

E-ISSN 2618-6365

Vol. 2 Issue 1

2019

# AQUATIC RESEARCH

The background of the cover is a detailed fossil record of aquatic life. It features a large trilobite at the top, a smaller trilobite on the left, a large nautilus-like shell in the center, and another trilobite on the right. The fossils are set against a textured, brownish-grey rock surface.

ScientificWebJournals (SWJ) Publishing

# AQUATIC RESEARCH



## AQUATIC RESEARCH

Abbreviation: **Aquat Res**

**e-ISSN: 2618-6365**

**journal published in one volume of four issues per year by**

**[www.ScientificWebJournals.com](http://www.ScientificWebJournals.com)**

### **Aims and Scope**

“AQUATIC RESEARCH” journal publishes peer-reviewed articles covering all aspects of Aquatic Biology, Aquatic Ecology, Aquatic Environment and Pollutants, Aquaculture, Conservation and Management of Aquatic Source, Economics and Managements of Fisheries, Fish Diseases and Health, Fisheries Resources and Management, Genetics of Aquatic Organisms, Limnology, Maritime Sciences, Marine Accidents, Marine Navigation and Safety, Marine and Coastal Ecology, Oseanography, Seafood Processing and Quality Control, Seafood Safety Systems, Sustainability in Marine and Freshwater Systems in the form of review articles, original articles, and short communications.

Peer-reviewed (**with two blind reviewers**) open access journal publishes articles quarterly in **English** or **Turkish** language.

© 2019 ScientificWebJournals (SWJ)

All rights reserved/Bütün hakları saklıdır.

## Chief Editor:

**Prof. Dr. Nuray ERKAN**, [nurerkan@istanbul.edu.tr](mailto:nurerkan@istanbul.edu.tr)

Istanbul University, Faculty of Aquatic Sciences, Department Seafood Processing Technology and Safety, Turkey

## Cover Photo:

**Prof. Dr. Özkan ÖZDEN**, [ozden@istanbul.edu.tr](mailto:ozden@istanbul.edu.tr)

Istanbul University, Faculty of Aquatic Sciences, Department Seafood Processing Technology and Safety, Turkey

## Editorial Board:

**[Prof.Dr. Miguel Vazquez ARCHDALE](#)**

Japan

[miguel@fish.kagoshima-u.ac.jp](mailto:miguel@fish.kagoshima-u.ac.jp)

*Institution:* Kagoshima University, Faculty of Fisheries,  
Fisheries Resource Sciences Department

**[Prof.Dr. Mazlan Abd. GHAFFAR](#)**

Malaysia

[mag@umt.edu.my](mailto:mag@umt.edu.my)

*Institution:* University of Malaysia Terengganu, Institute of  
Oceanography and Environmental

**[Prof.Dr. Adrian GROZEA](#)**

Romania

[grozea@animalsci-tm.ro](mailto:grozea@animalsci-tm.ro)

*Institution:* Banat's University of Agricultural Sciences and  
Veterinary Medicine, Faculty of Animal Science and  
Biotechnologies

**[Prof.Dr. Saleem MUSTAFA](#)**

Malaysia

[saleem@ums.edu.my](mailto:saleem@ums.edu.my)

*Institution:* Universiti Malaysia Sabah

**[Prof.Dr. Tamuka NHIWATIWA](#)**

Zimbabwe

[drtnhiwatiwa@gmail.com](mailto:drtnhiwatiwa@gmail.com)

*Institution:* University of Zimbabwe, Department of  
Biological Sciences

**[Prof.Dr. Özkan ÖZDEN](#)**

Turkey

[ozden@istanbul.edu.tr](mailto:ozden@istanbul.edu.tr)

*Institution:* Istanbul University, Faculty of Aquatic Sciences

**[Prof.Dr. Murat YİĞİT](#)**

Turkey

[muratvigit@comu.edu.tr](mailto:muratvigit@comu.edu.tr)

*Institution:* Canakkale Onsekiz Mart University, Faculty of  
Marine Science and Technology

**[Assoc.Prof.Dr. Makiko ENOKI](#)**

Japan

[enoki@kaiyodai.ac.jp](mailto:enoki@kaiyodai.ac.jp)

*Institution:* Tokyo University of Marine Science and  
Technology Faculty of Marine Science, Department of  
Marine Resources and Energy

**[Assoc.Prof.Dr. Athanasios EXADACTYLOS](#)**

Greece

[exadact@uth.gr](mailto:exadact@uth.gr)

*Institution:* University of Thessaly (UTH), Department of  
Ichthyology and Aquatic Environment (DIAE)

**[Assoc.Prof. Matthew TAN](#)**

Australia

[matthew.tan@jcu.edu.au](mailto:matthew.tan@jcu.edu.au)

*Institution:* James Cook University, Centre for Sustainable  
Tropical Fisheries and Aquaculture (CSTFA) - College of  
Science & Engineering

# AQUATIC RESEARCH



**Vol. 2 Issue 1 Page 1-40 (2019)**

## Table of Contents/İçerik

### Research Articles

[YUMURTALIK KIYISAL SULARINDA \(KUZEY DOĞU AKDENİZ\) MESOZOOPLANKTON STOKLARININ 2012-2017 YILLARI ARASINDAKİ ZAMANSAL DEĞİŞİMİ](#) / Pages: 1-15, Tuba Terbıyık Kurt

[CHANGES IN CERTAIN ACUTE PHASE PROTEINS OF COMMON CARP \(\*Cyprinus carpio\*\) EXPOSED TO ORGANOPHOSPHATE INSECTICIDES](#) / Pages: 16-23, Dimitrinka Zapryanova, Alexander Atanasoff, Radoslav Simeonov, Çiğdem Ürkü, Galin Nicolov, Teodor Georgieva

[DOĞAL TATLIŞU ORTAMLARINDAN YIĞIN HALİNDE TOPLANAN \*Cladophora glomerata\* \(LINNAEUS\) KÜTZING VE \*Mougeotia\* sp. TÜRLERİNİN BİYOKİMYASAL KOMPOZİSYONU](#) / Pages: 24-31 Dilek Yalçın Duygu, İlkay Açıkgöz Erkaya, Özge Sızmaz

### Short Communication

[OCCURRENCE OF THE ATLANTIC POMFRET, \*Brama brama\* \(BONNATERRE 1788\) \(PERCIFORMES: BRAMIDAE\) IN THE AEGEAN SEA \(SİĞACIK BAY, TURKEY\)](#) / Pages: 32-35, Okan Akyol, Ali Ulaş

[A NEW LOCALITY FOR THE ENDEMIC \*Gobio sakaryaensis\* TURAN, EKMEKÇİ, LUSKOVA & MENDEL, 2012 IN THE MARMARA REGION \(TURKEY\) AND THE LENGTH-WEIGHT RELATIONSHIP OF THE SPECIES](#) / Pages: 36-40, Gülşah Saç, Özcan Gaygusuz, Çiğdem Gürsoy Gaygusuz, Müfit Özuluğ



## Research Article

# YUMURTALIK KIYISAL SULARINDA (KUZEY DOĞU AKDENİZ) MESOZOPLANKTON STOKLARININ 2012-2017 YILLARI ARASINDAKİ ZAMANSAL DEĞİŞİMİ

Tuba Terbiyik Kurt 

### Cite this article as:

Terbiyik Kurt, T. (2019). Yumurtalık kıyısalları (kuzey doğu akdeniz) mesozooplankton stoklarının 2012-2017 yılları arasındaki zamansal değişimi. *Aquatic Research*, 2(1), 1-15. <https://doi.org/10.3153/AR19001>

Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri  
Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü,  
01330, Sarıçam, Adana

Submitted: 23.09.2018

Accepted: 18.10.2018

Published online: 01.12.2018

### Correspondence:

Tuba TERBIYIK KURT

E-mail: [tterbivik@cu.edu.tr](mailto:tterbivik@cu.edu.tr)

©Copyright 2019 by ScientificWebJournals

Available online at  
<http://aquatres.scientificwebjournals.com>

## ÖZ

Pelajik ekosistemin temel taşlarından olan zooplanktonun kalitatif ve kantitatif değişimi ekosistemde meydana gelen çevresel değişimlerinde göstergesi olarak bilinmektedir. Bu bağlamda, çalışmada mesozooplanktonun miktarsal durumu ve grup kompozisyonu karakterize edilerek İskenderun Körfezi kıyısallarındaki mevcut durumun tespit edilmesi amaçlanmıştır. Mesozooplankton örneklemeleri Nisan 2012 ve Aralık 2017 yılları arasında mevsimsel sıklıkta dipten yüzeye vertikal olarak 5 istasyonda gerçekleştirilmiştir. Toplam 32 zooplankton grubu bulunmuş olup, bunlardan 15 tanesi holoplankton grubu, gerisi meroplankton gruplarıdır. Holoplankton olan gruplar genellikle çalışma alanında baskın olmakla birlikte, sadece 2013 ve 2015 yılı yaz mevsimlerinde Echinodermata baskın olarak gözlenmiştir. Çalışma alanında holoplanktonda genellikle Copepoda baskın grup olarak gözlenirken, sıcak periyotlarda Cladocera ve Echinodermata baskındır. 2015 yılı sonbaharında ise Doliolida baskın grup olarak gözlenmiştir. Bolluk ve biyokütle değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz olarak bulunmakla birlikte ( $p>0,05$ ), mevsimsel değişimler istatistiksel açıdan önemli çıkmıştır (sırasıyla,  $p<0,01$ ,  $p<0,05$ ). Mesozooplankton biyokütle değerleri ilkbahar mevsiminde  $0,5-21,6 \text{ mg/m}^3$ , yazın  $2,2- 23,7 \text{ mg/m}^3$ , sonbaharda  $2-27,9 \text{ mg/m}^3$  ve kışın  $1,3-17,3 \text{ mg/m}^3$  arasında değişim göstermiştir. Sonuç olarak, İskenderun Körfezi'nde mesozooplankton mevcut stoklarının miktarı tüm örnekleme periyodu boyunca küçük ölçekte dalgalanmış olup, grup kompozisyonu bakımından meroplanktona bağlı olarak kısmen değişim göstermiştir.

**Anahtar kelimeler:** Mesozooplankton, Bolluk, Biyokütle, Grup Kompozisyon, İskenderun Körfezi

## ABSTRACT

### TEMPORAL CHANGES OF MESOZOPLANKTON STANDING STOCKS IN COASTAL WATERS OF YUMURTALIK (NORTHEASTERN MEDITERRANEAN) IN YEARS 2012-2017

The variation in qualitative and quantitative situation, as well as composition of zooplankton, major keystones in the pelagic ecosystem, are known as indicators of changing environmental conditions. In this study, we particularly sought to determine the current situation of the coastal waters in Iskenderun Bay by characterizing the quantitative status and group composition of mesozooplankton. Mesozooplankton samplings were taken vertically at 5 stations from surface to bottom between April 2012 and December 2017 at seasonal scale. A total of 32 zooplankton groups were identified, of which 15 were holoplankton and the rest were meroplankton. Although holoplanktonic groups are generally predominant, only Echinodermata was dominant in summer of 2013 and 2015. In the study area, Copepoda was generally seen as a dominant group in holoplankton, while Cladocera and Echinodermata were dominant in warmer periods. Doliolida was only observed as the dominant group in the only autumn of 2015. Although variations in abundance and biomass among years were statistically insignificant ( $p>0,05$ ), seasonal changes were statistically significant ( $p<0,01$ ,  $p<0,05$ , respectively). Mesozooplankton biomass varied between  $0,5-21,6 \text{ mg/m}^3$  in the spring season,  $2,2- 23,7 \text{ mg/m}^3$  in the summer,  $2-27,9 \text{ mg/m}^3$  in the autumn and  $1,3-17,3 \text{ mg/m}^3$  in winter.

As a result, the mesozooplankton standing stocks in Iskenderun Bay fluctuated at a small scale during the whole sampling period, however, group composition was partly differed due to variations in meroplankton groups.

**Keywords:** Mesozooplankton, Abundance, Biomass, Group Composition, Iskenderun Bay

## Giriş

Zooplankton besin ağında bitkisel canlılarla karnivor canlılar arasında madde ve enerji akışını sağlayarak pelajik ekosistemin şekillenmesinde rol oynayan önemli bir canlı grubudur (Lenz, 2000; Skjoldal ve ark., 2000). İkincil üretimden sorumlu olan bu canlıların miktarı, daha üst trofik seviyedeki canlıların miktarsal durumu hakkında bilgi vermektedir (Lenz, 2000). Ayrıca abiyotik ve biyotik faktörler, insan kaynaklı kirleticiler gibi çevresel koşullardaki keskin değişimlere karşı hassas olan bu canlıların mevcut stok tespiti ve değişimlerinin belirlenmesi ekosistemdeki değişimlerin tahmini için oldukça önemlidir (Gajbhiye, 2002).

İskenderun Körfezi, etrafında birçok kuruluşun bulunduğu, farklı bölgelerde farklı karasal girdilere maruz kalan bir bölgedir. Endüstriyel, tarımsal, balıkçılık, deniz taşımacılığı ve turizm faaliyetlerinin yanı sıra nehir girdilerinin de etkisinde olan körfezde, gün geçtikçe karasal baskılar artış göstermektedir (Coğun ve ark., 2005; Terbıyık Kurt ve Polat, 2015). Bu bağlamda bölgede zooplankton topluluklarının miktarsal durumunun tespiti ve zooplankton gruplarındaki değişimlerin toplam bolluk üzerindeki etkisinin belirlenmesi, ayrıca yıllar arası değişimlerinin uzun soluklu izlenmesi büyük önem taşımaktadır. İskenderun Körfezi'nin zooplankton kompozisyonu ile ilgili farklı çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalarda genellikle tek yıl içindeki mevsimsel durumun tespiti ve tür kompozisyonundaki değişimler incelenmiştir (Gücü, 1987; Toklu ve Sarihan, 2003; Terbıyık Kurt ve Polat, 2013a; Terbıyık Kurt ve Polat, 2014; Toklu- Alıçlı ve Sarihan, 2016; Terbıyık Kurt, 2018). Ayrıca çalışma bölgesinde zooplankton grup ve boy dağılımı ile de 3 yıllık bir çalışma mevcut olmakla birlikte, bu çalışmanın tarih aralığı 2009-2011 yıllarını kapsamaktadır (Terbıyık Kurt ve Polat, 2015). Bu çalışma ise önceki çalışmaların devamı niteliğinde olup, yıllar arası değişimlerin daha iyi ortaya konması açısından büyük önem taşımaktadır.

Yapılan bu çalışma ile zooplankton mevcut stoğunun durumunun ortaya konması ve bu stoktaki dalgalanmalarda rol oynayan zooplankton gruplarının değişiminin incelenmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Metot

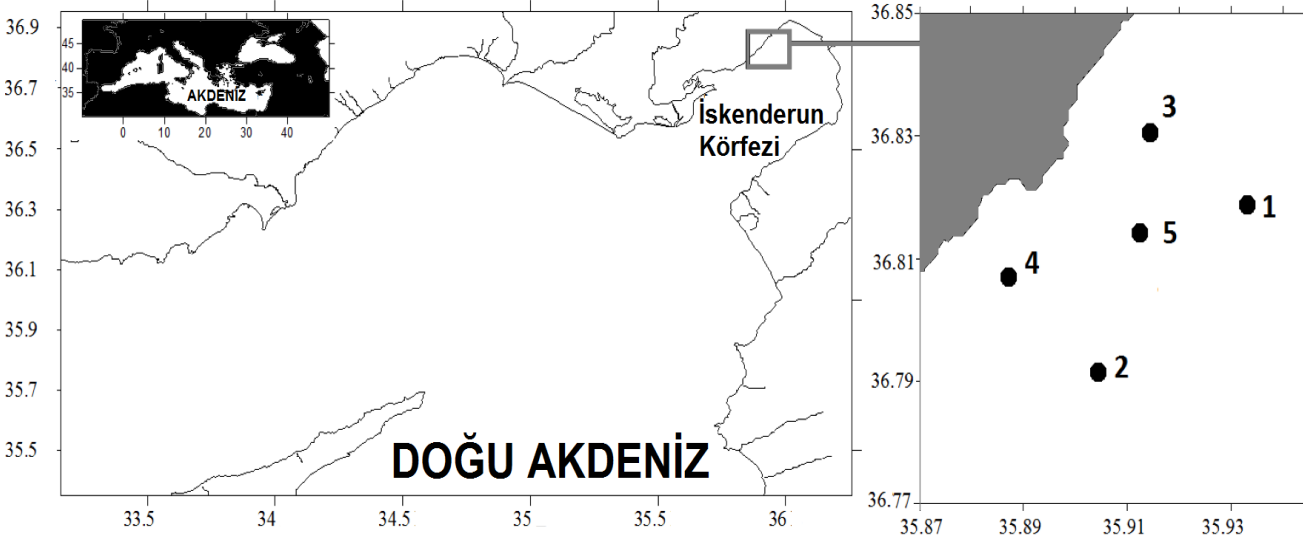
### Çalışma Alanı

İskenderun Körfezi, Doğu Akdeniz'in kuzey batısında yer alan, karanın içeriye girinti yapmasıyla oluşmuş, geniş bir

ağız kısmıyla açık denizle bağlantısı olan bir körfezdır. Körfezin genişliği 35 km, uzunluğu 65 km olup, 2275 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kaplamaktadır (Şekil 1). Körfez ortalama derinliği 70 m olup, maksimum derinliğe (yaklaşık 100 m) körfez ağız açıklığında rastlanır. Körfeze dökülen en büyük tatlı su kaynağı Ceyhan Nehri olup, debisi 180 m<sup>3</sup> sn'dir (Yılmaz ve ark., 1991; Avşar, 1999). Körfezin akıntı sistemi geniş bir ağız açıklığı sayesinde rüzgâr ve dip akıntılarından büyük ölçüde etkilenmektedir (İyiduar 1986).

### Örnekleme ve Analiz Prosedürleri

Çalışma, 2012-2017 yılları arasında İskenderun Körfezi kıyusal bölgesinde belirlenmiş olan 5 istasyonda mevsimsel olarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Zooplankton örnekleri 200 mikrometre ağ göz açıklığına sahip WP-2 kepçesi ile dipten yüzeye doğru toplanmıştır. Her bir istasyondan biri biyokütle ölçümü, diğeri ise zooplankton bolluk ve grup kompozisyonunun belirlenmesi için kullanılmak üzere iki kez zooplankton çekimi yapılmış olup, çekim derinliği 5 ila 15 m arasında değişmiştir. Alınan örnekler %4'lük deniz suyu-formaldehit çözeltisi ile fiks edilmiştir. Biyokütle ölçümleri için kullanılan zooplankton örneği önce süzme düzeneği vasıtasıyla süzölmüş ve daha sonra 60°C'de 24 saat kurutulduktan sonra vakumlu desikatör içinde 1 saat bekletilerek ağırlığı ölçölmüş olan filtrelerden süzölmüştür. Süzöntüyü içeren filtrelelere de aynı kurutma ve tartım işlemleri uygulanmıştır. Filtrelerin son ağırlıklarından ilk ağırlıkları çıkılarak zooplankton kuru ağırlık değerleri hesaplanmıştır. Bolluk ve zooplankton grup kompozisyonunun belirlenmesi için kullanılacak örneklerden folsom ayırıcı ile alt örnek alınmış, daha sonra bu alt örnekler Olympus SZX16 stereomikroskop altında sayılmıştır. Bolluk ve biyokütle değerleri sırasıyla birey/m<sup>3</sup> ve mg/m<sup>3</sup> olarak standardize edilmiştir. Toplam zooplankton bolluk ve biyokütlesinin mevsimsel ve yıllara göre değişim grafiğı kutu-bıyık diyagramı ile medyan ve kartiller kullanılarak oluşturulmuştur. Aynı şekilde yıllara ve mevsimlere göre zooplankton değişiminin anlamlılık düzeyini belirlemede ise tek yönlü ANOVA testi uygulanmıştır. İstatistiki analizler için SPSS 17 paket program kullanılmıştır. Test uygulanmadan önce karekök transformasyonu uygulanmıştır. 2012-2015 yılı arası toplam Cladocera değerleri Terbıyık Kurt ve Polat (2017) ve 2012 yılı zooplankton biyokütle ve bolluk verileri Terbıyık Kurt ve Polat (2013b)'den alınmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanı

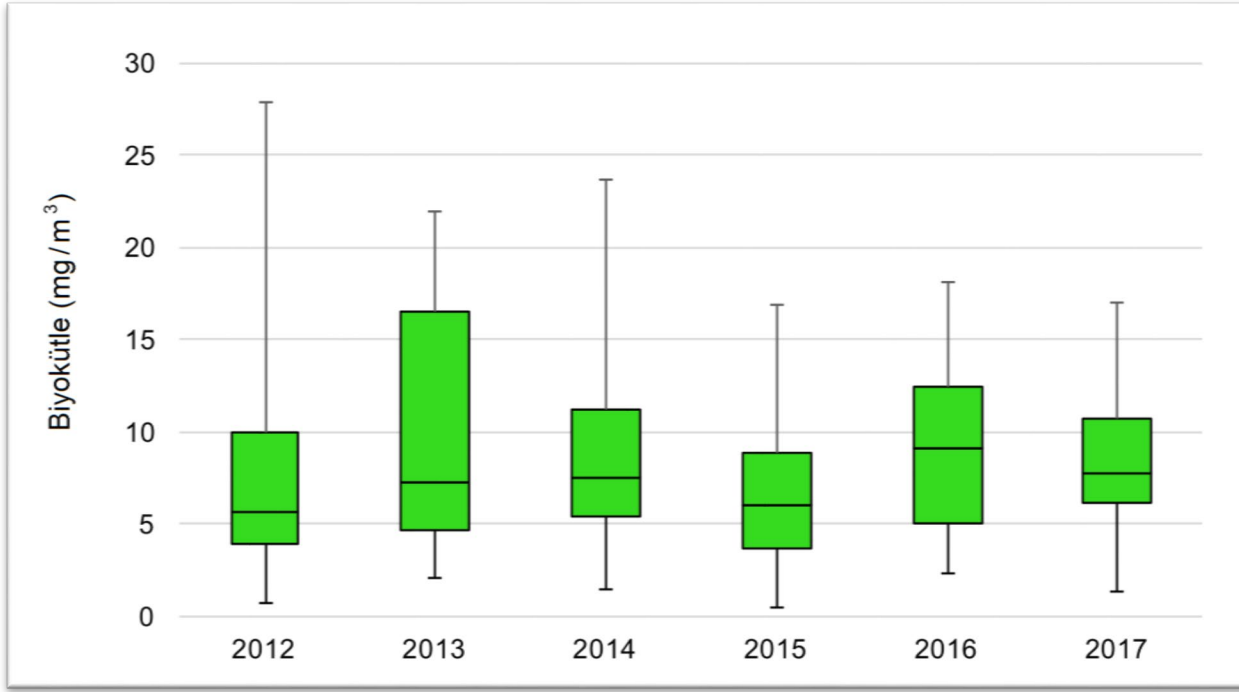
Figure 1. Study area

## Bulgular ve Tartışma

### Mesozooplankton Mevcut Stok

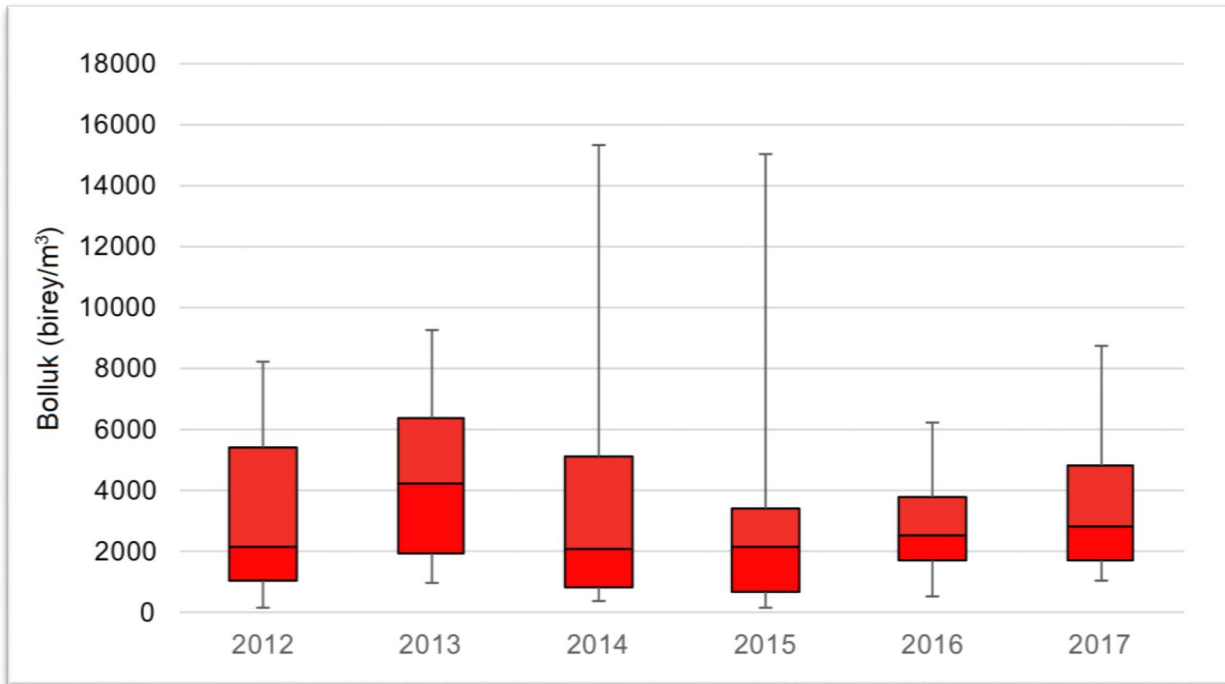
Çalışma alanında, mesozooplankton biyokütlesi 0.5 ile 27.9 mg/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir (Şekil 2). En düşük değer 2015 yılının ilkbahar mevsiminde 5 nolu istasyonda gözlenirken, en yüksek 2012 yılının sonbahar mevsiminde 1 nolu istasyonda ölçülmüştür. Yıllık ortalama biyokütle değerleri bakımından en düşük 2015 yılında en yüksek 2013-2014 yıllarında gözlenmiştir (Tablo 1). Mesozooplankton bolluk değerleri ise 96-15291 birey/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir (Şekil 3). En düşük değer 2012 yılının ilkbahar mevsiminde 4 nolu istasyonda gözlenirken, en yüksek 2014 yılının yaz mevsiminde 3 nolu istasyonda ölçülmüştür. Yıllık ortalama bolluk değerleri bakımından en düşük 2016 yılında en yüksek 2013 yılında gözlenmiştir (Tablo 1). Mesozooplankton bolluk ve biyokütle değerlerinde yıllar arası değişim istatistiksel açıdan önemsiz iken ( $p > 0.05$ ), mevsimler arası fark ise istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (sırasıyla,  $p < 0.01$ ,  $p < 0.05$ ). Mesozooplankton biyokütlesinin daha çok sıcak mevsimlerde artış gösterdiği kış mevsiminde minimum seviyelerde olduğu gözlenmiştir (Şekil 4). 2012-2017 yılları boyunca maksimum bolluk yıllara göre değişmekle birlikte ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde gözlenmiştir. (Şekil 4). Kıyısız alanlarda su sirkülasyonlarındaki değişimler, nehir girdileri ve evsel atık gibi karasal girdilerdeki dalgalanmalar oldukça değişken olup, çok kısa zaman diliminde dahi çevresel faktörlerde geniş ölçekte de-

ğişkenliklere neden olmaktadır (Walsh, 1988). Bu değişkenlik başta plankton olmak üzere kıyısız ekosistemdeki canlıları büyük ölçüde etkilemekte hatta organizmaların bolluk ve biyokütlesinin mevsimsel döngüsünü baskılayabilmektedir (Calbet ve ark., 2001). Çalışma alanında yıllar arasındaki değişimlerin abiyotik ve biyotik parametrelerin örnekleme periyotlarındaki değişimiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Iskenderun Körfezi'nde zooplankton bolluğundaki değişimin sıcaklık (Terbıyık Kurt ve Polat, 2013a) fitoplankton bolluğu ve tuzluluk (Terbıyık Kurt ve Polat, 2015), biyokütlesindeki değişimin ise klorofil *a* ve fitoplankton bolluğu (Terbıyık Kurt ve Polat, 2013a) ile ilişkili olduğu rapor edilmiştir. Çalışma alanında 2012-2015 yıllarında tuzluluk değerlerinin yaz periyodunda düşük olduğu gözlenmiştir (Terbıyık Kurt ve Polat, 2017) Çalışma alanının kuzeyinde bulunan Kızlar Çayı belli periyotlarda az da olsa tuzluluk değerlerinde düşüşe neden olmakta, buda *P. avirostris*'in artışı tetikleyerek zooplankton mevcut stoklarının artışı sağlamaktadır (Terbıyık Kurt ve Polat, 2014). Benzer negatif ilişki zooplanktonun büyük çoğunluğunu oluşturan toplam Cladocera, Copepoda ve Appendicularia grupları içinde gözlenmiştir (Terbıyık Kurt ve Polat, 2015). Polat (2002) Iskenderun Körfezi'nde kıyısız istasyondaki klorofil-*a* dalgalanmalarının lokal besleyici element girdilerinden kaynaklı olabileceğini bildirmiştir. Tatlı su girdileri sonucu gerçekleşen düşük tuzluluk ve yüksek besin konsantrasyonu fitoplankton gelişimi için uygun ortam oluşturarak klorofil-*a* düzeyinde artışı sağlamakta (Pannoyotidis, 1994), dolayısıyla zooplankton mevcut stoğunda etkileyebilmektedir.



Şekil 2. Mesozooplankton biyokütle değerlerinin yıllar arası kutu bilyık grafiği.

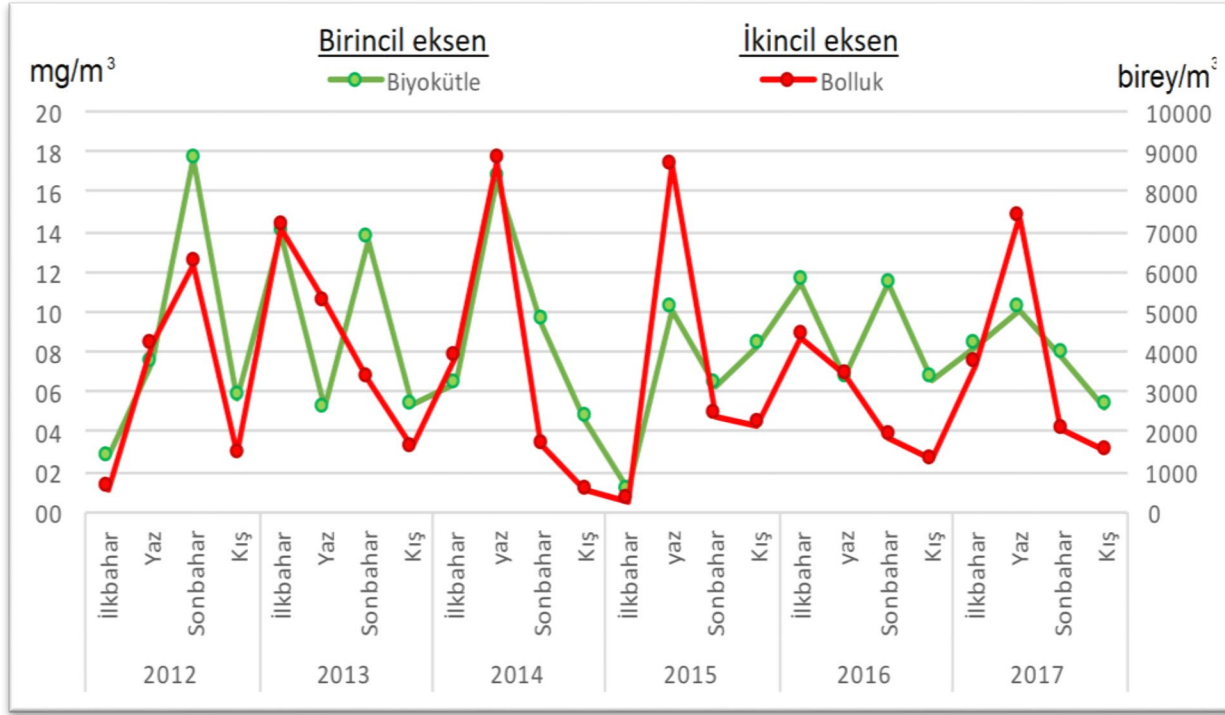
Figure 2. Box plot graph of mesozooplankton biomass values over the years.



Şekil 3. Mesozooplankton bolluk değerlerinin yıllara arası kutu bilyık grafiği.

Figure 3. Box plot graph of mesozooplankton abundance values over the years.





Şekil 4. Ortalama mesozooplankton bolluk ve biyokütle değerlerinin yıllar arasındaki mevsimsel değişimi.

Figure 4. Seasonal variations of mean mesozooplankton abundance and biomass values over the years.

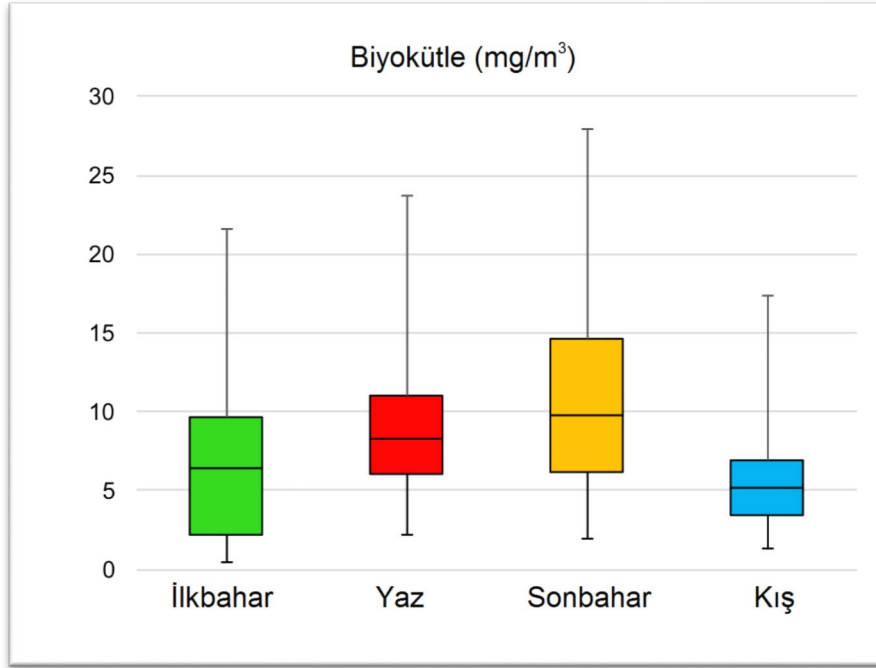
Tablo 1. Mesozooplankton bolluk (birey/m<sup>3</sup>) ve biyokütlesinin (mg/m<sup>3</sup>) yıllık değerlerinin tanımlayıcı istatistikler

Table 1. Descriptive statistics of the annual mean values of mesozooplankton abundance (individual /m<sup>3</sup>) and biomass (mg /m<sup>3</sup>)

|           |        | Ort. | Std. sapma | Min. | Mak.  | Ortalamanın 95% güven aralığı |           |
|-----------|--------|------|------------|------|-------|-------------------------------|-----------|
|           |        |      |            |      |       | Alt sınır                     | Üst sınır |
| Biyokütle | 2012   | 8.3  | 7.1        | 0.7  | 27.9  | 5.1                           | 11.7      |
|           | 2013   | 9.5  | 6.6        | 2.0  | 21.9  | 6.4                           | 12.6      |
|           | 2014   | 9.3  | 6.1        | 1.4  | 23.7  | 6.5                           | 12.1      |
|           | 2015   | 6.4  | 4.5        | .5   | 16.9  | 4.4                           | 8.5       |
|           | 2016   | 9.0  | 4.7        | 2.27 | 18.1  | 6.8                           | 11.2      |
|           | 2017   | 7.9  | 4.1        | 1.30 | 17.0  | 5.9                           | 9.8       |
|           | Toplam | 8.4  | 5.6        | .5   | 27.9  | 7.4                           | 9.4       |
| Bolluk    | 2012   | 3105 | 2690       | 96   | 8197  | 1845                          | 4364      |
|           | 2013   | 4315 | 2413       | 954  | 9203  | 3185                          | 5444      |
|           | 2014   | 3703 | 3934       | 363  | 15291 | 1862                          | 5544      |
|           | 2015   | 3374 | 4164       | 106  | 15009 | 1425                          | 5323      |
|           | 2016   | 2723 | 1505       | 524  | 6211  | 2019                          | 3427      |
|           | 2017   | 3654 | 2668       | 998  | 8750  | 2405                          | 4902      |
|           | Toplam | 3479 | 3013       | 96   | 15291 | 294                           | 4023      |

Niel Körfezi (Jamet ve ark., 2001), İskenderun Körfezi (Terbıyık Kurt ve Polat, 2013a), Saronikos Körfezi (Siokou-Frangou, 1996), Napoli Körfezi (Mazzocchi ve Ribera d'Alcala, 1995), Marsilya Güney kıyıları (Gaudy ve Champalbert, 1998), Trieste Körfezi (Mozetic ve ark. 1998), Mersin Körfezi (Zenginer- Yılmaz ve Beşiktepe 2010), Balerik denizi kıyısal suları (Fernandez de'Puelles ve ark., 2003), Blanes kıyısal alanları (Calbet ve ark., 2001) gibi farklı koşullara ve antropojenik baskılara sahip alanlarda yapılan çalışmalarda pik zamanları bölgesel olarak değişiklik göstermiştir. Bu çalışmalar dikkate alındığında çoğunluğunda zooplankton piklerinin ilkbahar, yaz ve sonbaharda gerçekleştiği, kış mevsimi ise göreceli olarak düşük düzeylerde kaldığı rapor edilmiştir. Fakat karasal girdilerin baskın olduğu bölgelerde kış pikleride gerçekleşebilmektedir (Jamet ve ark., 2001; Jamet ve ark., 2005). Çalışma alanında en düşük mevsimsel ortalama biyokütle değeri kış mevsiminde gözlenirken, en yüksek değer sonbaharda gözlenmiştir (Tablo 2). Mesozooplankton biyokütle değerleri ilkbahar mevsiminde 0.5-21.6 mg/m<sup>3</sup>, yazın 2.2- 23.7 mg/m<sup>3</sup>, sonbaharda 2-27.9 mg/m<sup>3</sup> ve kışın 1.3-17.3 mg/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir (Şekil 5, Tablo 2). En düşük mevsimsel ortalama bolluk değeri kışın, en yüksek değer yazın gözlenmiştir (Tablo 2). Mesozooplankton bolluk değerleri ilkbahar mevsiminde 96-9203 birey/m<sup>3</sup>, yazın 1864-15291 birey/m<sup>3</sup>, sonbaharda 785-8197 birey/m<sup>3</sup> ve kışın 363-2986 birey/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir (Şekil 6, Tablo 2). Çalışmada gözlenen bolluk ve biyokütle değerleri, İskenderun Körfezi ve Akdeniz'de yapılan çalışmalarda rapor edilen değerlere yakındır. Zooplankton bolluk değerleri Napoli kıyılarında 223-11148 birey/m<sup>3</sup>(Mazzocchi ve Ribera d'Alcala 1995), Yunanistan kıyısal sularında 391- 8243 birey/m<sup>3</sup> (Ramfos ve ark., 2005), Vranjic baseninde (doğu Adriyatik Denizi) 2261-20435 birey/m<sup>3</sup> (Vidjak ve ark., 2006), Kıbrıs kıyısal sularında 153-498 birey/m<sup>3</sup> (Hannides ve ark., 2015), Annaba Körfezi'nde 1200-6000 birey/m<sup>3</sup> (Ounissi, ve ark., 2016) olarak rapor edilmiştir. Biyokütle değerleri ise Yunanistan kıyısal sularında 1.5-28.4 mg/m<sup>3</sup> (Ramfos ve ark., 2005), 0.8-5.2 mg/m<sup>3</sup>

(Hannides ve ark., 2015), Annaba Körfezi'nde 6.70-25.70 mg/m<sup>3</sup> (Ounissi, ve ark., 2016) olarak ölçülmüştür. İskenderun Körfezi kıyısal sularında daha önce mesozooplankton bolluğunun 438-10892.7 birey/m<sup>3</sup> arasında, biyokütlesinin ise 2.2 – 52.9 mg/m<sup>3</sup> arasında değiştiği rapor edilmiştir (Terbıyık Kurt ve Polat, 2013a; Terbıyık Kurt ve Polat, 2015). Buna karşın, minimal değerler incelendiğinde mevcut çalışmada özellikle 2015 yılının ilkbahar döneminde bolluk ve biyokütle değerlerinin rapor edilen değerlerden oldukça düşük olduğu dikkati çekmiştir. Çalışma alanında önceki çalışmalarda en yüksek biyokütle değerleri 2010-2011 yılları haricinde benzer olarak sonbaharda gözlemlenmiştir (Terbıyık Kurt ve Polat, 2013a; 2015) ve muhtemelen *Calanopia elliptica*, *Labidocera pavo* gibi büyük boyutlu türlerin mevsimsel bulunurluğu ile ilişkilidir (Terbıyık Kurt ve Polat, 2013a). Zooplankton mevcut stokları bölgede yapılan diğer çalışmalarla birlikte ele alındığında mesozooplankton bolluk değerlerinin 2010-2011 yılı sonrası 2008-2009 periyodundaki rapor edilen değerlere göre yıllık ortalaması artarken, biyokütle değerleri ise aksine azalmıştır (Şekil 7). 2010 yılı yazında gerçekleşen sıcak hava dalgası Türkiye'de pozitif sıcaklık anomalilerinin varlığına yol açmış olup, Orta ve Doğu Avrupa'yı etkileyen sıcak hava dalgası kuzey yönlü dolaşım ile Türkiye'de ortalama yüzey hava sıcaklıklarının uzun süre yüksek seviyede kalmasına neden olmuştur (Acar-Deniz ve Gönençgil, 2017) ve yirminci yüzyıl ortalaması ile karşılaştırıldığında, Kuzey Yarımküre birleştirilmiş kara ve okyanus yüzey sıcaklığı bakımından en sıcak yılı, küresel okyanus yüzeyi sıcaklığı bakımından 2005 yılı ile aynı olup, üçüncü en sıcak yıldır (Çelik ve Özalp, 2011). Bu periyot sonrası gerçekleştirilen bu çalışmada nispeten yıllık olarak daha az değişken mesozooplankton bolluk ve biyokütle değerleri gözlenmiştir. Çalışma bölgesinde 2008 ve 2009 mesozooplankton ortalama bolluk değerleri çalışma alanında gözlenen değerlerden daha düşük iken, biyokütle bakımından daha yüksektir. 2010-2011 yıllarında ise mesozooplankton bolluğu *Penilia avirostris* aşırı artışı ile pik yapmış olup (Terbıyık-Kurt ve Polat, 2013a; 2015), 2008-2017 yılları arasındaki en yüksek bolluk değerine ulaşmıştır.



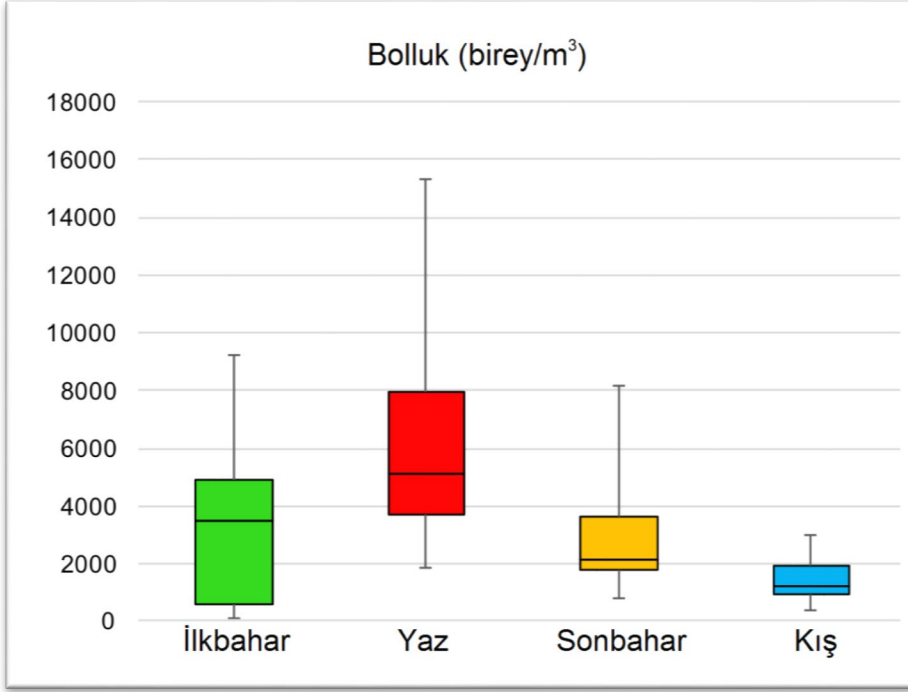
Şekil 5. Mesozooplankton biyokütle değerlerinin mevsimsel kutu bilyık grafiği.

Figure 5. Box plot graph of of mesozooplankton biomass values over the seasons

Tablo 2. Mesozooplankton bolluk (birey/m<sup>3</sup>) ve biyokütlesinin (mg/m<sup>3</sup>) mevsimsel değeriinin tanımlayıcı istatistikleri

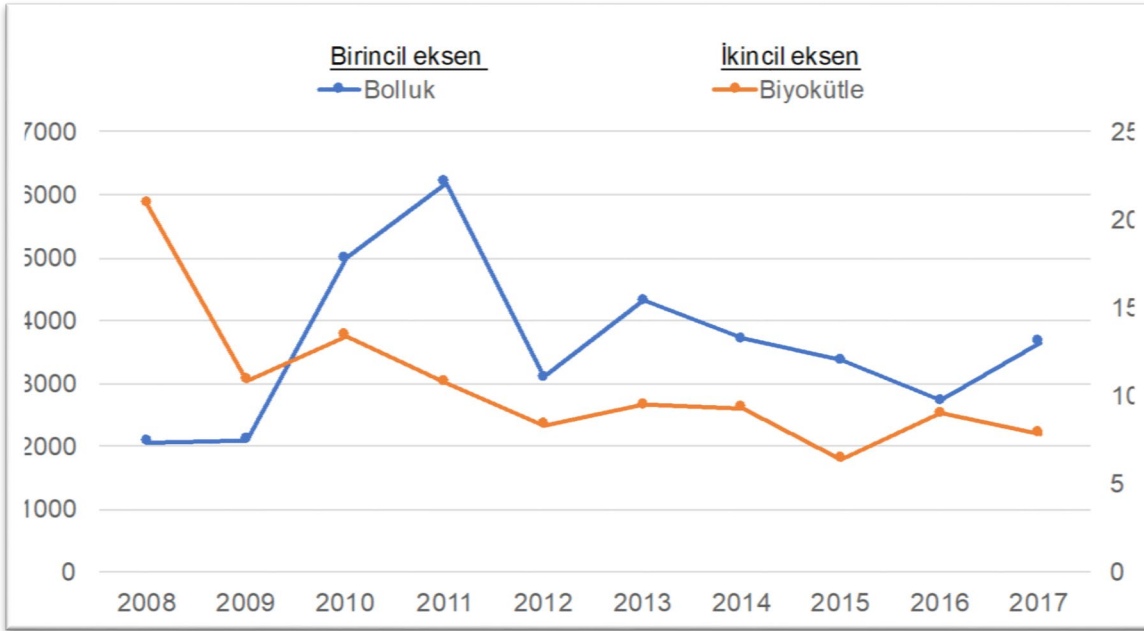
Table 2. Descriptive statistics of seasonal mean values of mesozooplankton abundance (individual/m<sup>3</sup>) and biomass (mg/m<sup>3</sup>)

|           |          | Ort. | Std. sapma | Min. | Mak.  | Ortalamanın 95% güven aralığı |           |
|-----------|----------|------|------------|------|-------|-------------------------------|-----------|
|           |          |      |            |      |       | Alt sınır                     | Üst sınır |
| Biyokütle | İlkbahar | 7.3  | 5.9        | 0.5  | 21.6  | 5.1                           | 9.5       |
|           | Yaz      | 9.4  | 5.3        | 2.2  | 23.7  | 7.4                           | 11.3      |
|           | Sonbahar | 11.0 | 6.1        | 2.0  | 27.9  | 8.8                           | 13.3      |
|           | Kış      | 6.0  | 3.8        | 1.3  | 17.3  | 4.6                           | 7.4       |
|           | Toplam   | 8.4  | 5.6        | 0.5  | 27.9  | 0.5                           | 9.4       |
| Bolluk    | İlkbahar | 3308 | 2629       | 96   | 9203  | 2327                          | 4290      |
|           | Yaz      | 6272 | 3598       | 1864 | 15291 | 4929                          | 7615      |
|           | Sonbahar | 2909 | 2001       | 785  | 8197  | 2162                          | 3656      |
|           | Kış      | 1426 | 765        | 363  | 2986  | 1140                          | 1711      |
|           | Toplam   | 3479 | 3013       | 96   | 15291 | 2934                          | 4023      |



Şekil 6. Mesozooplankton bolluk değerlerinin mevsimsel kutu bıyık grafiği.

Figure 6. Box plot graph of mesozooplankton abundance values over the seasons



Şekil 7. Mesozooplankton yıllık ortalama bolluk (birey/m³) ve biyokütlesinin (mg/m³) çalışma alanında yıllara göre değişimi. (2008 verileri Terbıyık Kurt ve Polat (2013)'den, 2009-2011 yılları arası veriler Terbıyık Kurt ve Polat (2015)'ten alınmıştır).

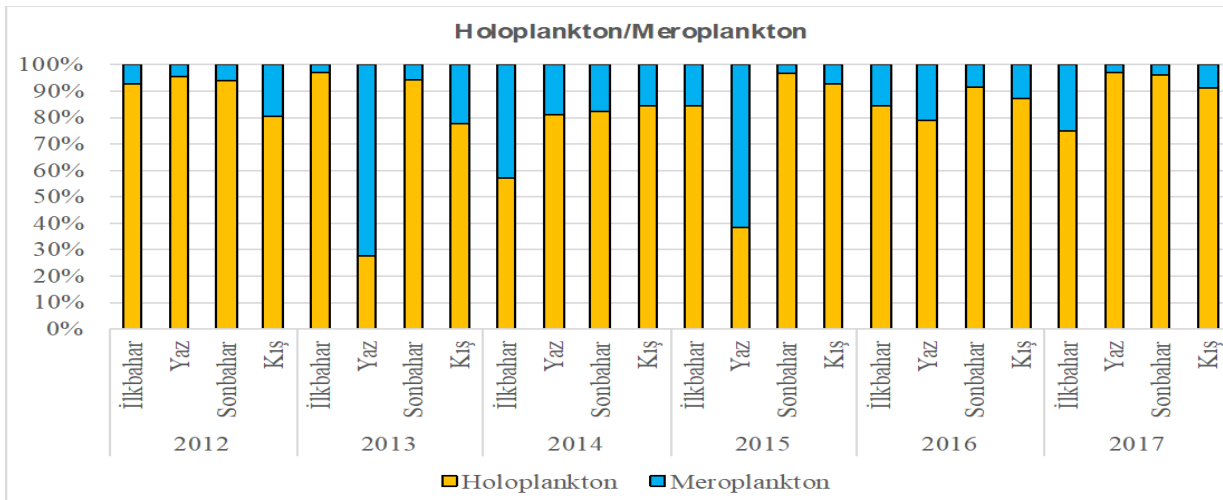
Figure 7. The variation of annual mean mesozooplankton abundance (individual / m³) and biomass (mg / m³) in the study area over the years. ( Data set for 2008 and 2009-2011 periods were obtained from Terbıyık Kurt and Polat (2013a)a and Terbıyık Kurt and Polat (2015), respectively).

### Mesozooplankton Grupları

Toplam 32 zooplankton grubu tespit edilmiş bunlardan 15'i holoplankton olup, diğerleri meroplankton gruplarıdır (Tablo 3). Holoplankton gruplarının sayısı 2012 yılında 14 ve 2014 yılında 12 olarak gözlenmiştir. Geri kalan yıllarda ise 13 grup tespit edilmiştir (Tablo 3). Meroplankton gruplarının sayısal değerleri yıllar ve mevsimler arası 10 ile 15 arasında dalgalanmıştır. Bölgede daha önce yürütülen çalışmalardan, Terbiyık Kurt ve Polat (2013a) 26, Terbiyık Kurt ve Polat (2015) 30 ve Toklu-Alıçlı ve Sarıhan (2016), 22 zooplankton grubu gözlemlediklerini rapor etmiş olup, mevcut çalışmada grup çeşitliliğinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Holoplankton ve meroplanktonun göreceli oranları mevsimsel olarak belirgin şekilde değişim göstermiş (Şekil 8) ve bu değişim yıllar arasında da görülmüştür. Bu dalgalanmalar, farklı meroplankton gruplarının bolluklarındaki artıştan ileri gelmiştir. 2012 ve 2013 mevsimi Bivalvia'nın artışı, 2013, 2015 ve 2016 yılında Echinodermata'nın artışı, 2014 yılında bahar mevsiminde Gastropoda ve 2017 yılında bahar döneminde Cirripedia'nın artışı meroplanktonun oransal olarak artışına yol açmıştır (Şekil 9). Özellikle 2013 ve 2015 yaz mevsimi'ndeki Echinodermata artışı meroplanktonun holoplankton üzerinde baskınlığına yol açmıştır.

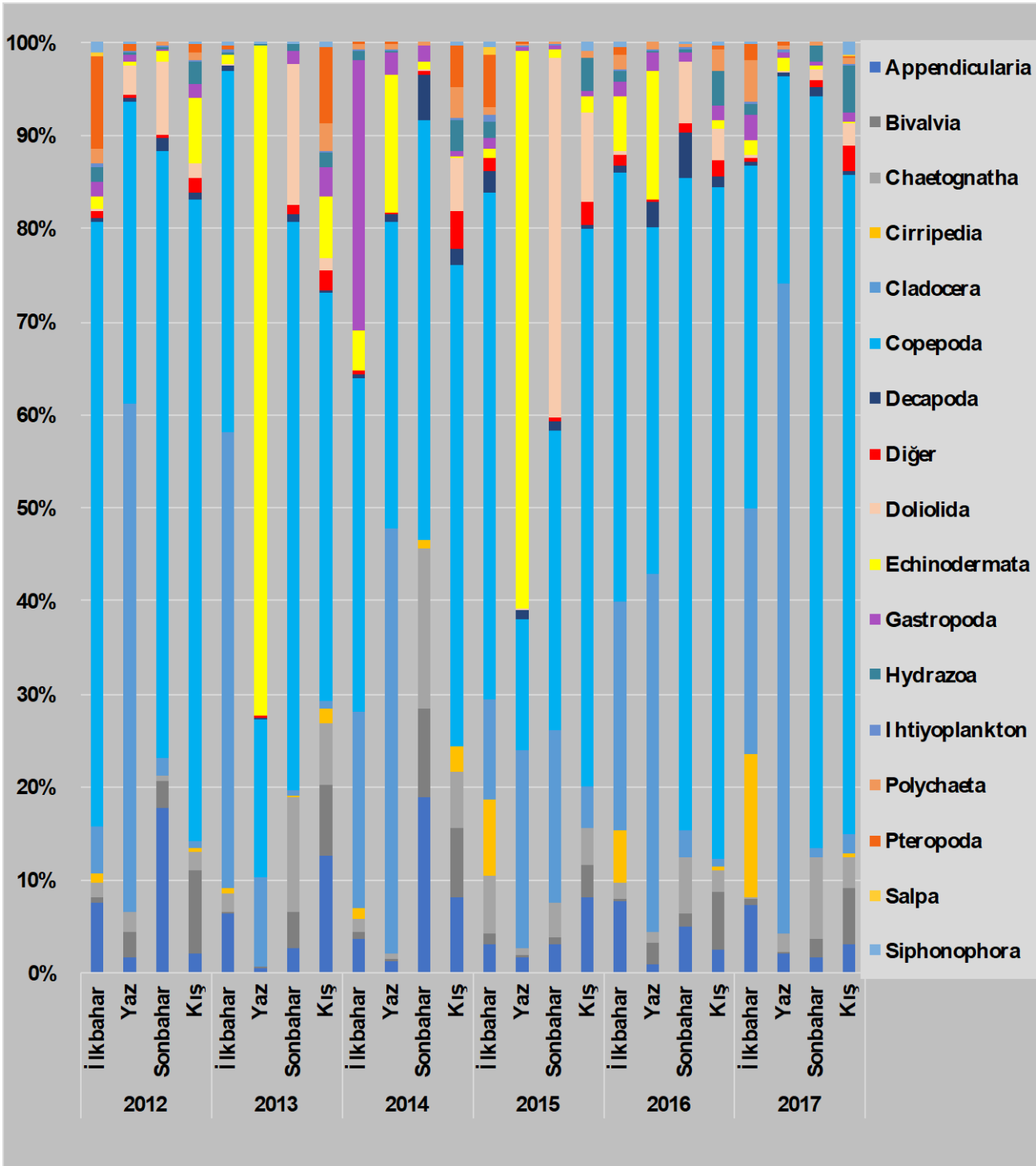
Örneklem periyodu boyunca 2017 hariç Copepoda baskın olarak gözlenmiştir (Tablo 4). 2017 yılında Cladocera dominant grup olarak bulunmuştur. 2013 ve 2015 yıllarında ise Echinodermata aşırı artarak yaz zooplanktonunda dominant hale gelmiştir (Tablo 5). Diğer yılların yaz mevsiminde ise Cladocera zooplanktonunda baskın grup olarak bulunmuştur. Sonbahar ve kış mevsiminde 2015 yılı dışında Copepoda baskınlığını korumuştur. 2015 yılı sonbaharında Dolioidea

baskın olarak gözlenirken, kış mevsiminde Copepoda dominant olarak gözlenmiştir (Tablo 5). Kısmen farklılıklar olmasına rağmen, sistemde zooplanktonu domine eden türlerin her yıl ve mevsimlerde hemen hemen benzer olduğu dikkati çekmektedir. Meroplankton gruplarında ise ilkbahar dışındaki mevsimlerde aynı grupların baskın olduğu gözlenmiştir. Körfezde diğer çalışmalarda da holoplankton grupları arasında Copepoda'nın genellikle baskın olduğu ve Cladocera ve Appendicularia gruplarıyla birlikte zooplanktonun çoğunluğunu oluşturdukları bilinmektedir (Terbiyık Kurt ve Polat, 2013a; Terbiyık Kurt ve Polat 2015). Bu gruplar, oligotrofik koşulların hakim olduğu ekosistemlerde, mikrobiyal besin ağında piko- ve nanoplanktonik canlıların algal toplulukları arasında bolluk bakımından dominant oldukları periyotlarda, fitoplankton ile meso- ve makrozooplankton arasında önemli rol oynayabilmektedir. (Roman ve ark., 1988; Nielsen ve ark., 1993). Buna bağlı olarak, Cladocera ve Pelajik tunikatlar (Appendicularia, Dolioidea gibi) bu boyuttaki canlılardan kolaylıkla besin olarak yararlanabildiklerinden, zooplankton komuniteleri içinde sıcak periyotta bolluk bakımından avantajlı konumdadır. Özellikle Cladocera türü olan *P. avirostris* sıcak periyotta İskenderun Körfezi'nde bolluk bakımından dominanttır (Terbiyık Kurt ve Polat, 2013a; 2014; 2017) ve bu tür 2 µm kadar küçük canlıları dahi besin olarak tüketebilmektedir (Turner ve ark., 1988; Atenza ve ark., 2006). Meroplankton gruplarındaki bolluk dalgalanmaları erginlerin üreme periyotlarına göre değişebilmekle birlikte, Echinodermata'nın yıllık ortalama değerleri göz önüne alındığında Copepoda ve Cladocera ile birlikte sistemde baskın olduğu görülmektedir. Önceki çalışmalarda ise bu denli yüksek bir Echinodermata artışı olmamıştır (Terbiyık Kurt ve Polat, 2013a; 2015).



Şekil 8. Holoplanktonun ve meroplanktonun oransal dağılımının mevsimsel ve yıllar arası değişimi.

Figure 8. Seasonal and annual variations of the proportional distribution of holoplankton and meroplankton.



Şekil 9. Çalışma bölgesinde yaygın bulunan mesozooplankton gruplarının baskınlık düzeylerinin (%) yıllar arasındaki mevsimsel değişimi.

Figure 9. Seasonal variation of the dominance (%) of the common mesozooplankton groups in the study area

Tablo 3. Örnekleme alanında bulunan tüm mesozooplanktonik grupların mevsimsel bulunurlukları

**Table 3.** Seasonal presence of all mesozooplanktonic groups in the sampling area

| Zooplankton grupları         | İlkbahar | Yaz | Sonbahar | Kış |
|------------------------------|----------|-----|----------|-----|
| Acantharia                   | *        |     |          |     |
| Amphipoda                    | *        | *   | *        | *   |
| Appendicularia               | *        | *   | *        | *   |
| Asciacea                     |          | *   | *        | *   |
| Ihtiyoplankton               | *        | *   | *        | *   |
| Bivalvia                     | *        | *   | *        | *   |
| Bryozoa                      | *        | *   |          |     |
| Cephalochordata              | *        |     |          |     |
| Cephalopoda                  |          |     |          | *   |
| Chaetognatha                 | *        | *   | *        | *   |
| Cirripedia                   | *        | *   | *        | *   |
| Cladocera                    | *        | *   | *        | *   |
| Ctenophora                   | *        | *   | *        | *   |
| Copepoda                     | *        | *   | *        | *   |
| Cumacea                      | *        |     |          |     |
| Decapoda                     | *        | *   | *        | *   |
| Doliolida                    | *        | *   | *        | *   |
| Echinodermata                | *        | *   | *        | *   |
| Foraminifera                 | *        | *   | *        | *   |
| Gastropoda                   | *        | *   | *        | *   |
| Heteropoda                   | *        | *   |          | *   |
| Hydrasozoa                   | *        | *   | *        | *   |
| Isopoda                      | *        | *   | *        | *   |
| Nemertea                     | *        | *   | *        | *   |
| Ostracoda                    | *        | *   | *        | *   |
| Phoronida(Actinotrach larva) | *        |     |          | *   |
| Platyhelminthes              |          |     | *        | *   |
| Polychaeta                   | *        | *   | *        | *   |
| Pteropoda                    | *        | *   | *        | *   |
| Salpa                        | *        | *   | *        | *   |
| Siphonophora                 | *        | *   | *        | *   |
| Stomatopoda                  | *        | *   | *        | *   |
| Diğer                        | *        | *   | *        | *   |

**Tablo 4.** Baskın mesozooplankton gruplarının bolluklarının yıllık ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri**Table 4.** Annual mean, standard deviation, minimum, maximum abundance and biomass values of dominant mesozooplankton groups

| 2012           | Ortalama | ± Std. Sapma | Minimum | Maksimum |
|----------------|----------|--------------|---------|----------|
| Copepoda       | 1691.9   | 1565.8       | 70.6    | 5100.4   |
| Cladocera      | 612.4    | 1165.2       | 3.1     | 3844.2   |
| Appendicularia | 312.5    | 534.7        | 2.4     | 1966.0   |
| Doliolida      | 160.7    | 255.6        | 0.0     | 937.0    |
| Bivalvia       | 105.6    | 86.5         | 0.8     | 292.8    |
| 2013           | Ortalama | ± Std. Sapma | Minimum | Maksimum |
| Copepoda       | 1597.1   | 1147.0       | 396.9   | 4978.8   |
| Cladocera      | 1002.6   | 1714.9       | 3.1     | 6082.1   |
| Echinodermata  | 988.0    | 1692.2       | 0.0     | 5437.9   |
| Appendicularia | 195.2    | 169.5        | 12.5    | 577.3    |
| Chaetognatha   | 166.4    | 163.0        | 1.6     | 527.1    |
| Doliolida      | 134.0    | 251.8        | 0.0     | 861.7    |
| 2014           | Ortalama | ± Std. Sapma | Minimum | Maksimum |
| Copepoda       | 1322.5   | 1255.3       | 162.4   | 5241.6   |
| Cladocera      | 1207.1   | 1899.2       | 0.0     | 7027.5   |
| Echinodermata  | 371.2    | 660.2        | 0.0     | 2271.4   |
| Gastropoda     | 339.4    | 541.2        | 1.0     | 1810.2   |
| Appendicularia | 153.2    | 140.4        | 20.4    | 652.5    |
| Chaetognatha   | 102.6    | 124.7        | 18.8    | 443.4    |
| 2015           | Ortalama | ± Std. Sapma | Minimum | Maksimum |
| Echinodermata  | 1315.8   | 3088.6       | 0.0     | 12180.9  |
| Copepoda       | 858.4    | 622.5        | 53.3    | 2442.3   |
| Cladocera      | 603.6    | 802.6        | 11.0    | 2992.9   |
| Doliolida      | 285.0    | 504.7        | 0.0     | 1867.7   |
| Appendicularia | 101.5    | 90.7         | 2.4     | 332.6    |
| 2016           | Ortalama | ± Std. Sapma | Minimum | Maksimum |
| Copepoda       | 1372.7   | 563.7        | 377.4   | 2815.8   |
| Cladocera      | 613.1    | 640.3        | 6.3     | 1748.4   |
| Echinodermata  | 185.8    | 337.0        | 0.0     | 1524.7   |
| Appendicularia | 122.5    | 139.1        | 0.0     | 514.5    |
| 2017           | Ortalama | ± Std. Sapma | Minimum | Maksimum |
| Cladocera      | 1539.1   | 2260.1       | 4.2     | 6358.2   |
| Copepoda       | 1432.4   | 583.6        | 620.4   | 3146.1   |
| Cirripedia     | 143.1    | 279.2        | 0.0     | 903.5    |
| Appendicularia | 127.2    | 123.7        | 20.9    | 393.2    |



**Tablo 5.** Mesozooplanktonik gruplar içindeki baskın türlerin yıllar arasında mevsimsel dağılımı**Table 5.** Seasonal distribution of dominant groups in mesozooplankton

|      | İlkbahar       | Yaz            | Sonbahar       | Kış            |
|------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 2012 | Copepoda       | Cladocera      | Copepoda       | Copepoda       |
|      | Pteropoda      | Copepoda       | Appendicularia | Bivalvia       |
|      | Appendicularia | Doliolida      | Doliolida      | Echinodermata  |
|      | Cladocera      | Bivalvia       | Bivalvia       | Hydrozoa       |
| 2013 | Cladocera      | Echinodermata  | Copepoda       | Copepoda       |
|      | Copepoda       | Copepoda       | Doliolida      | Appendicularia |
|      | Appendicularia | Cladocera      | Chaetognatha   | Pteropoda      |
|      | Chaetognatha   |                | Bivalvia       | Bivalvia       |
| 2014 | Copepoda       | Cladocera      | Copepoda       | Copepoda       |
|      | Gastropoda     | Copepoda       | Appendicularia | Appendicularia |
|      | Cladocera      | Echinodermata  | Chaetognatha   | Bivalvia       |
|      | Echinodermata  |                | Bivalvia       | Chaetognatha   |
| 2015 | Copepoda       | Echinodermata  | Doliolida      | Copepoda       |
|      | Cladocera      | Cladocera      | Copepoda       | Doliolida      |
|      | Cirripedia     | Copepoda       | Cladocera      | Appendicularia |
| 2016 | Copepoda       | Cladocera      | Copepoda       | Copepoda       |
|      | Cladocera      | Copepoda       | Doliolida      | Bivalvia       |
|      | Appendicularia | Echinodermata  | Chaetognatha   | Hydrozoa       |
|      | Echinodermata  |                |                | Doliolida      |
| 2017 | Copepoda       | Cladocera      | Copepoda       | Copepoda       |
|      | Cladocera      | Copepoda       | Chaetognatha   | Bivalvia       |
|      | Cirripedia     | Appendicularia |                | Hydrozoa       |
|      | Appendicularia | Chaetognatha   |                | Chaetognatha   |

## Sonuç

Sonuç olarak çalışma alanında mesozooplankton mevcut stoklarının miktarında yıllar arasında belirgin farklılıklar bulunmamakla birlikte, mevsimsel pik zamanları zooplankton gruplarının piklerindeki mevsimsel değişime bağlı olarak kısmen değişiklik göstermiştir. Çalışma alanı mesozooplankton mevcut stokları bakımından Akdeniz kıyısal bölge karakteristiğini yansıtmaktadır. Bununla birlikte, zooplankton hem balık larvalarının hemde bazı ergin balıkların besinini oluşturduğundan, zooplanktondaki değişim ticari balık popülasyonlarında etkilemektedir. Zooplanktondaki yıllar arasındaki mevsimsel pik değişimlerinin balık popülasyonlarını ne ölçüde etkilediğinin araştırılması balıkçılık açısından büyük önem taşımaktadır.

## Etik Standart ile Uyumluluk

**Çıkar çatışması:** Yazarlar bu yazı için gerçek, potansiyel veya algılanan çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

**Teşekkürler:** Çalışmanın yürütülmesi esnasında yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Sevim Polat'a ve örnekleme çalışmalarında yardımcı olan Dr. Sinan Mavruk ve Yüksek Lisans öğrencileri Gürkan Akbulut ve Haluk Yılmaz'a teşekkürü bir borç bilirim.

## Kaynaklar

- Acar-Deniz, Z., Gönençgil, B. (2017). Türkiye Sıcaklık Ekstremlerindeki Değişkenlikler Variations in Temperature Extremes in Turkey. *Coğrafya Dergisi*, 35, 41-54.
- Atienza, D., Saiz, E., Calbet, A. (2006). Feeding Ecology of the Marine Cladoceran *Penilia avirostris*: Natural

- diet, Prey Selectivity and Daily Ration. *Marine Ecology Progress Series*, 315, 211-220.
- Avşar, D. (1999). Yeni Bir Skifomedüz (*Rhopilema nomadica*)' ün Dağılımı ile İlgili Olarak Doğu Akdeniz'in Fiziko-Kimyasal Özellikleri. *Turkish Journal of Zoology*, 23(2), 605-616.
- Calbet, A., Garrido, S., Saiz, E., Alcaraz, M., Duarte, M. (2001). Annual Zooplankton Succession in Coastal NW Mediterranean Waters: the Importance of the Smaller Size Fractions. *Journal of Plankton Research*, 23(3), 319-331.
- Çelik, S., Özalp, Y. (2011) Sıcak yıllar meteorolojik kaynaklı afetler ve 2010 yılı V. Atmosfer bilimleri sempozyumu, ITU, İstanbul 27-29 Nisan 2011.
- Çoğun, H.Y., Yüzereroğlu, T.A., Kargin, F., Fırat, Ö. (2005). Seasonal Variations and Tissue Distribution of Heavy Metals in Shrimp and Fish Species from the Yumurtalık Coast of Iskenderun Gulf, Mediterranean. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 75, 707-715.
- Ferna'ndez de Puellas, M.L., Gras, D., Herna'ndez de Leon, S., (2003). Annual Cycle of Zooplankton, Biomass, Abundance and Species Composition in the Neritic area of the Balearic Sea, Western Mediterranean. *PSZN Marine Ecology*, 23, 1-17.
- Gajbhiye, S.N., (2002). Zooplankton-Study methods, importance and significant observations. In G. Quadros, (Ed.), *Proceedings of the National Seminar on Creeks, Estuaries and Mangroves-Pollution and Conservation*, (21-27), Thane.
- Gaudy, R., Champalbert, G. (1998). Space and Time Variations in Zooplankton Distribution South of Marseilles. *Oceanologia Acta*, 21, 793-802.
- Gücü, A.C. (1987). Zooplankton Dynamics in the Northern Cilician Basin-Composition and Time Series. Master thesis, Middle East Technical University, İçel.
- Hannides, C.C.S., Siokou, I., Zervoudakid, S., Frangoulis, C., Lange, M.A. (2015). Mesozooplankton Biomass and Abundance in Cyprus Coastal Waters and Comparison With the Aegean Sea (Eastern Mediterranean). *Mediterranean Marine Science*, 16(2), 373-384.
- İyiduvar, O. (1986). Hydrographic Characteristics of Iskenderun Bay. Master Thesis, Middle East Technical University, Master thesis, İçel.
- Jamet, J.L., Boge, G., Richard, S., Geneys, C., Jamet, D. (2001). The Zooplankton Community in Bays of Toulon Area (Northwest Mediterranean Sea, France). *Hydrobiologia*, 457, 155-165.
- Jamet, J.L., Bogé, G., Richard, S., Jamet, D. (2005). Plankton Succession and Assemblage Structure in Two Neighbouring Littoral Ecosystems in the North-West Mediterranean Sea. *Marine and Freshwater Research*, 56(1), 69-83.
- Lenz, J. (2000). Introduction. In: Harris, R., Wiebe P., Lenz, J., Skjoldal, H.R., Huntley M.(Eds.) *ICES Zooplankton Methodology Manual* (p. 1-32). USA: Academic Press. ISBN: 9780123276452
- Mazzocchi, M.G., Ribera D'alcala, M. (1995). Recurrent Patterns in Zooplankton Structure and Succession in a Variable Coastal Environment. *ICES Journal of Marine Sciences*, 52, 679-691.
- Mozetic, P., Fonda- Umani, S., Cataletto, B., Malej, A. (1998). Seasonal and inter-annual plankton variability in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic), *Journal of Marine Science*, 55, 711-722.
- Nielsen, T.G., Lorkkegaard, B., Richardson, K., Pedersen, F.B., Hansen, L., (1993). Structure of Plankton Communities in the Dogger Bank Area (North Sea) During a Stratified Situation. *Marine Ecology Progress Series*, 95, 115-131.
- Ounissi, M., Laskri, H., Khélifi-Touhami, M. (2016). Net-Zooplankton Abundance and Biomass from Annaba Bay (SW Mediterranean Sea) Under Estuarine Influences. *Mediterranean Marine Science*, 17(2), 519-532.
- Panayotidis, P., Pancucci, M.A., Balopoulos, E., Gotsis-Skretas, O. (1994). Plankton Distribution Patterns in a Mediterranean Dilution Basin: Amvrakikos Gulf (Ionian Sea, Greece). P.S.Z.N. I: *Marine Ecology*, 15(2), 93-104.
- Polat, S., (2002). Nutrients, Chlorophyll a and Phytoplankton in the Iskenderun Bay (Northeastern Mediterranean). *Marine Ecology*, 23(2), 115-126.

- Ramfos, A., Somarakis, S., Koutsikopoulos, C., Fragopoulou, N., (2005). Summer Mesozooplankton Distribution in Coastal Waters of Central Greece (Eastern Mediterranean) I Hydrology and Group Composition. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 85, 755-764.
- Roman, M.R., Ducklow, H.W., Fuhrman, J.A., Garside, C., Glibert, P.M., Malone, T., Mc Manus, G.B. (1988). Production, Consumption and Nutrient Cycling in a Laboratory Mesocosm. *Marine Ecology Progress Series*, 42, 39-52.
- Siokou-Frangou, I. (1996). Zooplankton Annual Cycle in a Mediterranean Coastal Area. *Journal of Plankton Research*, 18(2), 203-223.
- Skjoldal, H. R., Wiebe, P. H., Foote, K. G. (2000). Sampling and Experimental Design. In: Harris, R. P., Wiebe, P. H., Lenz, J., Skjoldal, H. R. & Huntley, M. (Eds.) *ICES-Zooplankton Methodology Manual* (p 33-49). San Diego: Academic Press. ISBN: 9780123276452
- Terbiyik Kurt, T., (2018). Contribution and Acclimatization of the Swarming Tropical Copepod *Dioithona oculata* (Farran, 1913) in a Mediterranean Coastal Ecosystem. *Turkish Journal of Zoology*, 42(5), 567-577.
- Terbiyik Kurt, T., Polat, S. (2013a). Seasonal Distribution of Coastal Mesozooplankton Community in Relation to the Environmental Factors in Iskenderun Bay (North-east Levantine, Mediterranean Sea). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 93(5), 1163-1174.
- Terbiyik Kurt, T., Polat, S., (2013b). Interannual and Seasonal Variations of Coastal Mesozooplankton Abundance and Biomass in Iskenderun Bay. *Rapports et procès-verbaux des réunions Commission Internationale pour L'Exploration Scientifique de la Mer*, 40, 744.
- Terbiyik Kurt, T., Polat, S., (2014). Characterization of Seasonal and Inter-Annual Changes in the Abundance of Species of Marine Cladocera on the Turkish Coast of the Northeastern Levantine Basin. *Crustaceana*, 87(7), 769-783.
- Terbiyik Kurt, T., Polat, S., (2015). Zooplankton Abundance, Biomass, and Size Structure in the Coastal Waters of the northeastern Mediterranean Sea. *Turkish Journal of Zoology*, 39(3), 378-387.
- Terbiyik Kurt, T., Polat, S., (2017). Introduction of a New Indo-Pacific Marine Cladoceran to the Mediterranean Sea. *Mediterranean Marine Science*, 18(3), 517-523.
- Toklu-Alıçlı, B., Sarihan, E. (2016). Seasonal Changes of Zooplankton Species and Groups Composition in Iskenderun Bay (North East Levantine, Mediterranean Sea). *Pakistan Journal of Zoology*, 48(5), 1395-1405.
- Toklu, B., Sarihan, E. (2003). The Copepoda and Cladocera (Crustacea) Fauna Along the Yumurtalık-Botaş Coastline in Iskenderun Bay. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 20, 63-68.
- Turner, J.T., Tester, P.A., Ferguson, R.L. (1988). The Marine Cladoceran *Penilia avirostris* Avirostris and the "Microbial loop" of Pelagic Food Webs. *Limnology and Oceanography*, 33(2), 245-255.
- Vidjak, O., Bojanic, N., Kuspilic, G., Marasovic, I., Gladan, Z.N., Brautovic, I. (2006). Annual Variability and Trophic Relations of the Mesozooplankton Community in the Eutrophicated Coastal Area (Vranjic Basin, eastern Adriatic Sea). *Journal of Marine Biological Association United Kingdom*, 86, 19-26.
- Walsh, J.J., (1988). *On the Nature of Continental Shelves*. Academic Press, London. ISBN: 9781483258324
- Yilmaz, A., Basturk, O., Saydam, C., Ediger, D., Yilmaz, K., Hatipoglu, E. (1992). Eutrophication in Iskenderun Bay, Northeastern Mediterranean. In: R.A. Marchetti, & Viviani, R (Eds.) *Science of Total Environment (Special issue), Marine Coastal Eutrophication*, (p 705-717) Amsterdam: Elsevier. ISBN: 9780444899903
- Zenginer Yılmaz, A., Besiktepe, S. (2010). Annual Variations in Biochemical Composition of Size Fractionated Particulate Matter and Zooplankton Abundance and Biomass in Mersin Bay, NE Mediterranean Sea. *Journal of Marine Systems*, 81(3), 260-271.



Research Article

## CHANGES IN CERTAIN ACUTE PHASE PROTEINS OF COMMON CARP (*Cyprinus carpio*) EXPOSED TO ORGANOPHOSPHATE INSECTICIDES

Dimitrinka Zapryanova<sup>1</sup>, Alexander Atanasoff<sup>1</sup>, Radoslav Simeonov<sup>1</sup>, Çiğdem Ürkü<sup>2</sup>, Galin Nikolov<sup>3</sup>, Teodora Georgieva<sup>1</sup>

Cite this article as:

Zapryanova, D., Atanasoff, A., Simeonov, R., Urku, Ç., Nikolov, G., Georgieva, T. (2019). Changes in certain acute phase proteins of common carp (*Cyprinus carpio*) exposed to organophosphate insecticides. *Aquatic Research*, 2(1), 16-23. <https://doi.org/10.3153/AR19002>

<sup>1</sup> Trakia University, Faculty of Veterinary Medicine, Stara Zagora, Bulgaria

<sup>2</sup> İstanbul University, Faculty of Aquatic Sciences, İstanbul, Turkey

Submitted: 20.11.2018

Accepted: 23.12.2018

Published online: 27.12.2018

Correspondence:

Dimitrinka ZAPRYANOVA

E-mail: [zaprianowa@abv.bg](mailto:zaprianowa@abv.bg)

©Copyright 2019 by ScientificWebJournals

Available online at

<http://aquatres.scientificwebjournals.com>

### ABSTRACT

The acute phase response (APR) is a nonspecific reaction of fish to disturbances in homeostasis. The aim of present study was to investigate quantitative changes that occur in the concentration of acute phase proteins (APPs) in the blood of commercial size common carp (*Cyprinus carpio* L.) exposed to organophosphate insecticides within the month of April during ameliorative activities. Parameters examined were fibrinogen (Fib), ceruloplasmin (Cp) as a positive APPs and albumin (Alb) as a negative APP. Histological sections of the hepatopancreas and kidneys from 25 fish have been examined. The hepatopancreas was chosen for this investigation as it is the primary site of acute phase protein synthesis. APP parameters plasma fibrinogen ( $P<0.05$ ) registered a significantly increased and albumin ( $P<0.05$ ) exhibited statistically declined in treated group. Based on the data acquired in this study, it was concluded that, the carp do not exhibit a strong APP synthesis during the early stages of an APR after spraying with organophosphate insecticides. The results from this study show that the concentrations of fibrinogen are not significantly increase as well as the levels of ceruloplasmin remained unchanged.

**Keywords:** Acute phase proteins, Albumin, Ceruloplasmin, Common carp, Fibrinogen

## Introduction

The lack of sufficient data for the reference values of the biochemical parameters (including APPs) could be the reason that they are not frequently used in routine practice in the determination of blood indices in poikilothermic animals. Once established the values of these acute phase proteins can be used to assess the state of fish stress response, tissue damage or metabolic disturbances (Koynarski et al., 2018). The acute phase proteins (APPs) are reactants synthesized during an acute phase response (APR). The synthesis and role of APPs may differ depending on the animal species. The APPs whose circulating concentrations increase during APR are called positive (e.g. fibrinogen, ceruloplasmin, C-reactive protein etc.), and proteins whose concentrations decrease are called negative (e.g. albumin, transferrin) (Cray, 2013).

However, there is not enough information on the progress of the APR in the common carp after short-term exposure to organophosphate insecticides in the literature available to us.

Fibrinogen (Fib) is an APP, a  $\beta$ -globulin, present in the plasma of all vertebrates, which is also produced in the liver (Ceron et al., 2005). Fibrinogen is involved in homeostasis, providing a substrate for fibrin formation, and in tissue repair, providing a matrix for the migration of inflammatory-related cells (Tothova et al., 2011).

Ceruloplasmin (Cp), alfa 2 glycoprotein, has molecular weight of about 132 000 D and binds 6 copper ions. The copper-Cp complex is secreted by the liver into the plasma and can contribute copper to cells. Cp is a the acute phase protein, playing important anti-inflammatory roles, as a copper transporter from hepatocytes to other tissues, inhibits the peroxidation of membrane lipids and it is a scavenger of free radicals and superoxide. It protects polyunsaturated fatty acids in red blood cell membranes from active oxygen radicals (Yonar et al., 2010). Cp has been found in several fish species, including common carp (*Cyprinus carpio*), European plaice (*Pleuronectes platessa*), tilapia (*Oreochromis niloticus*), grey mullet (*Mugil cephalus*) and European eel (*Anguilla anguilla*) (Di Giulio and Meyer, 2008).

Albumin is the major negative APP in all species. The serum albumins are found not in all fish (Andreeva, 2010). Its main function is the regulation of the colloidal osmotic pressure of the blood and the transport of some endogenous and exogenous compounds.

Contamination of water by insecticides is mainly due to intensive agriculture combined with surface runoff and subsurface drainage, usually within a few weeks after application. In fish, different insecticides can be absorbed through

gills, skin or alimentary ducts (Banaee, 2013). Hence, pollutants such as organophosphate insecticides (OPs) may significantly damage certain physiological and biochemical processes when they enter into the organs of fishes (Nagaraju and Rathnamma, 2013). OPs impair the enzymatic pathways involved in metabolism of carbohydrates, fats and protein within cytoplasm, mitochondria, and proxisomes. It is believed that OPs exhibit this effect through inhibition of acetylcholinesterase (AChE) or affecting target organs directly. OPs induce cellular oxidative stress via affecting mitochondrial function and therefore disrupt neuronal and hormonal status of the body (Karami-Mohajeri and Abdollahi, 2011).

The present study has been undertaken to understand the alterations occurring in blood circulating proteins, i.e. fibrinogen and ceruloplasmin (as positive APPs) and albumin as a negative APP and to evaluate their potential value as early sensitive biomarkers in common carp induced by ameliorative activities on exposure to organophosphate insecticides. The used insecticide is combined organophosphate-pyrethroid (chlorpyrifos and cypermethrin).

## Material and Methods

The fish samples were obtained from the Tundzha River near the city Nikolaevo, Bulgaria. The region was chosen because of the agricultural activities of the district. One hundred thirty-seven common carp fish samples, were taken twice and transported in a conveying tank, reinforced with oxygen to the Animal Veterinary Hospital of Trakia University, Stara Zagora, Bulgaria. The first sample was obtained as part of regular monitoring (control sample), and the second sample was taken outside of schedule because of suspicion of possible organophosphate use in the neighboring agricultural lands (suspect sample). A number of changes were observed in the behaviour of fish exposed to OPs within the month of April. After arriving at the Animal Veterinary Hospital the fish were electro-anesthetized by subjected to an electrical current (DC) with high voltage (~ 300 V), low capacitance (47  $\mu$ F) and low amperage (4.7 mA) for 3 s. Out of water, fish handling and blood samples were taking by wearing latex gloves to minimize damage to the skin, mucus covering and delicate piscine cuticle. Blood was drawn from the *vena caudalis* using a needle (18G) in container with heparin as anticoagulant. The blood was collected (2.5-3.0 ml) in Eppendorff vials and centrifuged at 2500 rpm for 15 min (Janetzki T30, Germany). Plasma was immediately separated and stored at -20°C until analysis.

The concentration of fibrinogen was estimated by nephelometric determination. Manual method for ceruloplasmin determination based on the oxidation of different compounds

has become widely adopted for routine use in clinical chemistry laboratories. The Ravin's method described by Bestujeva and Kolb, (1982) is based on the in vitro oxidase activity that ceruloplasmin shows with substances such as p-phenylenediamine (PPD). A colored oxidation product is formed from the oxidation of p-phenylenediamine by Cp. The Cp activity was measured colorimetrically at  $\lambda = 530$  nm using Spekol Spectrocolorimeter (Spekol 11, Carl-Zeiss Jena, Germany). The concentrations of albumin were determined by a kit (Giesse, Diagnostics, Italy) on a Semi-Auto Chemistry Analyzer (Mindray BA-88, Mindray Bio-Medical Electronics, Shenzhen, China).

After that fish were sacrificed by decapitation, and organs (hepatopancreas and kidney) were collected, body weight and length were measured ( $1529.3 \pm 15.2$  g and  $49.5 \pm 2.3$  cm) and prepared for histopathological analysis. The specimens for histopathological examination were fixed in 10% neutral formalin and processed routinely. The 4  $\mu$ m cross sections were stained with haematoxylin-eosin.

The statistical analysis was performed using one-way analysis of variance (ANOVA). The results were processed with software Statistica v.6.1 (StatSoft Inc., 2002). All results are presented as mean and standard error of the mean (Mean  $\pm$  SEM). The statistical significance of parameters was determined in the LSD test at  $P < 0.05$ .

## Results and Discussion

The changes in the concentrations of the studied acute phase proteins in the present study are shown in Table 1. The blood concentrations of fibrinogen were slightly influenced by

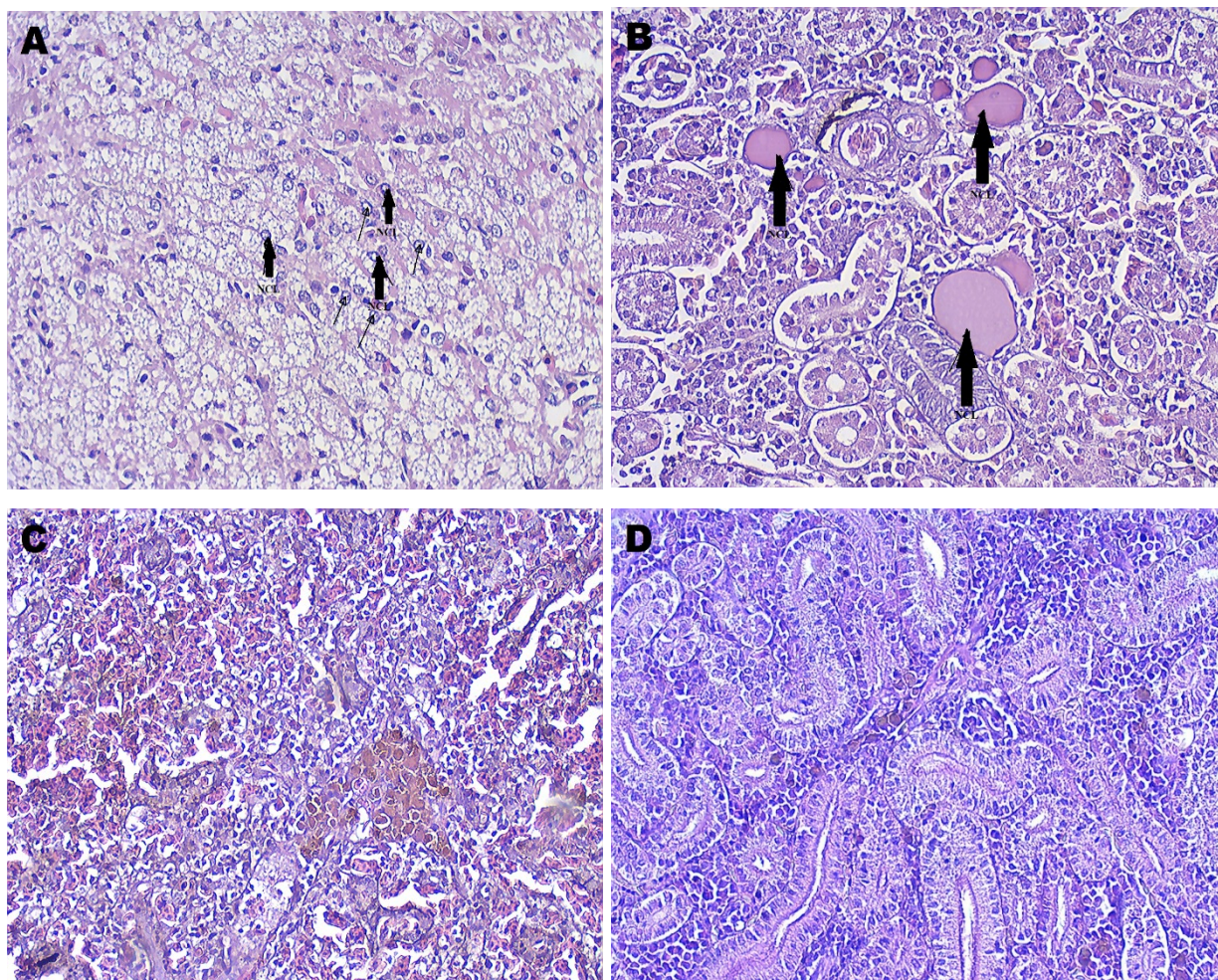
pesticide effect. In control group the Fib levels were  $1.23 \pm 0.05$  g/L but suspected fishes showed significant differences ( $P < 0.05$ ) and slightly elevation –  $1.54 \pm 0.06$  g/L. Another positive APP which was examined – ceruloplasmin, remained unchanged in both groups. In control common carp the Cp values were  $28.22 \pm 2.09$  mg/L and in the other group, the concentrations were the same –  $28.87 \pm 2.49$  mg/L. This study indicated significant differences ( $P < 0.05$ ) in albumin values in treated group ( $17.00 \pm 1.17$  g/L) in comparison to the control group ( $21.60 \pm 1.14$  g/L). OPs treated fish exhibited came to the surface of water, increased opercular movement, mucus secretion and progressively became lethargic. Most of them showed abnormal swimming movements including loss of orientation.

Histopathological, the kidney exhibited cloudy swelling and granular dystrophy. The boundaries between epithelial cells lining the basal membrane of kidney tubules were indistinct. Cell cytoplasm appeared cloudy, and in some cells it had a finely granular pattern. Some epithelial cells were separated from the kidney tubules and were found in tubular lumen. The changes in the hepatopancreas were more prominent. A high-grade granular dystrophy was observed. Hepatocytes were swelled and enlarged, and the boundaries among the cells were not distinct. The cytoplasm was finely granular and irregularly stained. At some sites, in single cells or cell clusters, the dystrophy has evolved into necrobiotic processes. As a result, the nuclei of affected cells exhibited a various stage of karyolysis or were completely lysed, and cell boundaries disappeared (Figure 1). Vascular hyperaemia was observed in the connective tissue stroma.

**Table 1.** Plasma concentrations of fibrinogen (g/L), ceruloplasmin (mg/L) and albumin (g/L) in control and pesticide-treated groups of common carp. Results are expressed as means  $\pm$  standard errors on the means (SEM).

| Parameters                  | Control group    | Suspect group      |
|-----------------------------|------------------|--------------------|
| <b>Fibrinogen (g/L)</b>     | $1.23 \pm 0.05$  | $1.54 \pm 0.06^*$  |
| <b>Ceruloplasmin (mg/L)</b> | $28.22 \pm 2.09$ | $28.87 \pm 2.49$   |
| <b>Albumin (g/L)</b>        | $21.60 \pm 1.14$ | $17.00 \pm 1.17^*$ |

\* ( $P < 0.05$ ) indicate significant differences between suspect and control common carp.



**Figure 1.** Photomicrograph of common carp: **A.** hepatopancreas treated with organophosphorus insecticides at the end of the month, showing nuclei cell lysis (NCL) and the structure of the organ was indistinct. **B.** kidney treated with organophosphorus insecticides showing nuclei cell lysis (NCL) and the structure of the organ was indistinct. **C** and **D.** hepatopancreas and kidney from control groups (H&E magnification x20)

The use of pesticides are one of the most important factors contributing to the reduction in the fish population and other aquatic organisms. These pesticides are carried away by rains and floods to the large water resources and disturbs the physicochemical characteristics of water (Tripathi et al., 2011). The primary mechanism of action of OPs is as neurotoxic agents. They are effective inhibitors of AChE through the interaction of the nucleophilic active site serine of the enzyme derivative. This enzyme is important for the neurological functioning of the sensory, integrative and neuromuscular systems in fish. Most insecticides have an effect on behavior of fish through influence on the nervous system and as a result, it can lead to disorders in the fish response to environmental stimuli. The effect of certain insecticides on the activity of AChE may also lead to a decreased mobility in fish (Banaee et al., 2013).

The acute-phase response (APR) is highly conserved in evolution. One of its characteristics is the alteration of the concentration of a variety of hepatocyte-derived APPs in blood. These proteins function as transport molecules, participate in tissue repair, mediate or inhibit inflammatory processes, and are part of the mechanism that controls homeostasis (Wang et al., 2007).

The mechanism of the APR and of induction of APP synthesis in fish has not been completely investigated. The fishes have limited APP production in the liver in response to inflammatory stimuli compared to APR in mammals. This agrees with other investigations on ectotherms such as plaice, channel catfish, and fresh water murrel, which react with weak or restricted inducible APP production (Simko, 1998). However, since there is evidence that some major acute phase cytokines and their receptors are evolutionarily

highly conserved (Aoki et al., 2008) it is likely that the basic signalling mechanisms of the APR in fish are similar to those described in mammals. Several cytokine homologues, namely IL-1 $\beta$ , IL-10, tumor necrosis factor (TNF  $\alpha$  and  $\beta$ ) have been cloned in fish species (including carps). Expression of IL-8 has been demonstrated in various teleost species e.g., rainbow trout, common carp, catfish, pink salmon, haddock, in response to inflammatory stimuli (Whyte, 2007). TNF expression studies, have demonstrated that TNF $\alpha$  mRNA expression and regulation in trout, carp and flounder is similar to that observed in mammals following similar activation kinetics. Two TNFs ( $\alpha$  and  $\beta$ ) are present in mammals, and both the TNF  $\alpha$ -like gene has been cloned and analyzed in number of fish species including carp but seems that TNF $\alpha$  have more prevalent role in teleosts. Some studies of fishes (trout, carp, catfish, turbot, and sea bream) suggested that TNF- $\alpha$  and - $\beta$  are important activators of macrophages (Uribe et al., 2011).

In mammals, nonspecific response is performed predominantly of cytotoxic cells, known as natural killer cells. Nevertheless, the nonspecific cytotoxic cells of catfish are morphologically distinct from the large granular lymphocytes of mammals; they are suggested to be functionally similar. Also, these cells are agranular, small lymphocytes that are commonly found in lymphoid tissues (kidney and spleen), but are rarely found in the blood. Nonspecific cytotoxic cells have shown activity in other fish species, including common carp, rainbow trout, damsel fish and tilapia.

The studies in this manuscript were focused on investigating and comparing quantitative changes induced by non-inflammatory stimuli in plasma proteins (Fib, Cp, Alb) of common carp. Teleost fishes may be good indicators of contamination by pollutants because their biochemical responses are quite similar to those found in mammals (Banaee et al., 2008). Some researchers selected in advance some of the APPs and measurement their quantities in blood samples taken from control and experimental fish (trout, salmon, carp, catfish, plaice, murrel and tilapia). These investigators made it possible to understand that in elasmobranchs and teleosts are present homologs of some known APPs and concentrations of some of them increase in response to inflammatory stimuli. The changes in the concentrations of APPs are due largely to changes in their production by hepatocytes (Gabay and Kushner, 1999). As in animals, hepatocytes are the prime source of APP in fish (Bayne and Gerick, 2001).

Measurement of Cp which is nonspecific immunity parameter probably can be used as bio indicator of the health status

of the fish. Yıldız and Ergönül (2010) reported that Cp values decreased after formalin exposure both in sea bream and sea bass and did not return to control values within 48 h recovery. In our study, Cp levels did not show change either in control group or in suspected fishes. The reduction may be the result of the defense mechanism of the host cell against an increased oxidation caused by the inflammatory stimuli. According Dunier et al. (1991) some blood parameters of nonspecific immunity (ceruloplasmine, lysozyme, hemagglutinins) were slightly affected by organophosphorus insecticide which are used in aquaculture to eliminate fish ectoparasites. Mikulikova et al. (2013) investigated the effect of herbicides on Cp levels in common carp and their research show that ceruloplasmin activity was not affected by the exposure.

In our study was not observed rising of concentrations of Cp. The interesting is that in healthy common carp the levels were  $28.22 \pm 2.09$  mg/L and these values were the same as the group exposed to the treatment with pesticide –  $28.87 \pm 2.49$  mg/L. These results suggest that Cp should not be used to evaluate the APR in common carp after short-term exposure to spraying with pesticides.

The concentrations of fibrinogen in common carp are between 2.0-2.6 g/L (Feeney and Brown, 1974). They are within the expected normal range for humans and domestic animals (2-4.5 g/L). In our study we observed that Fib concentrations in common carp were  $1.23 \pm 0.05$  g/L

Usually, the structure of acute-phase proteins and acute-phase responses are similar in all species, having universal character in animal kingdom (Tirziu, 2009) but only a few inducible APPs were detected in the trout plasma and their degree of inducibility appears to be much lower than that of mammalian APPs (Simko, 1998). It could be that teleosts require longer periods for APP production after an inflammatory stimuli. Thus, this indicates that salmonids do not exhibit the same degree of acute phase protein response as seen in mammals (Simko, 1998). Magnadottir et al. (2011) showed a relatively slow humoral and cellular response to APR induction (by using the turpentine injection) in Atlantic cod, as well as slightly reduced serum protein level and little effect on the pentraxins.

In mammals, hepatic expression and plasma concentrations of haptoglobin,  $\alpha$ 1-acid glycoprotein, antitrypsin, fibnogen and pentraxins increase along with many others during the APR (Gruys et al., 1998). By comparison, plasma changes in corresponding proteins do not change in fish to a degree observed in mammals, suggesting that the acute phase protein response of ectothermic vertebrates is limited (Simko,



1998). However, it would seem that hepatic protein induction responses in fish are more limited than in mammals.

Changes in the concentration of serum protein, albumin and globulin have been used as indicators of stress response in fish (Sala-Rabanal et al., 2003). In the present study, albumin concentration decreased in the pesticide-treated fish which show that the metabolism of albumin was probably affected. Mikulikova et al. (2013) reported that Alb levels reflected to the exposure to pesticides with delay. They observed a reduction in albumin values in common carp. According them this parameter was influenced although it was not evident at the total protein levels. Reducing the plasma concentration of negative APP is probably caused by a preferential synthesis in liver of positive APPs which are important components of systemic defence mechanisms (Gruts et al., 1998).

Ramesh and Saravanan (2008) observed that in the pesticide treated fish, protein levels decreased. According to Vani et al. (2012), in Indian carp exposed to sub-lethal dose of cypermethrin (a synthetic pyrethroid) there is reduction of Alb levels (from 20.9 g/L - controls to 10.3 g/L for suspect group). They suggest that this may be attributed to the stress mediated mobilization of these compounds to satisfy the growing energy demand from fish to cope with a state where there is presence of toxics substances. Another possible reason for the lowered amount of albumin may be a decreased albumin synthesis in the hepatocytes. In the present study, similar findings have been observed in fishes. Our results showed a significant decrease in values of Alb compared to the control - concentrations reduced from 21.6 g/L to 17 g/L. The control values in our study were close to the control date reported by Vani et al. (2012) (20.9 g/L) and near to the levels detected by Koynarski et., (2018) which showed that the reference range for Alb in cyprinids are between 5.3 and 22 g/L. In another study (Kopp et al., 2011) has examined the influence of cyanobacterial toxins on albumin levels of the common carp and have revealed that this parameter is not significantly different from the control group and has only a slight decrease. Lower levels may indicate diminished liver activity, but the decline in values may be caused by other factors.

Fishes exposed to insecticides showed abnormal behavior changes like swimming near the water surface with delayed movements, lethargic and erratic swimming, loss of navigability, loss of equilibrium etc. Similar changes in the behavior were observed by Banaee et al. (2013).

Histopathological analysis reported important alterations in liver, including changes in nuclear shape, morphological derangement and necrosis. Similar histopathological changes

were observed in the liver tissue of carp, tilapia and catfish exposed of different insecticides (Banaee, 2013).

## Conclusion

Collectively, these findings suggest that the carp do not exhibit a strong APP synthesis during the early stages of an APR after spraying with organophosphorus insecticides. The concentrations of fibrinogen are not significantly increase as well as the levels of ceruloplasmin remained unchanged. The possibility remains that there might be limited early change or that responses may be delayed beyond the period of examination. Likewise, it remains possible that carps might have an acute phase protein expression response to more powerful inflammatory stimuli than the organophosphorus pesticides administration examined in this study.

## Compliance with Ethical Standard

**Conflict of interests:** The authors declare that for this article they have no actual, potential or perceived conflict of interests.

**Ethics committee approval:** All procedures were performed with clinical purposes in this type of study involving fish were in accordance Law on Veterinary and Medical Activities and National Animal Welfare Act, thus ethical approval was not required.

**Financial disclosure:** This work was supported by Scientific Grant No 06/14 from the Trakia University, Bulgaria.

## References

- Andreeva, A. (2010). Structure of fish serum albumins. *Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology*, 46(2), 135-144.
- Aoki, T., Takano, T., Santos, M., Kondo, M., Hirono, I. (2008). Molecular innate immunity in Teleost fish: Review and future perspectives. *Proceeding of the 5<sup>th</sup> World Fisheries Congress*, Yokohama, Japan, 263-276.
- Banaee, M., Mirvagefei, A., Rafei, G., Majazi Amiri, B. (2008). Effect of sub-lethal Diazinon concentrations on blood plasma biochemistry. *International Journal of Environmental Research*, 2(2), 189-198.
- Banaee, M., Sureda, A., Mirvagefei, A., Ahmadi, K. (2013). Biochemical and histological changes in the liver tissue of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) exposed to sub-lethal concentrations of diazinon. *Fish Physiology and Biochemistry*, 39(3), 489-501.
- Banaee, M. (2013). Physiological dysfunction in fish after insecticides exposure. In S. Trdan (Ed.), *Insecticides - Development of safer and more effective technologies*

- (p. 103-142). Rijeka, CRO: InTech Press Inc. ISBN 978-953-51-0958-7.
- Bestujeva, S., Kolb V. (1982). Determination of the activity of ceruloplasmin in the blood serum by the method of Revin. In V. Kolb & V. Kamishnikov (Eds.), *Practical book in clinical chemistry*, 2<sup>nd</sup> edition, (p. 290-291). Minsk, Belarus.
- Bayne, C., Gerwick, L. (2001). The acute phase response and innate immunity of fish. *Developmental and Comparative Immunology*, 25(8-9), 725-743.
- Ceron, J., Eckersall, P., Martinez-Subiela, S. (2005). Acute phase proteins in dogs and cats: current knowledge and future perspectives. *Veterinary Clinical Pathology*, 34(2), 85-99.
- Cray, C. (2013). Biomarkers of inflammation in exotic pets. *Journal of Exotic Pet Medicine*, 22(3), 245-250.
- Di Giulio, R., Meyer, N. (2008). Reactive oxygen species and oxidative stress. In R. Di Giulio & D. Hintin (Eds.), *The toxicology of fishes* (p. 273-327). Boca Raton, USA: CRC Press, ISBN 978-041-52-4868-6.
- Dunier, M., Siwicki, A., Demael, A. (1991). Effects of organophosphorus insecticides: Effects of trichlorfon and dichlorvos on the immune response of carp (*Cyprinus carpio*). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 22(1), 79-87.
- Feeney, R., Brown, W. (1974). Plasma proteins in fishes. In M. Florkin & B. Scheer (Eds.), *Chemical Zoology. Volume 8. Deuterostomians, Cyclostomes and Fishes* (p. 307-329). London, UK: Academy Press, ISBN 978-012-2610-38-7.
- Gabay, C., Kushner, I. (1999). Acute-phase proteins and other systemic responses to inflammation. *The New England Journal of Medicine*, 340(6), 448-454.
- Gruys, E., Toussaint, M., Landman, W., Tivapasi, M., Chamanza, R., Van Veen, L. (1998). Infection, inflammations and stress inhibit growth. Mechanisms and non specific assesment of the processes by acute phase. In T. Wensing (Eds.), *Production diseases proteins in farm animals* (p. 72-88). Amsterdam, Netherland: Wageningen Press, ISBN 90-74134-60-2.
- Karami-Mohajeri, S., Abdollahi, M. (2011). Toxic effects of organophosphate, carbamate, and organochlorine pesticides on cellular metabolism of lipids, proteins, and carbohydrates: A comprehensive review. *Human and Experimental Toxicology*, 30(9), 1119-1140.
- Koynarski, T., Zapryanova, D., Atanasoff, A., Nikolov, G., Hristova, D., Secer, F.S. (2018). Seasonal fluctuations of innate immunity among three phylogenetically diverse fish. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(12), 8529-8535.
- Kopp, R., Palikova, M., Mares, J., Navratil, S., Kubicek, Z., Zikova, A. (2011). Haematological indices are modulated in juvenile carp (*Cyprinus carpio*) exposed to microcystins produced by cyanobacterial water bloom. *Journal of Fish Diseases*, 34(2), 103-114.
- Magnadottir, B., Audunsdottir, S, Bragason, B, Gisladottir, Z., Jonsson, S, Gudmundsdottir, S (2011). The acute phase response of Atlantic cod (*Gadus morhua*) humoral and cellular response. *Fish and Shellfish Immunology*, 30(4-5), 1124-1130.
- Mikulikova, I., Modra, H., Blahova, J., Kruzikova, K., Marsalek, P., Bedanova, I., Svobodova, Z. (2013). Recovery ability of common carp (*Cyprinus carpio*) after a short-term exposure to terbuthylazine. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 16(1), 17-23.
- Nagaraju, B., Rathnamma, V. (2013). Effect of profenofos an organophosphate on protein levels in some tissues of fresh water fish *Labeo rohita* (Hamilton). *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 5(1), 276-279.
- Ramesh, M., Saravanan, M. (2008). Haematological and biochemical responses in a freshwater fish *Cyprinus carpio* exposed to chlorpyrifos. *International Journal of Integrative Biology*, 3(1), 80-83.
- Sala-Rabanal, M., Sanchez, J., Ibarz, A., Fernandez-Borras, J., Blasco, J., Gallardo, M. (2003). Effects of low temperatures and fasting on hematology and plasma composition of gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Fish Physiology and Biochemistry*, 29(2), 105-115.
- Simko, E. (1998). Acute phase response to inflammation in salmonid fishes. PhD Thesis: University of Guelph, Guelph.

- Tirziu, E. (2009). Acute-phase proteins in immune response. *Lucrări Științifice Medicină Veterinară*, 42(1), 329-339.
- Tothova, C., Nagy, O., Seidel, H., Kovac, G. (2011). Acute phase proteins as markers of diseases in farm animals. In F. Veas (Eds.), *Acute phase proteins as markers of diseases in farm animals, acute phase proteins as early non-specific biomarkers of human and veterinary diseases* (p. 231-258). Rijeka, CRO: InTech Press Inc. ISBN 978-953-307-873-1.
- Tripathi, V., Singh, K., Mishra, N., Gupta, R. (2011). Evaluation of biochemical changes induced by lindane and chlorpyrifos in a freshwater catfish (*Clarias batrachus*) during spawning phase. *Journal of Experimental Zoology, India*, 14(1), 587-589.
- Uribe, C., Folch, H., Enriquez, R., Moran, G. (2011). Innate and adaptive immunity in teleost fish: A review. *Veterinarni Medicina*, 56(10), 486-503.
- Vani, T., Saharan, N., Roy, S., Ritesh Ranjan, A., Pal, G., Siddaiah, M., Kumar, R. (2012). Alteration in haematological and biochemical parameters of *Catla catla* exposed to sub-lethal concentration of cypermethrin. *Fish Physiology and Biochemistry*, 38(6), 1577-1584.
- Wang, J., Wei, Y., Li, X., Xu, M., Dai, J. (2007). Identification of differentially expressed genes from contaminant and thermal exposed goldfish (*Carassius auratus*) in Gaobeidian Lake in Beijing, China. *Ecotoxicology*, 16(7), 525-532.
- Whyte, S. (2007). The innate immune response of finfish - A review of current knowledge. *Fish and Shellfish Immunology*, 23(6), 1127-1151.
- Yıldız, H., Ergönül, M. (2010). Is prophylactic formalin exposure a stress source for gilthead sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*)? *Veterinary Journal of Ankara University*, 57(2), 113-118.
- Yonar, M., Saglam, N., Ispir, U. (2010). Effect of sulfamerazine on plasma ceruloplasmin levels in rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*). *Turkish Journal of Science & Technology*. 5(2), 79-84.



## Research Article

# DOĞAL TATLISU ORTAMLARINDAN YIĞIN HALİNDE TOPLANAN *Cladophora glomerata* (LINNAEUS) KÜTZING VE *Mougeotia* sp. TÜRLERİNİN BİYOKİMYASAL KOMPOZİSYONU

Dilek Yalçın Duygu<sup>1</sup>, İlkay Açıkgöz Erkaya<sup>2</sup>, Özge Sızmaz<sup>3</sup>

### Cite this article as:

Yalçın Duygu, D., Açıkgöz Erkaya, İ., Sızmaz, Ö. (2019). Doğal tatlısu ortamlarından yığın halinde toplanan *Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kützing ve *Mougeotia* sp. türlerinin biyokimyasal kompozisyonu. *Aquatic Research*, 2(1), 24-31. <https://doi.org/10.3153/AR19003>

<sup>1</sup> Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Ankara, Türkiye

<sup>2</sup> Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Kırşehir, Türkiye

<sup>3</sup> Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

## ÖZ

Tatlısu algleri sucul ekosistemlerde biyoaktif maddelerin önemli kaynaklarıdır. Bu sekonder metabolitler kozmetik, gıda ve ilaç endüstrisinde kullanılmaktadırlar. *Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kützing ve *Mougeotia* sp. tatlı sularda yaygın olarak bulunan filamentli makroalg olup, birçok organizma için yaşam alanı ve besin kaynağıdır. Bu çalışmanın amacı, doğal habitatta yetişen iki makroalg *C. glomerata* ve *Mougeotia* sp.'nin pigment, protein, karbonhidrat, lipit ve kül oranlarının tespit edilerek, biyokütle üretmek için doğal ortamlarının platform olarak kullanılmasındır. *C. glomerata* ve *Mougeotia* sp.'nin (% kuru ağırlık) üzerinden sırasıyla; protein (%14.26 ve %6.15), karbonhidrat (%64.52 ve %70.91), lipit (%0.55 ve %1.00) ve kül (%20.73 ve %18.74) miktarları tayin edilmiştir. *C. glomerata*'nın toplam klorofil miktarı (9.06 ±0.07 µg/mL) ve toplam karoten miktarı (756.4 ±0.05 µg/mL) olarak ölçülmüştür. *Mougeotia* sp.'nin toplam klorofil miktarı (2.18 ±0.17 µg/mL) ve toplam karoten miktarı (196.4 ±0.005 µg/mL) olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar *C. glomerata* ve *Mougeotia* sp.'nin beslenme, farmasötik ve kozmetik ürünler için kullanılabilirliğini göstermektedir.

**Anahtar kelimeler:** *Cladophora*, *Mougeotia*, Karbonhidrat, Lipit, Protein

## ABSTRACT

### BIOCHEMICAL COMPOSITIONS OF *Cladophora glomerata* (LINNAEUS) KÜTZING AND *Mougeotia* sp. SPECIES COLLECTED IN BULK FROM NATURAL FRESHWATER ENVIRONMENTS

Freshwater algae are important sources of bioactive substances in aquatic ecosystems. These secondary metabolites are used in the cosmetics, food and pharmaceutical industries. *Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kützing and *Mougeotia* sp. are common filamentous macroalgae in freshwater and are the habitat and food source for many organisms. The aim of this study is to determine the pigment, protein, carbohydrate, lipid and ash ratios of two macroalgae *C. glomerata* and *Mougeotia* sp. grown in natural habitat and to use the natural environment as a platform to produce biomass. Biochemical analysis of *C. glomerata* and *Mougeotia* sp. (% dry weight): protein (14.26 % and 6.15 %), carbohydrate (64.52 % and 70.91 %), lipid (0.55 % and 1.00 %) and ash (20.73% and 18.74 %) were determined respectively. The total amount of chlorophyll (9.06 ±0.07 µg/mL) and total carotene amount (756.4 ±0.05 µg/mL) of *C. glomerata* were measured. Total amount of chlorophyll (2.18 ±0.17 µg/mL) and total carotene amount (196.4 ±0.005 µg/mL) of *Mougeotia* sp. were determined. These results suggest that *C. glomerata* and *Mougeotia* sp. may be used for nutritional, pharmaceutical and cosmetic products.

**Keywords:** *Cladophora*, *Mougeotia*, Carbohydrate, Lipid, Protein

Submitted: 11.10.2018

Accepted: 25.12.2018

Published online: 31.12.2018

### Correspondence:

Dilek YALÇIN DUYGU

E-mail: [dilekduygu06@hotmail.com](mailto:dilekduygu06@hotmail.com)

©Copyright 2019 by ScientificWebJournals

Available online at

<http://aquatres.scientificwebjournals.com>

## Giriş

Algler tek veya çok hücreli, gruplar halinde koloni oluşturan, basit yapı, boyutları 3-10 µ ile 70 cm olabilen fotosentetik organizmalardır. Fotosentez ile ilk üretimi gerçekleştiren algler, gıda zincirinin birinci halkasını oluşturdukları için sucul ekosistemlerde önemli rolleri bulunmaktadır (Akköz ve ark., 2009). Çevrenin fiziksel ve kimyasal değişimlerine bağlı olarak alglerin dağılımına; substrat, sıcaklık, ışık, turbidite, tuzluluk, pH, O<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub> miktarı, besleyici tuzlar, oligoelementler ve vitaminler gibi faktörler etki eder (Cirik ve Cirik, 2011). Algler, ekosistemde enerji döngüsünün kritik işlevlerine sahiptir. Alg biyokütlesi fikokolloidlerin (aljinat, karragen ve agar) ekstraksiyonunda, farmasötik madde kaynağı ve dünyanın farklı bölgelerinde gıda katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Ramaraj ve ark., 2014).

Genel olarak, makro ve mikroalglerden elde edilen ürünler, yüksek oranda mineral, vitamin, protein, aminoasit, uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitleri ve karbonhidrat içeren düşük kalorili gıdalar olarak kabul edilmiştir. Tatlı su algleri tarafından üretilen primer veya sekonder metabolitler potansiyel biyoaktif bileşiklerdir. Bugüne kadar yapılan çalışmalarda, biyolojik aktiviteleri kimyasal olarak benzersiz olan birçok bileşik alglerden izole edilmiştir ve bunları geliştirmek için çalışmalar halen devam etmektedir (Ryan ve ark., 2010). Alglerin hücre içi protein miktarları türden türe değişiklik gösterir (%10-70). Yağ içerikleri ise %1-5 arasında değişmektedir. Buna rağmen içerdiği esansiyel yağ asitleri diğer kara bitkilerinden çok daha fazladır. Yağ asitlerinin, organizmadaki yağlar için yapı taşları olarak hizmet görmeleri ve hücre membranlarının yapı taşları olmaları nedeniyle insan ve hayvan beslenmesinde önemli fonksiyonu bulunmaktadır (Demirel ve Özpınar, 2003).

Sucul ortamlarda balık miktarı doğrudan suda bulunan ve yüksek besin değeri olan bitkisel organizmalar ile alg popülasyonlarına bağlıdır. Ayrıca algler fotosentez sonucu suyun karbondioksit miktarını azaltıp, oksijen miktarını yükselterek balıkların yaşamaları için uygun ortam oluşturmaktadırlar. Balıklar, ω-3 yağ asidini kendileri sentezleyemediklerinden bunu küçük deniz canlıları ve deniz bitkilerinden alırlar. Beslenmedeki bu döngü insanlara kadar uzandığından sucul ortamlarda alglerin önemi bir kez daha ortaya çıkmaktadır.

Filamentli yeşil algler, tatlı su habitatlarında alg topluluklarının önemli bileşenini oluşturur. Filamentler mükemmel bir adaptasyon şeklidir ve alglerin dar alanları daha iyi kullanılmasına ve daha iyi emilim kontrolüne olanak sağlar (El-Swaify, 2017). *Cladophora* cinsi üyeleri *Cladophorales* ordosuna mensup olup, dallanmış filamentli yeşil alglerdir. Deniz ve tatlı sularda birçok organizma için yaşam alanı ve besin kaynağıdır. Dünyadaki tatlı sularda en yaygın bulunan

filamentli makroalg grubunu oluştururlar. Genellikle kayalıklar üzerinden kıyıya doğru genişleyerek büyür ve kötü kokulu, keçe şeklinde algal yığın oluşturur. Hücreleri oldukça büyük ve silindirik şekilli, kloroplastları ağsı yapıda olup, üremeleri izogami şeklindedir (Dodds ve Gudder, 1992). *Cladophora* baskın olarak bentik organizma grubudur. Metabolizması ve morfolojisi hidrodinamik koşullarla ilgilidir. *Cladophora* türlerinin yetişmesi için azot ve fosfor sınırlayıcı besinlerdir (Dodds ve Gudder, 1992). *Cladophora* türlerinin, doymuş ve doymamış yağ asitleri, steroller, terpenoidler ve fenolik bileşikler gibi biyoaktif maddeler içerdiği ortaya çıkmıştır (Fabrowska ve ark., 2015). *Cladophora* türleri, sınıflandırılması en zor olanlar arasındadır. Bu durum, çoğunlukla yaşam alanlarındaki, yaş ve çevre koşullarından büyük ölçüde etkilenecek görünümündeki büyük farklılıklarından kaynaklanmaktadır. Tatlı sularda yaşayanlar, hücre boyutlarında ve dallanma düzeninde farklılık gösteren çeşitli morfolojik formlardan oluşur. *Cladophora* Kützing cinsinin thallus organizasyonu, dallanmış veya dallanmamış, uniseriat filamentlerden daha karmaşık yapılara kadar uzanır (El-Swaify, 2017). *C. glomerata* filamanları apikal veya interkalar büyüme ile koyu yeşil renk oluşturan, sırayla ve düzenli olarak dallanmış, genişlemiş filamentlerden oluşan dallar, genellikle alt tabakaya bağlı üst sınırlarda kalabalık, dalların apekslerine doğru hafifçe silindirik hücreleri taşıyan ikincil dallardan oluşur (Naw ve Win, 2011).

Tatlı su makroalgi *Mougeotia*, *Zygnematales* ordosuna mensuptur. *Zygnematales* ordusu içerisinde en yaygın ve iyi bilinen üç cinsten (*Spirogyra*, *Zygnema*) biri olan *Mougeotia* cinsi, küçük durgun su kütleleri, küçük akarsular, göl ve göletler dahil olmak üzere geniş bir habitat yelpazesinde bulunur. Dünya çapında 138 *Mougeotia* türü tanımlanmıştır (John ve ark., 2002). Gönülol (2017) tarafından oluşturulan ve kendi akademik çalışmaları ile diğer alg sistematigi ve ekolojisi konusunda yapılmış olan yayınlardan derlenen içeriklerden oluşan “Türkiye Algleri Veri Tabanı”nda yer alan güncel verilere göre Türkiye’de 17 adet *Mougeotia* türü tespit edilmiştir. *Mougeotia* türleri tatlı sularda yayılış gösteren, dallanmamış lifli yapıdadır. Hücre duvarı, karakteristik olarak düz ve paraleldir. Genellikle hücrenin uzunluğunu dolduran, eksensel plaka veya şerit şeklinde tek bir kloroplastı vardır. Kloroplast düz veya kıvrılmış olarak, bazen de hücrenin ortasına kadar dar bir şerit olarak görülebilir. Bir veya daha fazla pirenoide sahiptir. Hücreleri, uzun dallanmamış serbest yüzen filamentler oluşturur. *Mougeotia*’da kloroplastlar sitoplazmik iplikcikler üzerinde asılıdır ve ışığa bağlı olarak hücre içinde hareket edebilir. Bu nedenle bazen yüzeyde, bazen kenarda ve bazen de kıvrılmış olarak görülebilir (Bellinger ve Sigeo, 2015).

Denizlerde yaşayan makro alglerle ilgili çalışmalar fazla olmakla birlikte, tatlı su ortamlarında gelişen makroalglerle ilgili çalışmalar çok daha azdır (Bharadwaj ve ark., 2014b; Ge ve ark., 2018; Mitova, 1999; Tipnee ve ark., 2015; Wongsawad ve Peerapornpisal, 2015). Bu çalışmanın amacı, tatlısularda yığın halinde üreme gösteren *Cladophora* ve *Mougeotia* cinslerine ait iki makroalgün doğal ortamlarından toplanıp, biyokimyasal kompozisyonlarının belirlenmesi, besin değerlerinin tespit edilmesi ve biyokütle üretmek için doğal ortamlarının platform olarak kullanılmasıdır.

## Materyal ve Metot

### Makroalglerin Toplanması ve Teşhisi

Makroalg numuneleri; *Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kützing ve *Mougeotia* sp. Ankara'da farklı iki tatlısu havuzundan toplanmıştır (Şekil 1a, b, c, d). Türlerin teşhisinde tür teşhis anahtarları kullanılmıştır (Huber-Pestalozzi, 1982; Huber-Pestalozzi ve ark., 1982; John ve ark., 2002; Prescott, 1951). Alglerde tür teşhisleri yapılırken göz önüne alınan birçok kriter bulunmaktadır. İpliksi alglerin teşhisleri ise oldukça zordur. İpliksi alglerin teşhisleri sırasında, diğerlerinden ayırt edici bazı yapıların varlıkları, üremeleri sırasında oluşturdukları zygospor ve konjugasyona ait belirleyici özellikleri, filamentin uzunluğu ve genişliği teşhis kriterleri arasında yer almaktadır. Ancak *Mougeotia* cinsi için bu yapılar tam olarak gözlemlenemediğinden tür düzeyinde teşhis yapılamamış ve bu nedenle cins düzeyinde verilmiştir.

### Hasat ve Örneklerin Hazırlığı

Toplanan örnekler, tatlı su ile yıkanıp iyice durularak kum ve diğer döküntülerden temizlenmiştir. Laboratuvara getirilen numuneler daha sonra tekrar damıtılmış su ile yıkanmış ve epifitler elle ayrılmıştır (Şekil 1e). Numunelerin içerisinde farklı türlerin olup olmadığı mikroskop incelemesi ile

yapılmıştır. Toplam ve homojen numuneler (35°C, 72 saat) kurutulmuştur. Elde edilen toz örneklerin kimyasal kompozisyon analizleri yapılmaya kadar oda sıcaklığında (25°C) saklanmıştır.

### Pigment Ekstraksiyon Analizi

Makroalg ekstresinin pigment tayini için spektrofotometrik yöntem uygulanmıştır. Yaş numuneden 0,5 gram tartılmış ve üzerine 25 mL metanol (%96) ilave edilmiştir. Bir dakika boyunca santrifüjde 1000 rpm'de homojenleştirilmiş ve homojenat süzümüştür. Süpernatant ayrıldıktan sonra, absorbans Thermo Scientific spektrofotometrede (Genesys 10S UV-Vis) 400-700 nm'de okunmuştur. Klorofil-a 666 nm, klorofil-b 653 nm ve toplam karoten 470 nm maksimum absorbansda tespit edilmiştir. Ekstraksiyon sonrasında pigment konsantrasyonu; klorofil (Khl) içeriği (Khl-a, Khl-b, toplam Khl-(a+b)) ve toplam karoten, Lichtenthaler ve Wellburn'a (1985) göre aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Khl-a} = (15.65 \times A_{666} - 7.340 \times A_{653})$$

$$\text{Khl-b} = (27.05 \times A_{653} - 11.21 \times A_{666})$$

$$\text{ToplamKhl-(a+b)} = \text{Klorofil-a} + \text{Klorofil-b}$$

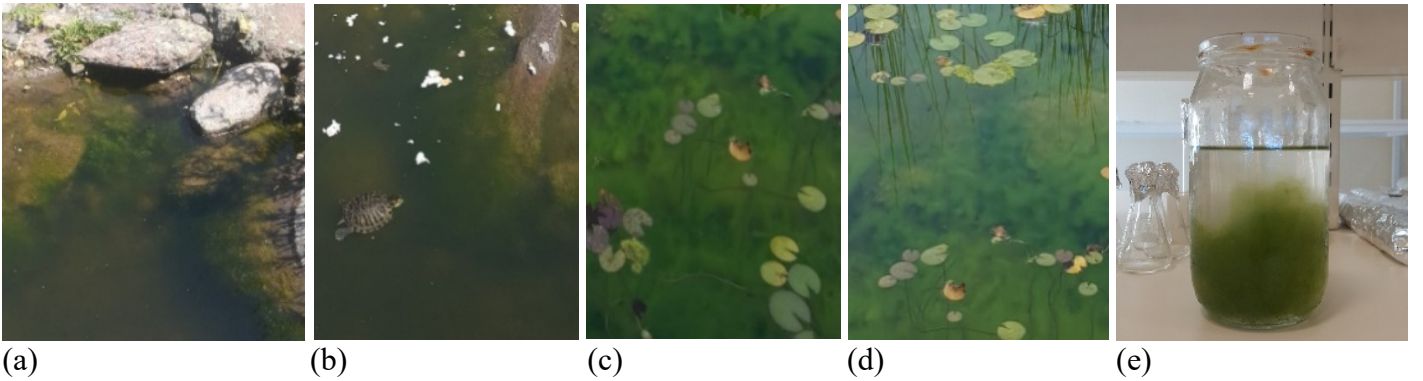
$$\text{ToplamKaroten} = (1000 A_{470} - 2.860 \text{ Khl-a} - 129.2 \text{ Khl-b}/245)$$

### Ham Besin Madde Analizleri

Örneklerin toplam protein, karbonhidrat, lipit ve kül analizleri AOAC (1990) standart metotlarına göre belirlenmiştir.

### İstatistiksel Analiz

Tüm çalışmalar üç tekrarlı yapılmış ve ortalama ( $\pm$ ) standart sapma (SD) olarak verilmiştir. İstatistiksel analizler Microsoft Excel kullanılarak yapılmıştır.



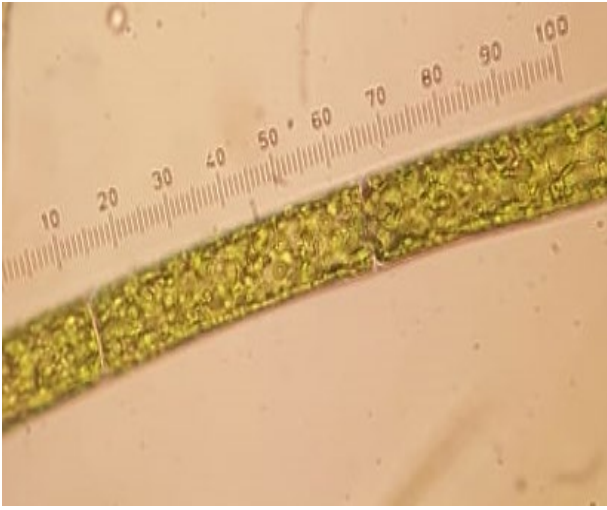
Şekil 1. (a-b) *Cladophora glomerata*, (c-d) *Mougeotia* sp., (e) hasat makroalg örneği

Figure 1. (a-b) *Cladophora glomerata*; (c-d) *Mougeotia* sp.; (e) harvested macroalgae sample

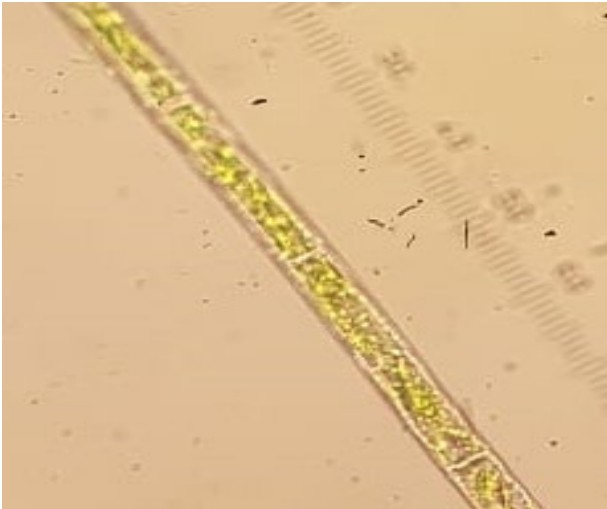
## Bulgular ve Tartışma

### Alglerin Morfolojik Olarak Tanımlanmaları

Her iki türe ait alg örneklerinin morfolojisi, laboratuvarında mikroskop altında dikkatle incelenerek, *C. glomerata* ve *Mougeotia* sp. olarak tanımlanmıştır. *C. glomerata*'nın hücre genişliği 25-35 µm, hücre uzunluğu 55-127.5 µm olarak ölçülmüştür. *Mougeotia* sp. türünün ise hücre genişliği 10 µm, hücre uzunluğu 45-90 µm olarak tespit edilmiştir. Türlerin tanımlanmasında tür teşhis anahtarları kullanılmıştır (Huber-Pestalozzi, 1982; Huber-Pestalozzi ve ark., 1982; John ve ark., 2002; Prescott, 1951). Işık mikroskobu altında gözlemlenen *C. glomerata* ve *Mougeotia* sp.'nin morfolojilerine ait resimler (Şekil 2a ve 2b)'de gösterilmiştir.



(a)



(b)

**Şekil 2.** Makroalglerin mikroskop fotoğrafları (a) *C. glomerata*, (b) *Mougeotia* sp.

**Figure 2.** Microscopic images of macroalgae (a) *C. glomerata* (b) *Mougeotia* sp.

### Türlerin sistematik sınıflandırması:

|                                  |                                   |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Empire:</b> Eukaryota         | <b>Empire:</b> Eukaryota          |
| <b>Kingdom:</b> Plantae          | <b>Kingdom:</b> Plantae           |
| <b>Subkingdom:</b> Viridiplantae | <b>Subkingdom:</b> Viridiplantae  |
| <b>Infrakingdom:</b> Chlorophyta | <b>Infrakingdom:</b> Streptophyta |
| <b>Phylum:</b> Chlorophyta       | <b>Phylum:</b> Charophyta         |
| <b>Subphylum:</b> Chlorophytina  | <b>Class:</b> Conjugatophyceae    |
| <b>Class:</b> Ulvophyceae        | (Zygnematomyceae)                 |
| <b>Order:</b> Cladophorales      | <b>Order:</b> Zygnematales        |
| <b>Family:</b> Cladophoraceae    | <b>Family:</b> Zygnemataceae      |
| <b>Genus:</b> <i>Cladophora</i>  | <b>Genus:</b> <i>Mougeotia</i>    |

### Kültürlerin Pigmentleri

*C. glomerata* ve *Mougeotia* sp.'nin %96 metanol ekstraktlarının absorpsiyonu spektrofotometre ile ölçülerek klorofil ve karoten tayinleri yapılmıştır. Sonuçlar (Tablo 1)'de sunulmuştur.

Fotosentez, inorganik bileşiklerin ve ışık enerjisinin fotoototroflar tarafından organik maddeye dönüştürüldüğü eşsiz bir güneş ışığı dönüşümü sürecidir. Tüm fotosentetik organizmalar, ışık enerjisini toplamak için organik pigmentler içerir. Üç ana pigment sınıfı bulunmaktadır ki bunlar; klorofil, karoten ve fikobilindir (Masojidek ve ark., 2013). Alglerin klorofil/karoten miktarı ve verimi alg türlerine, taksonomik kompozisyonlarına, fizikokimyasal ve biyolojik faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Ramaraj ve ark., 2013). Klorofil, algal biyokütleden elde edilen en önemli ve değerli biyoaktif bileşiktir. İlaç ve kozmetik ürünlerinde sadece katkı maddesi olarak değil, aynı zamanda doğal gıda boyası olarak da kullanılır. Ayrıca antimutajenik ve antioksidan özelliklere sahiptir (Gündoğan ve ark., 2005; Hosikian ve ark., 2010). Karotenoidler farmasötik, endüstriyel ve ekonomik değeri olan bileşiklerdir ve potansiyel antioksidan olarak kabul edilmektedir (Giordano ve ark., 2012). Söz konusu pigmentlerin ekonomik önemlerinden dolayı, bu çalışmada iki makroalgın toplam klorofil ve karoten miktarları tespit edilmiştir.

*C. glomerata*'nın klorofil-a miktarı ( $5.07 \pm 0.21 \mu\text{g/mL}$ ), klorofil-b miktarı ( $3.99 \pm 0.03 \mu\text{g/mL}$ ), toplam klorofil miktarı ( $9.06 \pm 0.07 \mu\text{g/mL}$ ) ve toplam karoten miktarı ( $756.4 \pm 0.05 \mu\text{g/mL}$ ) olarak ölçülmüştür. Bizim sonuçlarımızla benzer şekilde Naw ve Win (2011) yılında *Cladophora*'nın morfolojisi ve besinsel değerleri hakkında yapmış oldukları çalışmada klorofil-a miktarını %0.31-0.65 arasında, toplam karoteni ise %0.21-0.38 arasında tespit etmiştir.

Çalışmamızda *Mougeotia* sp.'nin klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil ve toplam karoten ortalamaları sırasıyla ( $1.47 \pm 0.13 \mu\text{g/mL}$ ), ( $0.71 \pm 0.01 \mu\text{g/mL}$ ), ( $2.18 \pm 0.17 \mu\text{g/mL}$ ) ve ( $196.4 \pm 0.005 \mu\text{g/mL}$ ) şeklinde tespit edilmiştir. *Mougeotia*

cinsi ile ilgili yapılmış bu konudaki çalışmalar oldukça azdır. Muntean ve ark. (2007) yaptığı çalışmada, *Mougeotia* suşunun, gıda üretimi için bir bileşen olarak kabul edilmek üzere önemli seviyelerde karotenoidler içerdiğini belirtmiştir. Düşük seviyelerde de olsa beş provitamin A karotenoidleri içerdiğini ve önemli bir karoten ve güçlü bir antioksidan olan luteinin yüksek değerlerde olduğunu tespit etmiştir. Aynı ordoya mensup *Spirogyra varians*'ın klorofil-a miktarı (6.0 µg/mL), klorofil-b miktarı (3.0 µg/mL), toplam klorofil miktarı (9.0 µg/mL) olarak tespit edilmiş, bu klorofil oranı bizim türümüzden daha yüksek bulunmuştur. Ancak toplam karoten miktarı (1.8 µg/mL) ile bizim türümüze kıyasla daha düşüktür (Tipnee ve ark., 2015). *C. glomerata* ve *Mougeotia* sp. türlerinin klorofil ve karoten üretimi için umut verici alternatif kaynak özelliği taşıdığı görülmektedir.

#### Kültürlerin Biyokimyasal Kompozisyonları

*C. glomerata* ve *Mougeotia* sp.'nin protein, karbonhidrat, lipit ve kül içeriği (Tablo 2)' de gösterilmiştir.

Protein, gıdaların besin değerine katkıda bulunan en önemli bileşendir. Pek çok su yosunu, kuru ağırlıklarının makul bir miktarına kadar protein üretme kabiliyetine sahiptir, bu da organik gübre, hayvan yemi ve insan beslenmesi için iyi bir protein kaynağı oluşturmaktadır (Dawczynski ve ark., 2007). Hasni (2007), *C. glomerata*'nın protein içeriğinin %7.81- %14.57 olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda (% kuru ağırlık) üzerinden *C. glomerata*'nın protein miktarı %14.26 olarak tespit edilmiştir. Bu oran Hasni (2007)'nin

elde ettiği değerle paralellik göstermektedir. Messyasz ve ark. (2015) çalışmamızda olduğu gibi tatlı sudan topladığı *C. glomerata*'nın protein miktarını %14.45 olarak ölçmüştür ki bu sonuç elde ettiğimiz protein miktarına çok yakındır. Naw ve Win (2011) ise kurutulmuş *Cladophora* sp.'nin protein içeriğinin yaklaşık %17.97 - %30.23 olduğunu, yaş numunenin protein içeriğinin %40.51 olduğunu tespit etmişlerdir. El-Swaify (2017) *Cladophora* sp.'de toplam proteini %3.1 olarak bulmuştur. Bu sonuç bizim elde ettiğimiz protein miktarına göre daha düşüktür. Çalışmamızda *Mougeotia* sp.'nin (% kuru ağırlık) üzerinden protein miktarları %6.15 olarak tespit edilmiştir. Bharadwaj ve ark. (2014a) *Mougeotia*'nın biyokimyasal kompozisyonu üzerine yaptığı çalışmada protein miktarını 25.4 mg/mL olarak ölçmüştür.

Karbonhidrat metabolizma ve metabolik süreçler için vazgeçilmez bir bileşendir. Alg karbonhidratlarının antiviral, diyet lifi ve antioksidan özelliklerinden dolayı insan ve hayvan beslenmesinde önemli faydaları olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından belirtilmiştir. Ayrıca, karbonhidratların türleri ve bolluğu alg türleri arasında farklılık göstermektedir (Wijesekara ve ark., 2011). Çalışmamızda karbonhidrat miktarı *C. glomerata*'da (%64.52) ve *Mougeotia* sp.'de (%70.91) olarak tespit edilmiştir. Yapılan diğer çalışmalarda *C. glomerata*'nın karbonhidrat miktarı (%52.54- %60.98) oranında bulunurken (Fabrowska ve ark., 2015) *Mougeotia* sp.'nin karbonhidrat miktarı 32 mg/mL (Bharadwaj ve ark., 2014a) olarak rapor edilmiştir.

**Tablo 1.** *C. glomerata* ve *Mougeotia* sp.'nin klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil ve toplam karoten miktarı

**Table 1.** Chlorophyll-a, chlorophyll-b, total chlorophyll and total carotene amount of *C. glomerata* and *Mougeotia* sp.

| Kültürler            | Klorofil-a (µg/mL) | Klorofil-b (µg/mL) | Toplam Klorofil (µg/mL) | Toplam Karotenoid (µg/mL) |
|----------------------|--------------------|--------------------|-------------------------|---------------------------|
| <i>C. glomerata</i>  | 5.07 ±0.21         | 3.99 ±0.03         | 9.06 ±0.07              | 756.4 ±0.05               |
| <i>Mougeotia</i> sp. | 1.47 ±0.13         | 0.71 ±0.01         | 2.18 ±0.17              | 196.4 ±0.005              |

**Tablo 2.** *C. glomerata* ve *Mougeotia* sp.'nin toplam protein, karbonhidrat, lipit ve kül miktarı

**Table 2.** Total protein, carbohydrate, lipid and ash content of *C. glomerata* and *Mougeotia* sp.

| Kültürler            | Protein (%) | Karbonhidrat (%) | Lipit (%) | Kül (%) |
|----------------------|-------------|------------------|-----------|---------|
| <i>C. glomerata</i>  | 14.26       | 64.52            | 0.55      | 20.73   |
| <i>Mougeotia</i> sp. | 6.15        | 70.91            | 1.00      | 18.74   |



Son zamanlarda algal lipit üretimi üzerine araştırmalar yoğunlaşmıştır. İnsan ve hayvan gıdası, kimya ve ilaç endüstrileri ile kozmetik sanayinde algal lipitlerin kullanılmasına yönelik yoğun ilgi gösterilmektedir. Özellikle algal lipitler yağ, hayvan yemi ve biyodizel üretiminde sıklıkla kullanılmaktadır. Çalışmamızda *C. glomerata*'nın lipit miktarı (%0.55) olarak bulunmuştur. Bulunan bu miktar El-Swaify (2017) (%0.3)'den daha yüksek iken, Çetingül ve ark. (2000) (%0.93) ve Naw ve Win (2011) (%4.6 - %10.75) tarafından tespit edilmiş olan lipit miktarından daha düşüktür. *Mougeotia* sp. kültüründe lipit oranı (%1.00) olarak tespit edilirken Ge ve ark. (2017) aynı ordodan *Spirogyra* sp.'nin lipit miktarını %2.8 olarak bulmuşlardır. Çalışmamız sırasında *C. glomerata*'da toplam kül miktarı %20.73 olarak bulunmuştur. El-Swaify (2017) *C. glomerata*'da kül miktarını %10 ve Akköz ve ark. (2009) %2.4, Çetingül ve ark. (2000) %27.62, Naw ve Win (2011) %18.90- %36.80 Messyasız ve ark. (2015) %39.25 olarak tespit etmişlerdir. Khuantrairong ve Traichaiyaprn (2011) ise *Cladophora* sp. üzerinde yaptıkları çalışmada kül içeriğinin, farklı fosfor konsantrasyonlarında %14.7'den %16.86'ya kadar değiştiğini bulmuştur. Kül miktarı *Mougeotia* sp.'de %18.74 olarak tespit edilmiştir.

## Sonuç

Sonuç olarak, bu çalışmada kullanılan makroalglerin, biyokimyasal bileşimi, kayda değer miktarda pigment, protein ve karbonhidrat içeriğine sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu türlerin, besin kalitesinin artırılarak gıda sanayiinde alg bazlı ürünlerin çeşitlendirilmesi için ticari değerinin artırılacağı düşünülmektedir. Ayrıca doğal ortamlarındaki makroalglerin ticari amaç ile toplanarak kullanılabilceğini göstermektedir.

## Etik Standart ile Uyumluluk

**Çıkar çatışması:** Yazarlar bu yazı için gerçek, potansiyel veya algılanan çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

## Kaynaklar

Akköz, C., Arslan, D., Unver, A., Ozcan, M.M., Yılmaz, B. (2009). Chemical composition and mineral content of *Enteromorpha intestinalis* and *Cladophora glomerata* Kütz. Seaweeds. *Journal of Food Biochemistry*, 35(2), 513-523.

AOAC (1990). *Official methods of analysis of the association of official analytical chemists*. 771p. Retrieved from <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/aoac.methods.1.1990.pdf> (accessed 10.08.18)

- Bellinger, E.G., Sigeo, D.C. (2015). *Freshwater Algae: Identification and use as bioindicators*. 285p. Retrieved from <https://leseprobe.buch.de/images-adb/7a/42/7a42da49-fec0-415d-b57f-30666d6a110b.pdf> (accessed 11.05.17)
- Bharadwaj, M., Shrivastava, A.K., Shrivastava, R. (2014a). Phycochemical analysis of two members of order Zygnematales. *International Journal of Geology, Agriculture and Environmental Sciences*, 2(2), 27-30.
- Bharadwaj, M., Shrivastava, A.K., Shrivastava, R. (2014b). Phycochemical and antimicrobial study of vigorous freshwater alga *Mougeotia*. *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*, 3(4), 1020-1024.
- Cirik, Ş., Cirik, S. (2011). *Su Bitkileri I-Deniz Bitkilerinin Biyolojisi, Ekolojisi ve Yetiştirme Teknikleri*. İzmir: Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, s. 1-17, ISBN 9789754834178
- Çetingül, V., Aysel, V., Kurumlu, Y. (2000). Ege Denizi (Türkiye) sahillerinde yayılış gösteren *Cladophora dalmatica* Kütz. ve *Ceramium ciliatum* (Ellis) Ducl. var. *robustum* (J.Ag.)'un biyokimyası ve ağır metal içeriği. *Turkish Journal of Marine Science*, 6(1), 9-22.
- Dawczynski, C., Schubert, R., Jahreis, G. (2007). Amino acids, fatty acids, and dietary fibre in edible seaweed products. *Food Chemistry*, 103, 891-899.
- Demirel, G., Özpınar, H. (2003). Yosunlar ve hayvan beslemede kullanımları. *Uludağ University Journal of Faculty of Veterinary Medicine*, 22(1-2-3), 103-108.
- Dodds, W.K., Gudder, D.A. (1992). The ecology of *Cladophora*. *Journal of Phycology*, 28(4), 415-427.
- El-Swaify, Z.A. (2017). Phytochemical studies on *Cladophora* species from the Nil River Edges, Egypt. *International Journal of Chemical Science*, 1(2), 13-22.
- Fabrowska, J., Łęska, B., Schroeder, G. (2015). Freshwater *Cladophora glomerata* as a new potential cosmetic raw material. *CHEMIK*, 69(8), 491-497.
- Ge, S., Madill, M., Champagne, P. (2018). Use of fresh water macroalgae *Spirogyra* sp. for the treatment of municipal wastewaters and biomass production for biofuel applications. *Biomass and Bioenergy*, 111, 213-223.

- Giordano, P., Scicchitano, P., Locorotondo, M., Mandurino, C., Ricci, G., Carbonara, S., Gesualdo, M., Zito, A., Dachille, A., Caputo, P., Riccardi, R., Frasso, G., Lassandro, G., Di Mauro, A., Ciccone, M.M. (2012). Carotenoids and cardiovascular risk. *Current Pharmaceutical Desing*, 18, 5577-5589.
- Gönülöl, A. (2017). *Turkishalgae electronic publication*. Retrieved from <http://turkiyealgleri.omu.edu.tr> (accessed 12.12.18)
- Gündoğan, Y., Gül, A., Çakır Arıca, Ş., Çavuşoğlu, K. (2005). *Cladophora glomerata* (Chlorophyce)'da ağır metal birikiminin araştırılması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8(1), 181-194.
- Hasni, S. (2007). *Phycochemical Studies on Some Fresh Water Green Algae of Karachi*. India: University of Karachi, p. 12-25.
- Hosikian, A., Lim, S., Halim, R., Danquah, M.K. (2010). Chlorophyll extraction from microalgae: a review on the process engineering aspects. *International Journal of Chemical Engineering*, 39, 32-43.
- Huber-Pestalozzi, G. (1982). *Das Phytoplankton Des Süßwassers, 8. Teil Conjugatophyceae, Zynematales and Desmidiales, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung*. Stuttgart: E Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. p. 25-47.
- Huber-Pestalozzi, P., Huber-Pestalozzi, G., Förster, K., Med, G. (1982). *Das Phytoplankton des Süßwassers: section 8 pt 1, Conjugatophyceae Zygnematales und Desmidiales (excl. Zygnemataceae)*. Stuttgart: E Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. p. 30-55.
- John, D.M., Whitton, B.A., Brook, A.J. (2002). *The freshwater algae of the British Isles: an identification guide to freshwater and terrestrial algae*. Cambridge: Cambridge University Press., 697p.
- Khuantrairong, T., Traichaiyaprn, S. (2011). The nutritional value of edible freshwater alga *Cladophora* sp. (Chlorophyta) grown under different phosphorus concentrations. *International Journal of Agriculture and Biology*, 13, 297-300.
- Lichtenthaler, H.K., Wellburn, A.R. (1985). Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf in different solvents. *Biochemical Society Transactions*, 11, 591-592.
- Masojidek, J., Torzillo, G., Koblizek, M. (2013). Photosynthesis in Microalgae. In: A. Richmond & Q. Hu (Eds.), *Handbook of Microalgal Culture: Applied Phycology and Biotechnology* (p. 21-36). London, UK: John Wiley & Sons, Ltd. Published by Blackwell Publishing Ltd.
- Messyasz, B., Leska, B., Fabrowska, J., Pikosz, M., Roj, E., Cieslak, A., Schroeder, G. (2015). Biomass of freshwater *Cladophora* as a raw material for agriculture and the cosmetic industry. *Open Chemistry*, 13, 1108-1118.
- Mitova, M.I., Usov, A.I., Bilanb, M.I., Stefanov, K.L., Dimitrova-Konaklievac, S.D., Tonovc, D.P., Popov, S.S. (1999). Sterols and polysaccharides in freshwater algae *Spirogyra* and *Mougeotia*. *Zeitschrift für Naturforschung*, 54, 1016-1020.
- Muntean, E., Bercea, V., Dragos, N., Muntean, N. (2007). Potential use of *Mougeotia* sp. algae in food production, based on its carotenoid. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 8(1), 143-148.
- Naw, M.W.D., Win, S.S. (2011). Morphology and nutritional values of green alga *Cladophora* from Kachin State. *Universities Research Journal*, 4(1), 99-111.
- Prescott, G.W. (1951). *Algae of the western great lakes area*. Michigan: Cranbrook Institute of Science, Bloomfield Hills, 977p.
- Ramaraj, R., Tsai, D.D.W., Chen, P.H. (2013). Chlorophyll is not accurate measurement for algal biomass. *Chiang Mai Journal of Science*, 40, 547-555.
- Ramaraj, R., Tsai, D.D.W., Chen, P.H. (2014). An exploration of the relationships between microalgae biomass growth and related environmental variables. *Journal of Photochemistry and Photobiology B*, 135, 44-47.
- Ryan, W.H., Senthil, C., Ashish, B., Das, K.C. (2010). Effect of biochemical stimulants on biomass productivity and metabolite content of the microalga, *Chlorella sorokiniana*. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 162, 2400-2414.

- Tipnee, S., Ramaraj, R., Unpaprom, Y. (2015). Nutritional evaluation of edible freshwater green macroalga *Spirogyra varians*. *Emergent Life Sciences Research*, 1(2), 1-7.
- Wijesekara, I., Pangestuti, R., Kim, S.K. (2011). Biological activities and potential health benefits of sulfated polysaccharides derived from marine algae. *Carbohydrate Polymers*, 84, 14-21.
- Wongsawad, P., Peerapornpisal, Y. (2015). Morphological and molecular profiling of *Spirogyra* from Northeastern and northern Thailand using inter simple sequence repeat (ISSR) markers. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 22(4), 382-389.



## Short Communication

# OCCURRENCE OF THE ATLANTIC POMFRET, *Brama brama* (BONNATERRE 1788) (PERCIFORMES: BRAMIDAE) IN THE AEGEAN SEA (SIĞACIK BAY, TURKEY)

Okan Akyol , Ali Ulaş 

### Cite this article as:

Akyol, O., Ulaş A. (2019). Occurrence of the Atlantic pomfret, *Brama brama* (Bonnaterre 1788) (Perciformes: Bramidae) in the Aegean Sea (Sığacık Bay, Turkey). *Aquatic Research*, 2(1), 32-35. <https://doi.org/10.3153/AR19004>

Ege University, Faculty of Fisheries,  
35440, Urla, Izmir, Turkey

### ABSTRACT

Two specimens of the Atlantic pomfret, *Brama brama* was caught by a driftnet off southern coast of İzmir, Sığacık Bay at a depth of 147 m on 20 June 2018. Moreover, one of the individuals had the maximum size with 710 mm TL and 5696 g throughout the Mediterranean. This short note presents a new official record of *B. brama* on the ichthyofaunal richness of the Turkish Aegean Sea.

**Keywords:** Rare species, Measurement, Maximal size, Sığacık Bay, Aegean Sea

Submitted: 12.12.2018

Accepted: 27.12.2018

Published online: 25.01.2019

### Correspondence:

Okan AKYOL

E-mail: [okan.akyol@ege.edu.tr](mailto:okan.akyol@ege.edu.tr)

©Copyright 2019 by ScientificWebJournals

Available online at

<http://aquatres.scientificwebjournals.com>

## Introduction

The Bramidae family known as ‘breams’ consists of 18 species in all oceans, only one in the Mediterranean (Golani *et al.* 2006). *Brama brama* (Bonnaterre, 1788) is offshore epipelagic fish descends down to 400 m, seasonal migrant occurring in small schools. It is opportunistic feeders on small fishes, cephalopods, amphipods and euphausiids. Spawning occurs between August and September in Mediterranean, later in eastern Atlantic. It is cosmopolitan in all major oceans; from central Norway southwards including the western Mediterranean, however, it is rare in the eastern basin (Haedrich, 1986; Golani *et al.*, 2006). In this paper, we report on the occurrence of the Atlantic pomfret, *Brama brama* as an incidental catch from swordfish fishery in the deep-waters of Sığacık Bay (İzmir, Aegean Sea).

## Material and Methods

On 20 June 2018, two specimens of *Brama brama* (Figure 1), was caught by a driftnet targeting swordfish off southern coast of İzmir, Sığacık Bay (lat 38°014334 N, long 26°378288 E) at a depth of 147 m in dawn time (Figure 2). The species was identified according to Haedrich (1986), Golani *et al.* (2006) and Froese & Pauly (2018). The samples, fixed in 6% formaldehyde solution, have been preserved in the fish collection of the Fisheries Faculty, Ege University (ESFM-PIS/2018-06).

## Results and Discussion

Morphometric measurements, ratios and meristic counts of *Brama brama* were indicated in Table 1. In the Aegean Sea, Geldiay (1969) mentioned the *B. brama* (as *B. raji*) in İzmir Bay, NE Aegean Sea only by name, but no solid details. *B. brama* has been recorded in the Greek waters of southern Aegean Sea (Corsini-Foka, 2009), and the four specimens, caught by longline off Rhodes, Nisyros and Kalymnos Islands were ranged from 465 to 700 mm TL (1000 - 4500 g). In the eastern Ionian Sea, Mytilineou *et al.* (2013) reported just 12 specimens of *B. brama* (range: 315 – 643 mm TL; 348 – 3638 g in weight). According to Froese & Pauly (2018), although, maximum length of *B. brama* was reported as 1000 mm TL in waters of Cuba and maximum published weight was 6000 g. Thus, the specimen with 710 mm and 5696 g in this paper has the maximum size in the Mediterranean.

## Conclusion

The occurrence of *B. brama* in İzmir coasts is not unexpected due to the recent records of the species from the Rhodes, Nisyros and Kalymnos Islands in Greek southern Aegean Sea. However, this record reveals that the rare *B. brama* goes towards to upper latitudes of the Turkish Aegean Sea.

**Table 1.** Morphometric measurements, ratios and meristic counts of *Brama brama*, captured from Sığacık Bay, İzmir, Aegean Sea

| Specimens               | 1         |                | 2         |                |
|-------------------------|-----------|----------------|-----------|----------------|
|                         | Size (mm) | Proportion %TL | Size (mm) | Proportion %TL |
| Total length (TL)       | 660       |                | 710       |                |
| Standard length (SL)    | 528       | 80.0           | 575       | 81.0           |
| Fork length (FL)        | 569       | 86.2           | 620       | 87.3           |
| Pre-dorsal fin length   | 140       | 21.2           | 178       | 25.1           |
| Pre-pectoral fin length | 144       | 21.8           | 155       | 21.8           |
| Pre-anal fin length     | 245       | 37.1           | 278       | 39.2           |
| Pectoral length         | 190       | 28.8           | 198       | 27.9           |
| Head length (HL)        | 140       | 21.2           | 147       | 20.7           |
| Eye diameter            | 34        | 5.2            | 34        | 4.8            |
| Preorbital length       | 36        | 5.5            | 41        | 5.8            |
| Meristic counts         |           |                |           |                |
| Dorsal fin rays         | III+32    |                | III+32    |                |
| Anal fin rays           | II+23     |                | II+23     |                |
| Pectoral fin rays       | 20        |                | 20        |                |
| Ventral fin rays        | I+5       |                | I+5       |                |
| Weight (g)              | 3960      |                | 5696      |                |



Figure 1. *Brama brama* with 710 mm TL, caught from Sığacık Bay, Aegean Sea (Photo: O. Akyol)

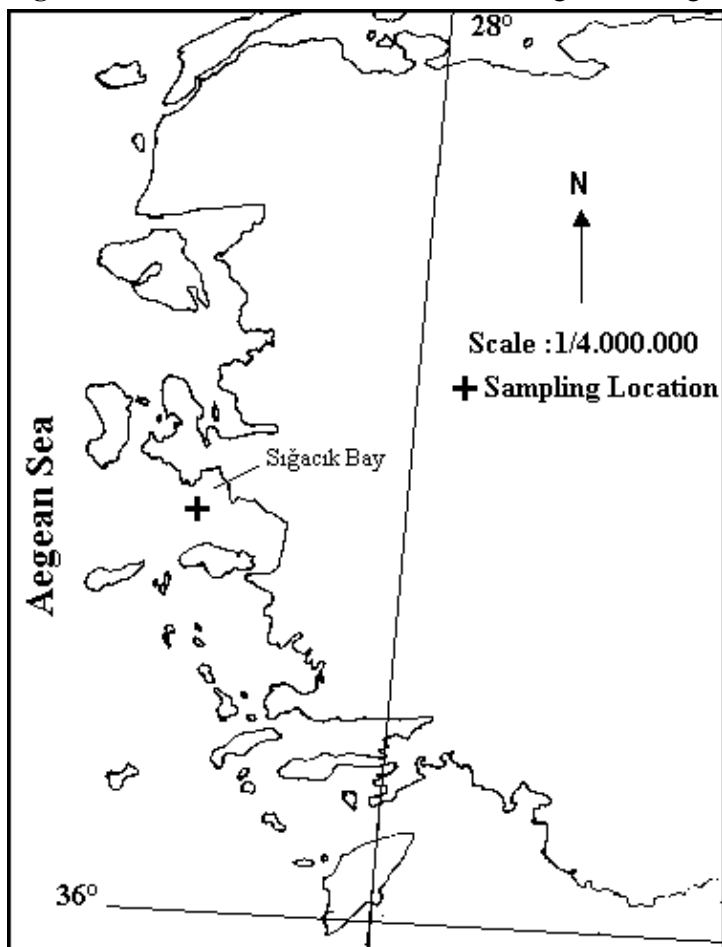


Figure 2. Sampling location of *Brama brama* in the Aegean Sea

### Compliance with Ethical Standard

**Conflict of interests:** The authors declare that for this article they have no actual, potential or perceived conflict of interests.

### References

- Corsini-Foka, M. (2009). Uncommon fishes from Rhodes and nearby marine region (SE Aegean Sea, Greece). *Journal of Biological Research-Thessaloniki*, 12, 125-133.
- Froese, R., Pauly, D. (2018, June 19). FishBase. World Wide Web electronic publication. Retrieved from <http://fishbase.org/summary/Brama-brama.html> (accessed 19.06.18).
- Geldiay, R. (1969). *Important fishes found in the Bay of Izmir and their possible invasions*. Monogr. Fac. Sci., Ege Univ., 11, 1-135 [in Turkish].
- Golani, D., Öztürk, B., Başusta, N. (2006). *The Fishes of the Eastern Mediterranean*. Turkish Marine Research Foundation, Publication No. 24. Istanbul. ISBN: 975-8825-12-7
- Haedrich, R.L. (1986). Bramidae. In: P.J.P. Whitehead, M.L. Bauchot, J.C. Hureau, J. Nielsen & E. Tortonese (Eds). *Fishes of the Northeastern Atlantic and the Mediterranean* (pp. 847-853). UNESCO, Paris.
- Mytilineou, C., Anastasopoulou, A., Christides, G., Bekas, P., Smith, C.J., Papadopoulou, K.N., Lefkadiou, E., Kavadas, S. (2013). New records of rare deep water fish species in the eastern Ionian Sea (Mediterranean Sea). *Journal of Natural History*, 47, 1645-1662.



## Short Communication

# A NEW LOCALITY FOR THE ENDEMIC *Gobio sakaryaensis* TURAN, EKMEKÇİ, LUSKOVA & MENDEL, 2012 IN THE MARMARA REGION (TURKEY) AND THE LENGTH-WEIGHT RELATIONSHIP OF THE SPECIES

Gülşah Saç<sup>1</sup> , Özcan Gaygusuz<sup>1</sup> , Çiğdem Gürsoy Gaygusuz<sup>2</sup> , Müfit Özuluğ<sup>3</sup> 

### Cite this article as:

Saç, G., Gaygusuz, Ö., Gürsoy Gaygusuz, Ç., Özuluğ, M. (2019). A new locality for the endemic *Gobio sakaryaensis* Turan, Ekmekçi, Luskova & Mendel, 2012 in the Marmara region (Turkey) and the length-weight relationship of the species. *Aquatic Research*, 2(1), 36-40. <https://doi.org/10.3153/AR19005>

<sup>1</sup> Istanbul University, Faculty of Aquatic Sciences, Department of Marine and Freshwater Resources Management, 34134, Laleli, İstanbul, Turkey

<sup>2</sup> Trakya University, Keşan Vocational High School, 22800, Keşan, Edirne, Turkey

<sup>3</sup> Istanbul University, Faculty of Science, Department of Biology, 34134, Vezneciler, İstanbul, Turkey

### ABSTRACT

One of the endemic freshwater fish species of Turkey, *Gobio sakaryaensis* Turan, Ekmekçi, Luskova & Mendel, 2012 is reported for the first time from the Lake Sapanca Basin. A total of 18 *G. sakaryaensis* specimens was captured using electroshocker on October 18, 2008 and February 5, 2009 from the Maşukiye Stream (western Lake Sapanca). This finding has increased the number of the fish species living in the basin. The value of parameter *b* in the LWR equation was calculated 3.176.

**Keywords:** Lake Sapanca, Freshwater fish, Stream, Endemism, New record

**Submitted:** 03.01.2019

**Accepted:** 25.01.2019

**Published online:** 28.01.2019

### Correspondence:

Gülşah SAÇ

E-mail: [gulsahsac@gmail.com](mailto:gulsahsac@gmail.com)

©Copyright 2019 by ScientificWebJournals

Available online at

<http://aquatres.scientificwebjournals.com>



## Introduction

The last comprehensive checklist of the freshwater fishes of Turkey has reported that a total of 409 fish species inhabit in the freshwater systems and 194 of them is endemic to Anatolia (Çiçek et al., 2018). The genus, *Gobio* is known to be one of the richest genera because of its adaptations to different habitats (Turan et al., 2016). Recently, a total of 14 species belonging to the genus *Gobio* was recognised from Turkish inland waters, and except *Gobio bulgaricus* and *Gobio kovatschevi* all of these species are the Anatolian endemics (Naseka et al., 2006; Kottelat and Freyhof, 2007; Turan et al., 2012; Turan et al., 2016; Turan et al., 2017; Turan et al., 2018). *Gobio sakaryaensis* is one of the endemic gudgeons and it was described from the Tozman and Porsuk streams in the Sakarya River drainage (northwestern Anatolia, Black Sea basin) (Turan et al., 2012).

One of the most important lakes in the Marmara region of northwest Turkey, the Lake Sapanca is used for fisheries, recreation and potable water resource (Albay et al., 2003). The lake is fed by numerous streams (e.g. Maşukiye, Yanık, Mahmudiye, Kurtköy, İstanbul, Liman, Sarp, Arifiye, Maden) and it has one outflowing river (Çark Stream) connected to Sakarya River (Ercan et al., 2013). The Lake Sapanca and its streams have a rich fish diversity and a total of 27 fish species has been reported from the lake basin (Özuluğ et al., 2007; Tarkan et al., 2007; Tarkan et al., 2008; Okgerman and Altuğ, 2008). This study aims to report the unrecorded fish species, *G. sakaryaensis* for the Lake Sapanca Basin and provide its length-weight relationship.

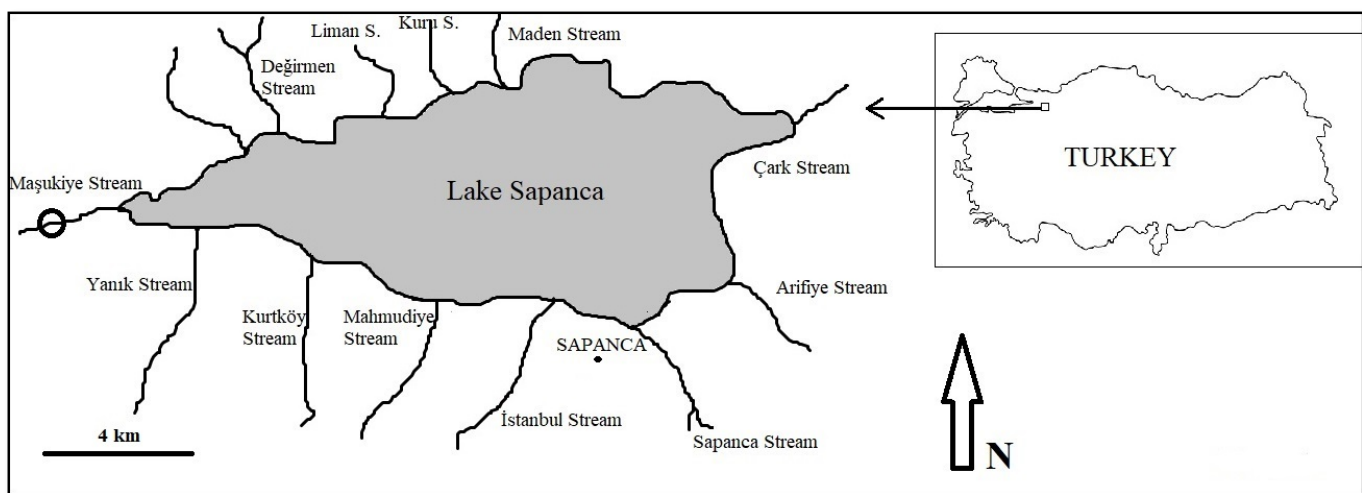
## Material and Methods

The routine ichthyological surveys of the Lake Sapanca Basin between 2008 and 2009 were conducted using a portable SAMUS 750-MP electroshocker. The Maşukiye Stream

where *G. sakaryaensis* specimens were collected is flowing from the westward of the lake (Figure 1). The fish samples were killed immediately upon capture with an overdose clove oil and they fixed in 5% formaldehyde solution.

Measurements were made point-to-point with calipers and recorded to 0.1 mm. Meristic counts were made under a binocular microscope. Methods for counts and measurements follow Kottelat and Freyhof (2007). Standard length (SL) was measured from anteriormost point of the head to the end of the hypural complex. The length of the caudal peduncle is measured from behind the base of the last anal-fin ray to the end of the hypural complex, at mid-height of the caudal-fin base. Lateral line scales are counted from the anteriormost scale (the first one to touch the shoulder girdle) to the last scale at the end of the hypural complex. The last two branched rays articulating on a single pterygiophore in the dorsal and anal fins are noted as "1½". Scales on the caudal fin itself are indicated by "+". Gill rakers were counted on the anterior gill arch. Valid species name was attributed according to Eschmeyer et al. 2018. Fish specimens were deposited as museum material in the Collection of İstanbul University, Faculty of Aquatic Sciences in 70% ethanol.

The samples were measured for standard length (SL) to the nearest 0.1 cm and weighed for total body weight (W) on a digital balance with a 0.01 g accuracy. The LWR was calculated using the equation:  $W=aL^b$ , where W is the total weight (g), L is the standard length (cm), a and b are regression parameters (Le Cren, 1951; Froese, 2006). The equation ( $W=aL^b$ ) was converted into the natural logarithmic form ( $\ln W=\ln a+b\ln SL$ ) and parameters a (regression intercept) and b (slope) were calculated by the regression analysis (King, 2007).



**Figure 1.** Sampling site (Maşukiye Stream) in the Lake Sapanca Basin.

## Results and Discussion

### *Gobio sakaryaensis*



**Figure 2.** *Gobio sakaryaensis*, 59 mm SL; Turkey: Maşukiye Stream in the Lake Sapanca Basin

*Materials examined:* 17, 43-59 mm SL, Adapazarı prov., Maşukiye Stream, tributary to the Lake Sapanca, Sakarya River drainage, 40.713970°N 30.131155°E, 05 February 2009 – 1, 48 mm SL, Adapazarı prov., Maşukiye Stream, tributary to the Lake Sapanca, Sakarya River drainage, 40.713970°N 30.131155°E, 18 October 2008.

A total of 18 *G. sakaryaensis* specimens was caught from the Maşukiye Stream. Morphometric data of the species was given in Table 1.

Dorsal fin with 3 simple and 7½–8½ branched rays. Anal fin with 3 simple and 6½ branched rays. Pectoral fin with 15–16 rays. Pelvic fin with 8 rays. Lateral line complete, reaching to caudal-fin base, perforating 38–39 [(38(3), 39(7))] scales on body and 2 on caudal-fin base. Breast scaled completely. 6–8 scales between posterior extremity of pelvic-fin base and anus. 4–5 (mode 4) gill rakers. Pharyngeal teeth in two rows, 3.5–5.3, serrated, hooked at tip.

The length-weight relationship of the species was calculated and the sample size ( $n$ ), length and weight ranges, parameters of the LWR equation ( $a$  and  $b$ ) with 95% confidence intervals,  $r^2$  values were summarized in Table 2.

*Gobio sakaryaensis* reported in this study has not previously been recorded from the Lake Sapanca Basin, and this finding has increased the number of the fish species living in the basin. It is thought that *G. sakaryaensis*, known to live in the Sakarya River Basin, may have come to the Sapanca Lake Basin with Çark Creek, which connects the Sakarya River to the lake. The occurrence of this species in the Lake Sapanca Basin shows that its distribution range has extended.

Not unexpected, there is a small difference in the morphometric of our materials (Table 1) and the data given by Turan et al. (2012): head length (% 24.8 – 27.0 in our materials vs. % 27.2 – 30.0 in Turan et al. (2012)), body depth at dorsal-fin origin (% 19.3 – 21.3 in our materials vs. 21.5 – 24.4 in Turan et al. (2012)), predorsal length (% 46.6 – 48.4 in our materials vs. % 48.7 – 52.8 in Turan et al. (2012)) and prepelvic length (% 46.7 – 49.8 in our materials vs. % 49.8 – 51.0 in Turan et al. (2012)). This difference is likely to be the result of differences in measuring fish, larger variations in fish sizes/numbers or seasonal variations.

The value of  $b$  in the LWRs is expected to be ranged between 2.5 and 3.5 (Froese, 2006). In present study, the value of  $b$  for *G. sakaryaensis* was within this range and, therefore the results can be used as valid. According to İnnal and Erk'akan (2015), the  $b$  value of *G. sakaryaensis* in Çamkoru Pond (Ankara, Turkey) was calculated 3.217. The differences in the  $b$  values of the same species are possible affected by temporal and spatial variations due to different habitats, size range, sex, and season, gonad maturity, feeding habit and diseases, although these two estimated values of  $b$  (3.217 for Çamkoru Pond population and 3.176 for Maşukiye Stream population) were similar.

**Table 1.** Morphometric data of *G. sakaryaensis* caught from the Maşukiye Stream in the Lake Sapanca Basin (n = 10).

|                                  | Mean ± SD   | Min. – Max.   |
|----------------------------------|-------------|---------------|
| <b>Standard Length (SL, mm)</b>  | 49.68±4.53  | 45.55 – 59.01 |
| <i>in percent of SL</i>          |             |               |
| Head length                      | 25.81 ±0.68 | 24.76 – 27.00 |
| Body depth at dorsal-fin origin  | 20.06 ±0.55 | 19.31 – 21.25 |
| Predorsal length                 | 47.58 ±0.51 | 46.63 – 48.39 |
| Prepelvic length                 | 48.55 ±1.06 | 46.67 – 49.82 |
| Preanal length                   | 70.33 ±1.35 | 67.39 – 71.88 |
| Depth of caudal peduncle         | 9.86 ±0.19  | 9.58 – 10.17  |
| Length of caudal peduncle        | 21.63 ±0.58 | 20.98 – 22.57 |
| <i>in percent of head length</i> |             |               |
| Head depth at eye                | 63.28 ±1.09 | 62.10 – 65.12 |
| Head depth at nape               | 51.92 ±1.35 | 50.20 – 53.98 |
| Snout length                     | 38.83 ±1.29 | 36.70 – 40.45 |
| Eye diameter                     | 28.28 ±1.29 | 26.06 – 30.52 |
| Interorbital width               | 23.66 ±0.79 | 22.53 – 24.82 |

**Table 2.** The descriptive statistics and estimated parameters of length-weight relationship of *Gobio sakaryaensis* in Maşukiye Stream (n: number of individuals, SL: standard length, W: body weight, Min: minimum, Max: maximum, *a*: intercept, *b*: slope, 95% CI: 95% confidence limit, *r*<sup>2</sup>: coefficient correlation).

| Species                | n  | SL, cm    | W, g        | Regression Parameters |          | 95% CL of <i>a</i> | 95% CL of <i>b</i> | <i>r</i> <sup>2</sup> |
|------------------------|----|-----------|-------------|-----------------------|----------|--------------------|--------------------|-----------------------|
|                        |    | Min.-Max. | Min.-Max.   | <i>a</i>              | <i>b</i> |                    |                    |                       |
| <i>G. sakaryaensis</i> | 18 | 4.3-6.5   | 1.266-4.093 | 0.013                 | 3.176    | 0.008-0.022        | 2.857-3.495        | 0.969                 |

### Comparative Material

*Gobio bulgaricus*: IUSHM 35600-43, 5, 55-58 mm SL, Edirne: River Meriç, 23.08.2004, M. Özuluğ.

*Gobio sakaryaensis*: IUSHM 2019-1409, 2, 78-85 mm SL, Eskişehir: Stream about 37 km south of Bozüyük at road from Bozüyük to Kütahya, Sakarya drainage, 16.06.2006, M. Özuluğ, J. Freyhof.

### Conclusions

Consequently, the present study has provided a new contribution to the fish fauna of Lake Sapanca Basin, and the first reference on LWR for *G. sakaryaensis* population in the area.

### Compliance with Ethical Standard

**Conflict of interests:** The authors declare that for this article they have no actual, potential or perceived conflict of interests.

### References

- Albay, M., Akçaalan, R., Tüfekçi, H., Metcalf, S.J., Beattie, A.K, Codd, A.G., (2003). Depth profiles of cyanobacterial hepatotoxins (microcystins) in three Turkish freshwater lakes. *Hydrobiologia*, 505, 89-95.
- Çiçek, E., Fricke, R., Sungur, S., Eagderi, E. (2018). Endemic freshwater fishes of Turkey. *FishTaxa*, 3(4), 1-39.
- Ercan, E., Gaygusuz, Ö., Tarkan A. S., Reichard, M., Smith, C. (2013). The ecology of freshwater bi-valves in the Lake Sapanca basin, Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 37, 730-738.

- Eschmeyer, W. N., Fricke, R., van der Laan, R. (eds), (2018), Catalog of Fishes: Genera, Species, References. (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>). Electronic version accessed 09 June 2018.
- Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight–length relationships: History, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22, 241-253.
- Innal, D., Erk'akan, F. (2015), Length-weight relationship of *Gobio sakaryaensis* (Teleostei: Cyprinidae) from Camkoru Pond (Ankara-Turkey). *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 2(6), 424-426.
- King, M. (2007). Fisheries Biology, Assessment and Management (2nd ed.). Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1-381 pp. ISBN: 978-1-4051-5831-2
- Kottelat, M., Freyhof, J. (2007), Handbook of European freshwater fishes. Berlin, 640 pp.
- Le Cren, E.D. (1951). The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology*, 20, 201-218.
- Naseka, A. M., Erk'akan, F., Küçük, F. (2006), A description of two new species of the genus *Gobio* from Central Anatolia (Turkey) (Teleostei: Cyprinidae). *Zoosystematica Rossica*, 15, 185-194.
- Okgerman, H., Altuğ, G. (2008). Sapanca Gölü'ne Bilimsel Açıdan Bakış. TÜDAV Yayınları No:28.
- Özuluğ, M., Tarkan, A.S., Gaygusuz, Ö., Gürsoy, Ç. (2007), Two new records for the fish fauna of Lake Sapanca Basin (Sakarya, Turkey). *Journal of Fisheries Sciences.com*, 1(3), 152-159.
- Tarkan, A. S., Özuluğ, M., Gaygusuz, Ö., Gürsoy Gaygusuz, Ç. (2007), A New Locality for the Freshwater Fish *Chondrostoma angorense* Elvira, 1987 (Osteichtyes: Cyprinidae) in the Marmara Region (Turkey). *Ege University Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 24(1-2), 165-166.
- Tarkan, A.S., Gaygusuz, Ö., Özuluğ, M., Gürsoy Gaygusuz, Ç. (2008), Reoccurrence of *Salmo trutta macrostigma* (Duméril, 1858) in Lake Sapanca Basin (Sakarya, Turkey): implications for conservation. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 3(1), 87-91.
- Turan, D., Ekmekçi, F.G., Luskova, V., Mendel, J. (2012), Description of a new species of genus *Gobio* from Turkey (Teleostei: Cyprinidae). *Zootaxa*, 3257, 56-65.
- Turan, D., Japoshvili, B., Aksu, İ., Bektaş, Y. (2016), Description of two new species of the genus *Gobio* (Teleostei: Cyprinidae) from the Black Sea coast of Turkey. *Zoology in the Middle East*, 62(2), 112-124.
- Turan, D., Kaya, C., Bayçelebi, E., Aksu, İ., Bektaş, Y. (2017), *Gobio baliki*, a new gudgeon from Turkey (Teleostei: Cyprinidae). *Zootaxa*, 4350(2), 284-290.
- Turan, D., Kaya, C., Bayçelebi, E., Aksu, İ., Bektaş, Y. (2018), Description of *Gobio fahrettini*, a new gudgeon from Lake Ilgın basin, Central Anatolia (Teleostei: Gobionidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 28(4), 365-373.