. Dolayısla Mart ve Nisan aylarındaki PO_4-P değerlerindeki artışın bu etkilenmenin sonucunda oluşabilmektedir. Abide istasyonu bir koy içerisinde yer alması nedeniyle akıntılardan daha az etkilenmektedir. Bu nedenlerle özellikle toplam fosfor miktarları Ekim ve Şubat aylarında olduğu gibi yüksek düzeyde ölçülebilmektedir.

Silikat değerleri örnekleme periyodu boyunca her iki istasyonda da diyatomlarda üremenin devamını sağlayacak 30-40 μg L^{-1}'nin (Kocataş, 1993) oldukça altında olmuştur. Bilindiği gibi silikatın sucul sistemlerdeki döngüsü sınırlıdır ve deniz sistemine silikat girdisi çoğunlukla akarsular, yağışlar ve rüzgarla taşınma şeklinde ortaya çıkar (Kocataş, 1993; Horne ve Goldman, 1994). Örnekleme istasyonları, özellikle Abide, korunaklı bir koy olduğundan rüzgar hareketleri ve dolayısıyla dalga ve çalkantı hareketlerinden daha az etkilenmektedir. Genel olarak örnekleme dönemi boyunca yağışların sınırlı olması sisteme silikat girişini azaltmıştır. Ancak Güzelyalı'da Şubat ve Mart aylarında görülen kısa süreli yağışlar, silikat girişini artırıp bu istasyonda ölçülen en yüksek değerlere ulaştırmıştır. Özellikle diyatomların yoğun olarak çoğaldığı dönemlerde de sistemdeki mevcut silikat kullanıldığından miktarı düşük olabilmektedir.

4.2. Deniz Suyunun Biyolojik Özellikleri

4.2.1. Klorofil-*a*

Fitoplanktonik biyomasın göstergesi olan klorofil-*a* miktarının en düşük değeri Şubat 2009'da 0,02 μg L^{-1} ile Güzelyalı mevkiinde, en yüksek değeri Ocak 2009'da 2,69 μg L^{-1} ile Abide mevkiinde ölçülmüştür (Şekil 7). Ocak ve Ağustos aylarında klorofil-*a* miktarındaki artışın nedeni, denizel sisteme karasal girdilerin etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Klorofil-*a* değerlerinin aylara bağlı en düşük-en yüksek–ortalama–standart sapma değerleri Çizelge 4'te verilmiştir. Klorofil-*a* değerleri Çanakkale Boğazı'nda yapılan daha önceki çalışmalarla (Buyukates ve İnanmaz, 2009; Buyukates ve İnanmaz, 2010) benzerlik göstermiştir.



Şekil 7. Abide ve Güzelyalı istasyonlarında Ekim 2008-Ağustos 2009 tarihleri arasındaki Klorofil-*a* değerlerinin aylara göre değişimi.

Çizelge 4. Klorofil-*a* değerlerinin Abide ve Güzelyalı istasyonlarında Ekim 2008-Ağustos 2009 tarihleri arasındaki en düşük-en yüksek–ortalama–standart sapma değerleri

İstasyonlar	En düşük değer	En yüksek değer	Ortalama	Standart Sapma
Abide	0,059	2,695	0,773	0,815
Güzelyalı	0,023	1,534	0,654	0,477

4.2.2. Zooplankton Grupları ve Baskın Türler

Çalışma bölgesinden elde edilen zooplankton grup ve baskın türlerin istasyonlara ve aylara göre dağılımları Çizelge 5-6'da verilmiştir. Kantitatif analizler, istasyonlara, aylara göre grup ve baskın türlerin bolluklarının (birey/m^3) karşılaştırılması şeklinde verilmiştir.

Çizelge 5. Ekim 2008–Ağustos 2009 tarihleri arasında Abide istasyonunda elde edilen zooplankton türlerinin aylara bağlı bolluk değişimi (birey/m^3)

Zooplankton Türleri	Eki.08	Kas.08	Ara.08	Oca.09	Şub.09	Mar.09	Nis.09	May.09	Haz.09	Tem.09	Ağu.09
Copepoda											
Calanoida											
Acartia clausi (Giesbrecht, 1889)		185	741	741							
Calanus spp. (Leach, 1819)	370	370	556		185	555			185		185
Cyclopoida											
Oithona plumifera (Baird,1843)	185				370						
Oithona similis (Claus, 1863)	370	185		370	185			370			185
Oithona spp. (Baird, 1843)	1111	556	741	741	185	185				556	370
Poecilostomatoida											
Corycaeus sp. (Dana, 1845)	185				185						
Oncaea spp. (Philippi, 1843)	370	185									
Harpacticoida											
Microsetella norvegica (Boeck, 1865)	926		370				185				
Copepoda nauplii	6481	10556	3519	3704	1295	3330	185	1111	926	2963	9074
Cladocera											
Penilia avirostris (Dana, 1849)	185		185								
Pleopis polyphemoides (Leuckart, 1859)								1111			
Pseudevadne tergestina (Claus, 1877)		370	370								
Appendicularia											
Oikopleura fusiformis (Fol, 1872)					185						185
Oikopleura sp. (Mertens,1830)											185
Ostracoda	185										
Gastropoda											
Mesogastropoda veliger l.	185				185		185				
Scyphozoa											
Anthomedusa											
Actinula larva									185		
Nematoda		370									
Polychaeta											
Polychaeta larva	185							741	185		

Çizelge 6. Ekim 2008–Ağustos 2009 tarihleri arasında Güzelyalı istasyonunda elde edilen zooplankton türlerinin aylara bağlı bolluk değişimi (birey/ m^3)

Zooplankton Türleri	Eki.08	Kas.08	Ara.08	Oca.09	Şub.09	Mar.09	Nis.09	May.09	Haz.09	Tem.09	Ağu.09
Copepoda											
Calanoida											
Acartia clausi (Giesbrecht, 1889)			1852								
Calanus spp. (Leach, 1819)	556				740						
Eucalanus sp. (Dana, 1852)		185									
Paracalanus parvus (Claus, 1863)		185									
Cyclopoida											
Oithona plumifera (Baird,1843)	185				370						
Oithona similis (Claus, 1863)		926		185							
Oithona spp. (Baird, 1843)	926		1481	556				370		741	
Poecilostomatoida											
Oncaea spp. *(*Philippi, 1843)	185	556		185							
Harpacticoida											
Microsetella norvegica (Boeck, 1865)		185				155					
Copepoda nauplii	4444	5556	7778	1296	1295	555	1481	741	185	3519	1852
Cladocera											
Penilia avirostris (Dana, 1849)							370		185		
Pseudevadne tergestina (Claus, 1877)		185								185	
Appendicularia											
Oikopleura dioica (Fol, 1872)		370									185
Bivalvia											
Bivalvia veliger I. (Limnnaeus, 1758)							370				
Scyphozoa											
Anthomedusa											
Actinula larva									370		185
Nematoda	926										
Polychaeta											
Polychaeta larva					370						

Bu çalışmada kopepod türleri toplam zooplankton içinde baskın şekilde bulunmaktadır (Çizelge 5-6). Kopepod türlerinden, kıyısal bölgelerde çok yaygın ve bol olarak bulunan ve kirli sulara iyi tolerans gösteren *Acartia clausi* psikrofilik bir tür olduğundan özellikle kış aylarında yoğun olarak görülmüştür (Moraitou- Apostolopoulou, 1974, 1985; Furnestin,1979; Siokou-

Frangou, Papathanassiou, 1991). *Calanus* spp. (Leach, 1819) ve *Oithona* spp. (Baird, 1843) kış ve ilkbahar aylarında, kopepod nauplii örnekleme periyodu boyunca her ay yoğun miktarda sistemde mevcuttur.

Kopepodlardan sonra en sık görülen grup olan kladoserin yoğunluğu aylara göre farklılıklar göstermiştir. *Penilia avirostris* (Dana, 1849), *Pseudevadne tergestina* (Claus, 1877) gibi neritik sulara özgü türlere rastlanılmıştır (Çizelge 5-6).

Abide ve Güzelyalı istasyonlarında baskın zooplankton türleri Çizelge 7'de verilmiştir. Kopepod grubundan *Corycaeus sp.* (Dana, 1845*)*, kladoser grubundan *Penilia avirostris*, Appendicularia grubundan *Oikopleura fusiformis* (Fol, 1872), ayrıca Ostracoda ve Gastrapoda grupları Abide istasyonunda görülmüştür. Güzelyalı istasyonunda, Abide istasyonundan farklı olarak kopepod grubundan *Eucalanus sp.* (Dana, 1852), *Paracalanus parvus* (Claus, 1863), kladoser grubundan *Oikopleura dioica* (Fol, 1872) ve Bivalvia grubu görülmüştür. Nematod, Polycheate ve Actinula larvası her iki istasyonda da mevcuttur.

Türlerin istasyonlara göre dağılımı incelendiğinde; Güzelyalı istasyonunda 15, Abide istasyonununda ise, 16 tür tespit edilmiştir. Kopepod nauplii, Ostracoda ve Nematoda sistematik tür listesine dahil edilmemişlerdir.

Çizelge 7. Abide ve Güzelyalı istasyonlarında baskın zooplankton türlerinin dağılımı (+: var, -: yok)

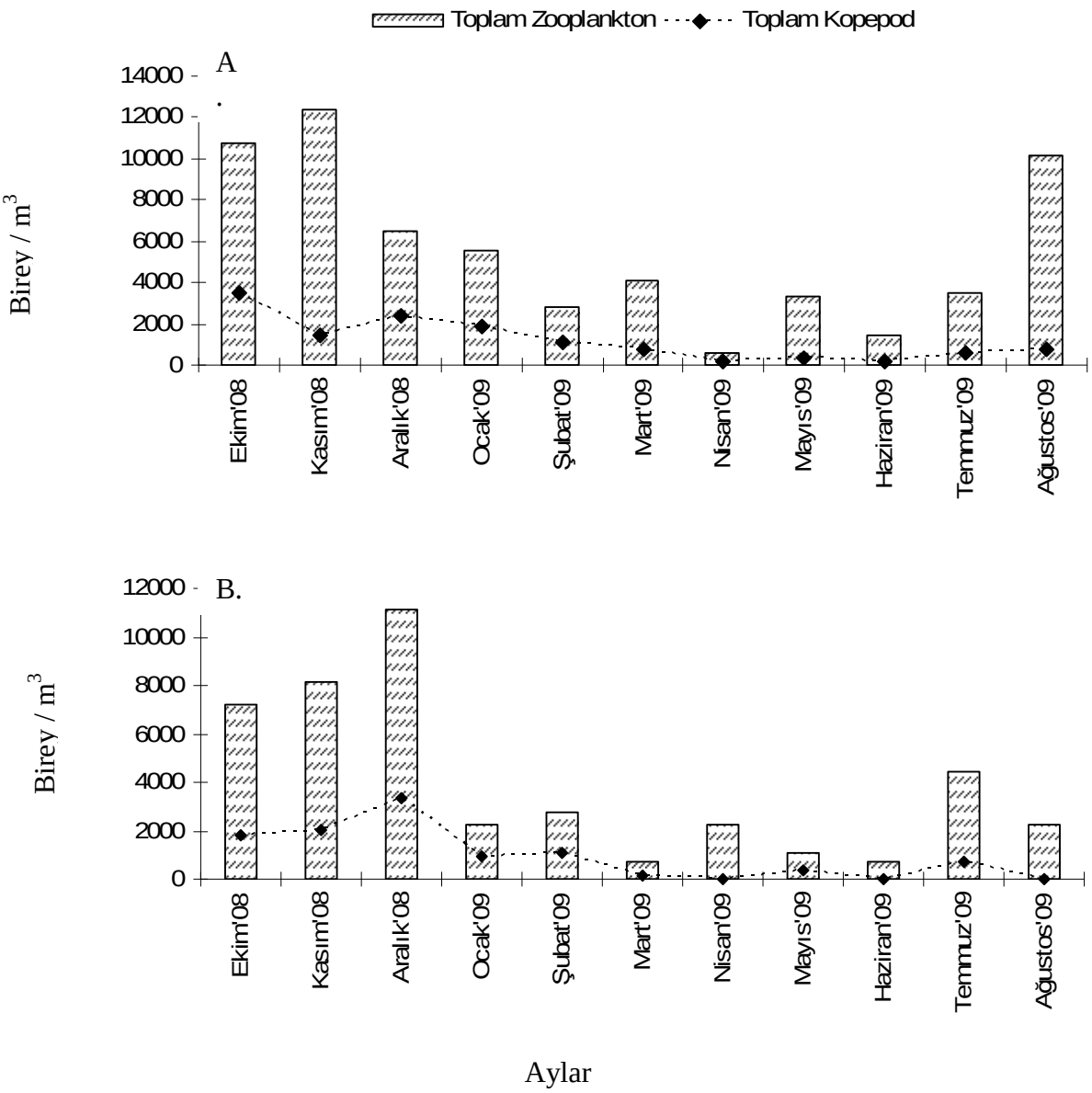
Türler	Abide	Güzelyalı
Acartia clausi (Giesbrecht, 1889)	+	+
Actinula larva	+	+
Bivalvia veliger I. (Limnnaeus, 1758)	-	+
Calanus spp. (Leach, 1819)	+	+
Corycaeus sp. (Dana, 1845*)*	+	-
Eucalanus sp. (Dana, 1852)	-	+
Mesogastropoda veliger l.	+	-
Microsetellanorvegica (Boeck, 1865)	+	+
Oikopleura dioica (Fol, 1872)	-	+
Oikopleura fusiformis (Fol, 1872)	+	-
Oikopleura sp. (Mertens,1830)	+	-
Oithona plumifera (Baird,1843)	+	+
Oithona similis (Claus, 1863)	+	+
Oithona spp. (Baird, 1843)	+	+
Oncaea spp. *(*Philippi, 1843)	+	+
Paracalanus parvus (Claus, 1863)	-	+
Penilia avirostris (Dana, 1849)	+	+
Pleopis polyphemoides (Leuckart, 1859)	+	-
Polychaeta larva	+	+
Pseudevadne tergestina (Claus, 1877)	+	+

Kuzey Atlantiğin önemli bir grubunu oluşturan *Calanus* türleri besin ağında özellikle birincil üretim ile balık üretimi arasında önemli bir köprü oluşturur (Fisheries Research Services, 2004; Turner, 2004). Tipik bahar sıcaklıklarında 30-40 gün içerisinde 6 adet nauplius safhasını tamamlayıp ergin hale geçebilirler. Kış aylarında 6 aya kadar hiç beslenmeden kışlayabilen bu grubun üyelerinin erginleri yaz ortalarından itibaren diaposa girer ve bahara kadar derin sularda bu şekilde kalabilirler (Fisheries Research Services, 2004).

Bu çalışmada önemli bir yer alan siklopoid kopepodlardan *Oithona* türleri kıyısal ve açık deniz sistemlerinde yüzeye yakın olarak bulunan kozmopolit bir gruptur. Miktarı hem yıl içerisinde hem de bulunulan enleme göre değişiklik gösterir (Castellani ve ark., 2005; Castellani ve ark., 2007). Kıyısal ötrofikasyon gibi antropojenik aktivitelerin sonucu büyük kopepod türlerinin yerini, geniş çevresel parametrelere uyum sağlayabilen, predasyona bağlı yüksek kaybı ortadan kaldırmak için çeşitli üreme ve beslenme stratejisi geliştirmiş küçük kopepod türleri almaktadır (Paffenhöfer, 1993; Turner, 2004). Özellikle bahar fitoplankton patlaması öncesinde *Oithona* türleri ve bunların nauplii hem *Calanus* türleri gibi kalanoid kopepodların hem de balık larvalarının besin kaynaklarını oluşturabilmektedir (Fish, 1936; Castellani ve ark., 2007).

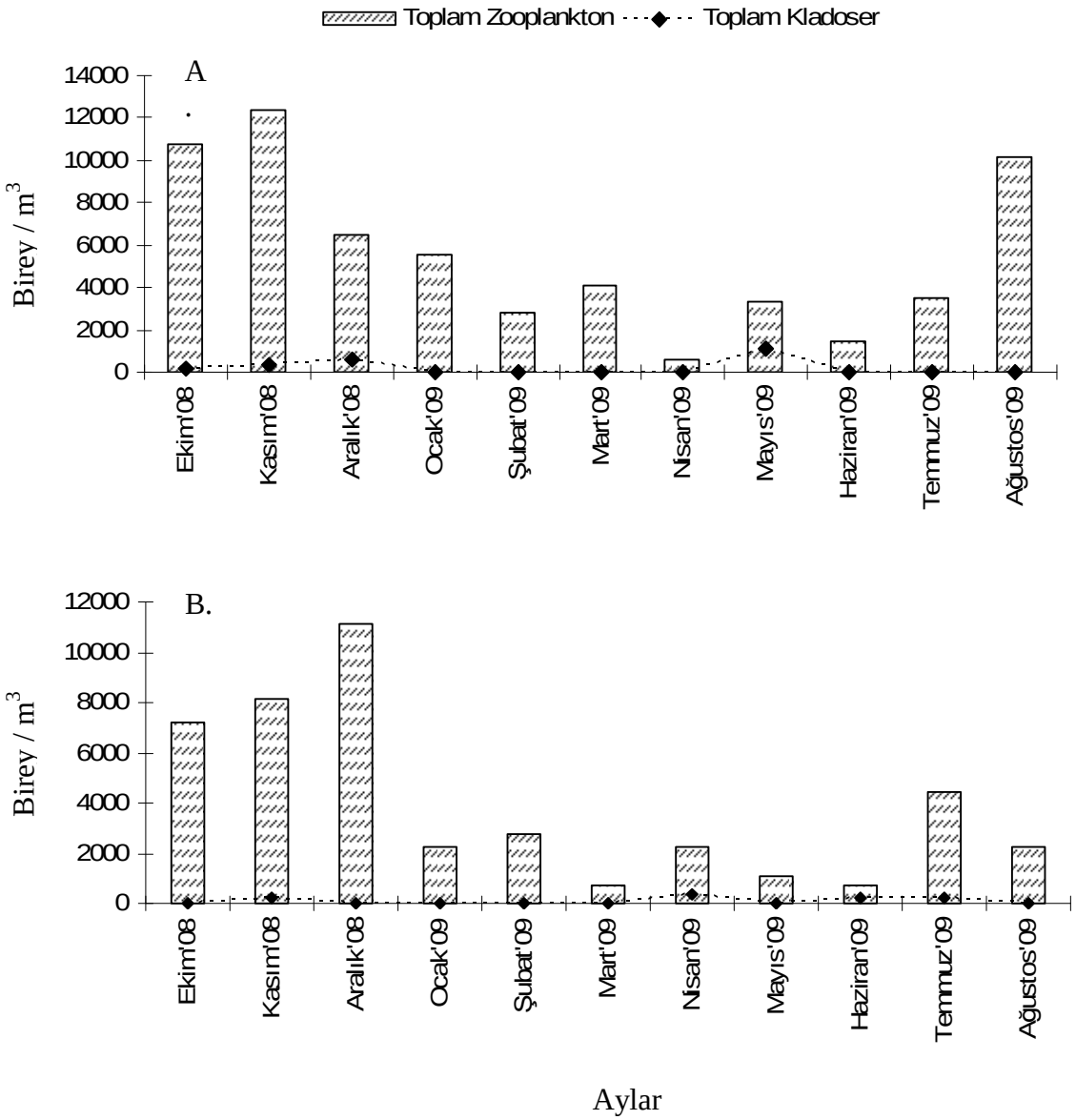
Çanakkale Boğazı'nda yapılan önceki çalışmalarda, Kepez Limanı'nda 2005- 2007 döneminde yüzey sularından elde eldilen veriler incelendiğinde, Kasım-Nisan 2006 döneminde toplam zooplanktonda kopepod yoğunluğunun fazla olduğu gözlenmiştir. Toplam kopepod içinde *A. clausi* türü yoğun olarak görülmüştür. 2005 yılının Ağustos ayındaki artışta diğer bir kopepod türü olan *Oithona sp.* yoğunluğu dikkat çekmiştir Kopepod içerisindeki diğer türler ise kalanoidlerden *Centropages typicus* (Krøyer, 1849), *Paracalanus parvus* (Claus, 1863), *Pseudocalanus elongatus* (Boeck, 1865), *Calanus sp*.; siklopoidlerden *Oithona similis* (Claus, 1866); poekilostomatoidlerden *Oncaea mediterranea* (Claus, 1863), *Oncaea longiseta* (Shmel, 1968) ve harpaktikoidlerin tek temsilcisi *Microsetella norvegica* (Boeck, 1864) olmuştur (Buyukates ve İnanmaz, 2009; Buyukates ve İnanmaz, 2010). Ayrıca kalanoidlerden *Calanus euxinus* (Claus, 1863), *Calanus helgolandicus* (Claus, 1863), *Clausocalanus* sp. (Giesbrecht, 1888), *Calocalanus pavo* (Dana, 1849), *Temora stylifera* (Dana, 1848), *Temora longicornis* (Müller, 1792), *Anomalocera patersoni* (Templeton, 1837), *Eucalanus elongatus* (Dana, 1849) ve siklopoidlerden *Oithona nana* (Giesbrecht, 1889) toplam kopepod yoğunluğunun sadece % 5'ini oluşturmuştur (Buyukates ve İnanmaz, 2010).

Kopepod bolluğunun toplam zooplanktondaki yeri incelendiğinde, kopepod miktarında aylara bağlı olarak değişimler olduğu görülmüştür. Çalışılan istasyonlarda özellikle kış aylarında ortamdaki kopepod, toplam zooplankton arasında baskın şekilde yer almıştır (Şekil 8 A, Şekil 8 B).



Şekil 8 A. : Abide mevkiinde, toplam zooplankton ve kopepod bolluğu (birey/m3) Ekim 2008-Ağustos 2009 tarihleri arasındaki değişimi. B. : Güzelyalı mevkiinde, toplam zooplankton ve kopepod bolluğu (birey/m^3) Ekim 2008-Ağustos 2009 tarihleri arasındaki değişimi.

Bu çalışmada kladoserlerin toplam zooplanktondaki yeri de incelenmiştir. Kladoser gruplarının kopepodlar kadar sık görülmese de aylara göre farklılıklar gösterdiği saptanmıştır (Şekil 9 A., Şekil 9 B.).



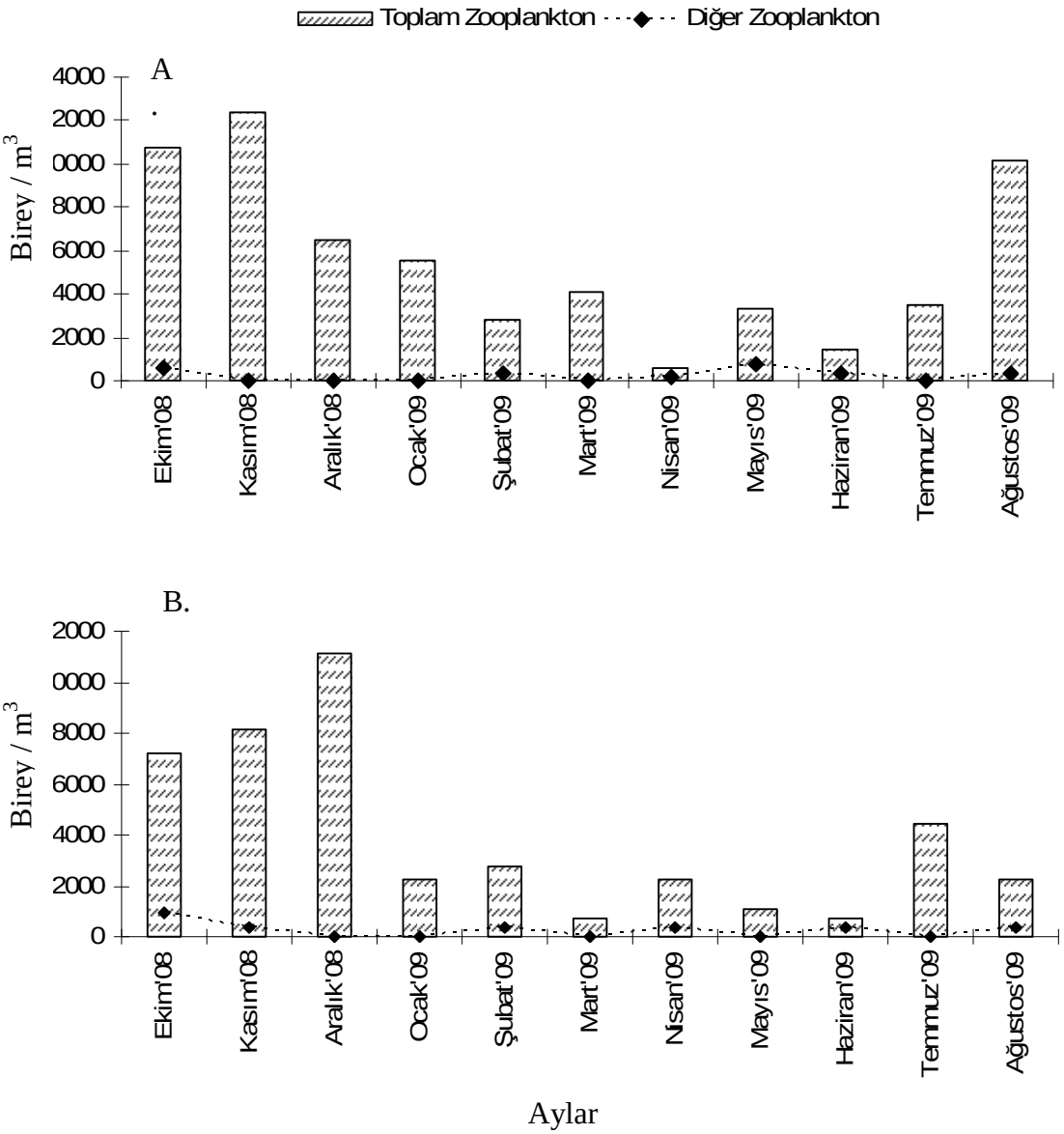
Şekil 9 A.: Toplam zooplankton ve kladoser bolluğunun (birey/m^3) Abide mevkiinde Ekim 2008-Ağustos 2009 tarihleri arasındaki değişimi. B.: Toplam zooplankton ve kladoser bolluğunun (birey/m^3) Güzelyalı mevkiinde, Ekim 2008-Ağustos 2009 tarihleri arasındaki değişimi.

İkincil üretimin önemli parçalarından birisini oluşturan denizel kladoserler üzerine fazla çalışma bulunmamaktadır (Tang ve ark., 1995; Marazzo ve Valentin, 2003). Basit bir yaşam döngüsü, uygun çevresel koşullarda yüksek üreme oranı ile yüksek metabolik aktivite, partenogenetik üreme ve çok geniş aralıkta besinleri alabilme kabiliyetleri, kladoserin özellikle ilkbahar ile yaz döneminin sonlarına doğru zooplankton içerisinde baskın olmasını sağlar (Turner ve ark., 1988; Lipej ve ark., 1997; Sommer ve Stibor, 2002; Katechakis ve ark., 2004). Evsel ve endüstriyel insan kaynaklı kirleticilere bağlı olarak oluşan çevresel koşullardaki değişimlere hassas olmaları bu grup içerisindeki türlerin indikatör olarak kullanılabilmesini de sağlamıştır (Siokou-Frangou ve ark., 1998; Kamburska ve ark., 2003; Shiganova, 2005; Vidjak ve ark., 2006). Çanakkale Boğazı ve Saroz Körfezi'nde daha önce yapılan bazı çalışmalarla karşılaştırıldığında her iki istasyonda da hem kladoser yoğunluğunun hem de tür çeşitliliğinin oldukça az olduğu söylenebilir (Buyukates ve İnanmaz 2007; Buyukates ve İnanmaz, 2009; İnanmaz, 2009; Buyukates ve Inanmaz, 2010). Bu durum zooplankton türlerinin günlük vertikal göç hareketleriyle ya da örnekleme yapılan istasyonlardaki rüzgar ve akıntı gibi çevre koşullarının etkisi altında yer değiştirmeleriyle açıklanabilir.

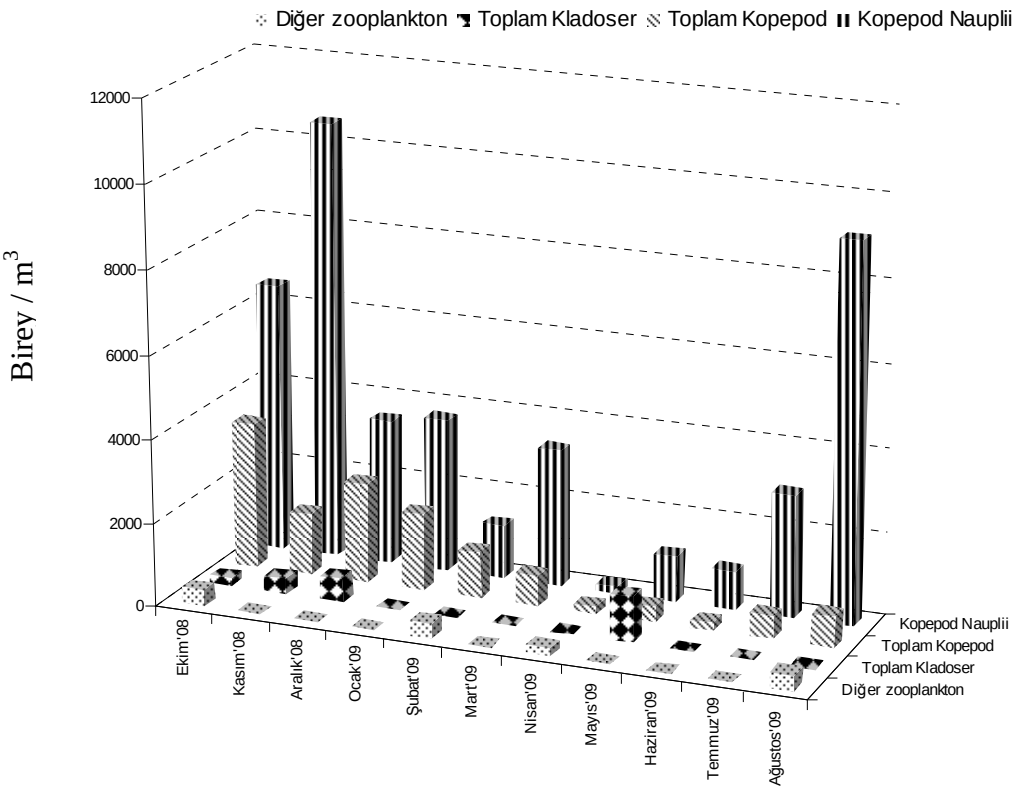
Appendikülerler, Ostrakodlar, Bivalvia veliger I., Mesogastropoda veliger I., Actinula larva, Nematod ve Polychaeta "Diğer zooplankton" grubu içerisinde değerlendirilmiş ve toplam zooplankton içerisindeki miktarı Şekil 10A-10B'te gösterilmiştir. Diğer zooplanktonik organizmaların toplam zooplankton içerisindeki oranı incelendiğinde %3,63-50,00 arasında değiştiği gözlenmiştir. En fazla yoğunluğa Abide istasyonunda %33,33 ile Mayıs 2009'da, Güzelyalı istasyonunda ise %50,00 ile Haziran 2009'da ulaşılmıştır.

Örnekleme periyodu boyunca Kopepod, Kladoser Appendicularia, Chaetognatha, Gastrapoda, Bivalvia, Polychaeta, Echinodermata, Siphonophora, Harpacticoida, Nematoda, Anthomedusa, Scyphozoa ve Poecilostomatoida gruplarının aylara göre dağılımı incelenmiştir.

Abide ve Güzelyalı istasyonlarında Kopepod nauplii, toplam kopepod, toplam kladoser ve diğer zooplankton gruplarının miktarlarındaki değişimler incelendiğinde, kopepod nauplii'nin zooplankton grupları arasında yoğun olduğu görülmüştür (Şekil 11-12). Abide ve Güzelyalı istasyonları karşılaştırıldığında zooplankton bolluğunun Abide istasyonunda daha fazla olduğu belirlenmiştir.

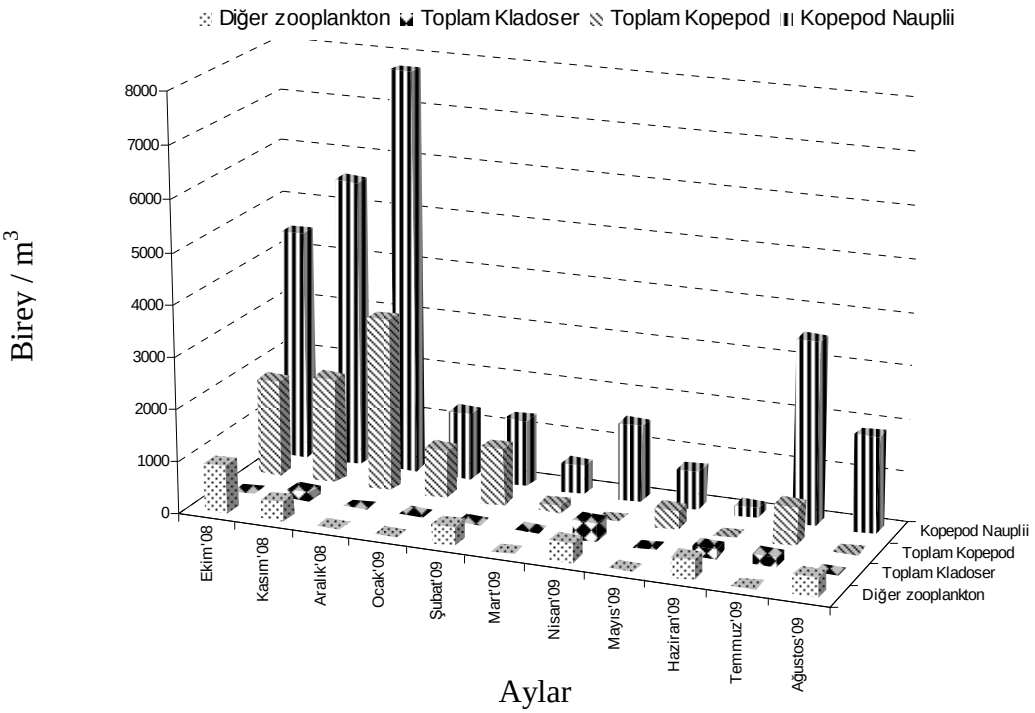


Şekil 10 A.: Toplam zooplankton ve diğer zooplankton gruplarının (Appendicularia, Ostarcoda, Gastrapoda, Bivalvia, Actinula larva, Nematoda, Polychaeta) bolluğunun (birey/m^3) Abide mevkiinde, Ekim 2008-Ağustos 2009 tarihleri arasındaki değişimi B.: Toplam zooplankton ve diğer zooplankton gruplarının (Appendicularia, Ostarcoda, Gastrapoda, Bivalvia, Actinula larva, Nematoda, Polychaeta) bolluğunun (birey/m^3) Güzelyalı mevkinde, Ekim 2008- Ağustos 2009 tarihleri arasındaki değişimi.



Şekil 11. Kopepod nauplii, toplam kopepod, toplam kladoser ve diğer zooplankton gruplarının (Appendicularia, Ostracoda ve Gastropoda) Abide istasyonundaki bolluğu.

Daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde, Kepez Limanı'nda 2005-2007 (Buyukates ve ark., 2007) döneminde yapılan çalışmada yüzey suyunda zooplankton bolluk ve biyomasının 2008-2009 döneminde Abide ve Güzelyalı mevkilerinde yapılan çalışmadan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum çalışma yapılan istasyonların özellikleri göz önünde tutulduğunda, mezozooplankton gruplarının balık larva ve yavru bireyleri tarafından besin olarak kullanılması şeklinde açıklanabilir.



Şekil 12. Kopepod nauplii, toplam kopepod, toplam kladoser ve diğer zooplankton gruplarının (Appendicularia, Ostracoda ve Gastropoda) Güzelyalı istasyonundaki bolluğu.

Tarkan ve ark. (2005) İstanbul Boğazı'nda yaptığı çalışmada zooplanktonun en yüksek değerlerini ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde tespit etmiştir. Bolluk olarak en üstün grubu oluşturan *A. clausi* türünü, İnanmaz (2001), Siokou-Frangou ve ark. (2004), Tarkan ve ark. (2005) Ege, Marmara ve Karadeniz'de yaptıkları çalışmalarda en sık rastlanan tür olarak göstermiş ve yıl içerisindeki en fazla yoğunluklarının benzer şekilde ilkbahar başlarında olduğunu belirtmişlerdir.

Kepez Limanı'nda yapılan çalışmada, daha önce Karadeniz, Marmara Denizi ve Kuzey Ege Denizi'nde yapılan çalışmalarda kaydedilen bolluk miktarından farklı olarak, kladoserlerden *P. aviostris* (Dana, 1849) 43560 birey/m^3 ile en yüksek seviyeye ulaşmıştır (Moraïtou-Apostolopoulou ve Kiortsis, 1973; Tarkan ve ark., 2000; İnanmaz, 2001; Moldoveanu, 2004; Mihneva, 2004; Shiganova, 2005).

4.3. Abide ve Güzelyalı İstasyonlarındaki Fizikokimyasal ve Biyolojik Parametreler Arasındaki Değişimler

Çalışılan istasyonlarda bazı abiyotik ve biyotik parametreler arasında parametrik olmayan Spearman Korelasyonu (SPSS Inc., 2006) yapılmıştır. Abide ve Güzelyalı istasyonlarındaki besin tuzları, AKM ve klorofil-*a* arasında yapılan Spearman Korelasyonu Çizelge 8-9 'da verilmiştir.

Bu çalışmada örnekleme periyodu boyunca klorofil-*a* miktarı, besin tuzları konsantrasyonları ile karşılaştırılabilir olmasına rağmen hem Abide hem de Güzelyalı istasyonunda istatistiki açıdan önemli ilişkiler bulunamamıştır. Bunun yanı sıra Abide istasyonunda, klorofil-*a* miktarındaki artış ile AKM miktarı arasındaki önemli seviyede olmayan pozitif ilişki, fitoplanktonik üretiminin toplam AKM miktarına etkisinin Abide istasyonunda Güzelyalı istasyonundan daha fazla olduğunun bir göstergesidir. Abide istasyonunda, PO_4-P ile AKM arasında ($p \leq 0,05$) (Çizelge 8) ve Güzelyalı istasyonunda, TP ve AKM arasında negatif olarak önemli ilişki bulunmaktadır ($p \leq 0,05$) (Çizelge 9). Bu durum AKM tarafından besin elementlerinin tutulması ile AKM'nin ağırlığının artması ve AKM'ye bağlanan besin elementlerinin sedimente geçmesiyle açıklanabilir (Asses E.M, 2007).

Çizelge 8. Abide istasyonunda besin tuzları ve klorofil-*a* arasında Spearman korelasyon sonuçları

	PO_4	TP	Sİ	AKM	CHLA
PO_4	1,000				
p	.				
TP	-,497	1,000			
p	0,120	.			
Sİ	0,337	-,773(**)	1,000		
p	0,311	0,005	.		
AKM	-,670(*)	0,127	-,073	1,000	
p	0,024	0,709	0,832	.	
CHLA	-,442	0,009	0,055	0,318	1,000
p	0,174	0,979	0,873	0,340	.

* Korelasyon 0,05 seviyesinde önemli (2-yönlü). ** Korelasyon 0,01 seviyesinde önemli (2-tailed). N = 11

Çizelge 9. Güzelyalı istasyonunda besin tuzları ve klorofil-*a* arasında Spearman korelasyon sonuçları.

	PO_4	TP	Sİ	AKM	CHLA
PO_4	1,000				
p	.				
TP	-,729(*)	1,000			
p	0,011	.			
Sİ	0,401	-,245	1,000		
p	0,222	0,467	.		
AKM	0,511	-,624(*)	-,159	1,000	
p	0,108	0,040	0,640	.	
CHLA	-,305	0,173	-,009	-,114	1,000
p	0,361	0,612	0,979	0,739	.

* Korelasyon 0,05 seviyesinde önemli (2-yönlü). N = 11

Abide ve Güzelyalı istasyonlarında sıcaklık, tuzluluk ve zooplankton grupları arasında yapılan Spearman Korelasyonu Çizelge 10-11 ’de verilmiştir.

Abide istasyonunda alınan verilerin değerlendirilmesinde incelenen kopepod türleri ve sıcaklık arasında negatif ilişki bulunmaktadır. Bu durum kopepodun bazı türlerinin soğuk suyu tercih etmesi ile açıklanabilir (Siokou-Frangou ve ark., 1998; Heptner ve Ivanenko 2002; Stibor ve ark., 2004). Kladoser ile sıcaklık, tuzluluk, kopepod, kopepod nauplii ve diğer zooplankton grupları arasında önemli seviyede ilişki bulunmamaktadır. Kopepod ve kopepod nauplii arasında önemli seviyede pozitif ilişki söz konusudur ($p \leq 0,01$). Kopepod safhasının; kopepod nauplii → kopepodit → ergin birey aşamaları gözlemlendiğinde, kopepod nauplii ve kopepod arasındaki önemli seviyede pozitif ilişkinin nedeninin gelişim sürecinden kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Tuzluluk ve zooplankton grupları arasında önemli seviyede ilişki kaydedilmemiştir (Çizelge 10).

Güzelyalı istasyonunda, Abide istasyonu ile benzer şekilde sıcaklık ve kopepod arasında önemli seviyede olmayan negatif ilişki vardır. Tuzluluk ve kopepod arasında önemli seviyede pozitif ilişki bulunmaktadır ($p \leq 0,05$). Bu durum kopepod grubu içinde yoğun olarak bulunan *A. clausi*’nin eurihalin bir tür olmasıyla açıklanabilir (Siokou-Frangou ve ark., 2004; Shiganova, 2005; İşinibilir ve ark., 2008).

Çizelge 10. Abide istasyonunda sıcaklık, tuzluluk ve zooplankton grupları arasında Spearman Korelasyon sonuçları

	S (°C)	T (‰)	COP	COP NAUP	CLAD	DĞR
S (°C)	1,000					
p	.					
T (‰)	-,378	1,000				
p	0,252	.				
COP	-,256	0,421	1,000			
p	0,448	0,197	.			
COP NAUP	0,127	0,023	0,753(**)	1,000		
p	0,709	0,947	0,007	.		
CLAD	0,074	0,227	0,349	0,232	1,000	
p	0,829	0,502	0,293	0,493	.	
DĞR	0,085	0,214	0,161	0,107	-,247	1,000
p	0,803	0,528	0,637	0,755	0,464	.

** Korelasyon 0,01 seviyesinde önemli (2-yönlü). N = 11

Organizmalar arası ilişkiler değerlendirildiğinde, kopepod ve kopepod naupliu arasında önemli seviyede pozitif ilişki görülmektedir ($p \leq 0,05$). Kopepod miktarının artışına bağlı olarak nauplii miktarı da artmıştır. Kopepod, kladoser ve diğer zooplankton grupları arasında önemli olmayan negatif ilişki söz konusudur (Çizelge 11).

Çizelge 11. Güzelyalı istasyonunda sıcaklık, tuzluluk ve zooplankton grupları arasında Spearman Korelasyon sonuçları

	S (°C)	T (‰)	COP	COP NAUP	CLAD	DĞR
S (°C)	1,000					
p	.					
T (‰)	-,487	1,000				
p	0,128	.				
COP	-,229	0,625(*)	1,000			
p	0,497	0,040	.			
COP NAUP	0,245	0,182	0,661(*)	1,000		
p	0,467	0,592	0,027	.		
CLAD	0,298	-,513	-,301	0,053	1,000	
p	0,373	0,107	0,368	0,876	.	
DĞR	0,342	0,212	-,061	0,141	0,224	1,000
p	0,304	0,532	0,859	0,680	0,508	.

* Korelasyon 0,05 seviyesinde önemli (2-yönlü). N = 11

4.4. Müsilaj Oluşumundaki Etmenler ve Müsilajın Zooplakton Grupları Üzerine Etkisi

Bu çalışmada müsilaj oluşumunun zooplankton dinamiği üzerine etkisinin açıklanabilmesi için; bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametreler incelenmiştir. Musilaj oluşumunun süresini ve bölgedeki mekansal dağılımını büyük ölçüde meteorolojik olayların etkileyebildiği bilinmektedir (Russo ve ark., 2005). Bu nedenle denizel ekosistem üzerinde mutlak bir etkiye sahip olan atmosferik parametrelerden de yararlanılmıştır.

Çanakkale Boğazı'nda müsilajın oluştuğu ve ortamda bulunduğu dönem ile müsilajın oluşmadığı dönem içerisindeki günlük en düşük ve en yüksek sıcaklık değerleri, günlük en yüksek rüzgar hızı şekil 13A-13B-13C'de gösterilmiştir. Bu çalışmanın yapıldığı dönemde gözlenebilir bir müsilaj oluşumuna rastlanmamasına rağmen bazı bölgelerde suyun belirli derinliklerinde bu oluşum tespit edilmiştir.

Müsilajın oluştuğu dönemlerdeki haftalık ortalama sıcaklık değerlerinde bir önceki haftaya göre ani değişimlerden söz edilebilir. Müsilaj oluşumlarından önceki haftalık ortalama en yüksek ve en düşük sıcaklık değerleri; Ekim 2007'de, 25,93°C - 13,70°C, Aralık 2007'de 11,32°C - 5,70°C ve Haziran 2008'de 25,10°C - 17,10°C'dir. Haftalık ortalama en yüksek rüzgar hızı değerleri ise Ekim 2007'de 6,20 m/sn, Aralık 2007'de 6,70 m/sn ve Haziran 2008'de 6,50 m/sn olarak değişim göstermiştir (Şekil 13A, 13B.). Haftalık ortalama yağış miktarı; Ekim 2007'de 0,00 mm, Aralık 2007'de 4,44 mm ve Haziran 2008'de 0,7 mm olarak kaydedilmiştir (Çizelge 12.).

Çizelge 12. Müsilajın oluştuğu dönemlerden bir önceki haftanın ortalama yağış miktarı (mm)

Tarih	Haftalık ortalama yağış miktarı (mm)
Ekim 2007	0,00
Aralık 2007	4,44
Haziran 2008	0,70

Müsilajın oluştuğu dönemlerdeki haftalık ortalama en yüksek ve en düşük sıcaklık değerleri; Ekim 2007'de 21,84°C-17,31°C, Aralık 2007'de 11,84°C-8,26°C ve Haziran 2008'de 26,81°C-16,01°C olarak kaydedilmiştir. Bu dönemdeki haftalık ortalama en yüksek rüzgar hızı değerleri; Ekim 2007'de 12,44 m/sn, Aralık 2007'de 11,99 m/sn ve Haziran 2008'de 9,30 m/sn'dir (Şekil 13A, 13B). Ayrıca müsilajın oluştuğu dönemlerde haftalık ortalama yağış miktarı, Ekim 2007'de 1,77 mm, Aralık 2007'de 1,57 mm ve Haziran 2008'de 0,2 mm olarak kaydedilmiştir (Çizelge 13.).

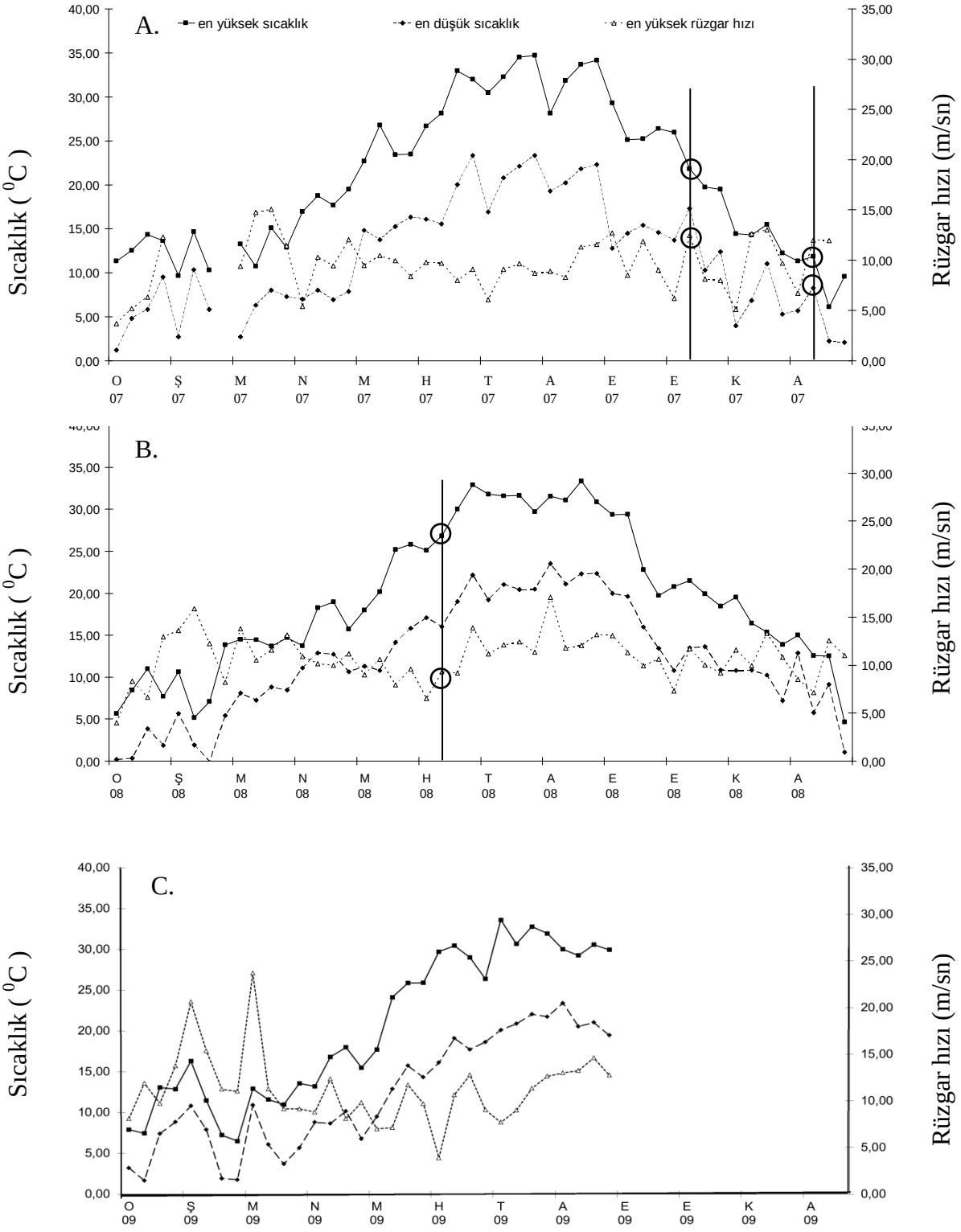
Çizelge 13. Müsilajın oluştuğu dönemlerdeki haftalık ortalama yağış miktarı (mm)

Tarih	Haftalık ortalama yağış miktarı (mm)
Ekim 2007	1,77
Aralık 2007	1,57
Haziran 2008	0,20

Müsilajın oluştuğu dönemlerin bir sonraki yıldaki aynı dönemlerinde, haftalık ortalama en yüksek ve en düşük sıcaklık değerleri; Ekim 2008'de 21,50°C-13,49°C, Aralık 2008'de 12,59°C-5,79°C ve Haziran 2009'da 30,44°C-19,09°C olarak kaydedilmiştir. Haftalık ortalama en yüksek rüzgar hızı değerleri Ekim 2008'de 11,70 m/sn, Aralık 2008'de 7,13 m/sn ve Haziran 2009'da 10,64 m/sn'dir (Şekil 13B, 13C). Haftalık ortalama yağış miktarı, Ekim 2008'de 0,00 mm, Aralık 2008'de 6,05 mm ve Haziran 2009'da 0,00 mm olarak kaydedilmiştir (Çizelge 14.).

Çizelge 14. Müsilajın oluştuğu dönemlerden bir sonraki yılın aynı dönemlerindeki haftalık ortalama yağış miktarları (mm)

Tarih	Haftalık ortalama yağış miktarı (mm)
Ekim 2008	0,00
Aralık 2008	6,05
Haziran 2009	0,00



Şekil 13A.: Ocak –Aralık 2007, B.: Ocak – Aralık 2008 ve C.: Ocak – Ağustos 2009 dönemlerindeki en yüksek ve en düşük hava sıcaklığının, en yüksek rüzgara göre değişimi ile müsilajın oluştuğu dönemler.

Müsilaj oluşumuna, hangi mevsimlerde ve hangi koşullarda kesin olarak rastlandığı konusunda herhangi bir somut bilgi bulunmamaktadır. Yapılan araştırmalar ve gözlemler incelendiğinde söz konusu oluşuma, özellikle kış ve bahar aylarında rastlandığı görülmektedir. Dolayısıyla, denizel ekosistemde ani meteorolojik değişimlerin ve yağışın etkisiyle müsilaj oluşumunun ortaya çıktığı düşünülmektedir.

BÖLÜM 5
SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çanakkale Boğazı'nda müsilaj oluşumu çevresel ve ekonomik zararlarından dolayı kamuoyunda önemli yer tutmaktadır. Yapılan çalışmalar müsilaj oluşumunun denizlerin kirletici etmenlerinden (evsel, endüstriyel, kanalizasyon atıkları, sintine suları) çok, doğal koşulların etkisiyle ortaya çıktığını göstermektedir. Doğal koşulların başında ani meteorolojik değişimler gelmektedir.

Müsilaj oluşumunun denizel ekosisteme etkilerinin belirlenmesi için yapılan araştırma sonuçlarına göre su kolonunun çeşitli seviyelerinde olumsuz etkiye yol açtığı söylenebilir. Sıcaklık, tuzluluk, çözünmüş oksijen (Ç.O.), askıda katı madde (AKM) ve besin tuzları (TN, PO_4-P, TP, Si) gibi fiziko-kimyasal su kalitesi parametrelerinin ve klorofil-*a*, zooplankton gibi biyolojik parametrelerin değerleri daha önceki yıllarla karşılaştırıldığında önemli bir farklılık olmadığı görülmüştür. AKM değerlerinin deniz suyu genel kalite kriteriyle uyumlu olduğu gözlenmiştir. Zooplankton dinamiğinde gözlemlenen grupların miktarlarında mevsimsel süksesyon görülmüştür.

Abide ve Güzelyalı istasyonlarındaki zooplankton bolluğunun daha önceki yıllarda Çanakkale Boğazı ve çevresinde yapılan çalışmalarda elde edilen miktarlardan daha az olduğu belirlenmiştir. Abide istasyonunun Güzelyalı istasyonundan daha fazla tür miktarına sahip olması biyo-çeşitlilik açısından daha verimli olduğunun göstergesi olabilir.

Abide ve Güzelyalı istasyonlarında baskın zooplankton türleri, *Corycaeus* sp., *Eucalanus* sp., *Paracalanus parvus*, *Penilia avirostri*, *Oikopleura dioica*, *Oikopleura fusiformis* ve Bivalvia'dır. Nematod, Polycheate ve Actinula larvası her iki istasyonda da görülmüştür. Ancak müsilajın oluştuğu dönemlerde zooplankton populasyonununda azalış bulunmaktadır. Bu nedenle, müsilajın zooplankton grupları üzerine etkisinin olduğundan söz edilebilir.

Müsilajın potansiyel ekonomik zararından en az etkilenmek ve ortamda bulunan bu oluşumun daha fazla olumsuz sonuçlara yol açmasını engellemek için;

- Müsilajın insan sağlığını doğrudan etkileyecek bir etkisinin olmamasına rağmen, ortamda sirkülasyonun azalmasıyla birlikte çeşitli mikrobiyal faaliyetler meydana gelebilir ve insan sağlığı olumsuz yönde etkilenebilir. Bu nedenle müsilajın bulunduğu alanda denize girilmemesi gerekir.

- Evsel, endüstriyel, kanalizasyon atıkları ve sintine suları gibi denizi kirletici etmenlerin ortama müsilaj bulunduğu dönemde deşarjı, ortamın taşıma kapasitesini azaltır ve

sonucunda müsilajdan dolayı denizel ortamda zor bir şekilde devam eden yaşam döngüsü çok büyük bir tehlike altında kalır. Açığa çıkan kötü görüntü ve koku da turizm faaliyetlerini olumsuz yönde etkiler.

- Balıkçılık faaliyetleri için büyük sıkıntı oluşturan müsilaj oluşumu özellikle balık ağlarına ve teknelerin pompalarına ciddi hasar vermektedir. Bu hasarları en aza indirmek için müsilajın ortamda bulunduğu dönemde balıkçılık faaliyetlerini en az düzeyde gerçekleştirmek ortaya çıkacak masrafları önemli ölçüde azaltacaktır. Böylece yakıt, zaman ve iş gücünden tasarruf edilebilir.
- Müsilajın oluştuğu dönemlerde su kolonunun çeşitli derinliklerinde sahte dip yapısının ortaya çıkması balık göçlerini, beslenme ve üremelerini olumsuz etkilemektedir. Özellikle bu dönemlerde balıkçılık faaliyetlerine geçici sınırlandırmaların konulması hem populasyonun devamı hem de balıkçılar için önemlidir.
- Bu oluşumun ortamda bulunma süresi hakkında kesin bir bilgi bulunmamaktadır. Ancak müsilaj oluşumunun ortamda bulunma süresi meteorolojik koşullardan ve akıntı hızından etkilenmektedir. Bu konuda bilgi sahibi olunması alınacak olan önlemlerin zamanı konusunda yardımcı olabilir. Üniversite ve Devlet Meteoroloji İşleri Müdürlüğü işbirliği kapsamında AR-GE çalışmaları yürütülmelidir.
- Müsilaj oluşumunun çevreye verdiği etki ve değişimlerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle, belirli bölgelerde ekolojik parametrelerin izlenmesi önemlidir.

Müsilaj oluşumu doğal koşulların etkisiyle ortaya çıkan önemli bir çevre sorunudur. Oluşumun meydana gelmesi kontrol altına alınamamaktadır, ancak sorunun çevresel ve ekonomik etkilerinin en aza indirilebilmesi mümkündür. Aksi takdirde, çevre, biyo-çeşitlilik ve ekonomi için daha büyük sorunlar ortaya çıkabilir.

KAYNAKLAR

Aktan Y., Dede A. ve Ciftci P.S., 2008. Mucilage Event Associated with Diatoms and Dinoflagellates in Sea of Marmara, Turkey, *Harmful Algae News*. 36: 1-3.

Alice L.A., Uta P. ve Bruce E.L., 1993. The Abundance and Significance of a Class of Large, Transparent Organic Particles in the Ocean. 40: 1131-1140.

Artüz M.L., 2008. Marmara Denizi Genelinde Gözlemlenen Karışık Alg Patlaması Konusunda Rapor. Sevinç-Erdal İnönü Vakfı, 31 Mart 2008 (Rapor).

Atienza D., Calbet A., Saiz E., Alcaraz M. ve Trepat I., 2006. Tropic İmpact, Metabolism and Biogeochemical Role of the Marine Cladoceran Penilia Avirostris and the Co-Dominant Copepod Oithona Nana in NW Mediterranean Coastal Waters. Marine Biology International Journal on Life in Oceans and Coastal Waters Springer-Verlag. 10,1007/ s00227-006-0351-z.

Asses E.M., 2007. The Role and Distribution of Total Suspended Solids in the Macrotidal Coastal Waters of Korea. National Fisheries Research and Development Institute,Incheon South Korea. 135(1-3): 153-62.

Besiktepe S., Sur H.I., Ozsoy E., Latif M.A., Oguz T. ve Unluata U., 1994. The Circulation and Hydrography of the Marmara Sea. Progr. Oceanogr., 34: 285- 334.

Boalch G.T. ve Harbour D.S., 1977. Unusual Diatom Off the Coast of South-West England and Its Effect on Fishing, *Nature*, 269: 687-688.

Buyukates Y. ve Inanmaz O.E., 2007a. Temporal Variations in Vertical Distribution and Occurrence of Marine Cladocerans in an Urbanized Harbour, Dardanelles, Turkey, *Crustaceana*. 80: 1293-1302.

Buyukates Y., Turkoglu M. ve Inanmaz Ö.E., 2007b. Çanakkale Boğazı Kepez Limanı Plankton, Birincil Üretim, Besin Tuzu ve İlişkilerinin Belirlenmesi: Bir İzleme Çalışması, TUBİTAK Proje No*: 105Y250*.

Buyukates Y. ve Inanmaz O.E., 2009. Cladocerans of an Urbanized Harbour: Effects of Environmental Parameters on Vertical Distribution, Occurrence, Abundance, and Seasonal Variation, *Crustaceana.* 82: 543-554.

Buyukates Y. ve Inanmaz Ö.E., 2010. The Annual Mesozooplankton Dynamics and İnfluence of Environmental Parameters in an Urbanized Harbor (Kepez Harbor Dardanelles Strait,Turkey), *Ekoloji*, 74: 1-73.

Castellani C., Irigoien X., Harris R.P. ve Lampitt R.S., 2005. Feeding and Egg Production of Oithona Similis in the North Atlantic, *Marine Ecology-Progress*

Series, 288: 173-182.

Castellani C., Irigoien X, Haris R.P. ve Holliday N.P., 2007. Regional and Temporal Variation of *Oithona* Spp. Biomass, Stage Structure and Productivity in the Irminger Sea, North Atlantic, *Journal of Plankton Research*, 29: 1051- 1070.

Cirik S. ve Gökpınar Ş., 2005. Plankton Bilgisi ve Kültürü. E.Ü. Su Ürünleri Fak. Yay. S. 1-274.

Clesceri L.S., Greenberg A.E. ve Eaton A.E., 1998. Method 2540 B. (Total Solids), Method 2540 C. (Total Dissolved Solids) and Method 2540 D. (Total Suspended Solids) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition.1325.

Degobbis D., Fonda-Umani S., Franco P., Malej A., Precali R. ve Smodlaka N., 1995. Changes in the Northern Adriatic Ecosystem and the Hypertrophic Appearance of Gelatinous Aggregates, *Science of the Total Environment*, 165: 43-58.

Demir M., 1955. Denizel Su Pireleri (Cladocera) ve Bunların Karadeniz Sahil Sularımız ile Marmara'da Bulduğumuz Nevileri. *Hidrobiologi Mecmuası*. Seri A Cilt III. Sayı 1. S: 37-47. İstanbul.

Desroy N. ve Denis L., 2004. Influence of Spring Phytodetritus Sedimentation on Intertidal Macrozoobenthos in the Eastern English Channel, *Marine Ecology-Progress Series*, 270: 41- 53.

Deserti M., Cacciamani C., Chiggiato J., Rinaldi A. ve Ferrari C.R., 2005. Relationships Between Northern Adriatic Sea Mucilage Events and Climate Variability, *Science of the Total Environment*, 353: 82-88.

Egemen Ö. ve Sunlu U., 2003. *Su Kalitesi Ders Kitabı*. E.Ü. Su Ürünleri Fak. Yay., 14.

Flander-Putrle V. ve Malej A., 2008. The Evolution and Phytoplankton Composition of Mucilaginous Aggregates in the Northern Adriatic Sea, *Harmful Algae*, 7: 752- 761.

Fukao T., Kimoto K., Yamatogi T., Yamamoto K.I., Yoshida Y. ve Kotani Y., 2009. Marine Mucilage in Ariake Sound, Japan, is Composed of Transparent Exopolymer Particles Produced By The Diatom Coscinodiscus Granii, *Fisheries Science*, 75: 1007- 1014.

Furnestin M.L., 1979. Aspects of the zoogeography of the Mediterranean plankton,. In: S.Van der Spoel and A.C. Pierrot Bults (eds.), Zoogeography and Diversity in Plankton. Arnold, London. 213-228.

Fish C.J., 1936. The Biology of Oithona Similis in the. Gulf Of Maine and Bay of Fundy, *Biol. Bulletin*, 71: 168- 187.

Fisheries Research Services, 2004. Zooplankton and Climate Change-the Calanus Story. FRS Marine Laboratory Report. ME02103104.

Gotsis-Skretas O., 1995. Mucilage Appearances in Greek Waters During 1982-1994, *Science of the Total Environment*, 165: 229-230.

Grenouillet G., Pont D. ve Seip K.L., 2002. Abundance and Species Richness as a Function of Food Resources and Vegetation Structure: Juvenile Fish Assamblages in Rivers. *Ecography*. 25: 641- 650.

Harris R., Wiebe P., Lenz J., Skjoldal H.R. ve Huntley M., 2000. *ICES Zooplankton Methodology Manual*. Academic Press. London. 684.

Heptner M.V. ve Ivanenko V.N., 2002. Copepoda (Crustacea) of Hydrothermal Ecosystems of the World Ocean Arthropoda Selecta 11 (2): 117–134.

Horne A.J. ve Goldman C.R., 1994.Limnology, 2nd ed. McGraw Hill. 576p.

Ilgar R., 2002. Çanakkale Boğazı Deniz Ekosisteminin Bulanıklık Durumunun Uzaktan Algılama Yöntemiyle Degerlendirilmesi. 2. Cografi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri/Fatih Üniversitesi. 30-31 Ekim 2002. 1-7.

Innamorati M., 1995. Hyperproduction of Mucilages by Micro and Macro Algae in the Tyrrhenian Sea, *Science of the Total Environment*, 165: 65- 81.

İşinibilir M. ve Tarkan A.N. 2002. İzmit Körfezi'nin Sonbahar 2002'de Zooplankton Yapısı. *Türk Sucul Yaşam Dergisi*. Yıl 3- 5. Sayı 5-8. s251-256.

Isinibilir M., Svetlichny L., Hubareva E., Yilmaz I.N., Ustun F., Belmonte G. ve Toklu- Alicli B.. 2011. Adaptability and Vulnerability of Zooplankton Species in the Adjacent Regions of the Black and Marmara Seas. *Journal of Marine Systems,* 84: 18- 27.

Kamburska L., Moncheva S., Konsulov A., Krastev A. ve Prodanov K., 2003. The İnvasion of Beroe Ovata in the Black Sea A Warning Signal for Ecosystem Concern, *Institute of Oceanology, Bulgarian Academy of Science*, 4: 111- 123.

Katechakis A., Stibor H., Sommer U. ve Hansen T. Feeding Selectivities and Food Niche Separation of *Acartia Clausi*, *Penilia Avirostris* (Crustacea) and *Doliolum Denticulatum* (Thaliacea) in Blanes Bay (Catalan Sea, NW Mediterranean). Journal of Plankton Research 2004.

Kocataş A., 1993. Oseanoloji. Ege Üniveristesi Kitaplar Serisi, Bornova, İzmir. Pp. 358.

Koçum E., 2005. Çanakkale Boğazında Klorofil-*a* ve Çözünmüş Mineral Besin Elementi Miktarlarının Analizi, *Ekoloji*, 14: 1- 6.

Kovac N., Faganeli J., Sket B. ve Bajt O., 1998. Characterization of Macroaggregates and Photodegradation of Their Water Soluble Fraction, *Organic Geochemistry*, 29, 1623-1634.

Lancelot C., 1995. The Mucilage Phenomenon in the Continental Coastal Waters of the North Sea, *Science of the Total Environment*, 165: 83-102.

Lipej L., Mozetič P., Turk V. ve Malej A., 1997. The Trophic Role of the Marine Cladocerans *Penilia Avirostris* in the Gulf Of Trieste. *Hydrobiologia*, 360: 197-203.

Marazzo A. ve Valentin J. L., 2000. Daily Variation of Marine Cladoceran Densities in a Tropica Bay - Brazil. *Hydrobiologia*, 428: 205-208.

Marazzo A. ve Valentin J.L., 2001. Spatial and Temporal Variations of *Penilia Avirostris* and *Evadne Tergestina* (Crustacea, Branchiopoda) in a Tropical Bay, Brazil. *Hydrobiologia*, 445: 133-139.

MarBEF *Data System* Retrieved May, 29, 2008 from http://www.marbef.org/data

Marchett R., 1990. Algal Blooms and Gel Production in the Adriatic Sea. In *Eutrophication-Related Phenomena in the Adriatic Sea and in Other Mediterranean Coastal Zones*, eds. H. Barth and L. Fega. Water Pollution Report 16, Commission of the Euro-pean Communities. 21-42.

Mecozzi M., Acquistucci R., Di Noto V., Pietrantonio E., Amici M. ve Cardarilli D., 2001. Characterization of Mucilage Aggregates in Adriatic and Tyrrhenian Sea: Structure Similarities Between Mucilage Samples and the Insoluble Fractions of Marine Humic Substance, *Chemosphere*, 44: 709-720.

Mihneva V., 2004. Mesozooplankton in Bulgarian waters in 2001-2003, *In Summary report on field and laboratory work in 2001-2003 in comparison with previous observations in the western Black Sea. Part II, Hydrobiology, Varna*, 196202.

Modigh M., Saggiomo V. ve Ribera d'Alcalà M., 1996. Conservative Features of Picoplankton in a Mediterranean Eutrophic Area, The Bay of Naples. *Journ. Plankton Res.*, 18: 87-95.

Molin D., Guidoboni E. ve Lodovisi A., 1992. Mucilage and the Phenomena of Algae in The History of the Adriatic: Periodization and the Anthropic Context (17- 20th centuries). *Science of the Total Environment Supplement* 1992, 511-524.

Moraitou-Apostolopoulou M. ve Kiortsis V., 1973. The Cladocerans of the Aegean Sea:Occurrence and Seasonal Variation. *Marine Biology* 20: 137- 143.

Mutlu E., 2005. A Comparison of the Contribution of Zooplankton and Nekton Taxa to the Nearsurface Acoustic Structure of Three Turkish Seas, *Marine Ecology*, 26: 17-32.

Myklestad S., 1977. Production of Carbohydrates by Marine Planktonic Diatoms. II. Influence of the Ratio in the Growth Medium on the Assimilation Ratio, Growth Rate, and Production of Cellular and Extracellular Carbohydrates *Chaetoceros affinis*. *willei*

(Gran) Hustedt and *Skeletonema costatum* (Grev.) Cleve, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 29: 161-179.

Özel İ., 1998. Planktonoloji 1. E.Ü. Su Ürünleri Fak. Yay. Syf: 2-88.

Özen Ö. ve Buyukates Y., 2009. Çanakkale Boğazı'ndaki Musilaj Oluşumunun Sığ Sulardaki Bentik Balık Faunasına Etkileri. TUBİTAK Proje No: 108T624.

Paffenhöfer G.A. ve Knowles S.C., 1980. Omnivorousness in Marine Planktonic Copepods. J Plankton Res 2: 355–365.

Pagou K., Assimakopoulou G., Krasakopoulou E., Pavlidou A. ve Giannakourou A., 2000. Biological Production Variability in Relation to Nutrients Input and Dispersion in a Mediterranean Marine Coastal Environment (Thermaikos Gulf, NW Aegean Sea), *METRO-MED Project, Final Scientific Report, Part B: Specific Topics*, 127-131.

Polat-Beken Ç., Tüfekçi V., Sözer B., Atabay H., Mantıkçı M. ve Tolun L., 2009. First Results of Field and Laboratory Investigations on Mucilage Aggregates in the Sea of Marmara, *The 11th Symposium on Aquatic Microbial Ecology*, Turk V., Turk S. Eds., p: 159, Piran: National Institute of Biology, Marine Biology Station, Piran, Slovenia, August 30-September 04.

Posedel N. ve Faganel J., 1991. Nature and Sedimentation of Suspended Particulate Matter During Density Stratification in Shallow Coastal Waters (Gulf of Trieste, northern Adriatic), *Marine Ecology-Progress Series*, 77: 135-145.

Precali R., Giani M., Marini M., Grilli F., Ferrari C.R., Pecar O. ve Paschini E., 2005. Mucilaginous Aggregates in the Northern Adriatic in the Period 1999-2002, Typology and distribution, *Science of the Total Environment*, 353: 10-23.

Rinaldi A., Vollenweider R.A., Montanari G., Ferrari C.R. ve Ghetti A., 1995. Mucilages in Italian Seas: The Adriatic and Tyrrhenian Seas, 1988-1991, *Science of the Total Environment*, 165: 165-183.

Russo A., Maccaferri S., Djakovac T., Precali R., Degobbis D., Deserti M., Paschini E. ve Lyons D.M., 2005. Meteorological and Oceanographic Conditions in the Northern Adriatic Sea During the Period June 1999-July 2002: Influence on the Mucilage Phenomenon, *Science of the Total Environment*, 353: 24-38.

Shiganova T., 2005. Changes in Appendicularian *Oikopleura Dioica* Abundance Caused by Invasion of Alien Ctenophores in the Black Sea. Journ. Mar. Biol. Ass., U.K., 85: 477-494.

Siokou-Frangou I., Papathanassiou E., Lepretre A. ve Frontier S., 1998. Zooplankton Assemblages and Influence of Environmental Parameters on Them in a Mediterranean Coastal Area. Journ. Plankton Res., 20: 847-870.

Siokou-Frangou I., Shiganova T., Christou E. D., Kamburska L., Gubanova A., Konsulov A., Musaeva E., Skryabin V. ve Khoroshilov V., 2004. Mesozooplankton Communities in the Aegean and Black Seas: A Comparative Study. Marine Biology 144: 1111–1126.

Sommer F., Stibor H., Sommer U. ve Velimirov B., 2000. Grazing by Mesozooplankton from Kiel Bight, Baltic Sea, on Different Sized Algae and Natural Seston Size Fractions. Mar Ecol Prog Ser 199: 43–53.

SPSS Advanced statistics™ 11.5. SPS Inc. Chicago. (2003).

Stachowitsch M., Fanuko N. ve Richter M., 1990. Mucus Aggregates in the Adriatic Sea: An Overview of Stages and Occurrences, *Marine Ecology*, 11:327-350.

Stibor H., Vadstein O., Lippert B., Roederer W. ve Olsen Y., 2004. Calanoid Copepods and Nutrient Enrichment Determine Population Dynamics of the Appendicularian *Oikopleura Dioica*: A Mesocosm Experiment. Marine Ecology Progress Series 270: 209–215.

Strickland J.D.H. ve Parsons T.R., 1972. A Practical Handbook of Seawater Analysis. 2nd ed. Bulletin,. vol, 167. Ottowa: Fisheries Research Board of Canada; 310.

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Resmi Gazete: Tarih 31 Aralık Cuma Sayı: 25687. (2004).

Tang K.W. ve Q.C. Chen Wong C.K., 1995. Distribution and Biology of Marine Cladocerans in the Coastal Waters of Southern China. Hydrobiologia, 307: 99- 107.

Tarkan A., Isinibilir M. ve Tarkan A., 2005. Seasonal Variations of the Zooplankton Composition and Abundance in the Istanbul Strait, *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 8: 1327-1336.

Tarkan A.N., İşinibilir M. ve Oğdül R.G., 2000. Kuzey Marmara Denizi Mesozooplankton Kompozisyonu, T.Ü.D.A.V. Yayın No: 5, 493-499. *İstanbul*.

Todd C.D., Laverack M.S. ve Boxshall G.A., 2006. Coastal Marine Zooplankton: A Practical Manual for Students. 2nd ed. University Press, Cambridge.

Toklu B., 2006. İskenderun Körfezi (Yumurtalık-Kokar Burnu Açıkları) Zooplankton Dağılımı ve Mevsimsel Değişimi. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi. Adana.

Tregouboff G. ve Rose M., 1957. Manuel de Planctonologie Mediterranéenne, 1, Texte: 2, Planches. Centre National de la Recherce Scientifique. Paris.

Turner J.T., Tester P.A. ve Ferguson, R.L., 1988. The Marine Cladocerans *Penilia Avirostris* and the “Microbial Loop” Of Pelagic Food Webs. Limnol. Oceanogr., 33: 245- 255.

Türkoğlu M. ve Buyukates Y., 2006. Çanakkale Boğazında Kış Dönemi Fitoplankton Yoğunluğunda Kısa Zaman Serili Değişimler ve Nütrient İlişkileri, *Ç.O.M.Ü. Bilimsel Araş. Pro., Proje No: 2005/30. Final Raporu*, 57.

Türkoğlu M., Ünsal M., İşmen A., Mavili S., Sever T.M., Yenici E., Kaya S. ve Çoker T., 2004. Çanakkale Boğazı ve Saroz Körfezi (Kuzey Ege Denizi) Alt ve 99 Üst Besin Tabakalarının Dinamiği, TUBITAK Rapor No:YDABÇAG- 101Y081, 313.

Ünal E., Shmeleva A.A., Zagorodnyaya J. ve Kideys A.E., 2000. Marmara Denizi'nin İlkbahar 1998'de Zooplankton Yapısı ve Kopepod türleri. S:450-460. Marmara Denizi 2000 Sempozyumu Bildiriler Kitabı. T.U.D.A.V. Yayın No: 5. ISBN 975- 97132-1-7. İstanbul.

Valentin J. L. ve Marazzo A. 2003. Modelling the Population Dynamics of *Penilia Avirostris* (Branchiopoda, Ctenopoda) in a Tropical Bay. Science Direct, Acta Oecologica 24: 369-376

Vidjak O., Bojanić N., Kušpilić G., Marasović I., Gladan N. Ž. ve Brautović I., 2006. Annual Variability and Trophic Relations of the Mesozooplankton Community in the Eutrophicated Coastal Area (Vranjic Basin, Eastern Adriatic Sea). J. Mar. Biol. Ass. U.K., 86: 19-26.

Vollenweider R.A. ve Rinaldi A., 1995. Editorial, *Science of the Total Environment*, 165: 5- 7.

Young C.M., Sewell M.A. ve Rice M.E., 2006. Atlas of Marine Invertebrate Larvae. Elsevier, Barcelona.

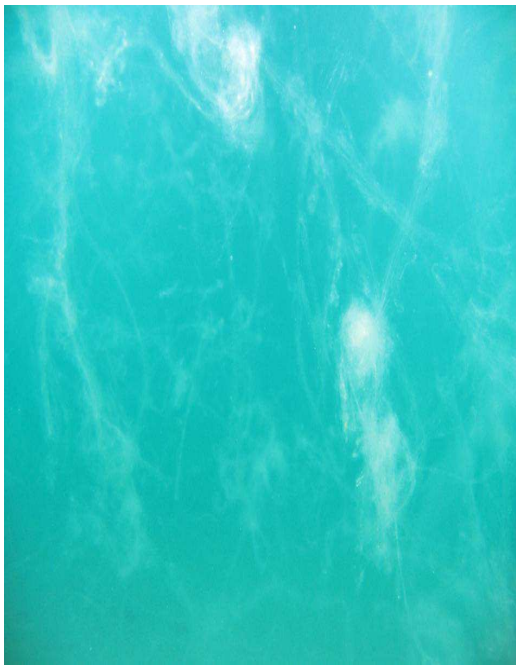
EKLER

Ek.1. Abide ve Güzelyalı istasyonlarında Spearman Korelasyonu veri kodları

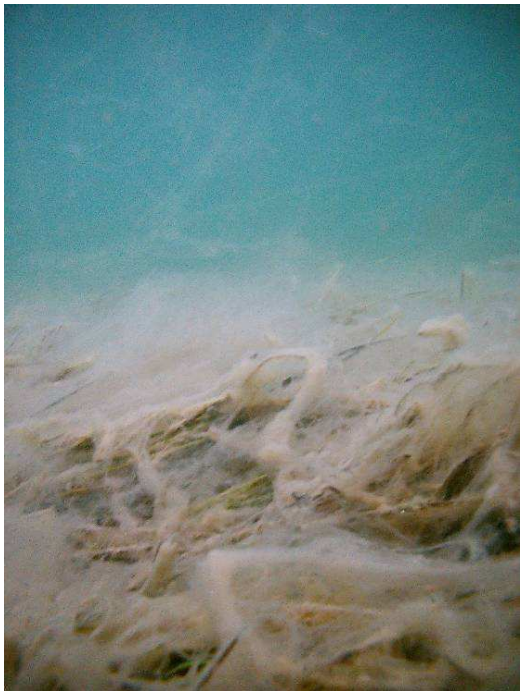
Sıcaklık, tuzluluk, Ç.O, AKM, klorofil- *a* ve zooplankton grupları tespit edilmiştir. Bu verilerin karşılaştırılması ve ilişkilendirilmesi için spearman korelasyonu yapılmıştır. Kullanılan veri kodları aşağıdaki gibidir.

- Abide istasyonu için; sıcaklık S, tuzluluk T, klorofil-*a* CHLA, askıda katı madde AKM, silikat Sİ, toplam fosfor TP, orto fosfat PO, kopepod COP, kopepod naupliu CNAUP, kladoser CLAD, diğerleri DGR olarak kodlanmıştır.
- Güzelyalı istasyonu için; sıcaklık S, tuzluluk T, klorofil-*a* CHLA, askıda katı madde AKM, silikat Sİ, toplam fosfor TP, orto fosfat PO, kopepod COP, kopepod naupliu CNAUP, kladoser CLAD, diğerleri DGR olarak kodlanmıştır.

Ek. 2. Müsilaj ve Zooplankton fotoğrafları



1.



2.



3.

1. Çanakkale boğazı'nda su kolonundaki şeritler halinde müsilaj oluşumu (Fotoğraf, Adnan Ayaz).

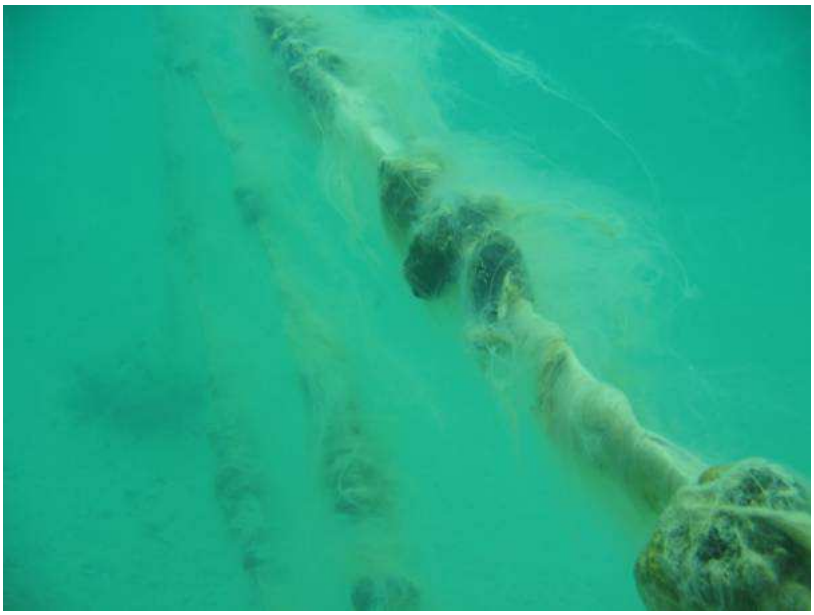
2- 3. Çanakkale Boğazı'nın dip yapısının üzerini kaplayan müsilaj oluşumu (Fotoğraf, Nil Can).



4.



5.

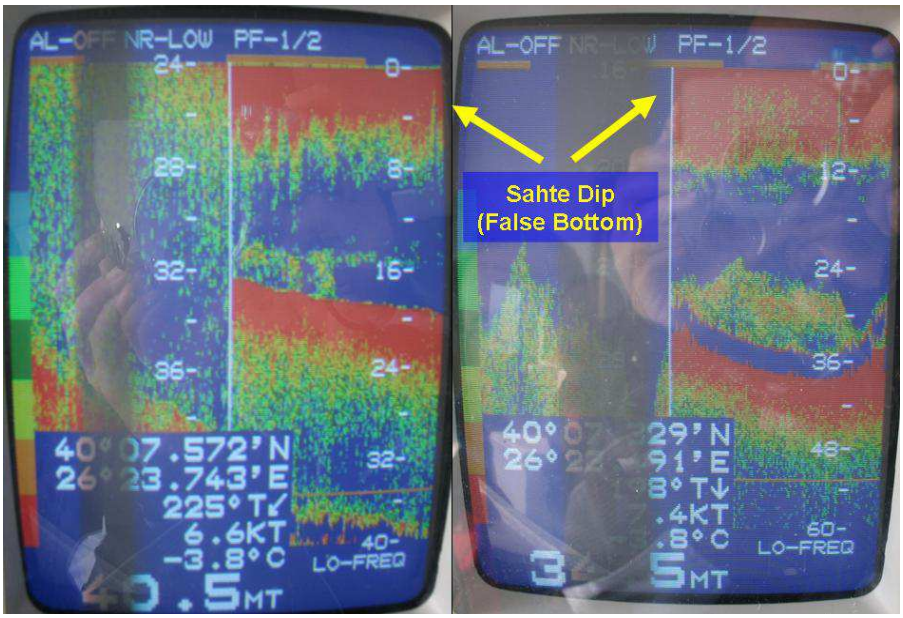


6.

4. Müsilaj tarafından sarılan *Pinna nobilis* (Fotoğraf, Nil Can).

5. Denizel floranın üzerini kaplayan müsilaj oluşumu (Fotoğraf, Nil Can).

6. Çanakkale Boğazı Dardanos mevkiinde sünger yetiştiriciliğinde kullanılan halatların ve *Spongia officinalis* türlerinin üzerlerindeki musilaj birikimi (Fotoğraf, Adnan Ayaz).



7.



8.

7. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesine ait Bilim 1 teknesindeki Ecosounder cihazının Kepez Koyu mevkiinde (solda) ve Çanakkale Boğazı ortalarında (sağda) kayıt ettiği ve musilajın sebep olduğu sahte dip oluşumu (Fotoğraf, Adnan Ayaz**).**

8. Müsilajın deniz araçlarının bazı aksamlarına yapmış olduğu zarar (Fotoğraf, Ragıp Ertuğ Yentür) .



9.



10.



11.

9. Çanakkale feribot iskelesinde su yüzeyini kaplayan müsilaj oluşumu (Fotograf, Ragıp Ertuğ Yentür).

10.- 11. Çanakkale limanının içini kaplayan ve ulaşımı zorlaştıran müsilaj oluşumu (Fotograf, Ragıp Ertuğ Yentür).



12.



13.



14.



15.



16.

12. *Acartia clausi* (Özgür Emek İnanmaz)

13. *Oithona similis* (Özgür Emek İnanmaz)

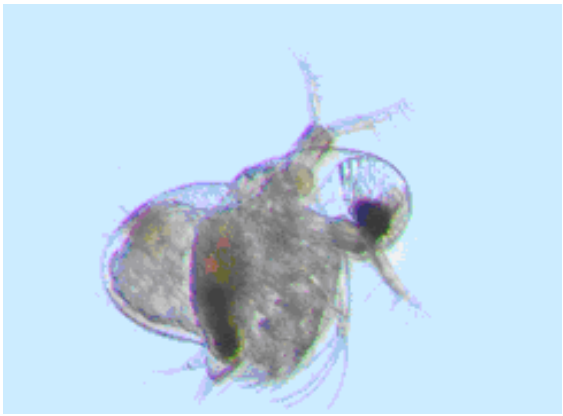
14. *Oithona plumifera* (Zübeyde Hande Palta)

15. *Oithona nana* (Gasparini, 2007)

16. *Centropages typicus* (Zübeyde Hande Palta)



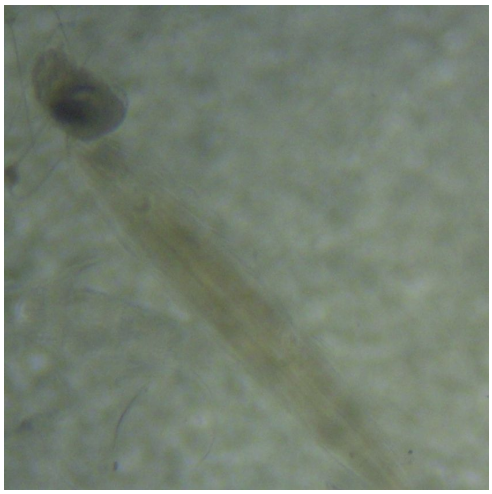
17.



18.



19.



20.

17. *Evadne spinifera* (Özgür Emek İnanmaz)

18. *Pleopsis polyphemoides* (Özgür Emek İnanmaz)

19. *Sagitta setosa* (Özgür Emek İnanmaz)

20. *Oikopleura dioica* (Zübeyde Hande Patla)

ÇİZELGELER **Sayfa No**

Çizelge 1.Sıcaklık, tuzluluk ve Ç.O. değerlerinin Abide ve Güzelyalı istasyonlarında Ekim 2008-Ağustos 2009 tarihleri arasındaki en düşük-en yüksek–ortalama–standart sapma değerleri 12
Çizelge 2. AKM (mg L^{-1}) miktarının, Abide ve Güzelyalı istasyonlarında Ekim 2008-Ağustos 2009 tarihleri arasındaki en düşük-en yüksek–ortalama–standart sapma değerleri 16
Çizelge 3. PO_4-P, TP ve SiO_2 değerlerinin Abide ve Güzelyalı istasyonlarında Ekim 2008-Ağustos 2009 tarihleri arasındaki en düşük-en yüksek–ortalama–standart sapma değerleri 17
Çizelge 4. Klorofil-*a* değerlerinin Abide ve Güzelyalı istasyonlarında Ekim 2008-Ağustos 2009 tarihleri arasındaki en düşük-en yüksek–ortalama–standart sapma değerleri 20
Çizelge 5. Ekim 2008–Ağustos 2009 tarihleri arasında Abide istasyonunda elde edilen zooplankton türlerinin aylara bağlı bolluk değişimi (birey/m^3)..... 21
Çizelge 6. Ekim 2008–Ağustos 2009 tarihleri arasında Güzelyalı istasyonunda elde edilen zooplankton türlerinin aylara bağlı bolluk değişimi (birey/ m^3)..... 22
Çizelge 7. Abide ve Güzelyalı istasyonlarında baskın zooplankton türlerinin dağılımı (+: var, -: yok)..... 24
Çizelge 8. Abide istasyonunda besin tuzları ve klorofil-*a* arasında Spearman korelasyon sonuçları..... 32
Çizelge 9. Güzelyalı istasyonunda besin tuzları ve klorofil-*a* arasında Spearman korelasyon sonuçları. 33
Çizelge 10. Abide istasyonunda sıcaklık, tuzluluk ve zooplankton grupları arasında Spearman Korelasyon sonuçları 34
Çizelge 11. Güzelyalı istasyonunda sıcaklık, tuzluluk ve zooplankton grupları arasında Spearman Korelasyon sonuçları 34
Çizelge 12. Müsilajın oluştuğu dönemlerden bir önceki haftanın ortalama yağış miktarı (mm)..... 35
Çizelge 13. Müsilajın oluştuğu dönemlerdeki haftalık ortalama yağış miktarı (mm)..... 36
Çizelge 14. Müsilajın oluştuğu dönemlerden bir sonraki yılın aynı dönemlerindeki haftalık ortalama yağış miktarları (mm) 36

ŞEKİLLER **Sayfa No**

Şekil 1.Çalışma istasyonlarının Çanakkale Boğazı'ndaki konumları.....7
Şekil 2.Sıcaklık değerlerinin Abide ve Güzelyalı istasyonlarında Ekim 2008-Ağustos 2009 tarihleri arasındaki değişimi.....13
Şekil 3. Tuzluluk değerlerinin Abide ve Güzelyalı istasyonlarında Ekim 2008-Ağustos 2009 tarihleri arasındaki değişimi.....14
Şekil 4. Ç.O. değerlerinin Abide ve Güzelyalı istasyonlarında Ekim 2008-Ağustos 2009 tarihleri arasındaki değişimi.....15
Şekil 5. AKM (mg L^{-1}) miktarının Abide ve Güzelyalı istasyonlarında Ekim 2008-Ağustos 2009 tarihleri arasındaki değişimi. 16
Şekil 6A. : PO_4-P (µm), B. : TP (µm) ve C. : Silikat (µm) değerlerinin Abide ve Güzelyalı istasyonlarında Ekim 2008-Ağustos 2009 tarihleri arasındaki değişimleri. 18
Şekil 7. Abide ve Güzelyalı istasyonlarında Ekim 2008-Ağustos 2009 tarihleri arasındaki klorofil-*a* değerlerinin aylara göre değişimi. 20
Şekil 8 A. : Abide mevkiinde, toplam zooplankton ve kopepod bolluğu (birey/m^3) Ekim 2008-Ağustos 2009 tarihleri arasındaki değişimi. B. : Güzelyalı mevkiinde, toplam zooplankton ve kopepod bolluğu (birey/m^3) Ekim 2008-Ağustos 2009 tarihleri arasındaki değişimi. 26
Şekil 9 A.: Toplam zooplankton ve kladoser bolluğunun (birey/m^3) Abide mevkiinde Ekim 2008-Ağustos 2009 tarihleri arasındaki değişimi. B.: Toplam zooplankton ve kladoser bolluğunun (birey/m^3) Güzelyalı mevkiinde, Ekim 2008-Ağustos 2009 tarihleri arasındaki değişimi.....27
Şekil 10 A.: Toplam zooplankton ve diğer zooplankton gruplarının (Appendicularia, Ostarcoda, Gastrapoda, Bivalvia, Actinula larva, Nematoda, Polychaeta) bolluğunun (birey/m^3) Abide mevkiinde, Ekim 2008-Ağustos 2009 tarihleri arasındaki değişimi B.: Toplam zooplankton ve diğer zooplankton gruplarının (Appendicularia, Ostarcoda, Gastrapoda, Bivalvia, Actinula larva, Nematoda, Polychaeta) bolluğunun (birey/m^3) Güzelyalı mevkinde, Ekim 2008- Ağustos 2009 tarihleri arasındaki değişimi. 29
Şekil 11.Kopepod nauplii, toplam kopepod, toplam kladoser ve diğer zooplankton gruplarının (Appendicularia, Ostracoda ve Gastropoda) Abide istasyonundaki bolluğu....30

Şekil 12.Kopepod nauplii, toplam kopepod, toplam kladoser ve diğer zooplankton gruplarının (Appendicularia, Ostracoda ve Gastropoda) Güzelyalı istasyonundaki bolluğu. .....……31
Şekil 13A.: Ocak –Aralık 2007, B.: Ocak – Aralık 2008 ve C.: Ocak – Ağustos 2009 dönemlerindeki en yüksek ve en düşük hava sıcaklığının, en yüksek rüzgara göre değişimi ile müsilajın oluştuğu dönemler. 37

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Ragıp Ertuğ YENTÜR
Doğum Yeri : İSTANBUL
Doğum Tarihi : 06.08.1985

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenim: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi: 2004- 2008

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLER

TUBİTAK proje no: 108T624; Çanakkale Boğazındaki Musilaj Oluşumunun Sığ Sulardaki Bentik Balık Faunasına Etkileri: 2008- 2010

Leonardo da Vinci Topluluk Mesleki Eğitim Eylem Programı İkinci Aşama: 2000-2006: Lisans Öğrencileri İçin Kıyı Ekolojisi, Biyoçeşitlilik ve Çevre Bilincini Geliştirme Mesleki Stajı. Archipelagos Institute of Marine & Environmental Research of the Aegean Sea,Yunanistan: 05.2006-03.2008

İŞ DENEYİMİ

Archipelagos Institute of Marine & Environmental Research of the Aegean Sea – Yunanistan – Koordinatör: 06. 2008- 09. 2008

İLETİŞİM

e-posta adresi: ertugyentur@hotmail.com