

Güney Karadeniz'in Samsun kıyı sularında mesozooplankton faunasının bolluk ve dağılımına etki eden ekolojik faktörlerin ekometrik yönden incelenmesi (Türkiye)

Ecometric investigation of mesozooplankton abundance, distribution and its affecting ecological factors in Samsun coastal waters of Southern Black Sea (Türkiye)

Eda Deniz* • Arif Gönülo • Özgür Baytut

Ondokuz Mayıs University, Science and Arts Faculty, Department of Biology, Kurupelit, 55139, Samsun, Turkey

*Corresponding author: denizzedaa@gmail.com

How to cite this paper:

Deniz, E., Gönülo, A., Baytut, Ö., 2014. Ecometric investigation of mesozooplankton abundance, distribution and its affecting ecological factors in Samsun coastal waters of Southern Black Sea (Türkiye). *Ege J Fish Aqua Sci* 31(2): 69-78. doi: 10.12714/egejfas.2014.31.2.03

Abstract: The mesozooplankton fauna in Samsun coastal region of the Black Sea was investigated between April 2012 - March 2013. Species composition, abundance and biomass values of the mesozooplankton fauna and physicochemical factors that are exerting influence on these, were determined in the samples which were monthly collected at four stations. A Bray-Curtis similarity matrix was created from the mesozooplankton abundance data and agglomerative hierarchical cluster analysis, multi dimensional scaling, analysis of similarity variance between the factor groups (ANOSIM), similarity percentages (SIMPER) were applied on the similarity matrix. Canonical correspondence analysis (CCA) was also applied in order to investigate the relationship between environmental variables and community configuring species which are responsible from the dissimilarities among sample groups. A total of 16 species were identified in holoplankton fauna and meroplanktonic organisms were determined. Three sample groups at the similarity levels of %64 were determined as a result of the agglomerative hierarchical cluster analysis on the similarity matrix which was obtained from the mesozooplankton abundance data. According to the results of the CCA, similarities between sample groups (ANOSIM) and dissimilarities (SIMPER) those applied for species abundances and environmental parameters, temperature, salinity, NH₄-N, Secchi Disc Depth and pH had significant effects on the distribution of species.

Keywords: Mesozooplankton, Abundance, MDS, ANOSIM, SIMPER, CCA.

Özet: Karadeniz'in Samsun Kıyı Bölgesi mesozooplankton faunası Nisan 2012- Mart 2013 tarihleri arasında incelenmiştir. Belirlenen 4 istasyondan aylık olarak alınan su örneklerinde mesozooplankton faunasının tür kompozisyonu, bolluğu, dağılımı ve bunlara etki eden fiziko-kimyasal faktörler belirlenmiştir. Mesozooplankton bolluk verilerinden Bray-Curtis benzerlik matrisi oluşturulmuş ve örnek gruplarına birleştirici hiyerarşik kümeleme analizi, çok boyutlu ölçeklendirme analizi, benzerlik analizi (ANOSIM), benzersizlik analizi (SIMPER) uygulanmıştır. Ayrıca gruplar arasındaki farklılıklardan sorumlu ve komüniteyi yönlendiren türlerin çevresel değişkenler ile ilişkisinin incelemek amacıyla kanonik uyum analizi (CCA) uygulanmıştır. Araştırmamızda holoplankton faunasında toplam 16 tür ve meroplanktonik organizmalar tespit edilmiştir. Mesozooplankton bolluk verilerinden elde edilen benzerlik matrisinin birleştirici hiyerarşik kümeleme analizi sonucu %64 benzerlik seviyesinde üç grup belirlenmiştir. Örnek grupları arasında benzerlik (ANOSIM), benzersizlik analizi (SIMPER) ve tür bollukları ile çevresel parametreler arasında yapılan CCA analizi sonuçlarına göre türlerin dağılımına sıcaklık, tuzluluk, NH₄-N, seki disk derinliği ve pH etkili olmuştur.

Anahtar kelimeler: Mesozooplankton, Bolluk, MDS, ANOSIM, SIMPER, CCA.

GİRİŞ

Zooplankton, denizel besin zinciri içerisinde, birincil üreticiler ile daha yüksek formlar arasındaki temel besinsel halkayı oluşturduğundan büyük bir öneme sahiptir. Zooplankton, planktivor balıkların, ekosistemde yer alan tüm balık larvalarının, sucul böceklerin, böcek larvalarının ve diğer sucul hayvanların besinini oluşturur (Moss, 1988). Zooplanktonik organizmaların miktar veya çeşit yönünden

değişikliğe uğraması besin piramidinin üst basamağındaki canlı gruplarını da etkiler (Gündüz, 1984). Zooplanktonik türler, içinde bulunduğu su ortamının karakterini, kirliliğini ve ötrofikasyon durumunu genel olarak belirleyici özellik göstermektedir. (Berzins ve Pejler, 1987; Mikschi, 1989; Hecky ve Kilham, 1973). Mesozooplankton denizel besin ağında mikro (20-200µm) ve makrozooplankton (2-20cm)

arasındaki zincirde önemli bir halkayı oluşturmaktadır. Ayrıca su kolonundaki yüksek ve düşük trofik seviyeler arasında veya bentik komünite ile etkileşimleri vasıtasıyla pelajik karbon akımı sürecinde de önemli bir role sahiptir (Neumann-Leitão vd., 1999; Isari vd., 2007).

Bu çalışmada, Karadeniz'in Samsun Kıyı Bölgesinde mesozooplankton faunasının tür kompozisyonunun belirlenerek, türlerin bolluk değerlerinin çevresel değişkenlerle etkileşiminin ekometrik açıdan incelenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma Bölgesinin Genel Özellikleri ve Örnekleme İstasyonları

Samsun ili 37° 08' ve 34° 30' doğu boylamları ile 40° 05' ve 41° 45' kuzey enlemleri arasındadır (<http://www.Samsun.gov.tr>). Örnekleme istasyonları Samsun Limanı (L1), Canik Balıkçı Barınağının kıyısı (B1), Balıkçı Barınağının 5 deniz mili (B2) ve Yeşilirmak nehir ağzının 8 deniz mili açığından (B3) olmak üzere toplam 4 istasyondan oluşmaktadır (Tablo 1 ve Şekil 1).

Tablo 1. Araştırma istasyonlarının derinlik ve koordinatları.
Table 1. Research stations depth and coordinates.

İstasyon	Derinlik	Koordinat
B1	8.40m	41°16'30"K / 36°22'44"D
B2	40m	41°16'18"K / 36°23'90"D
B3	50m	41°25'33"K / 31°39'28"D
L1	12m	41°18'36"K / 36°20'34"D



Şekil 1. Araştırma istasyonlarının konumları.
Figure 1. Location of sampling stations.

Fizikokimyasal Özelliklerinin Tespiti

Deniz suyunun fizikokimyasal analizleri L1 ve B1 istasyonlarının yüzeyinden (0.5m), B2 ve B3 istasyonlarının 0.5m, 20m ve 40m derinliklerden Hydro-Bios marka Free-Flow örnekleme şişesi ile alınan su örneklerinde yapılan analizlerle tespit edildi. Örnekleme esnasında turbidite seki diski ile pH Consort C534, TDS (Toplam çözünmüş madde), iletkenlik ve sıcaklık değerleri Cyberscan Con 11 salinometresi ile ölçüldü. Deniz suyu örneklerinin kimyasal parametreleri (NH₄⁺-N, SiO₂, PO₄-P) Hanna C200 su analiz cihazı ile standart metodlara göre analiz edildi (APHA, 1995). Örnekleme istasyonlarının yüzey sularından alınan 1'er litre su örnekleri Whatman GF/F filtre kağıdından su trompu yardımıyla süzüldü. Klorofil-a ekstraktlarının absorbans değerleri Helios marka Delta-Gamma model spektrofotometre ile 750 ve 664 nm dalga boylarında ölçüldü ve Klorofil-a miktarı hesaplandı (APHA, 1995).

Örnekleme ve Tür Tayini

Mesozooplankton örnekleme ağ göz açıklığı 115 µm olan 1.5 m uzunluğunda ve 57 cm çapındaki zooplankton kepçesi ile dikey olarak istasyonlardan toplandı. Kepçenin kolektör kısmında toplanan mesozooplankton örnekleri 500 ml'lik plastik kavanozlara alınarak sonuç konsantrasyonu %4 olacak şekilde boraksla tamponlanmış %37'lik formaldehit ile fikse edildi. Laboratuvara getirilen örnekler 2 gün çökmeye bırakıldı. İkinci günün sonunda sifonlama metoduyla 250 ml'lik mezürlere alındı. Bu şekilde de 2 gün çökmeye bırakıldı ve 50 ml'lik kahverengi cam şişelere alınarak sayım işlemine kadar karanlık bir yerde muhafaza edildi. Sayım esnasında cam şişelerdeki örnek homojen hale getirilerek 8x10 ebatlarındaki sayım tepsinine stempel pipet ile 7,5 ml alınıp Prior marka invört mikroskopta sayıldı (Özel, 2000). Bu işlem her örnek için 3 kez tekrarlanarak her bir organizmanın 1 m³'deki birey sayısı hesaplandı (Lagler, 1956). Türlerin tayininde Rose (1933), Boltovskoy (1999), Dussart ve Defaye (1995), Boxshall ve Halsvey (2004) eserlerinden yararlanıldı.

Ekometrik Analizler

Nitel ve nicel örneklemelemlerden elde edilen tür listesi sistematik gruplara göre yerleştirilerek, taksanın varlık yokluk analizi ve frekans katsayıları hesaplandı (Bakus, 2007). Zooplankton örneklerinin yer ve zaman içindeki tür kompozisyonu farklılıklarının ekometrik açıdan belirlenebilmesi için hem nitel hem de nicel örneklerde PRIMER-E istatistiksel analiz programı kullanıldı. İlk olarak türlerin bolluk veri çizelgesine karekök transformasyonu uygulandı. Daha sonra Bray-Curtis metoduna göre örnekler ya da türler arası benzerlik katsayıları hesaplanarak benzerlik matrisi oluşturuldu. Çok boyutlu ölçeklendirme analizi ile fiziksel ve kimyasal etkenlerin ve antropojenik faaliyetlerin mesozooplankton dağılımı ve bolluğu üzerine yaptığı baskı

ölçüldü (Clarke ve Warwick, 2001). Örnekler arasındaki gruplaşmaları belirlemek için birleştirici hiyerarşik kümeleme analizi kullanıldı. Birimlerin benzerlikleri esas alınarak belirli düzeylerde birbiri ile birleştirmeyi amaçlayan hiyerarşik kümeleme analizi yapılırken, başlangıç noktası olarak Bray-Curtis benzerlik matrisi kullanıldı. Başlangıçta tüm birimlerin ayrı birer küme oluşturduğunu kabul ederek, n sayıda birimi aşamalı olarak sırasıyla n, n-1, n-2, n-3,...n-r kümeye yerleştiren birleştirici hiyerarşik kümeleme yönteminde bağlantılar, uzaklıklar ve birimlerin bağlanma düzeyleri dendrogramlar halinde gösterildi (Bakus, 2007). Bray-Curtis benzerlik matrisinden örneklerin benzerlik derecelendirmesi ile metrik olmayan MDS algoritması ve iki boyutlu MDS haritası oluşturuldu. Bu MDS konfigürasyonunun güvenilirliği ve MDS algoritmasının regresyon uyumluluğunu ölçmede stres değeri kullanıldı. Stres değeri 0 ve 0.2 arasında olmayan MDS konfigürasyonları değerlendirilmeye alınmadı (Bakus, 2007). Elde edilen mesozooplankton örneklerinde, istasyonlar veya aylar arasındaki farklılıkları belirlemek için benzerlikler analizi (ANOSIM: Örnekler arasındaki varyans değeri yerine Bray-Curtis benzerlik kat sayılarını ele alan bu yöntemde Global Test olarak adlandırılan yokluk hipotezi (H_0), örnek gruplarının arasında fark bulunmadığını ifade eder), örnek grupları arasındaki farklılıkları meydana getiren türleri belirlemek için ise benzerlik yüzdeleri (SIMPER: Bu işlemde ilk adımda bolluk verileri matrisinden örnekler arasında Bray-Curtis benzerlik matrisi oluşturuldu ve örnekler gruplara yerleştirildikten sonra, örnek grupları arasındaki Bray-Curtis benzersizlik ortalamaları hesaplandı) analizleri yapıldı. CCA analizi ile ise tür bollukları

ve çevresel değişkenlerden oluşturulmuş iki veri seti arasında Gauss (çan eğrisi) ilişkisini, özdeğerler eksenlerinden oluşan iki boyutlu ordınasyon düzleminde açıklanır (Ter Braak, 1986). Ordınasyon grafiğindeki noktalar (türler) çevresel değişkenlerin (oklar) Gauss fonksiyonları olarak temsil edilir. Çevresel değişkenlerin temsil edildiği ordınasyon düzleminde okların uzunluğu da önem taşımaktadır. CCA analizi yapılmadan önce tür bolluk verileri, nadir türlerin etkisinin azaltılması için karekök değerleri alınarak bolluk veri matrisi tekrar düzenlendi ve çevresel değişken verileri ise logaritmik dönüşümle değerler arasındaki büyük genişlik azaltıldı. Ayrıca birbiriyle yüksek korelasyon gösteren çevresel değişkenler, CCA ordınasyon grafiğinde çakışmalara yol açtığından veya çok düşük eksen uzunluğuna sahip çevresel değişkenler tür-çevre verileri arasında kümülatif varyansı düşüreceğinden veri setinden çıkarıldı. Ardından türler arası uzaklıklar ve Hill ölçeklendirmesine göre CCA uygulandı (Bakus, 2007).

BULGULAR

Fizikokimyasal Özellikler

Çalışma periyodu süresince örnekleme istasyonlarında ölçülen ortalama su sıcaklığı (15,6 °C), pH değeri (8,1), seki diski derinliği (3,3 m), toplam çözünmüş katı madde miktarı (19,1 ppm), iletkenlik (38,0 mS), fosfat fosforu (PO₄-P) miktarı (0,2 mg/l⁻¹), silisyumdioksit (SiO₂) miktarı (0,4 mg/l⁻¹) ve amonyum azotu (NH₄-N) miktarı (0,8 mg/l⁻¹) belirlenmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Deniz suyunun fizikokimyasal özelliklerinin ortalama yıllık değişimi.

Table 2. The average annual change of physicochemical properties of seawater.

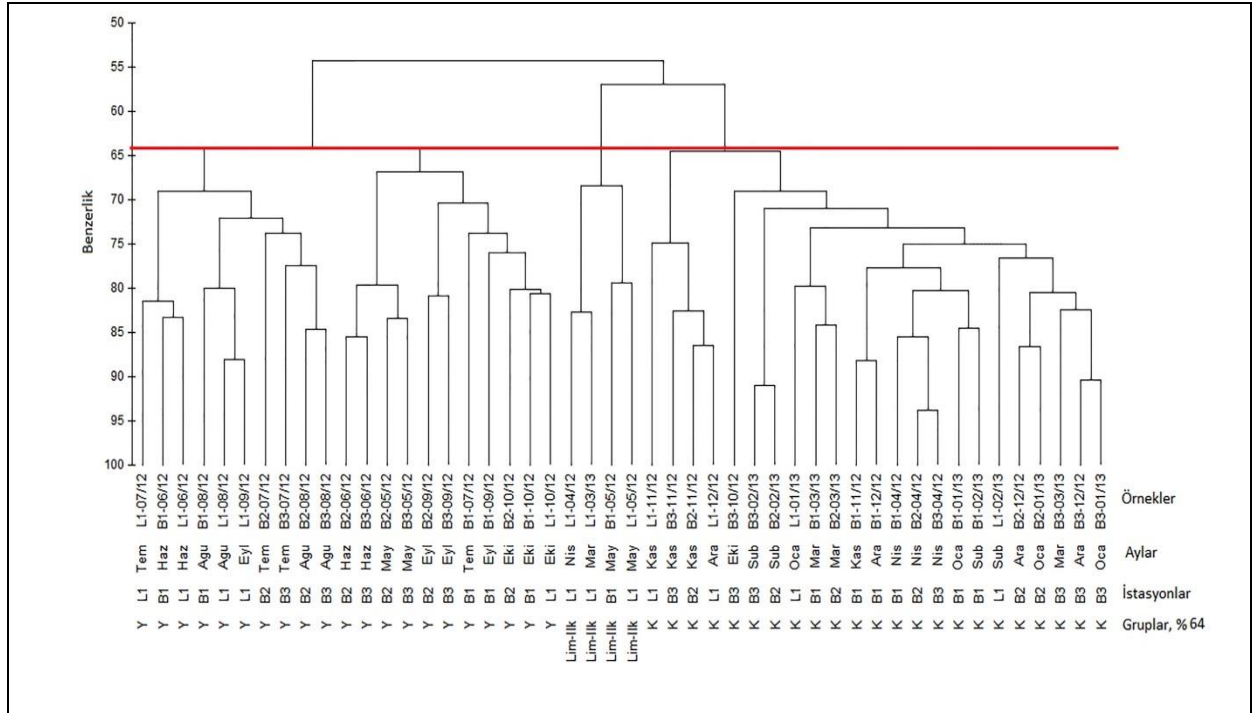
Fizikokimyasal değişkenler	Nis 12	May 12	Haz 12	Tem 12	Ağu 12	Eyl 12	Eki 12	Kas 12	Ara 12	Oca 12	Şub 12	Mar 12
Sıcaklık (°C)	13,1	19,0	21,2	19,1	20,5	19,1	14,4	14,4	12,7	11,6	10,8	11,0
pH	9,0	8,6	8,7	7,9	7,4	8,6	8,0	6,3	6,8	7,7	8,8	8,9
Berraklık (m)	2,7	3,6	3,3	3,6	4,8	5,2	2,6	2,3	2,0	2,9	1,6	4,8
Top.çöz. mad. (ppm)	16,4	16,5	17,3	16,9	17,2	15,6	13,0	22,8	22,5	23,5	23,9	23,9
İletkenlik (mS)	32,9	32,1	34,7	34,0	33,7	30,8	25,8	45,5	44,9	47,0	47,4	47,8
PO ₄ -P (mgL ⁻¹)	0,2	0,3	0,5	0,3	0,2	0,1	0,5	0,3	0,1	0,2	0,2	0,1
SiO ₂ (mgL ⁻¹)	0,2	0,3	0,5	0,3	0,8	0,2	0,2	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4
NH ₄ -N (mgL ⁻¹)	0,6	0,7	0,7	1,0	1,1	1,1	0,6	0,8	0,6	0,7	0,8	0,5

Faunal Kompozisyon

Araştırma istasyonlarında *Calanus euxinus* Hulsemann, 1991; *Pseudocalanus elongatus* (Boeck, 1865); *Paracalanus parvus* (Claus, 1863); *Centropages ponticus* Karavaev, 1894; *Acartia clausi* Giesbrecht, 1889; *Oithona similis* (Claus, 1866); *Euterpina acutifrons* Dana, 1847; *Canuella perplexa* T. ve A. Scott, 1893; *Pleopis polyphemoides* Leuckart, 1859; *Penilia avirostris* Dana, 1849; *Evadne spinifera* P.E.Müller, 1867; *Pseudoevadne tergestina* (Claus, 1877); *Oikopleura dioica* Fol, 1872; *Sagitta setosa* Müller, 1847; *Noctiluca scintillans* (Macartney) Kofoid ve Swezy, 1921; *Favella* sp. olmak üzere toplam 16 tür tespit edilmiştir. Saptanan meroplankton grupları bivalv, dekapod, gastropod, ostrakod, poliket, balık, tunikat ve *Branchiostoma* sp. larvaları, balık yumurtası, sirriped nauplius ve siprisden oluşmaktadır.

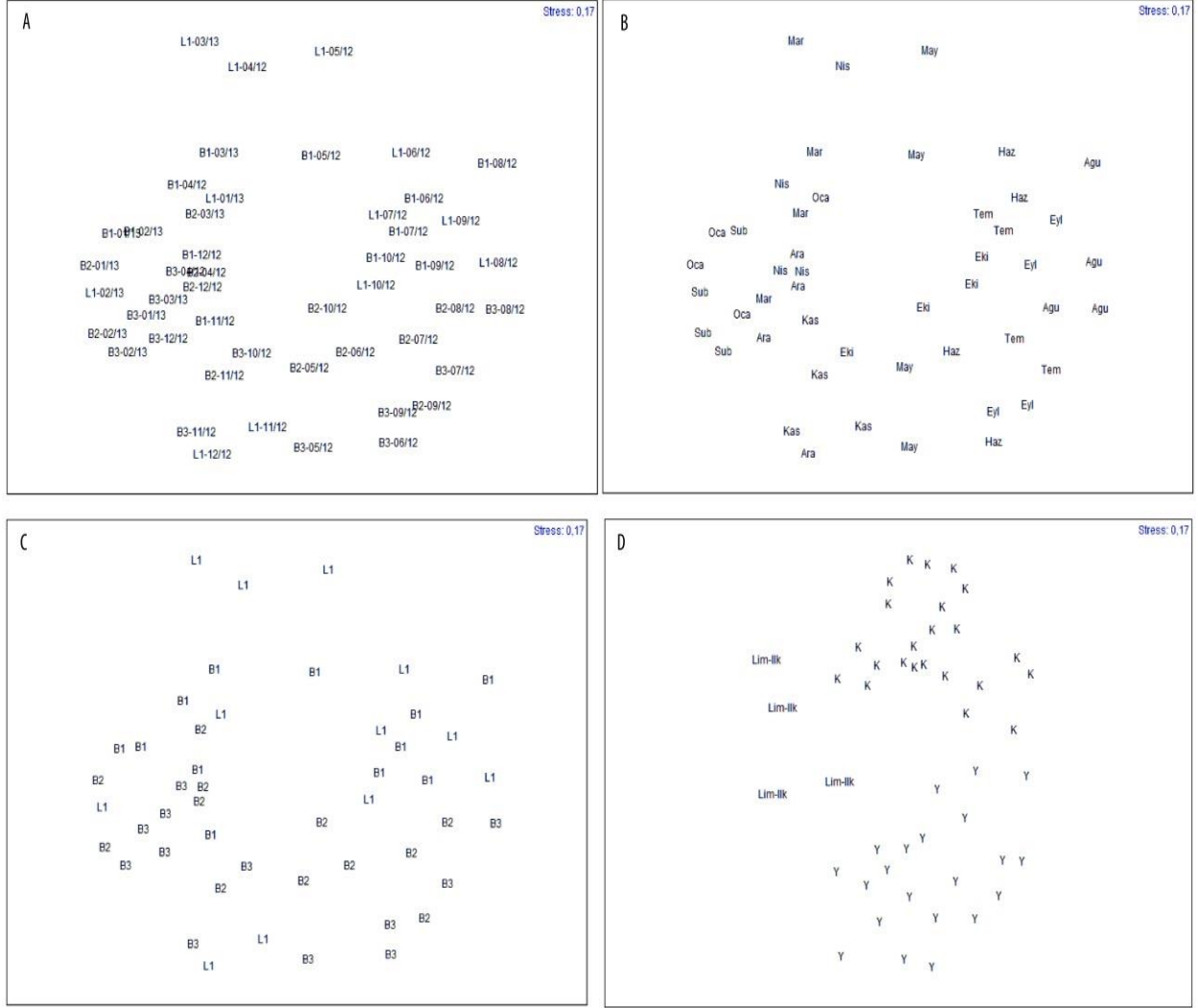
Ekometrik Bulgular

Mesozooplankton bolluk verilerinden elde edilen benzerlik matrisinin birleştirici hiyerarşik kümeleme analizi sonucu %64 benzerlik seviyesinde üç grup (İlkbahar liman, yaz, ve kış) belirlenmiştir. İlkbahar liman grubu Nisan, Mayıs 2012 L1, Mart 2013 L1 ve Mayıs 2012 B1 örneklerinden oluşmaktadır. Yaz (Y) grubu Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim 2012 B1, Mayıs, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim 2012 B2, Mayıs, Temmuz, Ağustos, Eylül 2012 B3, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, 2012 L1'den oluşurken Kış grubu (K) ise Nisan, Kasım, Aralık 2012, Ocak, Şubat, Mart 2013 B1; Nisan, Kasım, Aralık 2012, Ocak, Şubat, Mart 2013 B2; Nisan, Ekim, Kasım, Aralık 2012, Ocak, Şubat, Mart 2013 B3 ve Kasım, Aralık 2012, Ocak, Şubat 2013 L1'den oluşmaktadır (Şekil 2). Mesozooplanktonun MDS ordinasyonu ortaya çıkan örnek, aylar, istasyonlar ve gruplar konfigürasyonu 0,17'lik stres değeri ile kullanışlı bir gruplaşma göstermiştir (Şekil 3).



Şekil 2. Mesozooplankton faunasında birleştirici hiyerarşik kümeleme analizi sonucu elde edilen örnekler dendrogramı.

Figure 2. The dendrogram of examples in mesozooplankton fauna in result of bindery hierarchical clustering.



Şekil 3. Mesozooplankton bolluğunun çok boyutlu ölçeklendirme sonucu elde edilen örneklerin ordinasyonu (A), ayların ordinasyonu (B), istasyonların ordinasyonu (C) ve %64 seviyesinde grupların ordinasyonu (D).

Figure 3. MDS plot from the similarity matrix of mesozooplankton abundance data (A), the ordination of months (B), the ordination of stations (C), the ordination in the level of 64% groups (D).

Mesozooplankton bolluk verileri üzerinden gruplar arası benzerlik yüzdeleri hesaplanmış, türlerin grup içi benzerliği ve gruplar arası benzersizliğe katkıları belirlenmiştir. Buna göre, kümeleme ve MDS analizi sonucu ortaya çıkan %64 benzerlik seviyesindeki K grubunda grup içi benzerlik ortalaması %71,69'dur. Grubun bolluğuna en çok katkı sağlayan organizmalar kopepod nauplius larvaları, *A. clausi*, *P. parvus* ve *O. similis*'dir. İlkbahar liman grubunun grup içi benzerlik ortalaması %72,62'dir ve grup bolluğuna en çok katkı sağlayan organizmalar *N. scintillans*, kopepod nauplius larvaları, poliket larvaları ve rotifer bireyleri olmuştur. Y grubunda ise grup içi benzerlik ortalaması %67,89 belirlenirken, grup bolluğuna en çok katkı sağlayan

organizmalar kopepod nauplius larvaları, *A. clausi*, *O. similis* olmuştur (Tablo 3).

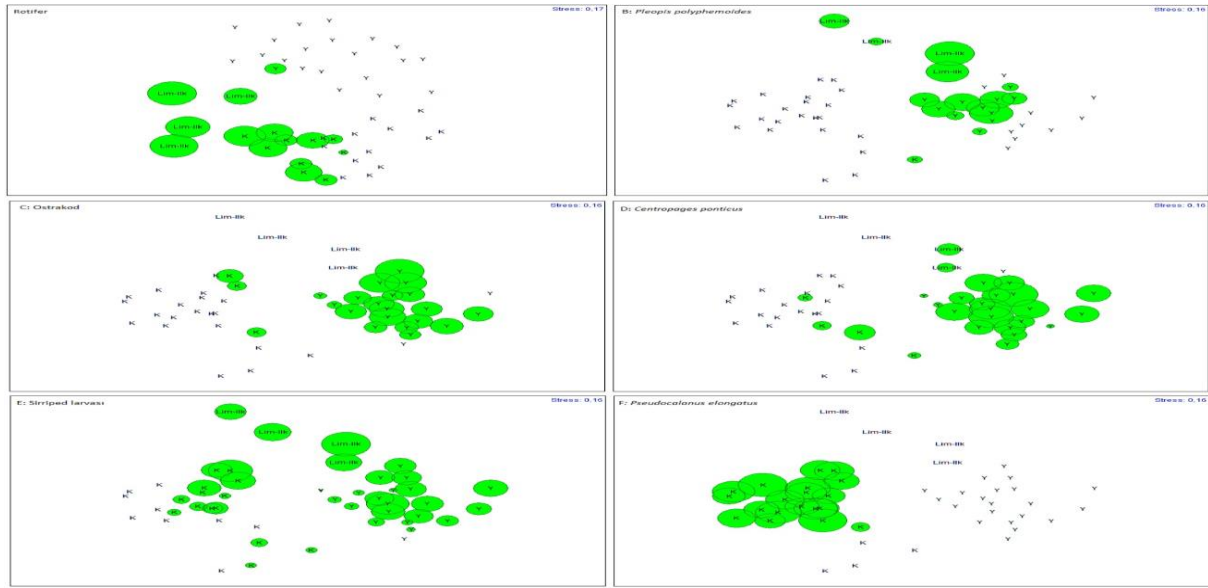
K ve ilkbahar liman grupları arasında ortalama benzersizlik oranı %42,95 belirlenmiş, gruplar arası benzersizliğe sebep olan organizmalar ise *P. polyphemoides*, poliket larvası, sirriped larvası ve *P. elongatus*'dur. Grup K ve Y arasında ortalama benzersizlik oranı %45,97'dir ve bu iki grubun benzersizliğine sebep olan türler *P. avirostris*, *P. elongatus*, *C. ponticus*, *P. parvus* ve ostrakod bireyleridir. Grup ilkbahar liman ve grup Y arasındaki ortalama benzersizlik %44,55 olarak tesbit edilmiş, benzersizliğe en fazla katkıda bulunan organizmalar rotifer, *Sagitta setosa* ve ostrakod bireyleri olarak belirlenmiştir (Tablo 4 ve Şekil 4).

Tablo 3. Mesozooplankton benzerlik matrisinde %64 seviyesinde gruplar içindeki en bol ve tipik türlerin ortalama bolluk miktarları, ortalama benzerlikleri, benzerlik: standart hata oranları ve toplam bolluğa katkıları.**Table 3.** Similarity matrix of mesozooplankton level of 64% within groups the most abundant and typically species of the average abundance amounts, average similarities, similarity: the standard error rates and contributions to the total abundance.

Türler	Ort. bolluk (birey sayısı/m ³)	Ort. benzerlik	Benzerlik/Standart hata	Katkı %
Grup K (Ortalama benzerlik: %71,69)				
Kopepoda nauplius	1997,22	11,35	6,93	15,83
<i>Acartia clausi</i>	1753,65	10,41	5,37	14,52
<i>Paracalanus parvus</i>	930,26	10,02	5,44	13,98
<i>Oithona similis</i>	891,52	8,16	2,59	11,38
Grup Lim-ilk (Ortalama benzerlik: 72,62)				
Kopepoda nauplius	3876,25	9,68	7,21	13,33
Poliket larvaları	1135,50	8,31	4,04	11,44
<i>Noctiluca scintillans</i>	2048,25	8,16	8,30	11,24
Rotifera	1510,75	8,13	3,54	11,20
Grup Y (Ortalama benzerlik: 67,89)				
Kopepoda nauplius	1324,14	8,01	7,47	11,80
<i>Acartia clausi</i>	1130,57	7,78	8,12	11,47
<i>Oithona similis</i>	2761,24	7,22	3,80	10,63

Tablo 4. Mesozooplankton benzerlik matrisinde %64 seviyesinde gruplar arası farklılıkları yaratan organizmaların ortalama bolluk miktarları, ortalama benzersizlikleri, benzersizlik: standart hata oranları ve benzersizliğe katkıları.**Table 4.** Similarity matrix of mesozooplankton within the level of %64, the abundance of the average level for the organisms which creates the difference between the groups, average dissimilarities, dissimilarities: standart error rates and contribution to the dissimilarity.

Türler	Ortalama bolluk (birey sayısı/m ³)	Ortalama bolluk (birey sayısı/m ³)	Ortalama benzersizlik	Benzersizlik/standart hata	Katkı %
Grup K ve Lim-ilk (Ortalama benzersizlik: %42,95)	K	Lim-ilk			
<i>Pleopis polyphemoides</i>	0,57	1798,25	4,15	3,04	9,66
Poliket larvaları	214,87	1335,50	3,57	1,83	8,31
Sirriped larvaları	101,39	1021,25	3,26	1,96	7,59
<i>Pseudocalanus elongatus</i>	230,35	0,00	3,16	1,91	7,36
Grup K ve Y (Ortalama benzersizlik: 45,97)	K	Y			
<i>Penilia avirostris</i>	0,57	678,95	3,38	1,50	7,36
<i>Pseudocalanus elongatus</i>	230,35	0,00	3,32	1,95	7,22
<i>Centropages ponticus</i>	7,91	314,14	3,11	2,12	6,76
<i>Paracalanus parvus</i>	930,26	230,57	2,91	1,84	6,33
Ostrakoda	1,39	33,81	2,08	1,93	4,52
Grup Lim-ilk ve Y (Ortalama benzersizlik: 44,55)	Lim-ilk	Y			
Rotifera	1510,75	1,57	4,63	3,70	10,39
<i>Sagitta setosa</i>	2,33	90,35	2,88	1,87	5,41
Ostrakoda	0,00	33,81	1,93	2,18	4,32



Şekil 4. Mesozooplankton benzerlik matrisinde %64 seviyesinde gruplar arası farklılık yaratan rotifera (A), *Pleopsis polyphemoides* (B), ostrakoda (C), *Centropages ponticus* (D), sirriped larvaları (E) ve *Pseudocalanus elongatus* (F) ordinasyonu.

Figure 4. Level of %64 in mesozooplankton similarity matrix that creates the differences between of the groups ordination rotifera (A), *Pleopsis polyphemoides* (B), ostrakoda (C), *Centropages ponticus* (D), Cirripedia larvae (E) and *Pseudocalanus elongatus* (F).

Tek yönlü değişken olarak kümeleme ve çok boyutlu ölçeklendirme analizindeki %64 benzerlik seviyesinde seçilen grupların benzerlik analizi sonuçlarına göre global R değeri 0,832 olarak bulunmuştur. Böylelikle H_0 hipotezi (Gruplar arasında fark yoktur) %0,1 önemlilik düzeyinde red edilmiştir. Yani K, Y ve ilkbahar liman grupları arasında önemli farklılıklar

bulunmuştur. R değerleri K ve Y grupları arasında 0,859; K ve ilkbahar liman grupları arasında 0,807; Lim-ilk ve Y grupları arasında 0,705 olarak belirlenmiştir. Sonuçta kümeleme ve çok boyutlu ölçeklendirme ordinasyonunda gözlenen gruplar arasında istatistiksel anlamda kuvvetli farklılıkların olduğu sonucuna varılmıştır (Tablo 5).

Tablo 5. Örnek grupları arasında yapılan ANOSIM testi sonuçları.

Table 5. The results of ANOSIM test between the sample groups.

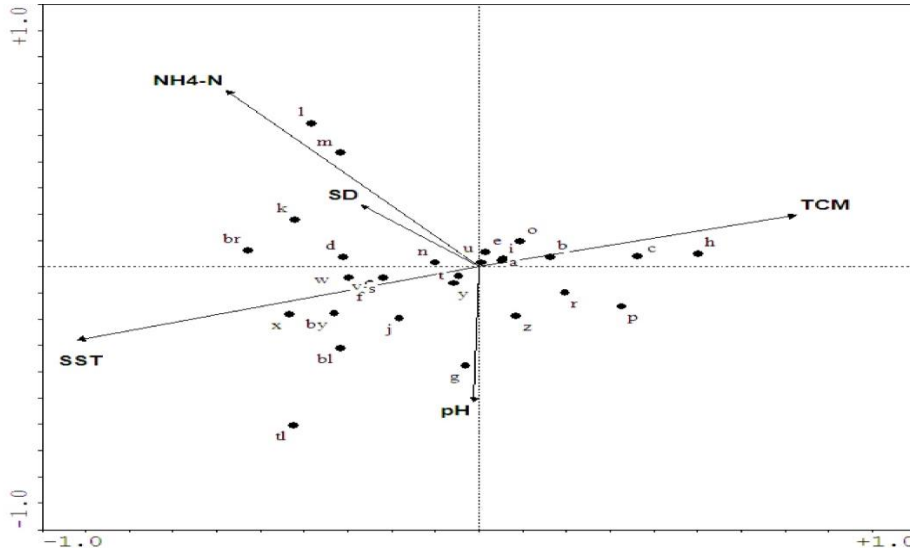
Global R: 0,832				
Önemlilik düzeyi: %0,1				
Permutasyon sayısı: 999				
Global R'ye eşit yada daha büyük olan permutasyon sayısı: 0				
Pairwise Testleri				
Gruplar	R değeri	Önemlilik düzeyi %	Permutasyon sayısı	Gözlenme sıklığı
K, Lim-ilk	0,807	0,1	999	0
K, Y	0,859	0,1	999	0
Lim-ilk-Y	0,705	0,1	999	0

Mesozooplankton tür bollukları ve çevresel parametreler arasında yapılan CCA analizinde ise tür-çevre ilişkisi arasındaki kümülatif varyansın %84,4'si ilk iki eksende açıklanmış, tür bollukları ve çevresel değişkenler ilişkisi korelasyonları ilk eksende 0,91 ve ikinci eksende 0,68 belirlenmiştir. Birinci eksen TCM, SiO_2 ve klorofil-a oranı negatif korelasyon gösterirken, su sıcaklığı, pH, seki disk

derinliği, PO_4-P ve NH_4-N pozitif korelasyon göstermiştir. CCA ordinasyon grafiğinden, *A. clausi*, *P. parvus*, *C. euxinus*, *P. elongatus*, kopepod nauplius larvaları ve *O. dioica* en yüksek bolluğa yüksek tuzluluk ve düşük sıcaklıkta ulaşmış, balık yumurtaları, poliket, sirriped, gastropod, dekapod larvaları, *Favella* sp. ve *E. acutifrons* yüksek sıcaklık ve düşük tuzlulukla karakterize edilmişlerdir. *E. spinifera* ve *P.*

tergestina NH₄-N miktarının yüksek olduğu sularda en yüksek bolluğa ulaşmış türlerdir. *O. similis* ve bivalv larvaları pH'nın

düşük olduğu sularda yüksek bolluklarda bulunmuşlardır (Şekil 5).



Şekil 5: Mesozooplankton faunasının tür ve çevre ilişkisini gösteren CCA ordinasyon grafiği. Noktalar türleri ve oklar çevresel değişkenleri temsil etmektedir. Harfler; a: *Acartia clausi*, b: *Paracalanus parvus*, c: *Calanus euxinus*, d: *Centropages ponticus*, e: *Oithona similis*, f: *Euterpina acutifrons*, g: *Canuella perplexa*, h: *Pseudocalanus elongatus*, i: kopepod nauplius larvaları, j: *Pleopis polyphemoides*, k: *Penilia avirostris*, l: *Evadne spinifera*, m: *Pseudoevadne tergestina*, n: *Sagitta setosa*, o: *Oikopleura dioica*, p: Rotifera, r: *Noctiluca scintillans*, s: *Favella* sp., t: Poliket larvaları, u: Bivalv larvaları, v: Gastropod larvaları, w: Ostrakoda, x: Dekapod larvaları, y: Sirriped larvaları, z: Sirriped sipsis larvaları, by: Balık yumurtaları, bl: Balık larvaları, tl: Tunikat larvaları, br: *Branchiostoma* sp. Oklar; SST: Su sıcaklığı, TCM: Toplam çözünmüş katı madde, SD: Seki disk derinliği, NH₄-N: Amonyum azotu ve pH ifade etmektedir

Figure 5. The CCA ordination graphic that shows the species and environment relationship for mesozooplankton fauna. Species of points and arrows represent environmental changes. Letters; a: *Acartia clausi*, b: *Paracalanus parvus*, c: *Calanus euxinus*, d: *Centropages ponticus*, e: *Oithona similis*, f: *Euterpina acutifrons*, g: *Canuella perplexa*, h: *Pseudocalanus elongatus*, i: copepod nauplius larvae, j: *Pleopis polyphemoides*, k: *Penilia avirostris*, l: *Evadne spinifera*, m: *Pseudoevadne tergestina*, n: *Sagitta setosa*, o: *Oikopleura dioica*, p: Rotifera, r: *Noctiluca scintillans*, s: *Favella* sp., t: Polychaeta larvae, u: Bivalvia larvae, v: Gastropoda larvae, w: Ostracoda, x: Decapoda larvae, y: Cirriped larvae, z: Cirriped cypris, by: Fish eggs, bl: Fish larvae, tl: Tunicate larvae, br: *Branchiostoma* sp. Arrows; SST: Water temperature, TCM: Total dissolved substance, SD: Secchi disk depth, NH₄-N: ammonia nitrogen and pH

TARTIŞMA VE SONUÇ

Birleştirici hiyerarşik kümeleme analizi sonucu ortaya çıkan İlbahar-Liman grubu kopepod nauplius, sirriped, poliket larvalarını, *N. scintillans* ve rotifer bireylerini oldukça yüksek bollukta içermektedir. Kıyısız ekosistemler canlılar için önemli bölgeler olup genellikle yumurtlama, beslenme ve büyüme alanlarıdır. Karalarla ilişkili olmaları bu bölgelerin yüksek verimliliğe sahip olmasını sağlar. Araştırmamızda liman içi istasyonlarımız, su değişiminin kısıtlı olması, antropojenik etkiler, gemi taşımacılığı ve balıkçılık faaliyetlerinden oldukça etkilenmektedir. Çünkü Samsun Limanı'nda özellikle yapay gübre, kereste, buğday ve kömür taşımacılığı yapılmaktadır. Bu gibi maddelerin deniz suyuna karışımı ile içerdikleri nitrat, fosfat, selüloz ve lignin içeren organik ve inorganik maddeler de deniz suyuna geçmektedir. Bu nedenle bölgenin besleyicilik özelliği artmakta ve ebeveynlerinin yumurtlama bölgesi olarak seçtikleri bu yerler meroplanktonik organizmaların büyüme bölgeleri olmaktadır. Lim-ilk grubunda meroplanktonik organizmaların yüksek miktarda görülmesi bu şekilde açıklanabilir.

Mesozooplankton örneklerinin değerlendirilmesi (nitel-nisel) sonucu elde edilen boluk verileri üzerinde yapılan gruplar arası benzersizlik analizine göre *P. polyphemoides*, *P. elongatus*, *P. parvus*, *P. avirostris*, *C. ponticus*, poliket ve sirriped larvaları, rotifer ve ostrakodlar benzersizliğe en fazla katkıları olan tür/gruplar olmuşlardır. Yılmaz (2008), Marmara Denizi'nde yapmış olduğu çalışmada zooplankton örnekleri üzerine SIMPER ve ANOSIM analizleri uygulamış ve A (Kış), B (Yaz), C (Sıcaklık bakımından B grubu ile benzerlik gösteren ancak farklı gruplanan türler) olmak üzere üç grup belirlemiş olup B, C grupları arasında farklılığa sebep olan türlerin *P. parvus* ve *S. setosa* olduğunu belirtmiştir. *P. parvus* çalışmamızda K-Y grupları arasında, *S. setosa* ise Liman ilkbahar-Y grupları arasında farklılığa sebep olan türler arasındadırlar.

Mesozooplankton örneklemeinde tür bollukları ve çevresel parametreler arasında yapılan CCA analizine göre elde edilen CCA ordinasyon grafiğinden, *A. clausi*, *P. parvus*, *C. euxinus*, *P. elongatus*, *O. dioica*, kopepod nauplius larvaları ve bivalv larvaları yüksek tuzluluk, düşük sıcaklıkta en yüksek bolluğa ulaştıkları belirlenmiştir. *E. acutifrons*, *S. setosa*,

Favella sp., balık yumurtası, balık, gastropod, poliket, dekapod, sirriped larvaları ve sirriped siprisleri düşük tuzluluk, yüksek sıcaklıkla karakterize edilmişlerdir. *P. avirostris*, *E. spinifera* ve *P. tergestina* NH₄-N miktarının yüksek olduğu sularda, *N. scintillans* ise NH₄-N miktarının ve seki disk derinliğinin düşük olduğu sularda en yüksek bolluk değerine ulaşmışlardır. *O. similis* ve bivalv larvaları da en yüksek bolluk ortalamalarına pH'nın düşük olduğu sularda ulaşmışlardır. Yılmaz (2008), Marmara Denizi'nde mesozooplankton komünite yapısının sergilediği mevsimsel döngülerin ilk olarak sıcaklık daha sonra klorofil-a değerindeki değişimlerle kontrol edildiğini saptamıştır. Çalışmamızda ise mesozooplankton faunasının mevsimsel döngüsü birincil olarak sıcaklık ve tuzlulukla ilişkilidir. Sever (1997) İzmir Körfezinde *A. clausi*'nin baskın kopepod türü olduğunu ve türün bolluğunu körfezdeki kirlilikle ilişkilendirilmiştir. Gubanova (2000), Gubanova vd., (2001), *A. clausi* türünün öriterm ve örihalin bir tür olduğu için Atlantik, Hint ve Pasifik Okyanuslarında, Akdeniz gibi sıcak ve ılıman bölgelerde tespit edildiğini, türün kirliliğin yüksek olduğu bölgelerde hayatta kalabildiğini ve baskınlığını arttırdığını belirtmişlerdir. Tarkan vd., (2005), İstanbul Boğazı'nda öriterm ve örihalin özellikle olan *E. acutifrons*'un sonbaharda yüksek bollukta bulunduğunu, ötrofik türler *A. clausi* ve *P. parvus*'un ise ilkbaharda çok yüksek bollukta bulduklarını bildirmişlerdir. Baytut vd., (2010), Samsun Körfezi'nde bölgenin trofik düzeyini belirlemek için TRIX indeksi kullanılmış ve bulgulara göre araştırma bölgesi yüksek oranda ötrofik olarak belirlenmiştir. Gubanova vd., (2001), Sivastopol Körfezi'nde *C. ponticus* türünün ılık su türü olduğunu ve soğuk mevsimlerde bulunmadığını saptamışlardır. Shiganova (2005) Karadeniz'de öritermik ve örihalin tür olan *O. dioica*'nın ve öritermik tür olan *P. parvus*'un tüm yıl boyunca gözlediğini, soğuk su türü olarak adlandırılan *P. elongatus*'un ise soğuk aylarda bulunduğunu rapor etmiştir. *P. avirostris*'in sıcak, ılıman, ötrofik koy ve körfezlerde bol olarak bulunduğu belirtilmiştir (Della Croce ve Venugopal, 1972). İzmir Körfezi'nde yapılan bir çalışmada özellikle yaz mevsimi olmak üzere tüm mevsimlerde diğer kladoser türlerine göre önemli bolluk değerleriyle dağılım göstermesinden dolayı körfezin dominant kladoser türü olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca ozeanik ve kıyı sularda dağılım gösteren sıcak su kladoser türü *Evadne spinifera*'nın araştırma bölgesinde ekolojisine uygun olarak ilkbahar ve yaz

mevsimlerinde dağılım gösterirken sonbahar ve kışın planktondan kaybolduğu bildirilmiştir (Aker ve Özel, 2006). *P. avirostris*, *E. spinifera* ve *E. tergestina* türlerinin sıcak su türleri olup dağılımlarının birbiriyle ilişkili olduğu belirtilmiştir (Marazzo ve Valentin, 2000). Büyükkateş ve İnanmaz (2007, 2009) organik olarak kirlili sularda bol olarak bulunan *Evadne nordmanni* ve *P. polyphemoides* türlerinin sıcaklık ile birey sayılarının ters orantılı olarak artış gösterdiğini, özellikle kış ve ilkbaharda Marmara ve Karadeniz zooplanktonunun önemli bir kısmını oluşturduğunu rapor etmişlerdir. Niemann vd., (1998) günlük dikey göç yapan bir tür olan *S. setosa*'nın Karadeniz'in dominant ketognat türü olduğunu ve Karadeniz'de Temmuz - Ağustos aylarında önemli bolluklara ulaştığını bildirmişlerdir. Ayrıca türün gelişimini düzenleyen en önemli faktörün sıcaklık olduğunu rapor etmişlerdir. Önceki çalışmalara (Yılmaz, 2008; Sever, 1997; Gubanova, 2000; Gubanova vd., 2001; Tarkan vd., 2005; Baytut vd., 2010; Shiganova, 2005; Aker ve Özel, 2006; Della Croce ve Venugopal, 1972; Marazzo ve Valentin, 2000; Büyükkateş ve İnanmaz, 2007, 2009; Niemann vd., 1998) ve CCA ordinasyon bulgularımızdan elde ettiğimiz verilere dayanarak *A. clausi*'nin ötrofik veya kirlili sularda bulunduğu, öriterm ve örihalin özellikte olduğu; *P. parvus*'un ötrofik sularda bulunduğu; *E. acutifrons* ve *O. dioica*'nın öriterm ve örihalin özellikte oldukları; *C. ponticus*'un ılık su türü olduğu; *P. elongatus* türünün soğuk su türü olduğu; *P. avirostris*, *E. spinifera* ve *S. setosa*'nın ılık ve sıcak su türleri oldukları ve *P. polyphemoides*'in özellikle kirlili ve soğuk sularda bulunduğu sonucu çıkarılabilir.

Sonuç olarak çalışmamızda önceki çalışmalardan farklı olarak *Canuella perplexa*, *Favella* sp., ostrakod, balık yumurtaları, tunikat ve *Branchiostoma* sp.larvaları tespit edilirken diğer tür/gruplar önceki çalışmalarla benzerlik göstermiştir. Deniz suyunun fizikokimyasal özelliklerinde anormal bir değişime rastlanmamış, mevsimsel olarak değişen artma ve azalmalar tespit edilmiştir. Tür bollukları ile çevresel parametreler arasında yapılan CCA analizi sonuçlarına göre türlerin dağılımına sırasıyla sıcaklık, tuzluluk, NH₄-N, seki disk derinliği ve pH etkili olmuştur.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma OMÜ PYO. FEN. 1904.12.010 Nolu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR

- Aker, H.V., Özel, İ. 2006., Seasonal distribution of cladocerans (in Turkish). *Ege J Fish Aqua Sci*, 23(1/1): 17-22.
- APHA., 1995., *Standart methods for the examination of water and wastewater*, American Public Health Association, Baltimore, 1216 p.
- Bakus, G.J. 2007., *Quantative analysis of marine biological communities: Field biology and environment*. Wiley-Interscience, New Jersey, 453 p.
- Baytut, O, Gonulol, A., Koray, T., 2010., Temporal variations of phytoplankton in relation to eutrophication in Samsun Bay, southern Black Sea. *Turkish Journal of Fisheries Sciences*, 10: 363-372. doi:10.4194/trjfas.2010.0309
- Berzins, B., Pejler, B., 1987., Rotifer occurrence in relation to pH. *Hydrobiologia*. 147: 107-116. doi: 10.1007/BF00025733
- Boltovskoy, D. 1999., *South atlantic zooplankton*. Vol. 2. 869-1706p, (Edited by Demetrio Boltovskoy). *Backhuys Publishers*. 837 p.
- Boxshall, G. A., Halsey, S. H., 2004., *An introduction to copepod diversity*. *The Ray Society*, London, 966 p.
- Buyukates, Y., İnanmaz, Ö. E., 2007., Temporal variations in vertical distribution and occurrence of marine cladocerans in an urbanized harbour, Dardanelles, Turkey. *Crustaceana*, 80: 1293-1302. doi:10.1163/156854007782605583

- Buyukates, Y., İnanmaz, Ö.E., 2009., Cladocerans of an urbanized harbour: Effects of environmental parameters on vertical distribution, occurrence, abundance, and seasonal variation. *Crustaceana*. 82: 543-554. doi: [10.1163/156854009X407669](https://doi.org/10.1163/156854009X407669)
- Clarke, K. R., Warwick, R. M., 2001., Change in marine communities: An approach to istatistical analysis and interpretation. 2nd ed. (PRIMER-E, Plymouth).
- Della Croce, N., Venugopal, P., 1972., Distrubution of marine cladocerans in the Indian ocean. *Marine Biology*., 15: 132-138. doi: [10.1007/BF00353641](https://doi.org/10.1007/BF00353641)
- Dussart, B.H., Defaye, D. 1995., *Introduction to the Copepoda. Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World*. Vol. 7. (Coordinating editor: H. J. F. Dumont) 277 pp.
- Gubanova, A. D., 2000., Occurrence of *Acartia tonsa* Dana in the Black Sea. Was it introduced from the Mediterranean?, *Mediterranean Marine Science*, 1(1):105-109. doi: [10.12681/mms.281](https://doi.org/10.12681/mms.281)
- Gubanova, A.D., I. Yu. Prusova, U. Niermann, N.V. Shadrin, I.G.Polikarpov., 2001., Dramatic change in the copepod community in Sevastopol Bay (Black Sea) during two decades (1976-1996). *Senckenbergiana Maritima*, 31(1):17-27. doi: [10.1007/BF03042833](https://doi.org/10.1007/BF03042833)
- Gündüz, E., 1984., Identification of the zooplankton species in the Karamık and Hoyran lakes and the effect of contamination on zooplankton (in Turkish), Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 83s.
- Hecky, R.E., Kilham, P., 1973., Diatoms in alkaline, saline lakes: ecology and geochemical implications. *Limnology and Oceanography*. 18:53-71.
- Isari, S., Psarra, S., Pitta P., Mara, P., Tomprou, M.O., Ramfos, A., Somarakis, S., Tselepidis, A., Koutsikopoulos, C., Fragopoulou, N., 2007., Differential patterns of mesozooplankters' distribution in relation to physical and biological variables of the northeastren Aegean Sea (eastern Mediterranean), *Marine Biology*, 151: 1035-1050. doi: [10.1007/s00227-006-0542-7](https://doi.org/10.1007/s00227-006-0542-7)
- Lagler, K.F., 1956., *Freshwater Biology*. W.M.C. Brown Company, Publishers Dubuque, Iowa
- Marazzo, A., Valentin J.L., 2000., Spatial and temporal variations of *Penilia avirostris* and *Evadne tergestina* (Crustacea, Branchiopoda) in a tropical bay, Brazil. *Hydrobiologia* 445:133-139. doi: [10.1023/A:1017592323388](https://doi.org/10.1023/A:1017592323388)
- Mikschi, E., 1989., Rotifer distributions in relation to temperature and oxygen content. *Hydrobiologia*. 186/187: 209-214. doi: [10.1007/BF00048914](https://doi.org/10.1007/BF00048914)
- Moss, B., 1988., *Ecology of Freshwater: Man and Medium*, Blackwell scientific publications, pp. 223-235.
- Neumann- Leitão, S.; Gusmão, L. M.; Silva, T.; Nascimento- Viaira, D. A., Silva, A. P., 1999., Mesozooplankton biomass and diversity in coastal and ocanic waters off North-Eastern Brazil. *Archive of Fishery and Marine Research*. 47(23): 153-165.
- Niermann, U., Bingel, F., Ergün, G., Greve, W., 1998., Fluctuation of dominant mesozooplankton species in the Black Sea, North Sea and Baltic Sea: Is a general trend recognisable?, *Turkish Journal of Zoology*, 22:63-81
- Özel, İ., 2000., *Planktonoloji 1, Plankton Ekolojisi ve Araştırma Yöntemleri, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları*, 271 pp.
- Rose, M., 1933., *Copepodes Pelagiques. Fauna du France*, 26, 374 pp.
- Sever, T.M., 1997., Determination of the Aegean Sea pelagic kopepods and qualitative and quantitative distribution of important species (in Turkish with English abstract). Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 105 s.
- Shiganova, T., 2005., Changes in appendicularian *Oikopleura dioica* abundance caused by invasion of alien ctenophores in the Black Sea, *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 85:477-494.
- Tarkan, A.N., İşinibilir, M., Tarkan, A.S., 2005., Seasonal variations of the zooplankton composition and abundance in the İstanbul Strait. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 8(9): 1327-1336.
- Ter Braak, C.J.F., 1986., Canonical correspondence analysis: a new eingenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, 67:1167-1179.
- Yılmaz, İ.N., 2008., Zooplankton dynamics of the Sea of Marmara (in Turkish with English abstract). Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, 106 s. <http://www.Samsun.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 12 Ağustos 2013).