

**SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ  
EĞİRDİR SU ÜRÜNLERİ FAKÜLTESİ DERGİSİ  
(YIL 2018– CİLT: 14 – SAYI 1)**

Süleyman Demirel Üniversitesi Eğırdır Su Ürünleri Fakültesi  
Adına Sahibi /  
Owner of Behalf of Süleyman Demirel University Faculty of Fisheries

Sevgi SAVAŞ

**Baş Editör / Editor in Chief**

Yunus Ömer BOYACI

**Editörler / Editors**

Şengül BİLGİN  
Seval BAHADIR KOCA  
Seçil METİN

**Mizanpaj Editörleri / Layout Editors**

Salim Serkan GÜÇLÜ  
Ufuk Gürkan YILDIRIM

**İngilizce Editörü / English Editor**

Yeşim ÖZOĞUL

**İletişim / Contact**

Süleyman Demirel Üniversitesi,  
Eğırdır Su Ürünleri Fakültesi Dergisi Yayın Komisyonu Başkanlığı,  
32260 Doğu Yerleşkesi-İSPARTA  
Tel: 0 246 2118676- 66 Faks: 0 246 2118697  
<http://sdu.dergipark.gov.tr/egirdir>  
E-Posta: esufdergi@sdu.edu.tr  
**E-ISSN: 1308 - 7517**

---

Yayın Tarihi: Mart - 2018

**SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ**  
**EĞİRDİR SU ÜRÜNLERİ FAKÜLTESİ DERGİSİ**  
**(YIL 2018 – CİLT: 14 – SAYI: 1)**

---

**YAYIN KURULU / EDITORIAL BOARD\***

---

Altan LÖK	Ege University, TÜRKİYE
Doru Stelian BĂNĂDUC	Lucian Blaga” University of Sibiu, ROMANIA
Ercüment GENÇ	Ankara University, TÜRKİYE
Erdoğan ÇİÇEK	Nevşehir Hacı Bektaş Veli University, TÜRKİYE
Erik JEPPESEN	Aarhus University, DENMARK
Eugenia BEZİRTZOGLU	Democritus University of Thrace, GREECE
Hamid Reza ESMAEILI	Shiraz University IRAN
Karim ERZINI	University of Algarve, PORTUGAL
Magdolna Müllerne TRENOVSZKI	Szent Istvan University, HUNGARY
Özkan ÖZDEN	İstanbul University, TÜRKİYE
Pavel KOZAK	University of South Bohemia, CZECHIA
Stamatis ZOGARİS	Hellenic Centre for Marine Reseach, GREECE
Stefan BERGLEITER	Naturland, GERMANY
Süheyla KARATAŞ STEINUM	İstanbul University, TÜRKİYE
Tom WİKLUND	Åbo Akademi University, FINLAND
Viladimir PESIC	University of Montenegro, MONTENEGRO
Yazdan KEIVANY	Isfahan University of Technology, IRAN

---

\* Liste akademik unvan ve isme göre alfabetik sırayla hazırlanmıştır.

## İÇİNDEKİLER / CONTENTS

### **ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH PAPERS:**

---

- Eğirdir Gölü'nden Tatlısu Istakozu (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823)'nun Sindirim Enzim Aktivitelerinin Mevsim, Büyüklük ve Cinsiyete Bağlı Olarak Değişimi.  
**Esra ACAR KURT, Seval BAHADIR KOCA, Mehmet NAZ, Özgür KOŞKAN, İltar İLHAN..... 1-8**
- Yozgat İli Su Ürünleri Tüketim Alışkanlıklarının Belirlenmesi.  
**Naciye ERDOĞAN SAĞLAM, Serap SAMSUN..... 9-16**
- Adıgüzel Baraj Gölü (Denizli, Türkiye)'nün Rotifer Kompozisyonu.  
**Didem ÖZDEMİR MİS, M. Ruşen USTAĞLU..... 17-24**
- Mikroalglerde Kuru Madde Miktarı ile İlişkili Faktörlerin Doğrudan ve Dolaylı Etkilerinin İncelenmesi.  
**Gökhan Tamer KAYAALP, Melis ÇELİK GÜNEY, Burcu AK, Oya IŞIK..... 25-33**
- Karagöl (Dikili-İzmir)'ün Bentik Makroomurgasız Faunası Üzerine Bir Araştırma.  
**Esat Tarık TOPKARA, Ayşe TAŞDEMİR, Seray YILDIZ..... 34-41**
- Influence of Glaze Solution Mixed with Rosemary Oil on the Oxidative Stability of Frozen Trout.  
**Özlem EMİR ÇOBAN, Ayşe GÜREL İNANLI..... 42-48**
- Sürdürülebilir Su Yönetimi için Su Kuyularında Nitrat Değerlerinin Belirlenmesi (Kocaeli/Türkiye).  
**Arzu MORKOYUNLU YÜCE, İlhan ÖZEL, Murat AKTAŞ..... 49-58**

### **DERLEME / REVIEWS**

---

- Balık Parazitlerinin Biyoizlemdeki (Biyomonitoring) Önemi.  
**Arzu GÜVEN, Türkay ÖZTÜRK..... 59-73**

## Eğirdir Gölü'nden Tatlısu Istakozu (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823)'nun Sindirim Enzim Aktivitelerinin Mevsim, Büyüklük ve Cinsiyete Bağlı Olarak Değişimi\*

Esra ACAR KURT<sup>1</sup>, Seval BAHADIR KOCA<sup>1\*\*</sup>, Mehmet NAZ<sup>2</sup>, Özgür KOŞKAN<sup>3</sup>, İlater İLHAN<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Isparta

<sup>2</sup>İskendurun Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Hatay

<sup>3</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Isparta

<sup>4</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Isparta

Geliş : 10.03.2017

Kabul : 14.07.2017

**Araştırma Makalesi / Research Paper**

\*\*Sorumlu yazar: sevalkoca@sdu.edu.tr

E-Dergi ISSN: 1308-7517

### Özet

Bu çalışma, Eğirdir Gölü'nde yaşayan *Astacus leptodactylus* türünde mide sindirim enzim aktiviteleri üzerine (proteaz  $\alpha$ -amilaz ve lipaz) mevsim ve eşeyin etkisini araştırmak amacıyla oluşturulmuştur. Bu amaçla kerevitler 1 yılda 4 mevsim olarak Eğirdir Gölü'nden avlandı. İlkbahar mevsiminde, kerevitlerin pinterlere girmemesi nedeniyle örnekleme yapılamadı. Bu nedenle, sonuçlar üç mevsim (sonbahar, kış, yaz) ve eşeyler üzerinden faktöriyel düzeyinde varyans analizi ile değerlendirildi. Bulgular, eşey ve mevsim faktörlerinin kerevitlerin midesindeki proteaz ve lipaz aktivitesini önemli düzeyde etkilediğini ( $p<0,05$ ),  $\alpha$ -amilaz aktivitesinde ise istatistiksel olarak önemli düzeyde etkili olmadığını gösterdi ( $p>0,05$ ). Bulgular ayrıca, kerevitlerin, proteaz enzim aktivitesinin sonbahar ve kışın, lipaz enzim aktivitesinin ise kışın eşeyler arası önemli değişim gösterdiğini ortaya çıkardı ( $p<0,05$ ). Bununla birlikte, proteaz enzimin en yüksek aktiviteyi (524,73 U/mg protein) sonbahar mevsiminde dişilerde, lipaz enzimin (0,022 U/mg protein) ise kışın erkek bireylerde olduğu belirlendi ( $p<0,05$ ). Sonuç olarak, bu çalışma araştırılan enzimlerin varlığı ve değişkenliğinin belirlenmesiyle, bu türün geniş besin çeşitliliğine ve sindirme yeteneğine sahip olduğunu gösterdi.

**Anahtar kelimeler:** *Astacus leptodactylus*, sindirim enzim aktivitesi, lipaz,  $\alpha$ -amilaz, proteaz

### Variation of Digestive Enzyme Activities Depending on Season, Size and Sex of Freshwater Crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) from Lake Eğirdir

#### Abstract

This study was conducted to search the effect of sex and season on digestive enzyme activities (protease,  $\alpha$ -amylase, lipase) in *Astacus leptodactylus* species that lives in Eğirdir Lake. The freshwater crayfish were caught as four seasons in a year from Eğirdir Lake. The sampling was not possible for crayfish since they were not entered into trap in spring season. Therefore, the results were evaluated over three seasons and sex by factorial variance analysis. The results showed that sex and season affected to protease and lipase activities ( $p<0,05$ ), whereas they did not affect statistically  $\alpha$ -amylase activity in crayfish stomach ( $p>0,05$ ). Results also indicated that protease enzyme activity in crayfish showed significant changes in autumn and winter while lipase enzyme activity showed changes in winter between sexes ( $p<0,05$ ). However, the highest protease enzyme activity (524.73 U/mg protein) was determined in female in autumn while the highest lipase enzyme activity (0.022 U/mg protein) was observed in male in winter ( $p<0,05$ ). It can be concluded that this species feed on variety of foods and has ability of digestion of these food after identification of variability of enzymes in this species.

**Keywords:** *Astacus leptodactylus*, digestive enzyme activity,  $\alpha$ -amylase, lipase, protease

**\*Bu çalışma yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.**

## GİRİŞ

*Astacus leptodactylus*, dünyada Türk ıstakozu (kerevit) olarak da bilinen (Köksal, 1988) ve ülkemiz içsularında doğal olarak bulunan bir decapoda (on ayaklı) türüdür. *Astacus* ekonomik değeri yüksek kabuklu türlerinden biridir (Bolat, 2001). Kerevit 1986 yılı öncesi özellikle Eğirdir Gölü balıkçılarının başlıca gelir kaynağı iken bu türün daha sonra gerek aşırı avcılık ve gerekse hastalık nedeniyle popülasyonu azalmıştır (Köksal, 1988; Ackefors, 2000; Bolat, 2001; Harlıoğlu ve Aksu 2002; Harlıoğlu ve Mişe 2007; Bilgin vd., 2008). Kerevit stoklarındaki azalma ve yeni kerevit türlerine olan ilgi *Astacus* neslinin devamlılığı için bir tehdit oluşturabilir. Bu durum türün yetiştiriciliğini önemli hale getirebilir. Figueiredo vd. (2001), yetiştiriciliği yapılan kerevit türlerinden maksimum verim alınabilmesi için canlının sindirim yeteneğinin bilinmesi ve bu yetenekleri doğrultusunda diyet hazırlanmasının önem arz ettiğini, dolayısıyla yetiştirilen türün sindirim enzimlerinin aktivitelerinin iyi bilinmesi gerektiğini bildirmektedir. Bu çalışmanın amacı; Eğirdir Gölü kerevitinde mide sindirim enzim aktiviteleri üzerine, mevsim ve eşeyin etkisinin araştırılması ve spesifik enzim aktivitelerinin ortaya konmasıdır.

Bu çalışma *A. leptodactylus*' un midesindeki sindirim enzim aktiviteleri (amilaz, proteaz, lipaz) üzerine mevsim ve eşeyin etkisini araştırmak amacıyla yapılmış, özgün bir çalışmadır. Bu türün sindirim yetenekleri ve enzimlerine ilişkin bir çalışma mevcut değildir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada, Ekim 2014 ile Haziran 2015 tarihleri arasında Eğirdir Gölü'nde kerevit (10-15 cm) avcılığı gerçekleştirilmiştir. Avcılıkta kerevit pinterleri kullanılmış, örneklemeler mevsimsel olarak yapılmıştır. İlkbahar mevsiminde, kerevitlerin pinterlere girmemesi nedeniyle örnekleme yapılamamıştır.

Kerevitlerin mide ve yutak diseksiyonu stereo mikroskop altında yapılmıştır. Mide, bağırsak ve hepatopankreas çıkartılarak homojenitör yardımıyla 400 mg/ml oranında distile su ile seyreltilerek homojenize edilmiş, ependorf tüplere konularak 16000 G' de 4 °C'de 30 dakika santrifüj edilerek supernatantlar elde edilmiştir (Moyana vd.,1996). Elde edilen supernatantlar enzim analiz aşamasına kadar 80 °C'de muhafaza edilmiştir (Kolkovski, 1995). Her enzim kendine özgü spesifik aktivite tayin yöntemleri ile tespit edilmiş ve spektrofotometre cihazı yardımıyla enzim aktiviteleri ölçülmüştür.

### Enzim aktivite analizleri

Bu çalışmada;  $\alpha$ -amilaz, proteaz ve lipaz olmak üzere üç çeşit sindirim enzim aktivitesi araştırılmıştır. Tatlısu ıstakozundaki  $\alpha$ -amilaz enzim aktivitesi, Metais ve Bieth (1968)'e göre yapılmıştır. Proteaz aktivitesi ise Walter (1984)'e göre yapılmıştır. Numunelerin lipaz enzimi aktiviteleri, Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Tıbbi Biyokimya Laboratuvarında Beckman Coulter AU 5800 otoanalizörü (Beckman Coulter, Amerika) ile cihaza uyumlu ticari kit kullanılarak, kinetik reaksiyon metoduyla, spektrofotometrik olarak ölçülmüştür. Sonuçlar U/mg protein olarak ifade edilmiştir.

## İstatistiksel analizler

Verilerin değerlendirilmesinde SPSS 23 istatistiki paket programından yararlanılmış ve sonuçlar, faktöriyel düzeyinde varyans analizi testi ile  $P < 0,05$  önem düzeyinde test edilmiştir. Faktörlerin seviye ortalamalarının arasındaki farklılıkların belirlenmesinde Tukey testi kullanılmıştır.

## BULGULAR

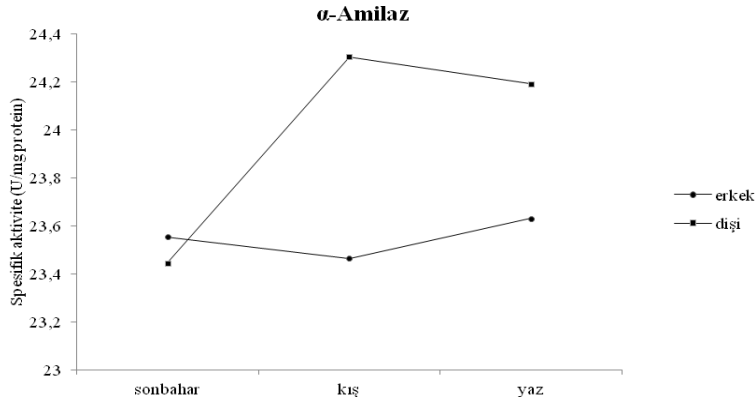
### $\alpha$ -Amilaz aktivitesi

Eşey ve mevsimsel farklılıkların kerevit midesindeki  $\alpha$ -amilaz enzim aktivitesi üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir ( $p > 0,05$ ) (Tablo 1).

**Tablo 1.** Kerevit midesindeki  $\alpha$ -amilaz aktivitesinin eşey ve mevsime göre değişimi, (Ort.  $\pm$  S.H.) (U/mg protein)

Eşey/Mevsim	Sonbahar	Kış	Yaz
<b>Dişi</b>	23,44 $\pm$ 2,67	24,30 $\pm$ 1,41	24,19 $\pm$ 0,98
<b>Erkek</b>	23,55 $\pm$ 0,15	22,46 $\pm$ 1,20	23,63 $\pm$ 1,43

Erkek kerevitlerde,  $\alpha$ -amilaz enzim aktivitesi sonbahar mevsiminden kış mevsimine doğru azalan ve kış mevsiminden yaz mevsimine doğru artan bir eğilim gösterirken, dişi kerevitlerde, sonbahar mevsiminden kış mevsimine artan ve kış mevsiminden yaz mevsimine doğru azalan bir eğilim göstermektedir (Şekil 1).



**Şekil 1.** Kerevit midesinde farklı mevsimlerdeki  $\alpha$ -amilaz aktivitesi (U/mg protein)

### Proteaz aktivitesi

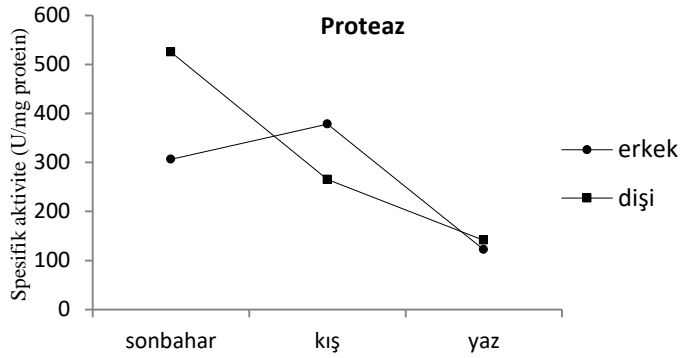
Kerevit midesinde proteaz aktivitesi üzerine eşey ve mevsimin birlikte etkisi olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ). Yani etkenlerden biri değiştiğinde diğeri de değişmektedir. Sonbahar ve kış mevsiminde eşeyler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli ( $p < 0,05$ ), yaz mevsiminde ise önemsiz olduğu görülmüştür ( $p > 0,05$ ) (Tablo 2). Her iki eşeyde de mevsimler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ).

**Tablo 2.** Kerevit midesindeki proteaz aktivitesinin eşey ve mevsim göre değişimi (Ort.± S.H.) (U/mg protein)

Eşey/Mevsim	Sonbahar	Kış	Yaz
<b>Dişi</b>	<sup>a</sup> 524,73 ± 20,80 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 265,39 ± 4,15 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 141,51 ± 15,85 <sup>a</sup>
<b>Erkek</b>	<sup>b</sup> 306,34 ± 22,30 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 377,91 ± 5,37 <sup>a</sup>	<sup>c</sup> 122,47 ± 2,56 <sup>a</sup>

Sağdaki harfler, aynı mevsimde eşey ortalamaları arasındaki, soldaki harfler aynı eşeyde mevsimlerin ortalamaları arasındaki farklılığı göstermektedir.

Proteaz aktivitesi sonbahar mevsiminden kış mevsimine kadar, erkek kerevitler azalan ve dişi kerevitler artan bir grafik oluştururken, kış mevsiminden yaz mevsimine doğru hem erkek hem de dişi kerevitler azalan bir grafik oluşturmaktadır (Şekil 2).

**Şekil 2.** Kerevit midesinde farklı mevsimlerdeki proteaz aktivitesi (U/mg protein)

### Lipaz aktivitesi

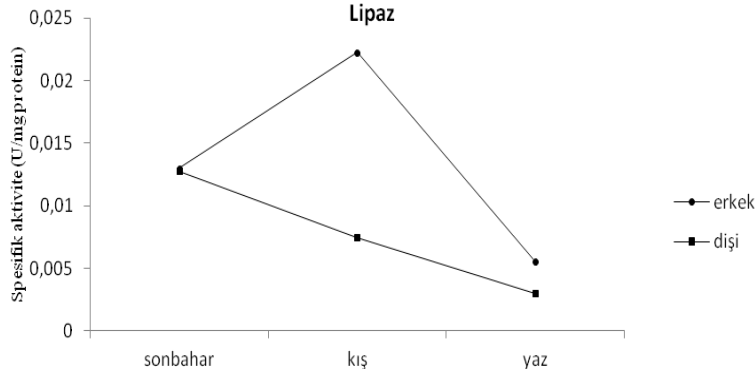
Kerevit midesinde lipaz aktivitesi üzerine eşey ve mevsim birlikte etkisi olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ). Kış mevsiminde eşeyler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli ( $p < 0,05$ ), sonbahar ve yaz mevsimlerinde ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir ( $p > 0,05$ ). Dişilerde lipaz aktivitesi, kış ve yaz mevsimlerinde benzer ( $p > 0,05$ ), her iki mevsimde sonbahar mevsiminden farklıdır ( $p < 0,05$ ). Erkeklerde ise, mevsimler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ).

**Tablo 3.** Kerevit midesindeki lipaz aktivitesinin eşey ve mevsim göre değişimi (Ort. ± S.H.) (U/mg protein)

Eşey/Mevsim	Sonbahar	Kış	Yaz
<b>Dişi</b>	<sup>a</sup> 0,013 ± 0,0011 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 0,007 ± 0,0006 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 0,003 ± 0,0010 <sup>a</sup>
<b>Erkek</b>	<sup>a</sup> 0,013 ± 0,0035 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 0,022 ± 0,0026 <sup>a</sup>	<sup>c</sup> 0,006 ± 0,0006 <sup>a</sup>

Sağdaki harfler, aynı mevsimde eşey ortalamaları arasındaki, soldaki harfler aynı eşeyde mevsimlerin ortalamaları arasındaki farklılığı göstermektedir.

Lipaz aktivitesi erkek kerevitlerde sonbahar mevsiminden kış mevsimine kadar artan ve kış mevsiminden yaz mevsimine kadar azalan bir grafik oluşturmuş, dişi bireylerde ise sonbahar mevsiminden yaz mevsimine kadar azalan bir grafik oluşmuştur (Şekil 3).



Şekil 3. Kerevit midesinde farklı mevsimlerdeki lipaz aktivitesi (U/mg protein)

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Mevcut sindirim enzimlerinin profili ve faaliyetleri başta olmak üzere sindirim sisteminde ortaya çıkan fizyolojik süreçler, türlerin geniş besin çeşitliliğinden faydalanmasını etkilemektedir. Farklı kabuklu türleri, farklı beslenme alışkanlıklarına ve yaşam alanlarını yansıtan bir dizi sindirim enzime sahiptir (Coccia vd., 2011). Bu çalışmada tespit edilen  $\alpha$ -amilaz, lipaz ve proteaz aktivitelerinin varlığı *A. leptodactylus* türünün geniş yelpazede bir beslenme alışkanlığına sahip olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, U/mg protein cinsinden elde edilen spesifik aktivite değerlerindeki yüksek proteaz aktivitesi türün protein ihtiyacı yüksek bir tür olduğunu ortaya koymaktadır. Buna paralel olarak, kerevitlerin besin ihtiyaçlarının belirlenmesine yönelik yapılan çalışmalarda protein oranı yüksek yemlerin tercih edilmesi gerektiği söylenebilir. Bir başka araştırmacıda, kabuklularda birincil enerji kaynağının protein olduğunu savunmuştur (New, 1976).

Çalışmamız bulgularından elde edilen analiz sonuçlarına göre, proteaz aktivitesinin sonbahar ve kış mevsiminde eşeyler arasında istatistiksel olarak önemli farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Sonbaharda proteaz aktivitesinin dişilerde (524,73 U/mg protein), erkeklerden (306,34 U/mg protein) daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bu durum, gonad hücrelerinin yapımında, dişilerin (hacim olarak daha fazla) erkek bireylere göre daha fazla proteine ihtiyaç duymalarından kaynaklanabilir. Kış mevsiminde ise, proteaz aktivitesi erkek bireylerde (377,91 U/mg protein), dişi bireylerden (265,39 U/mg protein) daha yüksek bulunmuştur. Bunun sebebi yumurtalı dişilerin, kış mevsiminde sıcaklığın 10 °C nin altına düşmediği zamanlarda bile erkek bireyler kadar besin arama ve bulmada aktif olmamasından kaynaklanabilir. Reynolds ve Souty-Grosset (2011)'de yumurtalı dişi kerevitlerin, erkek bireylerden ve yumurtasız dişilerden farklı olarak besin almadıklarını belirtmiştir. Bununla birlikte, çok uzun kuluçka süresine (5-6ay ) sahip olan *A. leptodactylus* türü yumurtalı dişileri için bu kadar uzun süre besin almama durumu olamayacağını, ancak erkekler kadar besin aramada aktif olmadıklarını düşünmekteyiz. Hem dişi hem erkek bireylerde yaz mevsiminde proteaz aktivitesi bakımından farklılığın



olmaması ise, eşeylerin bu mevsimde aktif beslenmeye başlamalarından kaynaklı olabilir. Bununla birlikte, proteaz aktivitesinin yazdan başlayarak sonbahara kadar en yüksek aktiviteye ulaştığı, burada aktif beslenmenin ilkbahardan sonbahara (Alpbaz, 1993) kadar yoğun olması ve bu dönemde yoğunluklu olarak protein ağırlıklı beslendiğini ve belki de besin fazlalığını yağ ve glikojen şeklinde kışın kullanmak için depoladığını göstermektedir.

Kış mevsiminde erkek bireylerde lipaz enzim aktivitesinin dişi bireylere göre daha yüksek tespit edilmesinin nedeni erkeklerin azda olsa beslenme aktivitesi göstermesi, dişilerin ise yumurta taşıması nedeniyle aktif beslenme hareketi gösterememesi olabilir (Reynolds ve Souty-Grosset 2011). Genel olarak, mevcut çalışmadaki lipaz aktivitesindeki çok düşük değerler, *A. leptodactylus* türünün doğal ortamında yağ oranı yüksek besinleri tercih etmediğini ya da yağlı besinlerle beslenemiyor olduğunu da düşündürmektedir. *A. leptodactylus* türünde Eğirdir Gölü'nde yapılan çalışmalarda türün mide içeriğinde tespit edilen türler Uysal (2012)'de alglerden *Ceratophyllum demersum*, *Elodea canadensis*, *Epithemia* sp., *Cocconeis* sp., *Amphora* sp., *Synedra* sp., *Diatoma* sp., *Pinnularia* sp., *Cymbella* sp., *Navicula* sp., *Fragilaria* sp., *Gyrosigma* sp., parazitlerden Nematoda'ya ait *Capillaria* sp. ve balıklardan *Aphanius anatoliae* pulları belirlenmiş Acar Kurt (2016)' da ise midyelerden *Dreissena polymorpha*, gastropodlardan *Greacoanatolica lacustris* ve kerevitlerin kendi yumurtaları belirlenmiştir. Bu türler üzerine yapılan biyokimyasal analiz sonuçlarına bakıldığında *Dreissena polymorpha*'nın yağ oranının %8,4-12,2 (Nalepa vderleri 1993), tatlısu gastropodlarında yapılan çalışmada ise yağ oranlarının %3-4 (Adebayo-Tayo vd., 2011), alglerden *Ceratophyllum demersum*'un %5.97 (FAO, 2016), *Elodea canadensis*'in % 1,4 (Dagaro vd., 2004) oranında olduğu görülmektedir. Besinlere bakıldığında az yağlı organizmalar olduğu dikkat çekmektedir.

Johnston vd. (2004)'de, dikenli istakoz (*Jasus edwardsii*) ile yaptıkları bir çalışmada sürekli aynı yem ile yemlenmiş kültür larvalarında sabit bir spesifik enzim aktivitesi tespit ederken, doğal ortamlardaki larvalarda (V-VI. dönem), besin çeşitliliğine bağlı olarak spesifik enzim aktivitelerinde farklılık gözlendiğini rapor etmişlerdir.

Johnston vd. (2004)'nin yaptığı çalışmada belirttiği üzere; doğal ortamdan avlanan larvaların V. ve VI. dönemlerinde, proteaz ve amilaz aktivitesi kültür ortamındaki larvalarından daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunun aksine; lipaz aktivitesi ise kültür larvalarında daha yüksek tespit edilmiştir. Buna benzer olarak, doğal ortamda yapılan bu mevcut çalışmanın, amilaz ve proteaz aktiviteleri de, kültür ortamında yapılan çeşitli çalışmalarla kıyaslandığında (Figueiredo vd., 2001; Pavasovic vd., 2007; Figueiredo ve Anderson, 2009; Sacristán vd., 2014) daha yüksek olduğu görülmüştür, buna karşın lipaz aktiviteleri kültür ortamındaki çalışmalardan (Figueiredo vd., 2001) daha düşük bulunmaktadır. Bu durum muhtemelen doğal ortamda kerevitin besinlerini daha düşük yağ oranına sahip besinler oluştururken, kültür ortamında kullanılan yem içeriklerinin yağ oranlarının yüksek olmasından kaynaklanabilir.

Literatürde; kerevitleri konu edinen, sindirim enzimlerini araştırma çalışmalarında mevsim ve eşey faktörlerinin, sindirim enzimlerine olan etkilerinin birlikte değerlendirildiği herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Sonuç olarak, kerevitlerin sindirim enzimlerinin aktiviteleri üzerine yapılan çalışmaların artırılması bu canlıların yetiştiricilik ortamlarında daha uygun besinlerle beslenmelerinin belirlenmesi açısından önemli faydalar sağlayacaktır. Ayrıca ekonomik önem taşıyan *A. leptodactylus* türünde enzim aktiviteleri üzerine günümüze kadar herhangi bir çalışmanın yapılmamış olması da

oldukça dikkat çekicidir. Bu türün sindirim enzim aktiviteleri üzerinde yapılan çalışmaların artırılması, sindirim özelliklerinin daha iyi anlaşılabilmesini sağlayacaktır. Bu nedenle, ileride yapılacak besleme denemeleri için öncelikle türün yavru dönemlerinde ve özellikle fonksiyonel mide oluşumu sırasında, sindirim enzim aktivitelerindeki değişimlerin araştırılması ve enzimatik profillerinin ortaya konması fayda sağlayacaktır. Ayrıca, maksimum enzim aktivitesini belirleyebilmek için; farklı pH, sıcaklık ve reaksiyon sürelerinde denemeler yapılması da önemli taşımaktadır. Bu konularda elde edilecek bilgilerin kerevitlerin yetiştiricilik çalışmalarında; besin tercihleri ve kompozisyonları ile sindirim yeteneklerinin belirlenmesinde katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

**Teşekkür:** Bu çalışmayı destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi'ne teşekkür ederiz (Proje No: 4189-YL1-14).

## KAYNAKLAR

- Acar Kurt, E. (2016). Tatlısu İstakozu (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823)'nun sindirim enzim aktivitelerinin mevsimsel değişimi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Ackefors, H. (2000). Freshwater crayfish farming technology in the 1990s: a European and global perspective. *Fish and Fisheries*, 1(4), 337-359.
- Adebayo-Tayo, B.C., Onilude, A.A. & Etuk, F.I. (2011). Studies on microbiological, proximate mineral and heavy metal composition of freshwater snails from Niger Delta Creek in Nigeria. *AU J.T.* 14(4), 290-298. Technical Report 290
- Alpbaz, A. (1993). Kabuklu ve Eklembacaklı Yetiştiriciliği. I. Baskı, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları., İzmir.
- Anonim. (2016). III. Water, mineral and protein content and productivity of aquatic plants (Contd.). <http://www.fao.org/docrep/003/X6862E/X6862E04.htm>. Erişim Tarihi: 31.10.2016
- Bilgin, Ş., İzci L, Günlü A. & Bolat Y. (2008). Eğirdir gölü'ndeki tatlısu ıstakozu (*Astacus leptodactylus* Esch, 1823)'nun boy grubu ve eşeye göre bazı besin bileşenlerinin belirlenmesi. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1(2), 63-68.
- Bolat, Y. (2001). Eğirdir Gölü Hoyran bölgesi tatlısu ıstakozları (*Astacus leptodactylus* Esch., 1823)'nın populasyon büyüklüğünün tahmini. Doktora Tezi, MY, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Coccia, E., Varricchio, E. & Paolucci, M. (2011). Digestive enzymes in the crayfish *Cherax albidus*: polymorphism and partial characterization. *International Journal of Zoology* Article ID 310371, doi:10.1155/2011/310371.
- D'agaro, E., Renai, B. & Gherardi, F. (2004). Evaluation of the american waterweed (*Elodea Canadensis* Michaux.) as supplemental food for the noble crayfish, *Astacus astacus*. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 372-373, 439-445
- Figueiredo, M.S.R.B., Krickler J.A. & Anderson A.J. (2001). Digestive enzyme activities in the alimentary tract of redclawcrayfish, *Cherax quadricarinatus* (Decapoda: Parastacidae). *Journal of Crustacean iology*, 21(2), 334-344.
- Figueiredo, M.S.R.B. & Anderson, A.J. (2009). Digestive enzyme spectra in crustacean decapods (Paleomonidae, Portunidae and Penaeidae) eding in the natural habitat. *Aquaculture Research*, 40(3), 282-291.
- Harlıoğlu, M.M. & Aksu, Ö. (2002). *Astacus leptodactylus* 'un barınak kullanımında eşeyin, birey büyüklüğünün ve barınak büyüklüğünün önemi, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 19,(3-4), 311-317.

- Harlıoğlu, M.M. & Mişe, S.Y. (2007). Yabancı tatlı su istakoz türlerinin türkiye'ye stoklanması meydana getirebileceği muhtemel sonuçlar, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 24(1-2), 213-218.
- Johnston, D., Ritar A., Thomas C. & Jeffs A. (2004). Digestive enzyme profiles of spiny lobster *Jasus edwardsii* phyllosoma larvae. Marine Ecology Progress Series.
- Kolkovski, S. (1995). The mechanism of action of live food on utilization of microdiets in gilthead seabream *Sparus aurata* larvae. Ph.D.Thesis. The Hebrew University, Jerusalem,120.
- Köksal, G. (1988). *Astacus leptodactylus* in europe. D.M. Holdich and R.S. Lowery (Eds.), Freshwater Crayfish. Biology, Management and Exploitation. Croom Helm, London: 365-400.
- Moyano, F.J., Diaz, M., Alarcon, F.J. & Sarasquete, M.C. (1996). Characterization of digestive enzyme activity during larval development of githead seabream (*Sparus aurata*). *Fish Physiol Biochem*, 15,121-130
- Metais, P. & Bieth, J. (1968). Determination de l'a-amylase par une microtechnique. *Ann. Biol. Clin.* 26, 133-142.
- Nalepa,T.F., Cavaletto, J.F., Ford, M., Gordon, W.M. & Wimmer, M. (1993). Seasonal and annual variation in weight and biochemical content of the zebra mussel, *Dreissena polymorpha*, in Lake St. Clair. *J. Great Lakes Res.* 19(3), 541-552.
- New, M.B. (1976). A Review of dietary studies with shrimp and prawns. *Aquaculture* 9,101-144.
- Pavasovic, A., Anderson A.J., Mather P.B. & Richardson N.A. (2007). Influenza of dietary protein on digestive enzyme activity, growth and tail muscle composition in red claw crayfish, *Cherax quadricarinatus* (Von Martens). *Aquaculture Research*, 38, 644-652.
- Reynolds, J. & Souty-Grosset, C. (2011). Management of freshwater biodiversity: Crayfish as bioindicators. Cambridge University Press, Cambridge.
- Sacristán, H.J., Héctor N.S. & Laura S.L.G. (2014). Effect of attractant stimuli, starvation period and food availability on digestive enzymes in the redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (Parastacidae). *Aquatic Biol.*, 23,87-99.
- Uysal, ř. (2011). Eğiridir Gölü kerevit (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) popülasyonun beslenme özellikleri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Walter, H.E. (1984). Proteinases: methods with haemoglobin, casein and azocoll as substrates. In: Bergmeyer HU (Ed) Methods of Enzymatic Analysis, 5. Verlag Chemie, Weinheim, p 270-277

## Yozgat İli Su Ürünleri Tüketim Alışkanlıklarının Belirlenmesi

Naciye ERDOĞAN SAĞLAM\*, Serap SAMSUN

Ordu Üniversitesi, Fatsa Deniz Bilimleri Fakültesi, Ordu.

Geliş : 03.04.2017

Kabul : 11.10.2017

**Araştırma Makalesi / Research Paper**

\*Sorumlu yazar: nes-34@hotmail.com

E-Dergi ISSN: 1308-7517

### Özet

Bu araştırma Yozgat ilinde yaşayan insanların balık tüketim alışkanlıklarının ve tercihlerinin ortaya konması amacı ile yapılmıştır. Veriler 2016 yılı içerisinde tesadüfi örnekleme yöntemine göre 17-67 yaş aralığında 270 kişi ile görüşülerek anket yolu ile elde edilmiştir. Yozgat'ta yaşayanların %82'sinin balık tükettiği görülmüştür. Balık tüketim tercihini %60,6 ile en yüksek oranda sağlıklı ve dengeli beslenme oluştururken, tüketmeme nedenini ise % 57,1 ile en fazla oranda balığı sevmeme oluşturmaktadır. Katılımcıların %97,7'sinin taze, %1,3'ünün dondurulmuş, %1'inin konserve ürünleri tercih ettikleri tespit edilmiştir. En çok tüketilen su ürünü %94 ile hamsidir.

*Anahtar kelimeler:* Yozgat, balık tüketimi, tüketim tercihleri, su ürünleri

### Determination of the Seafood Consumption Habits of Yozgat Province.

#### Abstract

This research has been conducted to display the fish consumption habits and preferences of people living in the Yozgat province. In 2016, the data were collected through questionnaires with 270 people in the age range 17-67 according to the random sampling method. 82 % of participants consume fish. Fish consumption preference is highest with 60.6% while healthy and balanced nutrition constitute the most and the reason for not consuming is 57.1%. It has been determined that 97.7 % of the participants consume fish as a fresh, 1.3 % frozen and prefer 1 % preserves. Anchovy is the most consumed sea food with 94% consumption.

*Keywords:* Yozgat, fish consumption, consumption preferences, seafood

## GİRİŞ

Su ürünleri protein, vitamin ve mineral açısından son derece zengin besinler olması nedeniyle insan beslenmesinde oldukça önemli bir yere sahiptir. Balık etinin diğer etlere nazaran daha yüksek protein ve mineral içerirken, daha az oranda yağ içermesi nedeniyle özellikle son yıllarda önemi ve tüketimi artmaktadır (Sayılı vd., 1999).

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) verilerine göre sağlıklı bir insanın, vücut ağırlığının her kilogramı için, günde 1 gr protein tüketmesi ve bunun da % 42'sinin hayvansal kökenli olması gerekmektedir (Anonim, 2013). Hızla artan ülke nüfusları, insan beslenmesinde önemli yeri olan hayvansal kökenli protein kaynaklarının yetersiz kalmasına neden olmaktadır. Bu protein açığını en iyi derecede ve ucuz bir şekilde gidermede yararlanılacak kaynakların başında su ürünleri gelmektedir (Angiş, 2004).

Dünyada birçok ülkeye oranla ülkemizdeki su ürünleri tüketimi oldukça düşüktür. Kişi başına yıllık balık tüketim ortalaması İtalya'da 24,6 kg, Fransa'da 31,2 kg, İspanya'da 44,7 kg, Japonya'da 70,6 kg, İzlanda'da 91,0 kg ve dünya ortalaması ise 15-16 kg iken ülkemizde 2015 yılında 6,2 kg olarak belirlenmiştir (FAO, 2004; TÜİK, 2015).

Dünyada su ürünleri tüketimi üzerine yapılmış birçok çalışma bulunmasına rağmen (Purcell ve Raunika, 1968; Nash ve Bell, 1969; Pippin ve Morrison, 1975; Rodolfo vd., 1995; Verbeke vd., 2007; Pieniak vd., 2008; Pieniak vd., 2010), ülkemizde ise bu konudaki çalışmalar son yıllarda yoğunlaşmıştır (Şenol ve Saygı, 2001; Çolakoğlu vd., 2006; Saygı vd., 2006; Cevger vd., 2008; Adıgüzel vd., 2009; Erdal ve Esengün, 2008; Yüksel vd., 2011; Aydın ve Karadurmuş, 2012).

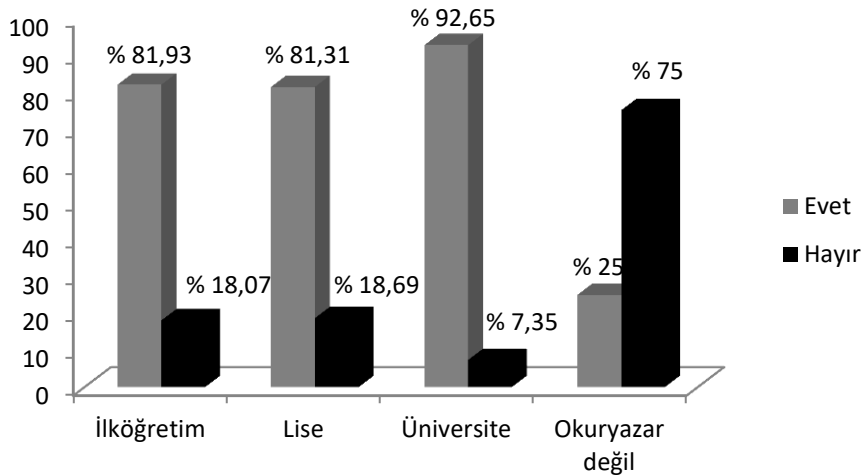
Bu çalışma kıyı bölgelerine uzak Yozgat ilinde yaşayan halkın su ürünleri tüketim davranışlarının belirlenmesi ve tüketime etki eden nedenlerin ortaya konulması açısından önemlidir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Bu araştırma Yozgat İli'nde yaşayan insanların su ürünleri tüketiminin belirlenmesi amacıyla 2016 yılı içerisinde tesadüfi olarak seçilen 270 katılımcı ile yüz yüze görüşülerek 24 sorudan oluşan anket çalışması ile yürütülmüştür. Katılımcıların bölge halkından olmasına özen gösterilmiştir. Uygulanan ankette katılımcıların sosyo-ekonomik durumları, su ürünleri tüketim davranışları, tüketilen balık türleri, ne sıklıkta tüketildiği, tüketim şekli, besin olarak su ürünlerini tercih nedenleri vb. sorular sorulmuştur. İstatistiksel değerlendirmede ki-kare analizinden yararlanılmıştır.

## BULGULAR

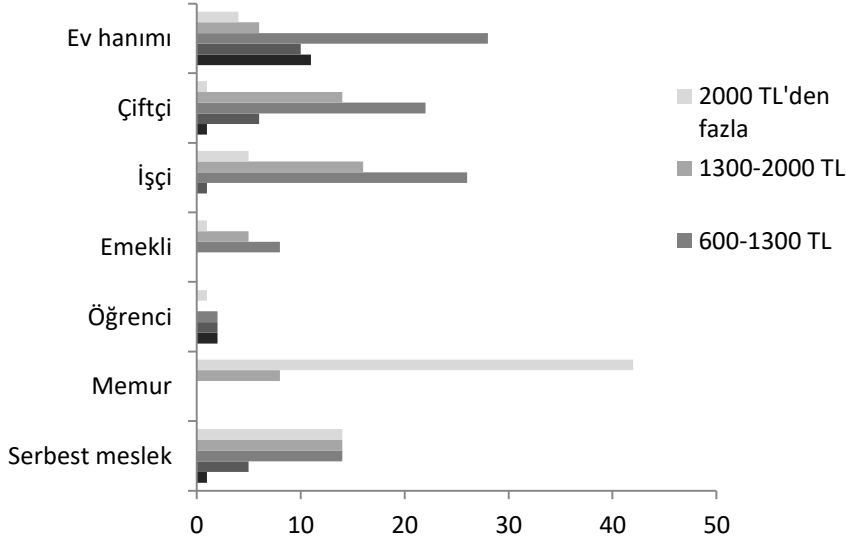
Ankete katılanların 159'u (%59) erkek ve 111'i (%41) kadındır. Katılımcıların yaşları 16-67 yaş aralığında olup, %30,9'unun ilköğretim mezunu, %39,6'sının lise mezunu, %25,5'inin üniversite mezunu, %4'ünün ise okuryazar olmadığı görülmüştür. Eğitim durumlarına göre "balık tüketiyor musunuz?" sorusuna ilköğretim mezunlarının % 81,93'ü, lise mezunlarının % 81,31'i, üniversite mezunlarının % 92,65'i ve okur-yazar olmayanların % 25'i evet cevabını vermiştir (Şekil 1). Öğrenim durumlarına göre balık tüketenlerin oranı birbirine yakın iken okur-yazar olmayanlarda balık tüketim oranı düşüktür. Farklı eğitim düzeylerindeki kişilerin balık tüketim durumları arasındaki farkın önemli olmadığı belirlenmiştir ( $p>0,05$ ). İlköğretim-lise-üniversite mezunlarının balık tüketim durumu ile okur-yazar olmayanların balık tüketim durumları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).



Şekil 1. Katılımcıların eğitim durumlarına göre balık tüketim tercihleri

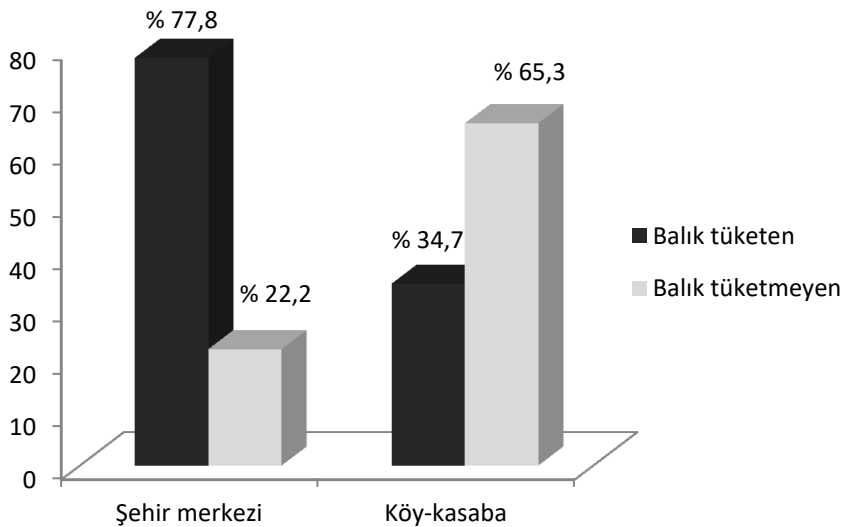
Farklı meslek gruplarında yer alan katılımcıların %21,4'ünün memur, %20,8'inin ev hanımı, %19,4'ünün işçi, %18,5'inin serbest meslek, %12,2'sinin çiftçi, %5'inin emekli ve %2,7'sinin öğrenci olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 2).

Ankete katılanların aylık aile gelirleri mesleklere göre farklılık göstermiş olup, kamu görevlilerinin aile gelirleri diğer meslek gruplarının aile gelirlerinden istatistiksel olarak yüksek bulunmuştur ( $p<0,05$ ).



Şekil 2. Katılımcıların meslek dağılımlarına göre aylık gelir düzeyleri

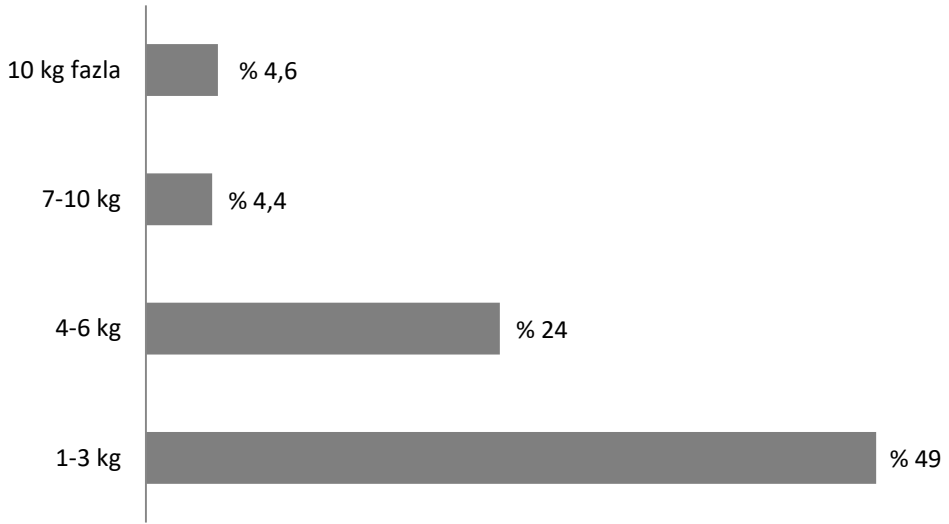
Anket katılımcılarının balık tüketim alışkanlığının şehir merkezinde yaşayanlarda köy ve kasabada ikamet edenlere oranla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3). Köy ve kasabada yaşayanların protein ihtiyaçlarını diğer besin kaynaklarından karşıladıkları anlaşılmaktadır.



Şekil 3. Katılımcıların yerleşim yerlerine göre balık tüketim miktarları

Katılımcıların %82'si balık tüketirken, %18'i tüketmediğini belirtmiştir. Balık tüketen katılımcıların balık tercihlerindeki sebep sorulduğunda, %60,6'sı yalnızca sağlıklı ve dengeli beslenmek için, %34,8'i lezzetli olması, %3,2'si ekonomik bulması, %1'i aile alışkanlığı ve %0,6'sı doktor tavsiyesi üzerine balık tükettiklerini ifade etmişlerdir. Balık tüketmeyen katılımcıların %57,1'i balığı sevmeme, %38,8'i pahalı ve ulaşmada zorluk olması, %4,1'i ise tat ve kokusundan hoşlanmaması sebebi ile balık tüketmediğini belirtmiştir. Balık tüketenlerin %59,2'si balık fiyatlarını pahalı, %39,8'i normal ve %1,0'ı ucuz bulduğunu bildirmiştir. Balık tüketmeme sebebi olarak damak tadına uymaması, aile alışkanlığı ve pahalı bulunması gerekçe gösterilmiştir.

Katılımcıların aylık balık tüketim miktarı incelendiğinde 13 kişi 10 kg ve üzeri balık tüketirken 132 kişi 1-3 kg arasında balık tüketmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Aylık su ürünleri tüketim oranları

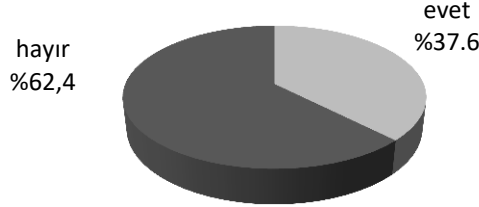
Balık tüketme sıklığını belirlemek amacıyla sorulan sorulara göre %51,6'sının ayda bir, %31,2'sinin haftada bir, %11,3'ünün 3 ayda bir, %5,4'ünün 6 ayda bir ve %0,5'inin yılda bir tükettiği belirlenmiştir. Balık tüketme biçimi incelendiğinde katılımcıların %97,7'si taze, %1,3'ü dondurulmuş ve %1'i ise konserve olarak tükettiğini ifade etmiştir.

“En çok tükettiğiniz balık hangisidir?” sorusuna katılımcıların %94'ü hamsi cevabı vermiştir. Balık tüketiminde sazan, alabalık, palamut, çipura, levrek ve somon gibi balık türleri geriye kalan %6'lık kısmı oluşturmaktadır. Yapılan araştırmaya göre ülkemizde en çok avcılığı ve tüketimi yapılan hamsinin, Yozgat ilindeki tüketicilerin de öncelikli tercihini oluşturduğu görülmüştür. Tüketicilerin balığı temin yeri olarak %63,8'i pazaryeri, %35,2'si balıkçı ve %1'i süpermarketten satın aldığını belirtmiştir. Balık tüketenlerin pişirme yöntemi olarak %51,6'sının fırında pişirme, %47,1'inin kızartma ve %1,3'ünün ızgarada pişirmeyi tercih ettiği tespit edilmiştir.

Tüketicilerin %53,4'ü balık satın aldığı yeri sağlıklı bulur iken %46,6'sı sağlıklı ve hijyenik bulunduğunu bildirmişlerdir.

Balık tüketenlerin “Alabalık gibi su ürünlerinin konservesi yapılırsa tüketir misiniz?” sorusuna, 138'i hayır yanıtı verirken 83'ü evet yanıtı vermiştir (Şekil 5).

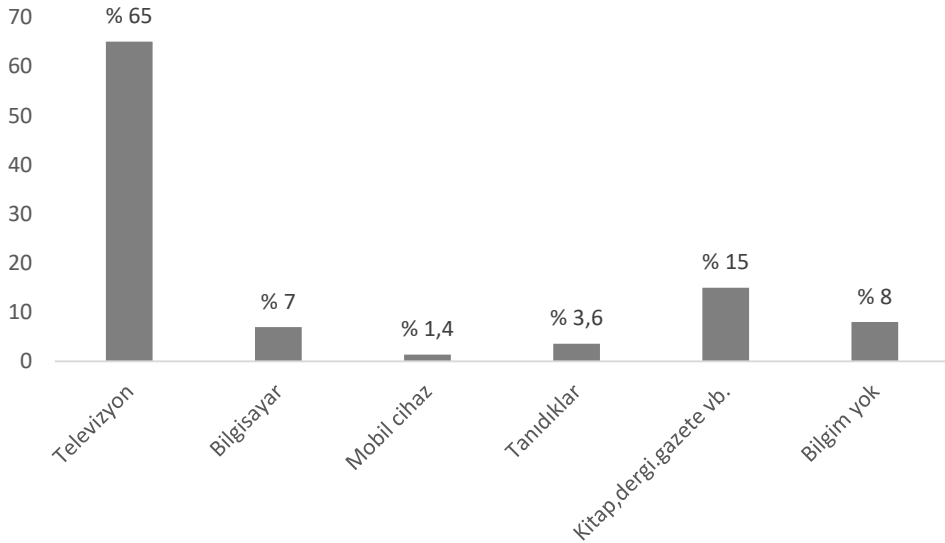
**Alabalık gibi su ürünlerinin konservesi yapılırsa tüketir misiniz?**



**Şekil 5.** Alabalık gibi su ürünlerinin tüketim şekli tercihi

Balık tüketiminin artırılması için ne yapılması gerektiği sorusuna, katılımcıların %47,7'si indirim yapılmalı, %28,3'ü balık tüketimi hakkında bilgi artırılmalı, %14,2'si yetiştiricilik artmalı ve %9,8'i ise iç kesimlerde balık tüketiminin artırılması için daha fazla balık gönderimi sağlanmalı şeklinde cevap vermişlerdir.

İnsan sağlığı açısından balık tüketiminin önemi hakkında tüketicilerin %43'ünün orta, %28,9'unun az, %20'sinin çok ve %8,1'inin hiç bilgi sahibi olmadığı tespit edilmiştir. Şekil 6'da katılımcıların balığın faydalarını nereden öğrendikleri belirtilmiştir.



**Şekil 6.** Katılımcıların balığın faydalarını öğrenme şekilleri.

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışma Yozgat İlindeki su ürünleri tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Yaşları 16 ile 67 arasında değişen %59'u erkek, %41'i bayan 270 katılımcının %39,6'sı lise, %30,9'u ilköğretim, %25,5'i üniversite mezunu olup %4'ü okuryazar değildir. Eğitim durumlarına göre balık tüketim oranına bakıldığında ilköğretim, lise ve üniversite



mezunlarının balık tüketim oranları %60'ın üzerinde olup okuryazar olmayanların balık tüketim oranı %10'un altındadır. Çolakoğlu vd. (2006) eğitim düzeyi farkının balık tüketim tercih sebebinde etkili olmadığını ve yaklaşık %40'luk kesimin lezzeti nedeniyle de balık tükettiklerini belirtmişlerdir.

Anket sonucuna göre katılımcıların %70'i şehir merkezinde, %30'u ise köy-kasabada yaşamaktadır. Şehir merkezinde yaşayanların balık tüketim oranının köy ve kasabada yaşayanlara göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeni olarak daha iç kesimlere balık ulaşımının maliyet yönünden fazla olması nedeniyle şehir merkezlerinde balık satışına ağırlık verildiği söylenebilir. Balık tüketim tercihlerine yönelik nedenler sorulduğunda %60,6'sı dengeli ve sağlıklı beslenmek cevabını vermiştir. Aydın ve Karadurmuş (2013) çalışmalarında su ürünleri tüketiminin %45,95 oranında sağlık yönünden tercih edildiğini belirtmişlerdir. Adıgüzel vd. (2009) araştırmalarında balık tüketen ailelerin %53,19'unun balığı lezzetli olması nedeniyle tercih ettiklerini bildirirken bunu sırasıyla protein kaynağı olması, damak zevki, diğer etlere kıyasla ucuz olması, kolesterol açısından düşük olması, alışkanlık ve hazmı kolay olması izlemektedir. Yüksel vd. (2011) araştırmalarında balık tüketiminin %31 oranında sadece sağlıklı ve dengeli beslenme, %7 oranında sadece lezzet, %62 oranında ise her iki sebepten dolayı tercih edildiğini ifade etmişlerdir.

Katılımcıların %8,1'inin balık tüketiminin insan sağlığı açısından önemi hakkında bilgi sahibi olmadığı, %28,9'unun ise az bilgi sahibi olduğu tespit edilmiştir. Tüketim alışkanlığı, lezzeti, fiyatı gibi nedenlerden dolayı balık tüketim tercihi değişmekle birlikte balık tüketiminin insan sağlığı açısından önemi konusunda belirli bir seviyede bilgi sahibi oldukları anlaşılmaktadır. Balık tüketmeyen katılımcıların %38,8'inin pahalı olmasını gerekçe göstermesi ve memurlar dışında diğer meslek gruplarında gelir düzeyinin 600-1300 TL arasında olması, balık tüketiminde gelir düzeyinin etkili olduğunu göstermektedir. Aydın ve Karadurmuş (2013) su ürünleri tüketilmeme sebeplerini pişirme ve yeme zorluğu, pahalı olması ve aile kültüründe yer almaması olarak belirtmişlerdir. Toplam aile geliri içerisinde gıda harcamasının payı ile aile geliri arasında ters yönde bir ilişki olup, aile geliri arttıkça, bu gelirden gıda harcaması için ayrılan değer mutlak değer olarak artarken, oransal olarak azalmaktadır (Adıgüzel vd., 2009). Gelir düzeyi balık tüketimini önemli ölçüde etkilemektedir. Gelir seviyesi yükseldikçe balık tüketim oranı da artmaktadır (Yüksel vd., 2011; Çolakoğlu vd., 2006).

Katılımcıların %51,6'sı ayda bir, %31,2'si ise haftada bir balık tükettiğini belirtmiştir. Aylık tüketim oranına bakıldığında %49'u 1-3 kg arasında balık tüketirken, %4,6'sı 10 kg ve üzeri balık tüketmektedir. Hiç balık tüketmeyenlerin oranı ise %18'dir. Balık tüketme biçimi ile ilgili olarak %97,7'si taze tüketimi tercih ettiğini ifade etmiştir. Alabalık gibi su ürünlerini konserve olarak tüketir misiniz? sorusuna %51'i hayır, %31'i evet cevabını vermiştir. Aydın ve Karadurmuş (2013) Trabzon ve Giresun bölgelerinde yaptıkları çalışmalarında taze tüketim oranının %95,14 olduğunu ifade etmişlerdir. Kişi başı yıllık balık tüketim miktarı Tokat İli Almus ilçesinde 14,71 kg (Adıgüzel vd., 2009), Trabzon ve Giresun İllerinde 29,52 kg (Aydın ve Karadurmuş, 2013), Tunceli İlinde 4,1 kg (Yüksel vd., 2011) olarak saptanmıştır. Yapılan çalışmalardan su ürünleri tüketim oranı düşük olmakla birlikte, tüketim şeklinin hem sahil hem de iç kesimlerde yüksek oranda taze olarak tercih edildiği görülmektedir. Yörede en çok tercih edilen balığın başında hamsi gelirken, %63,8'i pazar yerinden, %35,2'si balıkçıdan, %1'i ise marketten aldığını belirtmiştir. Katılımcıların %53,4'ü satın aldığı yerin sağlıksız olduğunu belirtmiş olup balık satışının çoğunlukla pazar yerinde seyyar satıcılar tarafından yapıldığı tespit edilmiştir.

Yozgat ilinde yapılan bu çalışmada halkın balık tüketiminin insan sağlığı açısından önemi konusunda yeterli kadar bilgi sahibi olmasına rağmen iç kesimlerde sahil kesimlerine göre

balık fiyatlarının daha yüksek olması nedeniyle tüketim miktarının düştüğü görülmüştür. Aynı zamanda iç bölgelerde halkın balığa aşına olmaması ve damak zevki olarak tercih edilmemesi balık tüketim oranını azaltmaktadır.

Kıyısız bölgelere oranla tüketiminin daha az olduğu iç kesimlere su ürünlerinin daha ucuz maliyetle ulaştırılması amacıyla üretim-pazarlama-tüketim zincirinin geliştirilmesine yönelik çalışmalar üzerinde durulmalıdır. Bunun yanı sıra iç kesimlere gönderilen balık çeşitliliğinin artırılması, iç su balıkları tüketiminin teşvik edilmesi, dengeli ve sağlıklı beslenme açısından su ürünlerinin önemine yönelik tanıtım çalışmalarına ağırlık verilmesi ile yöre halkının su ürünleri tüketimi artırılabilir.

## KAYNAKLAR

- Adıgüzel, F., Civelek, O., Sayılı, M. & Büyükbay, E. O. (2009). Tokat ili Almus ilçesinde ailelerin balık tüketim durumu. *GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi* 26(2), 35-43.
- Angiş, S. (2004). Gökkuşluğu Alabalığında soğuk tütsülemenin bazı önemli kimyasal ve duyuşal özellikler üzerine etkisi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 36s, Erzurum.
- Anonim, (2013). Hayvancılık Sektörü Raporu 2013. <http://www.tigem.com.tr> (Erişim tarihi: 05/06/2017)
- Aydın, M. & Karadurmuş, U. (2012). Consumer behaviors for seafood in Ordu province. *SUMAE Yunus Araştırma Bülteni*, 3, 18-23.
- Aydın, M. & Karadurmuş, U. (2013). Trabzon ve Giresun bölgelerindeki su ürünleri tüketim alışkanlıkları. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*. 3(9):57-71.
- Cevger, Y., Aral, Y., Demir, P. & Sarıözkan, S. (2008). Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi intern öğrencilerinde hayvansal ürünlerin tüketim durumu ve tüketici tercihleri. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 55, 189-194
- Çolakoğlu, F.A., İşmen, A., Özen, Ö., Çakır, F., Yiğın, Ç. & Ormancı, H.B. (2006). Çanakkale İli'ndeki su ürünleri tüketim davranışlarının değerlendirilmesi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23(3), 387-392.
- Erdal, G. & Esengün, K. (2008). Tokat İli'nde balık tüketimini etkileyen faktörlerin logit model ile analizi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 25(3), 203-209
- FAO, (2004). Fishery department. Databases and Statistics. (<http://www.fao.org/fi/statist/statist.asp>)
- Nash, D.A. & Bell, F.W. (1969). An inventory of demand equations for fishery products, Bureau of Commercial Fisheries, U.S. Department of Commerce, working paper no: 10.
- Pippin, K. & Morrison, W.R. (1975). Retail market potential for farm-cultured catfish, Arkansas agricultural experiment station bulletin 799, Department of Agricultural Economics and Rural Sociology, University of Arkansas, Fayetteville.
- Pieniak, Z., Verbeke, W., Perez-Cueto, F., Brunso, K. & DeHenauw, S. (2008). Fish consumption and its motives in households with versus without self-reported medical history of CVD: A consumer survey from five European countries. *BMC Public Health*, 8(1), 306.
- Pieniak, Z., Verbeke, W. & Scholderer, J. (2010). Health-related beliefs and consumer knowledge as determinants of fish consumption. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 23(5), 480-488.
- Purcell, J.C. & Raunika, R. (1968). Analysis of demand, fish and shellfish. Bureau of Commercial Fisheries, U.S. Department of Commerce, Research Bulletin No. 51, Washington, D.C.
- Rodolfo, M., Nayga, J. & Capps, O. (1995). Factors affecting the probability of consuming fish and shellfish in the away from home and at home markets. *Journal Agriculture and Applied Ecology*, 27, 161-171.
- Saygı, H., Saka, Ş., Fırat, K. & Katağan, T. (2006). İzmir merkez ilçelerinde kamuoyunun balık tüketimi ve balık yetiştiriciliğine yaklaşımı. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23(1-2), 133-138.

- Sayılı, M., Esengün, K., Kayım, M. & Akça. H. (1999). The Econometric analysis of the factors affecting fish consumption in Tokat center county. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16, 9-27.
- Şenol, Ş. & Saygı, H. (2001). Su ürünleri tüketimi için bir ekonometrik model, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi* 18(3-4), 383-390
- TÜİK, (2015). Su Ürünleri İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
- Verbeke, W., Vanhonacker, F., Sioen, I., Van Camp, J. & DeHenauw, S. (2007). Perceived importance of sustainability and ethics related to fish: A consumer behavior perspective. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 36(7), 580-585.
- Yüksel, F., Karaton-Kuzgun, N. & Özer, E.İ. (2011). Tunceli ili balık tüketim alışkanlığının belirlenmesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 2(5), 28-36.

## Adıgüzel Baraj Gölü (Denizli, Türkiye)'nün Rotifer Kompozisyonu\*

Didem ÖZDEMİR MİS, M. Ruşen USTAOĞLU\*\*

Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Temel Bilimler Bölümü, İzmir.

Geliş : 13.04.2017

Kabul : 02.05.2017

**Araştırma Makalesi / Research Paper**

\*\*Sorumlu yazar: m.rusen.ustaoglu@ege.edu.tr

E-Dergi ISSN: 1308-7517

### Özet

Büyük Menderes Nehir sistemi üzerinde yer alan Adıgüzel Baraj Gölü'nün rotifer faunasını belirlemek amacıyla, Ocak-Aralık 2007 tarihleri arasında, seçilen 4 istasyondan aylık periyotlarla örnekleme yapılmıştır. Horizontal çekimlerle gerçekleştirilen örnekleme 55 µm göz açıklığındaki Hydrobios marka plankton keçesi kullanılmış olup, toplanan örnekler %4'lük formalde tespit edilmiştir. Örneklerin kalitatif değerlendirilmesi sonucunda rotiferlerden 25 takson saptanmıştır. Saptanan rotifer türleri Adıgüzel Baraj Gölü'nden ilk kez bildirilmekte olup trofik seviyenin belirlenmesinde kullanılan  $Q_{Brachionus/Trichocerca}$  indeksine göre ( $Q = 3$ ) baraj gölünün ötrofik olduğu tespit edilmiştir.

*Anahtar kelimeler:* Rotifera, Zooplankton, Adıgüzel Baraj Gölü

### Rotifer composition of Adıgüzel Dam Lake (Denizli, Turkey)

#### Abstract

This study aims to determine the rotifer fauna of Adıgüzel Dam Lake that is located at Büyük Menderes River, where the samples were collected from 4 stations in monthly intervals during January-December 2007. Plankton samples were collected horizontally by plankton net with mesh size of 55 µm. Specimens obtained were then preserved in 4% formalin. As a result of qualitative analyses 25 taxa were identified from rotifers. All species were recorded for the first time from Adıgüzel Dam Lake. According to the  $Q_{Brachionus/Trichocerca}$  index ( $Q=3$ ) used for the determination of trophic level, it was determined that the dam lake was eutrophic.

*Keywords:* Rotifera, Zooplankton, Adıgüzel Dam Lake

**\*Bu çalışma, Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Şube Müdürlüğü'nce (BAP Proje No:2006/SÜF/009) desteklenmiştir.**

## GİRİŞ

İnsanoğlunun gereksinimleri doğrultusunda içme suyu temini, enerji eldesi, taşkın kontrolü ve tarım alanlarının sulanması amacıyla inşa edilen barajların, üzerlerinde buldukları dere veya nehirlerin biyolojik çeşitliliğini değişime uğrattığı bilinmektedir. Barajlar üzerinde yapılan limnolojik çalışmalar Türkiye'nin biyolojik çeşitliliğinin belirlenmesine katkı sağlamakta, lotik ve lentik biyotoplar arasında oluşabilecek değişimleri ortaya koymaktadır.

Baraj gölleri zooplanktonu üzerine ilk çalışma Çubuk Baraj Gölü'nde gerçekleştirilmiştir (Geldiay, 1949). Sonraki yıllarda Kunduzlar ve Çatören Baraj Gölleri (Altındağ ve Özkurt, 1998), Göksu Baraj Gölü (Bekleyen, 2003), Yarseli Baraj Gölü (Bozkurt vd., 2004), Kozan Baraj Gölü (Bozkurt, 2004), Hirfanlı Baraj Gölü (Yiğit ve Altındağ, 2005, Baykal vd., 2006), Gelingüllü Baraj Gölü (Kaya ve Altındağ, 2007), Kapulukaya Baraj Gölü (İnce vd., 2007), Birecik Baraj Gölü (Bozkurt ve Sagat, 2008), Asartepe Baraj Gölü (Buyurgan vd., 2010) Hasan Uğurlu ve Suat Uğurlu

Baraj Gölleri (Bozkurt ve Akın, 2012), Kalecik Baraj Gölü (Bulut ve Saler, 2013), Tahtalı Baraj Gölü (Kocaeli) (Dorak vd., 2013), Hancağız Baraj Gölü (Saler ve Alış, 2014), Beyhan Baraj Gölü (Bulut ve Saler, 2014), Uzunçayır Baraj Gölü (Saler vd., 2014), Tahtaköprü Baraj Gölü (Ulgu ve Bozkurt, 2015), Süloğlu Baraj Gölü (Güher ve Çolak, 2015) zooplanktonu üzerine çalışmalar yapılmıştır.

Baraj göllerinin rotifer faunası üzerine, Seyhan Baraj Gölü (Bozkurt ve Göksu, 2000), Devegeçidi Baraj Gölü (Bekleyen, 2001), Kesikköprü Baraj Gölü (Yiğit, 2002), Cip Baraj Gölü (Saler ve Şen, 2002), Sarımsaklı Baraj Gölü (Ölmez Aydın ve Altındağ, 2004), Keban Baraj Gölü (Saler, 2004; Tellioglu ve Akman, 2007), Çamlıöze Baraj Gölü (Dirican ve Musul, 2009), Kepektaş Baraj Gölü (Saler, 2009), Karakaya Baraj Gölü (Saler vd., 2010), Aslantaş Baraj Gölü (Bozkurt ve Göksu, 2010) çalışmalar bulunmaktadır.

Ege Bölgesi'nde bulunan baraj göllerinde yapılmış çalışmalarda, Tahtalı Baraj Gölü'nde rotiferlerden 37 takson (Özdemir Mis vd., 2009), Kemer Barajı Gölü'nde rotiferlerden 14 tür (Tuna ve Ustaoglu, 2016); Buldan Baraj Gölü'nde rotiferlerden 23 tür (Ustaoglu vd., 2010) rapor edilmiştir.

Adıgüzel Baraj Gölü'nde gerçekleştirilen bu çalışmanın amacı gölün rotifer faunasını belirlemek ve Türkiye içsu faunasına katkıda bulunmaktır.

## **MATERYAL ve YÖNTEM**

Büyük Menderes Nehir sistemi üzerinde yer alan Adıgüzel Baraj Gölü'nün rotifer faunasını belirlemek amacıyla, Ocak-Aralık 2007 tarihleri arasında, seçilen 4 istasyondan aylık periyotlarla örneklemeler yapılmıştır (Şekil 1). Horizontal çekimlerle gerçekleştirilen örneklemelerde 55 µm göz açıklığındaki Hydrobios marka plankton kepçesi kullanılmış olup, toplanan örnekler %4'lük formolde tespit edilmiştir. Temmuz ayında olumsuz hava koşulları nedeniyle göle girilemediğinden örnekleme yapılamamıştır.

Göl suyunun fiziko-kimyasal özelliklerinin saptanması amacıyla su derinliği, ışık geçirgenliği (30 cm Ø Secchi Diski), su sıcaklığı (YSI30 SCT metre), pH (WTW pH 330 model pH metre), Alkalinite (HCl titrasyonu yöntemiyle), çözülmüş oksijen (WTW Oxi 330 model Oksijen metre), tuzluluk ve elektriki iletkenlik (YSI30 SCT metre) ölçümleri arazide gerçekleştirilmiştir.

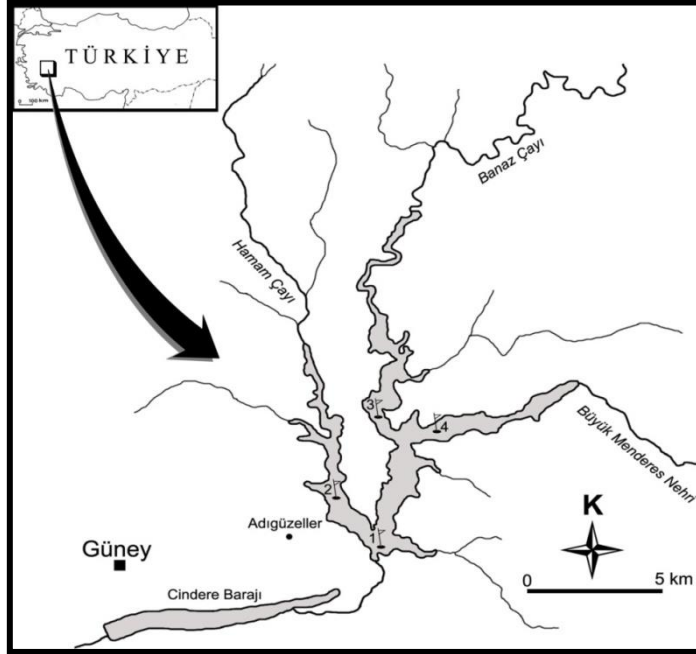
Rotiferlerin tür tayinlerinde Ruttner-Kolisko (1974), Koste (1978), Segers (1995), Nogrady ve Segers (2002)'den yararlanılmıştır.

## **BULGULAR**

Adıgüzel Baraj Gölü'nde örnekleme periyodu boyunca su seviyesi yaz aylarından itibaren yağışların kesilmesi ve sulama amaçlı su salınımından dolayı azalma göstermiştir. 1. istasyonda Mart ve Nisan aylarında ölçülen 71 m derinlik çalışma boyunca baraj gölünde tespit edilen en yüksek derinlik olmuştur. Derinlikteki en hızlı düşüş Haziran ve Temmuz ayları arasında gerçekleşmiş olup bu aylarda su seviyesinde 12 m'lik bir azalma gözlenmiştir. Baraj gölünde ölçülen en düşük derinlik ise 47 m ile Eylül ayında gözlenmiştir.

Adıgüzel Baraj Gölü yüzey suyuna ait bazı fiziko-kimyasal parametrelerin istasyonlara göre aylık ortalama değerleri incelendiğinde, ışık geçirgenliği 82,5-400 cm; sıcaklık 8,9-28,1°C; pH 8,0-8,5; alkalinite 4,7-6,6 meq/L; çözülmüş oksijen 5,3-13,6 mg/L; çözülmüş

oksijen doygunluğu % 48-167; tuzluluk ‰ 0,4-0,5 ve elektriki iletkenlik 792-1017  $\mu\text{S}_{25\text{C}}$  yıl içinde değişim göstermiştir (Tablo 1).



Şekil 1. Adıgüzel Baraj Gölü'nün genel görünüşü ve çalışma yapılan istasyonlar.

Tablo 1. Adıgüzel Baraj Gölü yüzey suyunda bazı fiziko-kimyasal parametrelerin istasyonlara göre ortalama değerlerinin aylık değişimi.

Parametre	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
Işık geçirgenliği (cm)	350	127.5	392.5	335	222.5	97.5	*	82.5	100	255	400	270
Sıcaklık (°C)	8,9	12,0	14,3	17,9	23,1	26,5	*	28,1	22,3	18,1	12,3	8,9
pH	8,2	8,4	8,3	8,3	8,5	8,4	*	8,3	8,3	8,0	8,0	8,0
Alkalinite (meq/L)	6,6	6,4	6,6	6,4	5,9	5,8	*	5,1	4,7	5,2	6,2	5,9
Çözünmüş Oksijen (mg/L)	7,0	13,1	12,5	9,5	13,6	12,2	*	9,4	10,6	6,2	6,2	5,3
Ç.O.Doygunluğu (%)	64	128	129	106	167	153	*	127	126	68	60	48
Tuzluluk (‰)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	*	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5
Elektriki iletkenlik ( $\mu\text{S}_{25\text{C}}$ )	978	928	980	958	887	792	*	833	844	935	1017	961

\*örnekleme yapılamadı.

Adıgüzel Baraj Gölü'nde rotiferlerden 9 familyaya ait 25 takson saptanmıştır (Brachionidae 9 takson, Euchlanidae 2 takson, Lecanidae 3 takson, Trichocercidae 1 takson, Synchaetidae 4 takson, Asplanchnidae 2 takson, Testudinellidae 1 takson, Conochilidae 2 takson, Filiniidae 1 takson).

Baraj gölünde en fazla takson Şubat 2007 örneklemeğinde (13 takson), en az takson ise Aralık 2007 örneklemeğinde (5 takson) saptanmıştır (Tablo 2). *Asplanchna priodonta*, *Keratella cochlearis*, *K. quadrata* türlerine tüm yıl boyunca rastlanılmıştır. *Conochilus dossuarius*, *K. tecta*, *Polyarthra dolichoptera* ve *P. vulgaris* türleri ise 6-7 ay planktonda gözlenmiştir. *P. dolichoptera* ve *P. vulgaris* sıcaklığa bağlı olarak dönüşümlü bir şekilde gölde yer almıştır. Diğer türler ise bir ya da ikişer ay saptanmıştır (Tablo 2).

**Tablo 2.** Adıgüzel Baraj Gölü'nde saptanan rotifer taksonlarının aylara göre dağılımı.

Taxa	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
<i>Asplanchna girodi</i> (de Guerne, 1888)		+	+		+	+	*					
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	+	+	+	+	+	+	*	+	+	+	+	+
<i>Brachionus calyciflorus</i> Pallas, 1766		+					*		+			
<i>Brachionus diversicornis</i> (Daday, 1883)							*	+		+		
<i>Brachionus quadridentatus</i> Hermann, 1783							*		+			
<i>Conochilus dossuarius</i> (Hudson, 1885)			+		+	+	*	+	+	+	+	
<i>Conochilus unicornis</i> Rousselet, 1892							*					+
<i>Euchlanis dilatata luksiana</i> (Hauer, 1930)	+	+					*					+
<i>Euchlanis lyra</i> Hudson, 1886	+						*					
<i>Filinia terminalis</i> (Plate, 1886)							*	+				
<i>Keratella cochlearis</i> (O.F.Müller, 1786)	+	+	+	+	+	+	*	+	+	+	+	+
<i>Keratella quadrata</i> (O.F.Müller, 1786)	+	+	+	+	+	+	*	+	+	+	+	+
<i>Keratella tecta</i> (Lauterborn, 1900)	+	+					*	+	+	+	+	+
<i>Keratella tropica</i> (Apstein, 1907)							*		+			
<i>Lecane lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)		+					*					
<i>Lecane closterocerca</i> (Schmarda, 1859)							*					+
<i>Lecane luna</i> (O.F.Müller, 1776)				+			*	+	+	+	+	
<i>Notholca acuminata</i> (Ehrenberg, 1832)	+	+	+				*					
<i>Notholca squamula</i> (O.F.Müller, 1786)	+	+	+				*					
<i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson, 1925	+	+	+	+	+	+	*	+				
<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943	+						*	+	+	+	+	+
<i>Pompholyx sulcata</i> (Hudson, 1885)			+				*					
<i>Synchaeta oblonga</i> Ehrenberg, 1831	+	+					*					
<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg, 1832		+	+	+			*					
<i>Trichocerca cylindrica</i> (Imhof, 1891)							*	+				
<b>Toplam taxa (25)</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>5</b>

\*örnekleme yapılamadı.

*Asplanchna girodi*, *A. priodonta*, *Conochilus dossuarius*, *Keratella cochlearis*, *K. quadrata*, *K. tecta*, *Notholca squamula*, *Polyarthra dolichoptera*, *P. vulgaris*, *Synchaeta pectinata* her istasyonda yayılış gösteren türlerdir. *B. diversicornis*, *C. unicornis*, *E. lyra*, *F. terminalis*, *K. tropica*, *L. lunaris*, *L. closterocerca*, *P. sulcata*, *T. cylindrica*, türleri sadece birer istasyonda bulunmuştur.

Rotifer tür sayısı açısından en zengin istasyon (17 tür), Büyük Menderes Nehri'nin kollarından biri olan Hamam Çayı üzerindeki 4. istasyondur. Bunu 16 tür ile baraj gölünün gövdesi önünde yer alan 1. istasyon izlemektedir (Tablo 3).

**Tablo 3.** Adıgüzel Baraj Gölü'nde rotifer taksonlarının istasyonlara göre dağılımı.

<b>Taxa</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<i>Asplanchna girodi</i> (de Guerne, 1888)	+	+	+	+
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	+	+	+	+
<i>Brachionus calyciflorus</i> Pallas, 1766			+	+
<i>Brachionus diversicornis</i> (Daday, 1883)	+			
<i>Brachionus quadridentatus</i> Hermann, 1783			+	+
<i>Conochilus dossuarius</i> (Hudson, 1885)	+	+	+	+
<i>Conochilus unicornis</i> Rousselet, 1892	+			
<i>Euchlanis dilatata luksiana</i> (Hauer, 1930)		+		+
<i>Euchlanis lyra</i> Hudson, 1886		+		
<i>Filinia terminalis</i> (Plate, 1886)	+			
<i>Keratella cochlearis</i> (O.F.Müller, 1786)	+	+	+	+
<i>Keratella quadrata</i> (O.F.Müller, 1786)	+	+	+	+
<i>Keratella tecta</i> (Lauterborn, 1900)	+	+	+	+
<i>Keratella tropica</i> (Apstein, 1907)				+
<i>Lecane lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)				+
<i>Lecane closteroerca</i> (Schmarda, 1859)	+			
<i>Lecane luna</i> (O.F.Müller, 1776)	+	+		
<i>Notholca acuminata</i> (Ehrenberg, 1832)		+		+
<i>Notholca squamula</i> (O.F.Müller, 1786)	+	+	+	+
<i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson, 1925	+	+	+	+
<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943	+	+	+	+
<i>Pompholyx sulcata</i> (Hudson, 1885)				+
<i>Synchaeta oblonga</i> Ehrenberg, 1831		+	+	
<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg, 1832	+	+	+	+
<i>Trichocerca cylindrica</i> (Imhof, 1891)	+			
<b>Toplam taxa (25)</b>	<b>16</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>17</b>

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Adıgüzel Baraj Gölü rotifer faunasını Kemer Baraj Gölü rotifer faunası (Tuna ve Ustaoglu, 2016) ile karşılaştırdığımızda, kalitatif açıdan daha zengin olduğunu görürüz. Genellikle sığ, littoral bölgelerde, limnetik zonda, özellikle ötrofik çevrelerde yayılım gösteren ve bentik olup sadece migrant olarak pelajikte bulunan *Trichocerca* ve *Lecane* türlerine Kemer Baraj Gölü'nde daha az rastlanılmıştır (Ruttner-Kolisko, 1974; Stemberger, 1979). Aynı şekilde, sucul makrofitlerce zengin, ötrofik sığ sular ve göllerde yayılış gösteren ve ötrofikasyon indikatörü olan *Brachionus* ve *Keratella* tür sayısı, Adıgüzel Baraj Gölü'nde daha fazladır (Ruttner-Kolisko, 1974).

Adıgüzel ve Tahtalı Baraj Gölleri genel olarak aynı cinslere ait türleri içermekte olup Tahtalı Baraj Gölü'nde bu cinslere ait tür sayıları daha fazladır. Adıgüzel Baraj Gölü'nde saptanan 3 *Brachionus* türü Tahtalı Baraj Gölü'nde yerini tek türe bırakmıştır (*B. diversicornis*). Benzer şekilde, Tahtalı Baraj Gölü'nde bulunan 9 *Lecane* türünden sadece 3 tanesi (*L. closteroerca*, *L. luna*, *L. lunaris*) Adıgüzel Baraj Gölü'nde saptanmıştır. Bu durum, Tahtalı Baraj Gölü'nün çevresinin Adıgüzel Baraj Gölü'ne göre daha fazla vejetasyon içermesi ve derinliğinin daha az olmasından kaynaklanmaktadır. Bunun gibi, iki baraj gölü arasında, aynı cinslere ait tür sayıları açısından farklılıklar görülmektedir. Diğer yandan iki *Notholca* türüne sadece Adıgüzel Baraj Gölü'nde rastlanırken, *Adineta*



sp., *Epiphanes macroura*, *Platylas quadricornis*, *Lophocaris salpina*, *Trichotria tetractis*, *Cephalodella gibba*, *Ascomorpha saltans*, *Hexarthra* sp. ve *Collotheca* sp. sadece Tahtalı Baraj Gölü'nde bulunmuştur (Özdemir Mis vd., 2009).

Adıgüzel Baraj Gölü ile Buldan Baraj Gölü arasındaki tür ilişkilerine bakacak olursak, genellikle aynı türlerin bulunduğunu görürüz. Ancak, Buldan Baraj Gölünde saptanan bir *Lecane* türüne karşılık Adıgüzel Baraj Gölü'nde üç *Lecane* türü bulunurken, dört *Trichocerca* türüne karşılık sadece bir *Trichocerca* türü saptanmıştır. Ayrıca, *Platylas quadricornis* sadece Buldan Baraj Gölü'nden, *Conochilus dossuarius* ve *Conochilus unicornis* sadece Adıgüzel Baraj Gölü'nden bildirilmiştir (Ustaoglu vd., 2010).

*Brachionus* türleri ötrofik suların, *Trichocerca* türleri ise oligotrofik suların indikatörü olup trofik seviyenin belirlenmesinde kullanılan  $Q_{\text{Brachionus/Trichocerca}}$  indeksine göre ( $Q_{B/T}=3$ ) Adıgüzel Baraj Gölü ötrofik özellik göstermektedir (Sladeczek, 1983).

Ülkemiz baraj göllerinde yapılmış olan çalışmalar irdelendiğinde, rotifer tür sayıları ortamların verimliliği (litoral bölgenin varlığı) ve çalışma periyotlarına bağlı olarak 6-54 arasında değişim göstermekte olup Adıgüzel Baraj Gölü rotifer tür sayısı (25) ile orta sayılarda yer almaktadır.

Sonuç olarak saptanan rotifer taksonları Adıgüzel Baraj Gölü'nden ilk kez bildirilmekte olup ülkemiz baraj göllerinde yaygın olarak bulunan türlerdir (Ustaoglu, 2004, 2015; Ustaoglu vd., 2012).

**Teşekkür:** Arazi çalışmalarındaki katkılarından dolayı Prof.Dr.Süleyman BALIK, Doç.Dr.Cem AYGEN ve Yrd.Doç.Dr.Haşim SÖMEK'e teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- Altındağ, A. & Özkurt, Ş. (1998). A study on the zooplanktonic fauna of the dam lakes Kunduzlar and Çatören (Kırka-Eskişehir). *Tr.J. of Zoology*, 22, 323-331.
- Baykal, T., Salman, S. & Açıkgöz, İ. (2006). The relationship between seasonal variation in phytoplankton and zooplankton densities in Hirfanlı Dam Lake (Kırşehir, Turkey). *Turk J Zool*, 30, 217-226.
- Bekleyen, A. (2001). A taxonomical study on the Rotifera fauna of Devegeçidi Dam Lake (Diyarbakır-Turkey). *Turk J. Zool.* 25, 251-255.
- Bekleyen, A. (2003). A taxonomical study on the zooplankton of Göksu Dam Lake (Diyarbakır). *Turk J. Zool.* 2, 95-100.
- Bozkurt, A. (2004). Doğu Akdeniz Bölgesi'ndeki bazı baraj ve göletlerin zooplankton faunası üzerine ilk gözlemler. Ulusal Su Günleri 2004 Sempozyumu, 6-8 Ekim 2004, İzmir, *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, 2(3), 71-76.
- Bozkurt, A. & Akın, Ş. (2012). Zooplankton fauna of Yeşilirmak (between Tokat and Blacksea), Hasan Uğurlu and Suat Uğurlu Dam Lakes. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12, 777-786.
- Bozkurt, A. & Göksu, M.Z.L. (2000). Seyhan Baraj Gölü (Adana) Rotifera Faunası. *E.Ü. Su Ürünleri Fak. Su Ürünleri Dergisi*, 17(3-4), 17-25.
- Bozkurt, A. & Göksu, M.Z.L. (2010). Composition and vertical distribution of Rotifera in Aslantaş Dam Lake (Osmaniye-Turkey). *Journal of FisheriesSciences.com*, 4(1), 38-49.
- Bozkurt, A. & Sagat, Y. (2008). Birecik Baraj Gölü zooplanktonunun vertikal dağılımı. *Journal of FisheriesSciences.com*, 2(3), 332-342.
- Bozkurt, A. Dural, M., & Yılmaz, A.B. (2004). Yarseli Baraj Gölü'nün (Hatay-Türkiye) bazı fiziko-kimyasal özellikleri ve zooplankton (Rotifer, Kladoser ve Kopepod) faunası. Ulusal Su Günleri 2004 Sempozyumu, 6-8 Ekim İzmir, *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, 2(3), 307-317.

- Bulut, H. & Saler, S. (2013). Kalecik Baraj Gölü (Elazığ-Türkiye) zooplanktonu. *Fırat Üniv. Fen Bilimleri Dergisi*, 25(2), 99-103.
- Bulut, H. & Saler, S. (2014). Zooplankton of Beyhan Dam Lake (Elazığ, Turkey). *Turkish Journal of Science & Technology*, 9(1), 23-28.
- Buyurgan, Ö., Altındağ, A., & Kaya, M. (2010). Zooplankton community structure of Asartepe Dam Lake (Ankara-Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10, 135-138.
- Dirican, S. & Musul, H. (2009). Çamlıhöz Baraj Gölü (Sivas-Türkiye) Rotifera türleri hakkında bir ön çalışma. *YYÜ Tarım Bilimleri Dergisi*, 19(1), 57-59.
- Dorak, Z., Gaygusuz, Ö., Tarkan, A.S. & Aydın, H. (2013). Diurnal vertical distribution of zooplankton in a newly formed reservoir (Tahtalı Reservoir, Kocaeli): the role of abiotic factors and chlorophyll a. *Turk J Zool*, 37, 218-227.
- Geldiay, R. (1949). Çubuk Barajı ve Emir Gölü'nün makro ve mikro faunasının mukayeseli incelenmesi. *Ankara Üniv. Fen Fak. Mecmuası*, 2, 106 s.
- Güher, H. & Çolak, Ş. (2015). Süloğlu Baraj Gölünün (Edirne) zooplankton (Rotifera, Cladocera, Copepoda) faunası ve mevsimsel değişimi. *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 16(1), 17-24.
- İnce, Ö., Aluç, Y., Başaran, G. & Tüzün, İ. (2007). Kapulukaya Baraj Gölü'nde littoral ve pelajik bölgelere ve mevsime bağlı zooplankton dağılımlarının karşılaştırılması. *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, 5-8, 297-305.
- Kaya, M. & Altındağ, A. (2007). Zooplankton fauna and seasonal changes of Gelingüllü Dam Lake (Yozgat-Turkey). *Turk J. Zool.*, 31, 347-351.
- Koste, W. (1978). Rotatoria. Überordnung Monogononta. I. Textband, 650, II. Tafelband, 234, Gebrüdersontrager, Berlin.
- Nogrady, T. & Segers, H. (2002). Rotifera. Vol: 6: Asplanchnidae, Gastropodidae, Lindiidae, Microcodidae, Synchaetidae, Trochosphaeridae and Filinia. *Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World*, 18, 264 pp.
- Ölmez Aydın, D. & Altındağ, A. (2004). Sarımsaklı Baraj Gölü'nün (Kayseri-Türkiye) Rotifera faunası üzerine taksonomik bir çalışma. Ulusal Su Günleri 2004 Sempozyumu, 6-8 Ekim 2004, İzmir, *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, 2(3), 27-34.
- Özdemir Mis, D., Aygen, C., Ustaoglu, M.R. & Balık, S. (2009). Tahtalı Baraj Gölü'nün (İzmir) zooplankton kompozisyonu. *E. Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 26(2), 129-134.
- Ruttner-Kolisko, A. (1974). Plankton Rotifers, biology and taxonomy. Die Binnengenwasser, Volume XXVI/I, Supplement, 144.
- Saler, S. (2004). Observation of the seasonal variation of Rotifera fauna of Keban Dam Lake (Çemişgezek Region). *F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(4), 695-701.
- Saler, S. (2009). Rotifers of Kepektaş Dam Lake (Elazığ-Turkey). *Iranian Journal of Science & Technology*, Transaction A, 33, A1, 121-126.
- Saler, S. & Aliş, N. (2014). Zooplankton of Hancağız Dam Lake (Gaziantep-Turkey). *Journal of Survey in Fisheries Sciences*, 1(1), 36-45.
- Saler, S. & Şen, D. (2002). Seasonal variation of Rotifera fauna of Cip Dam Lake (Elazığ-Turkey). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 5(11), 1274-1276.
- Saler, S. Haykır, H., & Baysal, N. (2014). Zooplankton of Uzunçayır Dam Lake. *Journal of FisheriesSciences.com*, 8(1), 1-7.
- Saler, S. İpek, N., & Eroğlu, M. (2010). Karakaya Baraj Gölü Battalgazi Bölgesi (Malatya) rotifer türleri. *e-Journal of New World Sciences Academy, Ecological Life Sciences*, 5(3), 216-221.
- Segers, H. (1995). Rotifera. Vol: 2: The Lecanidae (Monogononta). *Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World*, No: 6, 226 pp.
- Sladeczek, V. (1983). Rotifers as indicator of water quality. *Hydrobiologia*, 100, 189-201.
- Stemberger, R.S. (1979). A guide to Rotifers of the Laurentian Great Lakes. *U.S. Environmental Protection Agency*, (EPA 600/4-79-021). 198 pp.

- Tellioğlu, A. & Akman, F. (2007). A taxonomical study of the Rotifera fauna in Pertek Region of Keban Dam Lake. *E.Ü. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 24(1-2), 135-136.
- Tuna, A. & Ustaoglu, M.R. (2016). Kemer Baraj Gölü (Aydın-Türkiye) zooplankton faunası. *LimnoFish*, 2(2), 95-106.
- Ulgu, M. & Bozkurt, A. (2015). Zooplankton fauna of Tahtaköprü Dam Lake (Gaziantep). *International Journal of Scientific and Technological Research*, 1(1), 202-215.
- Ustaoglu, M.R. (2004). A check-list for zooplankton of Turkish inland waters. *E.U. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 21(3-4), 191-199.
- Ustaoglu, M.R. (2015). An updated zooplankton biodiversity of Turkish inland waters. *LimnoFish* 1(3):151-159. Doi: 10.17216/LimnoFish-5000151941
- Ustaoglu, M.R., Altındağ, A., Kaya, M., Akbulut, N., Bozkurt, A., Özdemir Mis, D., Atasagun, S., Erdoğan, S., Bekleyen, A., Saler, S. & Okgerman, H.C. (2012). A checklist of Turkish rotifers. *Turkish Journal of Zoology*, 36(5), 607-622.
- Ustaoglu, M.R., Balık, S., Gezerler Şipal, U., Özdemir Mis, D. & Aygen, C. (2010). Buldan Baraj Gölü (Denizli) zooplanktonu ve mevsimsel değişimi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 27 (3), 113-120.
- Yiğit, S. (2002). Seasonal fluctuation in the rotifer fauna of Kesikköprü Dam Lake (Ankara, Turkey). *Turk J. Zool.*, 26, 341-348.
- Yiğit, S. & Altındağ, A. (2005). A taxonomical study on the zooplankton fauna of Hirfanlı Dam Lake (Kırşehir), Turkey. *G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 18(4), 563-567.

## Mikroalglerde Kuru Madde Miktarı ile İlişkili Faktörlerin Doğrudan ve Dolaylı Etkilerinin İncelenmesi

Gökhan Tamer KAYAALP<sup>1\*</sup>, Melis ÇELİK GÜNEY<sup>1</sup>, Burcu AK<sup>2</sup>, Oya IŞIK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Adana.

<sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Adana.

Geliş : 28.03.2017

Kabul : 17.08.2017

**Araştırma Makalesi / Research Paper**

\*\*Sorumlu yazar: tamer.kayaalp@gmail.com

E-Dergi ISSN: 1308-7517

### Özet

*Phaeodactylum tricornutum* kültürlerinde kuru madde miktarı, klorofil *a*, optik yoğunluk, ışık şiddeti ve sıcaklık ile doğrudan ya da dolaylı olarak ilişkilidir. Bu çalışmada, kuru madde miktarı ile ilişkili faktörlerden önemli olanı belirlemek için path analizi kullanılmıştır. Analize dahil edilen faktörler optik yoğunluk, klorofil *a*, sıcaklık ve ışık şiddetidir. %20 aşılama oranı ile kontrol grubu ve %50 oranında azotun (N) eksiltildiği grup oluşturulmuştur. Çalışmanın sonucunda, kontrol grubunda kuru madde miktarı tahmininde en yüksek doğrudan etkiye sahip faktör optik yoğunluk, en yüksek dolaylı etkiye sahip faktör ise ışık şiddeti olarak bulunmuştur. Kuru madde miktarı ile optik yoğunluk ve klorofil *a* arasındaki ilişki istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. %50 oranında azot eksiltilen ortamda ise birden büyük path katsayısı bulunmuştur. Sıcaklık ve klorofil *a* değişkenlerinin ise doğrudan ve dolaylı etkilerinin düşük olduğu gözlemlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** *Phaeodactylum tricornutum*, Kuru madde miktarı, Path analizi, Korelasyon Analizi, Regresyon Analizi.

### Investigation of Direct and Indirect Effects of Factors Related to Dry Matter in Microalgae

#### Abstract

Amount of dry matter are related directly or indirectly with chlorophyll *a*, optical density, light and temperature in *Phaeodactylum tricornutum* cultures. In this study, path analysis was used to determine which is important for the factors associated with the amount of dry matter. Optical density, chlorophyll *a*, temperature and light intensity were factors included in analysis. It was occurred a control group with a 20% vaccination rate and a 50% nitrogen (N) reduced group were constituted. At the end of the study, the highest direct effect on the amount of dry matter in the control group was optical density. The light intensity was determined as the highest indirect effect. The relationship between the amount of dry matter with optical density and chlorophyll *a* was found statistically significant. Path coefficient was determined greater than 1 in the 50% nitrogen reduced medium. Other variables were observed to have low direct and indirect effects.

**Keywords:** *Phaeodactylum tricornutum*, Dry matter, Path analysis, Correlation Analysis, Regression Analysis.

## GİRİŞ

Mikroalgler, hücre içinde biriktirdikleri metabolitler (protein, vitamin, antibiyotikler gibi) nedeniyle insanlar tarafından kültüre alınmaktadırlar ve bu sebeple mikroalgal biyoteknolojiye olan ilgi giderek artmaktadır (Becker, 1994). Alg teknolojisinde biyokütle verimliliği başka bir deyişle kuru madde miktarı çok önemlidir. Ticari öneme sahip alg türlerinden biri de *Phaeodactylum tricornutum* olup yağ içeriğinin yüksekliği ile bilinmektedir (Siron vd., 1989; Ward ve Yongmanitchai, 1991; Fajardo vd., 2007).

Son yıllarda biodizel üretimi için canlı kaynaklar üzerinde yoğun çalışılmakta ve mikroalgal biyokütle üzerinde çok sayıda araştırma yürütülmektedir. Mikroalgal yağlar gerek yakıt kaynağı gerekse besin kaynağı olarak ümit vaat eden bir canlı kaynak olmakla birlikte ekonomik üretimi üzerinde en çok durulan konudur. Mikroalgal yağ üretimi kadar biyokütlesel verimlilik de son derece önemlidir. Algal biyoteknoloji çalışmalarında hücrelerin fizyolojisini etkileyen çevre faktörleri kullanılarak istenen metabolitin daha fazla üretilmesi amaçlanmaktadır. *P. tricornutum* hücrelerinde yağ üretimini teşvik etmek amacıyla besi ortamında azot eksiltilmesinin etkili olduğu araştırmalarla saptanmıştır (Liang vd., 2006). Hücrelerin azot eksikliği karşısında strese girdiği ve yağ ürettiği saptanmakla birlikte stres aynı zamanda biyoküttelede azalmaya da neden olmaktadır (Sukenic vd., 1991; Kilham vd., 1997; Pruvost vd., 2009; Xin vd., 2010; Slade ve Bauen, 2013). Bir mikroalg kültür işletmesinin verimli ve ekonomik işletilebilmesi biyokütle verimliliği, yağ içeriği ve ekonomik analizin birlikte değerlendirilmesini gerektirmektedir.

Mikroalg kültürlerinde büyümenin belirlenmesi, hücre sayımı, pigment ölçümü, karbon miktarı gibi parametrelerin belirlenmesi ile yapılabildiği gibi, büyük hacimlerdeki kültürlerde kuru madde miktarının belirlenmesi ya da optik yoğunluk ölçümü ile de yapılabilir. Kuru madde miktarının belirlenmesi bir laboratuvar çalışması gerektirir. Kültürden filtre edilerek yoğunlaştırılan yaş mikroalg kütlesi kurutulur ve birim kültür hacmindeki alg kütlesi belirlenir. Monokültürlerde spektrofotometrik olarak hücre yoğunluğuna bağlı ışık geçirgenliği ile optik okuma yapılarak da alg kültürlerinde büyüme belirlenebilir (Ación Fernández vd., 2003; Richmond, 2004; Griffiths vd., 2011).

Yığın kültürler olarak adlandırılan büyük hacimli mikroalg kültürlerinde kuru madde miktarı ile ilişkili birçok faktör vardır. Bu faktörlerin birbiriyle olan ilişkisi incelendiğinde bazı faktörlerin doğrudan etkiye, bazı faktörlerin ise dolaylı etkiye sahip olduğu görülmektedir. Bu etkilerin belirlenmesinde korelasyon katsayıları yeterli bilgiyi verememektedir. Bu nedenle path analizine ihtiyaç duyulmaktadır. Path katsayısı, bağımsız değişkende meydana gelen değişimin, diğer değişkenlerin hepsini etkileyen standart sapma cinsinden meydana gelen değişime oranı olarak tanımlanmaktadır (Wright, 1921; Oktay vd., 2012).

Bu çalışmanın amacı, mikroalg *Phaeodactylum tricornutum*'un iki ayrı besi ortamında, kuru madde miktarını etkileyen çevresel faktörlerden ışık ve sıcaklık ile biomas verimliliğini belirlemede kullanılan optik yoğunluk ve klorofil *a* faktörlerinin doğrudan ve dolaylı etkilerini belirleyerek kuru madde miktarının tahmininde bu faktörlerden hangilerinin üreticiye yardımcı olacağına belirlenmesidir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmada materyal olarak kullanılan mikroalg *Phaeodactylum tricornutum* için kontrol grubu olarak oluşturulan kültürde  $882 \mu\text{molL}^{-1}$  N ve N'un %50 oranında eksiltildiği diğer kültürde  $441 \mu\text{molL}^{-1}$  N elementi olacak şekilde iki ayrı besi ortamı hazırlanmıştır (Ak, 2013). Kuru madde miktarını belirlemede kullanılan optik yoğunluk, klorofil *a* değerleri ile sıcaklık ve ışık şiddeti çevresel faktörleri kullanılarak doğrudan ve dolaylı etkiler incelenmiştir. Analiz için SPSS 22 V. paket programı kullanılmıştır.

Analize dahil edilen bağımlı ve bağımsız değişkenler aşağıdaki gibidir.

Y : Kuru madde miktarı

X<sub>1</sub>: Optik yoğunluk

X<sub>2</sub>: Klorofil *a*

X<sub>3</sub>: Sıcaklık

X<sub>4</sub>: Işık şiddeti

Kuru madde miktarının belirlenmesi için, 0,45 µ göz açıklığındaki filtre kağıtları, süzme düzeneği ve bir su trombu kullanarak oluşturulan vakumla hücreler ortamdan ayrılarak yoğunlaştırılmıştır. Filtre kağıtları 105 derecede tutulup desikatörde soğutulduktan sonra hassas terazide tartımları yapılmıştır (Boussiba vd., 1992).

Optik yoğunluk, *Phaeodactylum tricornutum* için 625 nm (Shimadzu, UV mini 1240) dalga boyunca visible spektrofotometre ile değerlendirilmiştir (Acièn Fernández vd., 2003).

Klorofil *a* analizi için, 5 mL'lik örnek su trombu yardımıyla filtre kağıdından süzölmüş ve deney tüplerine konulmuştur. Üzerine aseton eklenmiştir. Asiditenin artması ve pigmentin zarar görmemesi için MgCO<sub>3</sub> eklenmiştir. Ağızları kapatılarak buzdolabında 24 saat bırakılmış ve ekstraksiyon süresi sonunda üstteki berrak kısım alınarak visible spektrofotometrede (Shimadzu, UV mini 1240) 630, 645, 665, 750 nm'de absorpsiyon değerleri ölçülmüştür. 750 nm'de okunan değerler bulanıklık düzeltme faktörü olarak kullanılmıştır ve bu değerler diğer dalga boylarında okunan değerlerden çıkarılarak klorofil *a* konsantrasyonları ilgili eşitlikten hesaplanmıştır (Parsons ve Strickland, 1963).

Kuru madde miktarını etkileyen diğer faktörler ise sıcaklık ve ışık şiddetidir. *Phaeodactylum tricornutum* türü 20°C sıcaklıkta, 7 farklı ışık şiddetine (100, 500, 1000, 3000, 5000, 8000, 10000 lux) maruz bırakıldığında 10.000 lux ışık şiddetinde maksimum gelişme göstermiştir ve maksimum büyüme hızı  $\mu_{max}=2,0637\pm 0,16$  çiftlenme/gün'dür (Madenci, 2012).

Kuru madde miktarı ile ilişkili faktörler arasındaki toplam korelasyonun doğrudan ve dolaylı etkilere ayrılması aşağıdaki eşitlikteki gibidir.

$$\begin{aligned} r(X_1, Y) &= P_{YX_1} + r_{X_1X_2} P_{YX_2} + r_{X_1X_3} P_{YX_3} + r_{X_1X_4} P_{YX_4} \\ r(X_2, Y) &= r_{X_1X_2} P_{YX_1} + P_{YX_2} + r_{X_2X_3} P_{YX_3} + r_{X_2X_4} P_{YX_4} \quad (1) \\ r(X_3, Y) &= r_{X_1X_3} P_{YX_1} + r_{X_2X_3} P_{YX_2} + P_{YX_3} + r_{X_3X_4} P_{YX_4} \\ r(X_4, Y) &= r_{X_1X_4} P_{YX_1} + r_{X_2X_4} P_{YX_2} + r_{X_3X_4} P_{YX_3} + P_{YX_4} \end{aligned}$$

Yukarıdaki eşitlikte belirtilen  $P_{YX_i}$ , *i*. bağımsız değişkenin *Y* bağımlı değişken üzerindeki doğrudan etkiyi,  $r_{X_iX_j}$ , *i*. ve *j*. bağımsız değişkenler arasındaki korelasyon katsayısını,  $r_{X_iX_j} P_{YX_j}$  ise *i*. bağımsız değişkenin *j*. bağımsız değişken üzerindeki dolaylı etkiyi göstermektedir (Mendeş vd., 2005).

(1) nolu eşitlik matris forma dönüştürülerek aşağıdaki gibi yazılır (Sıralı ve Kayaalp, 1995).

$$\begin{bmatrix} P_{YX_1} \\ P_{YX_2} \\ P_{YX_3} \\ P_{YX_4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{X_1X_1} & r_{X_1X_2} & r_{X_1X_3} & r_{X_1X_4} \\ r_{X_2X_1} & r_{X_2X_2} & r_{X_2X_3} & r_{X_2X_4} \\ r_{X_3X_1} & r_{X_3X_2} & r_{X_3X_3} & r_{X_3X_4} \\ r_{X_4X_1} & r_{X_4X_2} & r_{X_4X_3} & r_{X_4X_4} \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} r(X_1, Y) \\ r(X_2, Y) \\ r(X_3, Y) \\ r(X_4, Y) \end{bmatrix} \quad (2)$$

Yukarıdaki matris çözümlenerek doğrudan etkiler bulunmaktadır. Doğrudan etkiler, path katsayılarıdır. Doğrudan ve dolaylı etkilerin toplamı, toplam etki olarak ifade edilir. Toplam etki aynı zamanda korelasyon katsayısıdır.

Belirtme katsayısı ( $R^2$ ) aşağıdaki eşitlikten bulunur (Düzgüneş vd., 1976).

$$R^2 = P_{YX_1}^2 + P_{YX_2}^2 + P_{YX_3}^2 + P_{YX_4}^2 + 2r_{X_1X_2} P_{YX_1} P_{YX_2} + 2r_{X_1X_3} P_{YX_1} P_{YX_3} + 2r_{X_1X_4} P_{YX_1} P_{YX_4} + 2r_{X_2X_3} P_{YX_2} P_{YX_3} + 2r_{X_2X_4} P_{YX_2} P_{YX_4} + 2r_{X_3X_4} P_{YX_3} P_{YX_4} \quad (3)$$

Korelasyon katsayısı -1 ile 1 arasında değişmektedir. Ancak path katsayısı bu sayıların dışına çıkabilmektedir. Eğer path katsayısı 1'den büyük çıkarsa sistemde dengeleyici mekanizmanın (negatif etkinin) olmasındandır (Li, 1975). Bu path katsayısı anlamlı değildir ve göz ardı edilmelidir. Bu nedenle belirtme katsayısının da yorumlanması zorlaşmaktadır. Bu gibi durumlar path analizinin dezavantajları arasındadır (Kaşıkçı, 2000; Daşdağ vd., 2006).

Bağımsız değişkenler arasındaki korelasyon nedeniyle ortaya çıkan çoklu bağlantı problemi varlığının kontrol edilmesi gerekmektedir. Kontrol yöntemlerden biri varyans büyültme faktörü (VIF) ve tolerans (T) değerlerinin belirlenmesidir (Öztürk, 2014). VIF değeri 10'dan büyük olması veya T değerlerinin 0,10'dan küçük olması durumunda çoklu bağlantı sorununun varlığı kabul edilmektedir (Webster, 1995).

## BULGULAR

Öncelikle bağımsız değişkenler arasında çoklu bağlantı probleminin kontrolü yapılmıştır. Tüm bağımsız değişkenlerin VIF değerinin 10'dan küçük ve aynı zamanda T değeri 0,10'dan büyük olduğu gözlemlenmiştir. Bu da çoklu bağlantının olmadığını gösterir. Bu nedenle tüm değişkenler analize dahil edilmiştir.

Kuru madde miktarı (Y) ile ilişkili, optik yoğunluk ( $X_1$ ), klorofil a ( $X_2$ ), sıcaklık ( $X_3$ ) ve ışık şiddeti ( $X_4$ ) arasındaki korelasyon katsayıları Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** En uygun besi ortamında (kontrol grubu) değişkenler arasındaki basit korelasyon katsayıları

	Y	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$
Y	1				
$X_1$	0,966**	1			
$X_2$	0,922**	0,896**	1		
$X_3$	-0,531*	-0,602*	-0,406	1	
$X_4$	-0,863**	-0,879**	-0,886**	0,637*	1

\*:  $p < 0,05$

\*\* :  $p < 0,01$

Tablo 1.'den yararlanılarak (1) nolu eşitlikte verilen denklem sistemleri aşağıdaki gibidir.

$$0,966 = P_{YX_1} + 0,896P_{YX_2} - 0,602P_{YX_3} - 0,879P_{YX_4}$$

$$0,922 = 0,896P_{YX_1} + P_{YX_2} - 0,406P_{YX_3} + 0,886P_{YX_4}$$

$$-0,531 = -0,602P_{YX_1} - 0,406P_{YX_2} + P_{YX_3} + 0,637P_{YX_4}$$

$$-0,863 = -0,879P_{YX_1} - 0,886P_{YX_2} + 0,637P_{YX_3} + P_{YX_4}$$

Yukarıdaki eşitliklerde bilinmeyen path katsayılarıdır. Bu denklem sistemi matris forma dönüştürülerek path katsayıları bulunmuştur.

$$\begin{bmatrix} 1 & 0,896 & -0,602 & -0,879 \\ 0,896 & 1 & -0,406 & 0,886 \\ -0,602 & -0,406 & 1 & 0,637 \\ -0,879 & -0,886 & 0,637 & 1 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 0,966 \\ 0,922 \\ -0,531 \\ -0,863 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,816 \\ 0,198 \\ 0,036 \\ 0,007 \end{bmatrix}$$

$$P_{YX_1}=0,816 \quad P_{YX_2}=0,198 \quad P_{YX_3}=0,036 \quad P_{YX_4}=0,007$$

$$R^2 = 0,816^2 + \dots + 0,007^2 + 2 \times 0,896 \times 0,816 \times 0,198 + \dots + 2 \times 0,637 \times 0,036 \times 0,007 = 0,942$$

Kontrol grubunda her değişken için doğrudan ve dolaylı etkiler Tablo 2'de belirtilmiştir.

**Tablo 2.** Kontrol grubunda kuru madde miktarı ile ilişkili faktörlerin doğrudan ve dolaylı etkileri

Değişkenler	Doğrudan etkiler	Dolaylı etkiler				Toplam etki
		X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	
X <sub>1</sub>	0,816	-	0,177	-0,021	-0,006	0,966
X <sub>2</sub>	0,198	0,732	-	-0,015	0,007	0,922
X <sub>3</sub>	0,036	-0,491	-0,081	-	0,0045	-0,531
X <sub>4</sub>	0,007	-0,717	-0,18	0,03	-	-0,863

Tablo 2'de verilen doğrudan etkiler path katsayılarıdır. Dolaylı etkiler ise her bağımsız değişkenin birbirleri üzerine etkisidir. X<sub>1</sub> değişkeninin dolaylı etkisi aşağıdaki gibi bulunmuştur.

$$X_1 \text{ 'in } X_2 \text{ üzerindeki dolaylı etkisi; } P_{YX_2} r_{X_1 X_2} = 0,198 * 0,896 = 0,177$$

$$X_1 \text{ 'in } X_3 \text{ üzerindeki dolaylı etkisi; } P_{YX_3} r_{X_1 X_3} = 0,036 * (-0,602) = -0,021$$

$$X_1 \text{ 'in } X_4 \text{ üzerindeki dolaylı etkisi; } P_{YX_4} r_{X_1 X_4} = 0,007 * (-0,879) = -0,006$$

X<sub>1</sub> değişkenin bağımsız değişkenler üzerindeki dolaylı etkisi ;

$$P_{YX_2} r_{X_1 X_2} + P_{YX_3} r_{X_1 X_3} + P_{YX_4} r_{X_1 X_4} = 0,177 + (-0,021) + (-0,006) = 0,150 \text{ şeklindedir.}$$

Diğer bağımsız değişkenlerin doğrudan, dolaylı ve toplam etkileri benzer şekilde bulunmuştur.

*Phaeodactylum tricornutum*, %50 N eksik besi ortamında kültüre alındıktan sonra kuru madde miktarı ile ilişkili faktörlerin doğrudan ve dolaylı etkileri kontrol grubunda olduğu gibi incelenmiştir.

**Tablo 3.** %50 N eksik besi ortamında değişkenler arasındaki basit korelasyon katsayıları

	Y	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>
Y	1				
X <sub>1</sub>	0,951**	1			
X <sub>2</sub>	-0,285	-0,357	1		
X <sub>3</sub>	-0,308	-0,419	0,855**	1	
X <sub>4</sub>	-0,640*	-0,729**	0,672*	0,559	1

\*: p<0,05

\*\* : p<0,01



Tablo 3'ten yararlanılarak (1) nolu eşitlikte verilen denklem sistemleri aşağıdaki gibidir.

$$\begin{aligned} 0,951 &= P_{YX_1} - 0,357P_{YX_2} - 0,419P_{YX_3} - 0,729P_{YX_4} \\ -0,285 &= -0,357P_{YX_1} + P_{YX_2} + 0,855P_{YX_3} + 0,672P_{YX_4} \\ -0,308 &= -0,419P_{YX_1} + 0,855P_{YX_2} + P_{YX_3} + 0,559P_{YX_4} \\ -0,640 &= -0,729P_{YX_1} + 0,672P_{YX_2} + 0,559P_{YX_3} + P_{YX_4} \end{aligned}$$

Path katsayılarını bulmak için denklem sistemi matris forma aşağıdaki şekilde dönüştürülmüştür.

$$\begin{bmatrix} 1 & -0,357 & -0,419 & -0,729 \\ -0,357 & 1 & 0,855 & 0,672 \\ -0,419 & 0,855 & 1 & 0,559 \\ -0,729 & 0,672 & 0,559 & 1 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 0,951 \\ -0,285 \\ -0,308 \\ -0,640 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1,098 \\ -0,207 \\ 0,235 \\ 0,168 \end{bmatrix}$$

$$P_{YX_1}=1,098 \quad P_{YX_2}=-0,207 \quad P_{YX_3}=0,235 \quad P_{YX_4}=0,168$$

Kontrol grubunda olduğu gibi %50 N eksiltelen ortamda hesaplanan değişkenlerin doğrudan ve dolaylı etkileri Tablo 4'te belirtilmiştir.

**Tablo 4.** %50 oranında azot eksiltelen besi ortamında kuru madde miktarı ile ilişkili faktörlerin doğrudan ve dolaylı etkileri

Değişkenler	Doğrudan etkiler	Dolaylı etkiler				Toplam etki
		X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	
X <sub>1</sub>	1,098	-	0,074	-0,099	-0,122	0,951
X <sub>2</sub>	-0,207	-0,39	-	0,200	0,112	-0,285
X <sub>3</sub>	0,235	-0,460	-0,176	-	0,093	-0,308
X <sub>4</sub>	0,168	-0,800	-0,139	0,131	-	-0,640

%50 oranında azot eksiltelen besi ortamında kuru madde miktarı ile ilişkili doğrudan ve tüm dolaylı etkiler kontrol grubunda açıklandığı gibi bulunmuştur.

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Endüstriyel ölçekli ototrofik mikroalgal kültürlerin sürdürülebilirliği, dışarı ortamda çevresel faktörlerden ışık ve sıcaklık ile doğrudan ilişkilidir. Ticari değeri olan mikroalgal metabolitlerin ekonomik üretimi de doğrudan bu faktörlerden etkilenmektedir. *Phaeodactylum tricorutum* yağ üretimi ile bilinen bir mikroalg türü olup azot eksikliği stres faktörü koşulunda yağ üretmektedir. *Phaeodactylum tricorutum* ile yürütülen bir çalışmada kontrol grubunda lipid oranı %16,93, kuru madde miktarı 1,036 g/l olarak saptanırken azot eksikliği uygulanan kültürlerde lipid oranı %35,04 ve kuru madde miktarı 0,980 g/l olarak belirlenmiştir (Ak vd., 2015). Büyük ölçekli mikroalg ticari kültürlerinde büyümenin ve biyomas verimliliğinin sürekliliğinin sabitlenmesi etkin bir kültür için son derece önemlidir. Ototorof mikroalg kültürlerinde ışık ve sıcaklık biyomas verimliliğini doğrudan etkilemektedir. Korofil *a* ve optik yoğunluk değerleri mikroalg kültürlerinde büyümenin belirlenmesinde kullanılan parametrelerdir.

Çalışmada, *Phaeodactylum tricornutum* kültürü için en uygun besi ortamında, kuru madde miktarı ile ilişkili doğrudan etkiye sahip faktör, aynı zamanda en yüksek path katsayısına sahip faktör optik yoğunluk olarak bulunmuştur. Aynı zamanda kuru madde miktarı ile optik yoğunluk arasında en yüksek korelasyonun bulunması ( $r=0,966$ ) ve bu korelasyonun istatistiki olarak önemli bulunması da ( $p<0,01$ ) bunun bir göstergesidir (Tablo 1).

En yüksek dolaylı etkiye sahip faktör ışık şiddetidir. Işık şiddetinin, optik yoğunluk ile birlikte yapmış olduğu dolaylı etki en fazladır (Tablo 2). Kuru madde miktarı ile ışık şiddeti arasında negatif ve güçlü bir ilişki vardır ( $r=-0,863$ ). Bu ilişki yüksek olmasına karşın kuru madde miktarına doğrudan değil dolaylı etkiye sahiptir. Kontrol grubunun  $R^2$  değeri ise 0,942 olarak bulunmuştur. Tubular fotobiyoreaktörde *Phaeodactylum tricornutum* dışarı kültüründe aydınlanma profili ve reaktör içindeki ortalama aydınlanma şiddetini tahmin etmek için matematik bir modelin önerildiği bir çalışmada, aydınlanmanın zayıflaması ile biyomas konsantrasyonu arasında amprik bir ilişki önerilmiştir. Önerilen matematik model, dışarı ortamda tubular fotobiyoreaktörde büyüyen bir kültürde ışının, spesifik bir noktaya izlediği yolun uzunluğunu tahmin etmeye yardımcı olmak üzere önerilmiştir. Ancak çalışmada, literatürdeki hiçbir modelin mikroalgal kültürde yüksek konsantrasyondaki biyomas ile güneş ışığındaki azalmayı yeterli düzeyde açıklamadığı ifade edilmekte ve bu nedenle de yeni bir hiperbolik eşitlik önerilmektedir. Önerilen modelin dışarı kültürlerde, yıllık biyomas verimliliği tahmini ve türe ve ışığa bağlı tüpte çap optimizasyonuna katkı sağlayacağı ifade edilmektedir (Acien Fernandez vd.,1997). Bu çalışmada bulunan en yüksek doğrudan ve dolaylı etkiye sahip faktörler olan optik yoğunluk ve ışık şiddeti kullanılarak tubular reaktörde ışık yolu ölçüleri girilerek önerilen hiperbolik eşitlik yardımıyla biyomas tahmini yapılabilir.

%50 oranında N eksiltelen besi ortamında kuru madde miktarı ile ilişkili doğrudan ve dolaylı etkileri incelediğimizde (Tablo 4), birden büyük path katsayısı gözlemlenmektedir. 1'den büyük path katsayısı tek olarak anlamlı olmadığı için göz ardı edilmiştir. En yüksek dolaylı etkiye sahip faktör, kontrol grubunda olduğu gibi ışık şiddetidir. Yine ışık şiddetinin, optik yoğunluk ile birlikte yapmış olduğu dolaylı etki en fazladır. Path katsayılarından birisi 1'den büyük çıktığı için  $R^2$  'nin yorumlanması zorlaştığından bulunmamıştır.

Yürütülen bir başka çalışmada, dışarı koşullarında, sınırlı ışık ve fazla ışık koşullarında *Phaeodactylum tricornutum*'dan eicosapentaenoic asit (EPA) üretiminin tahmini için bir model geliştirmeye yönelik olmuştur. Çalışma üç aşamada yürütülmüştür; dışarı koşullarında tubular fotobiyoreaktörlerde ışığın kullanılabilirliği (Acien Fernández vd., 1997), ışığa bağlı büyüme ve biyomas verimliliği modellemesi (Acien Fernández vd., 1998), ve son olarak *P. tricornutum* da EPA verimliliğinin modellemesidir. Bu modellemeler, çevresel faktörler ve kültür parametrelerinin tahminine yardımcı olmaktadır ve yıllık EPA verimliliği tahmin edilebilmektedir (Acien Fernández vd., 2000). Acien Fernández vd. (1997) mikroalg tubular fotobiyoreaktörlerde dışarı ortam kültürlerinde yıl boyu biyomas verimliliğini tahmin etmek üzere bir makromodel geliştirmişlerdir. Model, optimum seyreltme oranı ve biyomas verimliliğini belirlemede kullanılabilir. Model,

Sonuç olarak, kuru madde miktarının tahmininde en yüksek doğrudan ve dolaylı etki sırasıyla optik yoğunluk ve ışık şiddeti olarak bulunmuştur. Bu nedenle alg üretiminde biyokütle verimliliğinin başka deyişle kuru madde miktarının tahmin edilmesinde bu iki değişken kullanılarak oluşturulacak regresyon modeli ile kuru madde miktarı tahmin

edilebilecektir. Klorofil *a* analizi laboratuvar imkanları ve çalışması gerektirir. Ancak optik yoğunluk bir spektrofotometre ile kolayca okunabilen, kültürdeki hücre yoğunluğu hakkında fikir veren bir değerdir. Kültürün büyüme evresi ya da biyomas verimliliği tahmininde kullanımında kolaylık sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR

- Acièn Fernàndez, G. F., Garcia Camacho, F., Sanchez Perez, J. A., Fernandez Sevilla, J. M. & Molina Grima, E. (1997). A model for light distribution and average solar irradiance inside outdoor tubular photobioreactors for the microalgal mass culture. *Biotechnology and Bioengineering*, vol. 55, no. 5, September 5. John Wiley and Sons, Inc.
- Acièn Fernàndez, G. F., Garcia Camacho, F., Sanchez Perez, J. A., Fernandez Sevilla, J. M. & Molina Grima, E. (1998). Modeling of Biomass productivity in tubular photobioreactors for microalgal cultures: effects of dilution rate, tube diameter, and solar irradiance. *Biotechnology and Bioengineering*, vol. 58. No. 6, June 20. John Wiley and Sons, Inc.
- Acièn Fernàndez, G. F., Sanchez Perez, J. A., Fernandez Sevilla, J. M., Garcia Camacho, F. & Molina Grima, E. (2000). Modeling of eicosapentaenoic acid (EPA) production from *Phaeodactylum tricorutum* cultures in tubular photobioreactors. Effects of dilution rate, tube diameter, and solar irradiance. *Biotechnology and Bioengineering*, vol. 68. No. 2, April 20. John Wiley and Sons, Inc.
- Acièn Fernàndez, G.F., Hall, D.O., Cañizares Guerrero, E., Krishna Rao, K. & Molina Grima, E. (2003). Outdoor production of *Phaeodactylum Tricorutum* biomass in a helical reactor. *Journal of Biotechnology*, 103, 137-152.
- Ak, B. (2013). Azot eksikliğine bağlı stresin, fotobiyoreaktörde kültüre alınan *Phaeodactylum Tricorutum*'un (bacillariophyceae) lipid miktarına etkisi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Fakültesi, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Ak, B., Işık, O., Uslu, L. & Azgım, C. (2015) The effect of stress due to nitrogen limitation on lipid content of *phaeodactylum tricorutum* (bohlin) cultured outdoor in photobioreactor. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 15, 647-652.
- Becker, E.W. (1994). Microalgae biotechnology and microbiology. Cambridge University Press, Cambridge.
- Boussiba, S., Fan, L. & Vonshak, A. (1992). Enhancement and determination of astaxanthin accumulation in green alga *H. pluvialis*. *Methods In Enzymology*, 213, 386-391.
- Daşdağ, M.M., Çelik, M.Y., Satici, Ö., Akkuş, Z. & Çelik, H.C. (2006). Hangi tür araştırmalarda path analizi kullanılmalıdır? IX Ulusal Biyoistatistik Kongresi, 5-9 Eylül 2006, Zonguldak.
- Düzgüneş, O., Eliçin, A. & Akman, N. (1976). Hayvan ıslahı. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: 98, Ders Kitabı: 3, Ankara.
- Fajardo, A. R., Cerdan, L. E., Medina, A.R, Acièn Fernàndez, F. G., González Moreno, P. A. & Grima, E. M. (2007). Lipid extraction from the microalga *Phaeodactylum tricorutum*. *Eur. J. Lipid Sci. and Tec.*, 109 (2), 120–126.
- Griffiths, M.J., Garcin, C., Van Hille, R.P. & Harrison, S.T. (2011). Interference by pigment in the estimation of microalgal biomass concentration by optical density. *J Microbiol Methods*, 85, 119–123.
- Kaşıkcı, D. (2000). Path katsayısı, kısmi regresyon katsayısı ve korelasyon katsayılarının karşılaştırmalı olarak incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Kilham, S.S., Kreeger, D.A., Goulden, C.A. & Lynn, S.G. (1997). Effects of nutrient limitation on biochemical constituents of *Ankistrodesmus falcatus*. *Freshwater Biology*, 38, 591-596.
- Li, C.C. (1975). Path analysis – a primer. The Boxwood Press, Pacific Grove, California, USA.
- Liang, Y. H., Beardall, J. & Heraud, P. (2006). Effects of nitrogen source and UV radiation on the growth, chlorophyll fluorescence and fatty acid composition of *Phaeodactylum tricorutum*

- and *Chaetoceros muelleri* (Bacillariophyceae). *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 82, 161-172.
- Madenci, P. (2012). Farklı ışık şiddetlerinin *Phaeodactylum tricorutum* (Bohlin, 1897) ve *Dunaliella Tertiolecta* (Butcher, 1959) türlerinin büyümesi üzerine etkileri. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Mendeş, M., Karabayır, A. & Pala, A. (2005). Path analysis of the relationships between various body measures and live weight of american bronze turkeys under three different lighting programs. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 11(2), 184-188.
- Oktay, E., Akıncı, M.M. & Karaaslan, A. (2012). Yol analizi yardımıyla dersler arasındaki etkileşimin araştırılması: Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümünde okutulan dersler üzerine bir uygulama. *Atatürk Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 26, 67-83.
- Öztürk, İ. (2014). Hayvansal üretim verilerinde çoklu bağlantı probleminin yanlı regresyon yöntemi ile çözülmesi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 17(3), 1-12.
- Parsons, T.R. & Strickland, J.D.H. (1963). Discussion of spectrophotometric determination of marine plant pigments with revised equations for ascertaining chlorophylls and carotenoids. *Journal of Marine Research*, 21 (3), 115-163.
- Pruvost, J., Van Vooren, G., Cogne, G. & Legrand, J. (2009). Investigation of biomass and lipids production with *Neochloris oleoabundans* in photobioreactor. *Bioresource Technology*, 100, 5988-5995.
- Richmond, A. (2004). Handbook of Microalgae Culture: Biotechnology and Applied Phycology. In: Basic Culturing Techniques (Eds; Lee Yuan-Kun ve Shen Hui) Oxford: Blackwell Science, pp:40-56.
- Sıralı, R. & Kayaalp, G.T. (1995). Trakya Bölgesi arılarının bal verim özelliği ve bu özelliği etkileyen bazı faktörlerin path analizi yöntemi ile saptanması. *Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1 (2), 211-217.
- Siron, R., Giusti, G. & Berland, B. (1989). Changes in the fatty acid composition of *Phaeodactylum tricorutum* and *Dunaliella Tertiolecta* during growth and under phosphorus deficiency. *Marine Ecology Progress Series*, 55, 95-100.
- Slade, R. & Bauen A. (2013). Micro-algae cultivation for biofuels: Cost, energy balance, environmental impacts and future prospects. *Biomass and Bioenergy*, 53, 29- 38.
- Sukenik, A. & Wahnnon, R. (1991). Biochemical quality of marine unicellular algae with special emphasis on lipid composition. *I. Isochrysis galbana*. *Aquaculture*, 97(1), 61-72.
- Ward, O. P. & Yongmanitchai, W. (1991). Growth of and omega-3 fatty acid production by *Phaeodactylum tricorutum* under different culture conditions. *Appl. Environ. Microbiol.*, 57, 2419-425.
- Webster, A. (1995). Applide statistics for business and economics. Page: 683-684.
- Wright, S. (1921). Correlation and causation. *Journal of Agricultural Research*, 20 (7), 557-585.
- Xin, L., Hong-ying, H., Ke, G. & Ying-xue, S. (2010). Effects of different nitrogen and phosphorus concentrations on the growth, nutrient uptake, and lipid accumulation of a freshwater microalgae *Scenedesmus* sp. *Bioresour. Technol.*, 101, 5494– 5500.

## **Karagöl (Dikili-İzmir)'ün Bentik Makroomurgasız Faunası Üzerine Bir Araştırma\***

**Esat Tarık TOPKARA\*\*, Ayşe TAŞDEMİR, Seray YILDIZ**

Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, İzmir.

*Geliş* : 02.06.2017

*Kabul* : 11.08.2017

**Araştırma Makalesi / Research Paper**

\*\*Sorumlu Yazar: esatopkara@gmail.com

E-Dergi ISSN: 1308 – 7517

### **Özet**

Bu çalışmada, Karagöl (Denizköy-Dikili-İzmir)'ün bentik makroomurgasız faunası incelenmiştir. Örneklemeler 2012-2013 yıllarında 4 mevsim yapılmıştır. Karagöl'deki araştırma sonuçlarına göre 4 Oligochaeta ve 13 Insecta taksonu tespit edilmiştir. Tespit edilen tüm taksonlar Karagöl için ilk kez kaydedilmiştir.

*Anahtar kelimeler:* Bentik, Makroomurgasız, Fauna, Karagöl, Dikili

### **A research on the macroinvertebrate fauna of the Lake Karagöl (Dikili-İzmir)**

#### **Abstract**

In the current study, the benthic macroinvertebrate fauna of Karagöl Lake was investigated. Sampling was carried out seasonally in 2012 and 2013 and a total of 4 samplings were done. As a result of the study 4 Oligochaeta and 13 Insecta taxa were identified and all are new records for the lake.

*Keywords:* Bentic, Macroinvertebrate, Fauna, Karagöl Lake, Dikili

**\*Bu çalışma 2011/SÜF/037 nolu proje ile Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir.**

## **GİRİŞ**

Anadolu, Asya kıtasının en batı ucunda bulunan ve iki coğrafik boğazla kıtayı Avrupa kıtasına bağlayan 3 tarafı denizlerle çevrili büyük bir yarımada şeklindedir. Epirojenik ve orojenik hareketlerin etkisiyle oldukça engebeli coğrafik bir yapıya sahiptir.

Bu engebeli yapı içerisinde oluşan çukurlukların sularla dolması sonucu ise birçok göl ve sulak alan meydana gelmiştir. Bu da özellikle izole ortamlarda, mikrohabitatlarda ve yüksek dağ sularında biyolojik çeşitliliğin şekillenmesine neden olmuştur.

Günümüze kadar gölde Altınsaçlı ve Altınsaçlı, (2009)'nın yaptığı araştırma dışında başka bir çalışmaya rastlanmamıştır.

İnsan etkilerinden büyük oranda uzak olan ve traktör dışında diğer kara taşıtlarıyla ulaşımın imkânsız olduğu, gölün etrafında, az miktarda tarım arazisi ve hayvancılık faaliyetleri yürütülmektedir. Ayrıca, ilkbahar aylarında göle doğa yürüyüşü grupları rağbet göstermektedir.

Bu çalışma ile İzmir İli Dikili ilçesine bağlı Denizköy yakınlarında yer alan Karagöl'ün bentik fauna elemanlarının saptanması amaçlanmıştır. Karagöl'ün littoral ve profundalinden elde edilen verilerin değerlendirilmesi ile gölün biyoçeşitliliğinin durumu ortaya çıkarılmıştır.



Diğer bir örnekleme yöntemiyle de gölün kıyı kesimlerinden 0,5 mm göz açıklığındaki bentik el kepçesi yardımı ile sucul Coleoptera ve sucul yarı-sucul Hemiptera örnekleri toplanmış ve %4'lük formalin çözeltisinde tespit edilmiştir. Laboratuvarında tatlısudan geçirilen ve formaldehit kalıntılarından temizlenen örneklerin üst kısımları, öncelikle üzerinde bulunan tortu ve çamur kalıntılarından arındırılmak için ince uçlu bir fırça yardımıyla temizlenmiştir. Temizlenen örneklerin sistematik açıdan önemli olan aedeagoforları stereo mikroskop altında diseksiyon iğneleri yardımı ile çıkarılmıştır. Çıkarılan aedeagoforlar (genital organları) etrafındaki kas dokusunu temizlemek amacıyla içerisinde %30'luk Laktik asit bulunan küçük petri kapları içerisinde konmuş ve burada 1-2 saat bekletildikten sonra incelemeye alınmıştır.

Bentik omurgasızların tür tayinlerinde takip edilen kaynaklar aşağıdaki gibidir:

Oligochaeta örneklerinin taksonomik incelenmesinde, Brinkhurst ve Jamieson (1971), Timm (1999), Timm ve Veldhuijzen van Zanten (2002)'in eserlerinden yararlanılmıştır.

Chironomidae örneklerinin taksonomik incelenmesinde, Johannsen (1937), Cranston (1982), Şahin (1984, 1991), Klink ve Moller Pillot (2003)'tan yararlanılmıştır. Chaoboridae familyasının tayininde Saether (1972) ve Balvay (1977)'dan yararlanılmıştır.

Coleoptera örneklerinin taksonomik incelenmesinde, Hansen (1987), Nilsson ve Holmen (1995), Jäch (1991)'in eserlerinden yararlanılmıştır.

Hemiptera örneklerinin taksonomik incelenmesinde, Jansson (1986), Savage (1989)'den yararlanılmıştır.

İncelenen örnekler etiketlenip Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Müzesi'nde (ESFM) muhafaza altına alınmıştır.

Kantitatif analizlerde ise tespit edilen bentik grupların m<sup>2</sup> deki birey sayıları esas alınmıştır.

## BULGULAR

Karagöl (Dikili-İzmir)'de kıyından ve gölün açıklarından yapılan örnekleme sonuçlarında, gölün bentozunda Oligochaeta'dan 4 takson, Diptera'dan (Chironomid, Chaoborid) 4 takson, Coleoptera'dan 6 takson ve Hemiptera'dan 3 takson olmak üzere toplam 17 takson tespit edilmiştir. Tespit edilen taksonların sistematik durumları aşağıdaki gibidir:

**Filum: Annelida**

**Klasis: Clitellata**

**Subklasis: Oligochaeta**

**Ordo: Tubificida**

**Familya: Naididae**

Subfamilya: Tubificinae

*Tubifex tubifex* (Müller, 1774)

*Potamothrix hammoniensis* (Michaelsen, 1901)

*Potamothrix bedoti* (Piguet, 1913)

**Ordo: Enchytraeida**

**Familya: Enchytraeidae**

*Henlea perpusilla* Friend, 1911

**Filum: Arthropoda**

**Klasis: Insecta**

**Ordo : Diptera**

**Familya: Chironomidae**

Subfamilya : Chironominae

*Chironomus (Chironomus) plumosus* (Linnaeus, 1758)*Glyptotendipes (Caulochironomus) imbecilis* (Walker, 1856)*Polypedilum (Polypedilum) nubifer* (Skuse, 1889)**Familya : Chaoboridae***Chaoborus (Chaoborus) flavicans* (Meigen, 1830)**Ordo: Coleoptera****Familya: Dytiscidae***Hydroporus pubescens* (Gyllenhal, 1808)*Agabus nebulosus* (Forster, 1771)*Agabus conspersus* (Marsham, 1802)*Rhantus suturalis* (MacLeay, 1825)**Familya: Hydrophilidae***Helochares* sp.**Famila: Hydraenidae***Ochthebius* (s.str.) *lividipennis* Peyron, 1885**Ordo: Hemiptera****Familya: Notonectidae***Notonecta marmorea viridis* Delcourt, 1909**Familya: Corixidae***Corixa affinis* Leach, 1817*Sigara (V.) lateralis* (Leach, 1817)

Karagöl'de profundal faunayı oluşturan (Oligochaeta, Chironomidae, Chaoboridae) toplam 3 grup saptanmıştır. Kantitatif analizler sonucunda, metrekarede ortalama 3288 birey tespit edilmiştir (Tablo 1).

**Tablo 1.** Karagöl'ün dip fauna elemanlarının örnekleme tarihlerine göre populasyon dağılımı (B.S./m<sup>2</sup>: metrekaredeki birey sayısı).

AYLAR	Oligochaeta		Chironomidae		Chaoboridae		Toplam	
	B.S./m <sup>2</sup>	%	B.S./m <sup>2</sup>	%	B.S./m <sup>2</sup>	%	B.S./m <sup>2</sup>	%
Mart 2012	238	6,3	104	2,7	3457	91,0	3799	29
Haziran	416	32,6	237	18,6	623	48,8	1276	10
Ekim	1128	21,3	460	8,7	3709	71,0	5297	40
Ocak 2013	209	7,5	237	8,5	2329	84,0	2775	21
Ortalama	1991	15,0	1038	8,0	10118	77,0	13147/4=3288	100

En kalabalık grubu oluşturan Chaoboridae familyası ortalama 2530 birey/m<sup>2</sup>, Oligochaeta familyası ortalama 498 birey/m<sup>2</sup> ile dominanttir. Bunu izleyen Chironomidae grubu ortalama 260 birey/m<sup>2</sup> ile temsil edilmektedir.

Bentik makroomurgasızların mevsimsel dağılımı dikkate alındığında, Sonbahar ayında (Ekim 2012) %40'lık oranla maksimuma ulaştığı dikkati çekmektedir. Öte yandan,



%10'lük bulunma oranı ile en düşük yaz mevsiminde (Haziran 2012) makroomurgasızlara rastlanıldığı tespit edilmiştir (Tablo 1).

İstasyonlar bazında düşünüldüğünde, metrekaresindeki ortalama birey sayısı hesaplamaları ve bunun yüzde olarak ifade edilmesi sonucunda, en verimli istasyonun %48 ile 2. istasyon olduğu ve bunu %43 ile 1. istasyonun izlediği tespit edilmiştir. İstasyon 3 ise %9'lük oranla en fakir istasyon olarak saptanmıştır (Tablo 2).

**Tablo 2.** Bentik makroomurgasızların ilgili gruplarının istasyonlara göre yüzde dağılımı (grup içi) ve her bir grubun istasyonlardaki yüzde dağılımı (gruplararası).

İstasyonlar	Chironomidae		Chaoboridae		Oligochaeta		Toplam	
	%(B.S./m <sup>2</sup> )	%	%(B.S./m <sup>2</sup> )	%	%(B.S./m <sup>2</sup> )	%	B.S./m <sup>2</sup>	%
1	80	14	46	82	9	4	5663	43
2	13	3	48	77	64	20	6266	48
3	7	6	6	50	27	44	1218	9
<b>Toplam</b>	1038	8	10118	77	1991	15	13147	100

Tablo 2 incelendiğinde bentik faunada, Chaoboridae bireylerinin %77' lik bir payla bariz bir şekilde baskın olduğu dikkati çekmektedir.

Tespit edilen taksonların mevsimsel dağılımı Tablo 3'de verilmiştir.

**Tablo 3.** Bentik makroomurgasız gruplarının mevsimlere göre dağılımı (+: Var, -: Yok)

TESPİT EDİLEN TÜRLER	İLKBAHAR	YAZ	SONBAHAR	KIŞ
<b>OLIGOCHAETA</b>				
<b>Naididae</b>				
<i>Tubifex tubifex</i>	+	+	+	+
<i>Potamothenis hammoniensis</i>	+	+	+	+
<i>Potamothenis bedoti</i>	-	+	+	+
<b>Enchytraeidae</b>				
<i>Henlea perpusilla</i>	+	-	-	-
<b>INSECTA</b>				
<b>Chironomidae</b>				
<i>Chironomus plumosus</i>	+	+	+	+
<i>Glyptotendipes imbecillis</i>	+	+	+	+
<i>Polypedilum nubifer</i>	-	+	-	-
<b>Chaoboridae</b>				
<i>Chaoborus flavicans</i>	+	+	+	+
<b>Coleoptera</b>				
<b>Dytiscidae</b>				
<i>Hydroporus pubescens</i>	-	-	-	+
<i>Agabus nebulosus</i>	-	-	-	+
<i>Agabus conspersus</i>	-	-	-	+
<i>Rhantus suturalis</i>	+	-	-	+
<b>Hydrophilidae</b>				
<i>Helochaers sp.</i>	-	-	+	-

<b>Hydraenidae</b>				
<i>Ochthebius</i> (s.str.) <i>lividipennis</i>	-	-	+	-
<b>Hemiptera</b>				
<b>Notonectidae</b>				
<i>Notonecta marmorea viridis</i>	+	-	-	-
<b>Corixidae</b>				
<i>Corixa affinis</i>	+	-	-	-
<i>Sigara</i> (V.) <i>lateralis</i>	+	-	-	-

Karagöl, Insecta klasisi içerisinde yer alan Coleoptera ve Hemiptera tür çeşitliliği ve birey sayıları açısından oldukça fakir bir göl olduğu tespit edilmiştir. Tespit edilen türler Türkiye’de daha önceki yıllarda yapılan bilimsel araştırmalarda değişik lokalitelerden bildirilmiş türlerdir. Dytiskidlere ait *H. pubescens*, *A. nebulosus* ve *A. conspersus* türlerine sadece kış periyodunda rastlanırken, *R. suturalis* kış ve ilkbahar periyodunda gölden tespit edilmiştir.

Hydrofilid ve hydraenid taksonları ise sadece sonbahar periyodunda gölden tespit edilen Coleoptera üyeleri olmuştur. Hemiptera taksonlarına ise göldeki ilkbahar örneklemelerinde rastlanmıştır.

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışma sonucunda, gölün profundal bölgesinde Oligochaeta’dan 4 ve Diptera’dan 4 olmak üzere toplam 8 tür tespit edilmiştir.

Gölün littoral kesiminde ise en fazla Coleoptera (6 takson) daha sonra da Hemiptera (3 takson) ordolarına ait toplam 9 takson saptanmıştır.

Gölde yapılan kıyı bentik örnekleri sayılmamış olup, buradan tespit edilen örnekler, hesaplamaaya dahil edilmemiştir.

Karagöl’ün zemininde ortalama olarak metrekarede 3288 birey bulunmuştur. Bu organizmaların %77’sini Chaoboridae, %15’ini Oligochaeta ve %8’ini Chironomidae larvaları oluşturmaktadır.

Chaoboridae bireylerinin %77’lik bir payla bariz bir şekilde baskın olduğu dikkati çekmektedir. Bu durum gölün trofi yapısının ötrofik olduğunu göstermektedir. Zira bu familyaya ait türler (gölde sadece *Chaoborus flavicans* türü mevcuttur) ötrof göllerin indikatör türleridir (Geldiay ve Tareen, 1972).

Chironomidae familyası kantitatif açıdan az olmasına rağmen, bu familyaya ait *Chironomus plumosus* ve *Polypedilum nubifer* türlerinin bulunması da gölün ötrof yapıda olduğunu göstermektedir (Rosenberg ve Resh, 1993).

Oligoketlerden *Tubifex tubifex*, *Potamothrix hammoniensis* türleri yapılan dört arazi (mevsimlik) çalışmasında da tespit edilmiştir. Kozmopolit özellik gösteren *Tubifex tubifex* türü organik madde bakımından zengin habitatlardan oligotrofik habitatlara kadar bulunabilir (Timm, 1970). Kasprzak (1984), oligoket kommünitesinde özellikle *Potamothrix hammoniensis* türünün gölün trofi düzeyinin değerlendirilmesinde çok büyük bir öneme sahip olduğunu ifade etmiştir. Bu tür, negatif çevresel koşullara (özellikle düşük oksijen konstrasyonlarına) diğer tubificid naididlerden çok daha fazla dayanıklılık göstermektedir.

Gölün kıyı kesimleri ve bitkilerin arasından yapılan örneklemelerde rastlanılan Coleoptera ve Hemiptera üyeleri ve bunlar hakkındaki ekolojik bilgiler şu şekilde sıralanabilir:

*Agabus nebulosus* yumuşak zemine sahip gölcük, su birikintisi, havuz, sığ sulak alanlarda, açıkta veya suya düşmüş karasal bitkilerin yaprakları arasında bulunur. Bu tür acısu ortamlarına da adaptasyon gösterebilir (Nilsson ve Holmen, 1995).

*Agabus conspersus*, durgun tatlısu ortamlarında bulunabildiği gibi acısu karakterindeki durgun suların littoralinde de rastlanabilen bir türdür (Nilsson ve Holmen, 1995).

Corixidler genelde durgun sulardan geniş göllere, yavaş akan derelerde büyük sayılarda bulunabilirler. Ayrıca, birçoğu tatlısuları tercih etmesine karşın acısularda dağılım gösteren türleri de vardır. Karagöl'den tespit ettiğimiz corixid türleri tatlısuda dağılım gösterirler. Savage (1989) *Corixa affinis*'in daha çok küçük göl ya da gölcüklerde dağılım gösterdiğini bildirmiştir. Ayrıca, *Sigara lateralis*'in de yine benzer ortamları tercih ettiği hatta organik maddece zengin ya da çok fazla su bitkilerinin kapladığı alanları daha çok tercih ettiğini bildirmiştir.

Savage (1989) *Notonecta marmorea viridis*'in küçük gölcük ya da göllerde ve ayrıca organik maddece zengin habitat seçimine gittiğini bildirmiştir.

*Ochthebius* (s.str.) *lividipennis* türü ailenin diğer üyeleri gibi küçük çaplı bir su birikintisinden büyük boyutlardaki su kütlelerine ve hatta nemli kumlar da dahil olmak üzere bu yapıların durgun ve yumuşak zeminli kesimlerinde bulunabilir (Jach vd., 2005).

Sonuç olarak bentik makroomurgasız faunası araştırmasına göre, Karagöl'de ötrofiyi temsil eden türlerin (*Chaoborus flavicans*, *Chironomus plumosus*, *Polypedilum nubifer*, *Tubifex tubifex* ve *Potamothrix hammoniensis*) tespit edilmesi, gölün ötrofik yapıda olduğunu göstermektedir.

Karagöl'deki bentik makroomurgasız canlıları üzerine yaptığımız bu çalışma esnasında gölde nektonik form olarak Cyprinidae ailesine mensup balıkların varlığı da tarafımızdan tespit edilmiştir.

Karagöl'e ulaşımın normal araçlarla mümkün olmaması göl ve çevresindeki insan etkisini minimize etmektedir. Göl, boş zamanlarını doğa sporlarına adanmış aktivistlerin sıkça kullanabilecekleri güzel bir yürüyüş ve gündelik vakit geçirilebilecek güzel bir ortama sahiptir. Ayrıca, gölün mevcut balık faunası korunmak şartıyla rekreasyonel amaçlı balık avcılığı yaptırılıp göle ve çevresine cazibe kazandırılabilir.

## KAYNAKLAR

- Altınışağı, S., & Altınışağı, S. (2009). The freshwater ostracod *Potamocypis producta* (Sars, 1924) new for Turkey (Ostracoda: Cyprididae). *Zoology in the Middle East*, 48(1), 110-112.
- Balvay, G. (1977). Determination des larves de *Chaoborus* (Diptera, Chaoboridae)., *Rencontres en France. Annales d'Hydrobiologie*, 8(1), 27-32.
- Brinkhurst, R.O., & Jamieson, B.G.M. (1971). *Aquatic Oligochaeta of the world*. Univ. Toronto Press, 860 p., Toronto, Canada.
- Cranston, P.S. (1982). A key to the larvae of the British Orthocladinae (Chironomidae). *Freshwater Biological Association Scientific Publication No:45*, 152 pp. Ambleside.
- Geldiay, R. & Tareen, I.U. (1972). Bottom fauna of Gölcük Lake 1. population study of Chironomids, Chaoborus and Oligochaeta. *Scientific reports of Faculty of Science, Ege University*, 137: 15 pp. İzmir.
- Hansen, M. (1987). *The Hydrophiloidea (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark*. Fauna Entomologica Scandinavia Volume 18, E.J. Brill/Scandinavian Science Press Ltd., Leiden-Copenhagen, 254 s.
- Jäch, M.A. (1991). Revision of the palearctic species of the genus *Ochthebius* Leach VI. the marinus group (Hydraenidae: Coleoptera). *Entomologica Basiliensia*, 14, 101-145.

- Jansson, A. (1986). The Corixidae (Heteroptera) of Europe and some adjacent regions. *Acta Entomologica Fennica*, 47, 1-94.
- Jäch, M.A., Beutel, R.G., Delgado, J.A. & Diaz, J.A. (2005). 11.1. Hydraenidae Mulsant, 1844. In Handbook of Zoology, Volume IV Arthropoda: Insecta Part 38, Coleoptera Beetles, Volume 1. Morphology and Systematics (Archostemata, Adephaga, Myxophaga, Polyphaga partim). (Eds. Beutel, R.G. and RAB Leschen) 224-251 pp. W. DeGruyter, Berlin.
- Johannsen, O.A. (1937). Aquatic Diptera Part IV. (Chrinomodiae), Subfamily Chironominae. Mem. Cornell. Univ. Agric. Exp. Stn., 210 pp.
- Karacık, Z., Yılmaz, Y. & Pearce, J. A. (2007). The Dikili-Çandarlı volcanics, Western Turkey: Magmatic interactions as recorded by petrographic and geochemical features. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 16:493-522.
- Kasprzak, K. (1984). The oligochaetes (Annelida, Oligochaeta) in a lake and a canal in the agricultural landscape of Poland, in: Bonomi, G. et al. (Ed.) (1984). Aquatic Oligochaeta: Proceedings of the 2nd International Symposium on Aquatic Oligochaete Biology, held in Pallanza, Italy, September 21-24, 1982. *Developments in Hydrobiology*, 24, 171-174.
- Klink, A.G., & Moller Pillot, H.K.M. (2003). Chironomidae larvae. Key to the Higher Taxa and Species of the Lowlands of Northwestern Europe. World Biodiversity Database, CD-ROM Series. Expert Center for Taxonomic Identification, University of Amsterdam.
- Nilsson, A.N., & Holmen, M. (1995). The aquatic Adephaga (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark. II Dytiscidae. *Fauna Ent. Scand. Vol: 32*. E.J. Brill, Leiden, 188 p.
- Rosenberg, D.M., & Resh, V.H. (1993). Freshwater Biomonitoring and Macroinvertebrates. Chapman & Hall. 488 pp, New York.
- Saether, O. A. (1972). Das Zooplankton der Binnengewasser. I., Teil VI., Chaoboridae. Die Binnengewasser, Band XXVI: 257-280.
- Savage, A.A. (1989). Adults of the British Aquatic Hemiptera Heteroptera. A key with ecological notes. Freshwater Biological Association, Ambleside, Scientific Publication No. 50. 173 pp.
- Şahin, Y. (1984). Description and distribution of Chironomidae larvae in the streams and lakes of Eastern and Soutestern Anatolian. *Anadolu Üniv. Yay. No:57, Fen-Ed. Fak. Yay. No:2, Eskişehir*, 145 s.
- Şahin, Y. (1991). Chironomidae Potamofauna of Turkey. Tübitak, TBAG-869 nolu proje, 88 s.
- Timm, T. (1970). On the fauna of the Estonian Oligochaeta. *Pedobiologia*, 10, 52-78.
- Timm, T. (1999). A Guide to the Estonian Annelida. Naturalist's Handbooks 1, Estonian Academy Publishers, Tartu- Tallinn, 208 pp.
- Timm, T., & Veldhuijzen van Zanten, H.H. (2002). Freshwater Oligochaeta of North-West Europe. World Biodiversity Database, CD-ROM Series. Expert Center for Taxonomic Identification, University of Amsterdam.

## Influence of Glaze Solution Mixed with Rosemary Oil on the Oxidative Stability of Frozen Trout

Özlem EMİR ÇOBAN\*, Ayşe GÜREL İNANLI

Fırat University, Faculty of Fisheries, Department of Fishing Techniques and Processing Technologies.

Geliş : 09.06.2017

Kabul : 16.11.2017

**Araştırma Makalesi / Research Paper**

\*Corresponding author: oecoban@firat.edu.tr

E-Dergi ISSN: 1308-7517

### Abstract

In this study, it was investigated that the influence of glaze solution mixed with rosemary oil on the oxidative stability of frozen trout. 1% and 5% rosemary oil solution were used for glazing. Water-glazed (WG) and nonglazed (NG) rainbow trout fillets were used as control groups. Fish filets frozen at -25°C were glazed and were stored in a freezer at -18°C for 6 months. Samples were analyzed monthly for total volatile basic nitrogen, thiobarbituric acid, peroxide value and free fatty acids. According to our results, rosemary oil was found effective in controlling lipid oxidation in frozen rainbow trout fillet ( $p < 0.05$ ).

*Keywords:* *Oncorhynchus mykiss*, glaze, rosemary oil, lipid oxidation, chemical quality

### Dondurulmuş alabalıkların oksidatif stabilitesi üzerine biberiye yağı ile karıştırılmış glazing solusyonunun etkisi

#### Özet

Bu çalışmada, dondurulmuş alabalıkların oksidatif stabilitesi üzerine biberiye yağı ile karıştırılmış glazing solüsyonunun etkisi araştırıldı. Glazing için % 1 ve % 5 biberiye yağı solüsyonu kullanıldı. Kontrol grupları olarak su ile glazinglenen ve glazing yapılmayan gökkuşuğu alabalığı filetoları kullanıldı. -25°C'de dondurulmuş olan balık filetoları glazinglendi ve -18°C'de dondurucuda 6 ay süreyle saklandı. Örneklerin toplam uçucu bazik azot, tiyobarbitürik asit, peroksit değeri ve serbest yağ asitleri aylık olarak analiz edildi. Sonuçlarımıza göre, biberiye yağı; dondurulmuş gökkuşuğu alabalık filetosunda lipid oksidasyonunun kontrolünde etkili bulundu ( $p < 0,05$ ).

*Anahtar kelimeler:* *Oncorhynchus mykiss*, glazing, biberiye yağı, lipid oksidasyon, kimyasal kalite

## INTRODUCTION

Freezing is one of the most employed methods used for preserving fresh fish and other seafood products. However, freezing not able to completely inhibit microbial and chemical reactions, such as lipid oxidation, protein denaturation and surface dehydration (due to sublimation and recrystallization of ice crystals) leading to deterioration of fish quality during prolonged storage (Fan et al., 2009; Gonçaves and Gindri Junior, 2009; Rodriguez-Turienzo et al., 2011).

Different methods applied to minimize the undesirable effects of fish lipid and protein oxidation contain appropriate packaging, glazing with various chemicals, and the incorporation of antioxidants (Erickson, 1997). Glazing excludes air from the surface of the product and decreases the rate of oxidation (Santos and Regenstein, 1990; Taheri, 2015). Due to recently found carcinogenic and teratogenic effects of synthetic antioxidants used to prolong storage time of foods, natural antioxidants have become the choice of consumers. Rosemary (*Rosemarinus officinalis*) is one of these natural antioxidants.

This plant from the Labitae family is included in the GRAS list. There are numerous studies in the literature investigating antioxidant and antimicrobial effects of rosemary extract (Serdaroglu and Felekoglu, 2005; Rızınar *et al.* 2006; Yanishlieva *et al.* 2006).

The present work aimed at evaluating the effect of glaze solution mixed with rosemary oil (1% and 5%) as alternative replace water with glazing on oxidative stability of frozen fish.

## MATERIAL and METHODS

**Fish:** A total of 28 rainbow trout, each weighing  $250 \pm 10$  g, were obtained from Keban Alabalık Co. aquaculture farm, which is located on Keban Dam Lake at Elazığ in the eastern Anatolia region of Turkey. Fishes were transferred within 1 h to the laboratory of the Faculty of Fisheries of Firat University in sealed foam boxes containing ice. They were eviscerated and washed with clean water.

**Rosemary oil:** Water-soluble rosemary oil was purchased from Kalsec® Inc. (Kalamazoo, MI).

**Chemicals:** All chemicals and solvents used in this study were analytical grade commercial products purchased from Merck Chemical Company.



**Fig 1.** Experimental design

## Preparation of fillets and glazing process

Fishes were transferred within 1 h to the laboratory of the Faculty of Fisheries of Firat University in sealed foam boxes containing ice. They were eviscerated and washed with water. Then fish fillets were divided into four groups and frozen for 24 h at -25°C. One of the groups were placed on styrofoam plates without any processing (Non glazing), the second group received glazed with only water (Water glazing). Other groups were applied rosemary oil. Water-soluble rosemary oil were added in water. Frozen fish were dipped into 1% and 5% essential oil solution (4°C) for 1 min.

Glazed fishes were packaged, put in a foam plates, wrapped in linear low-density polyethylene film (LLDPE) and stored at -18°C for 6 months. Quality control analyses were performed during the storage on monthly intervals. Frozen fishes were selected randomly from each group for each month and thawed in refrigerator conditions (+4°C) overnight.

### Proximate analyses

Proximate composition in terms of moisture, crude lipid and crude protein were carried out according to the Association of Official Analytical Chemist methods (AOAC 2002).

### Lipid oxidation analyses

Lipid oxidation was assessed by the TBA method (thiobarbituric acid) based on Varlik *et al.* (1993) and is expressed as µg malondialdehyde/g tissue. In addition, Peroxide value (PV), expressed in milliequivalents of peroxide oxygen per kilogram of fat, was determined according to AOAC. The amount of free fatty acids (FFA) was calculated as oleic acid % (Varlik *et al.*, 1993). The total volatile basic nitrogen (TVB-N) content of fillets were determined according to the method of Varlik *et al.* (1993) and expressed as mg TVB-N per 100 g muscle.

### Statistical Analyses

All analyses were performed on monthly. Experiments were replicated twice on different occasions with different fish samples. The mean each sample for each group was analyzed three times. Data were subjected to analyses of variance. Tukey's honest significant difference procedure was used to test for differences between means ( $P < 0.05$ ) using SAS 6.1 (SAS Institute Inc., Cary, NC).

## RESULTS and DISCUSSION

The mean ( $\pm$ SD) of crude protein, crude fat, moisture and chemical quality criteria in the rainbow trout fillet are presented in Table 1. Crude protein, crude fat and moisture contents of rainbow trout meat averaged 19.29 %,6.90% and 72.79%, respectively. The present values are appropriately comparable with published reports in different studies (Ozyılmaz, 2007; Emir Çoban, 2013). As shown in Table 1, rainbow trout fish studied in the present study had higher lipid content (6.90%) and lower protein content (19.29%) when compared to the reported findings by Jouki *et al.* (2014). As Gonzalez-Fandos *et al.* (2005) reported, such variations in the chemical composition of fish is related to the nutrition, age and size of the fish, quality of water, pH of water and temperature, sexual variation, spawning cycles, as well as other environmental terms.

**Table 1.** Proximate composition and chemical quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)

Proximate composition	%	Chemical quality criteria	Value
Moisture	69.29 ± 1.18	pH	6.58 ± 0.13
Crude lipid	6.90 ± 0.06	TVB-N (mg/100g)	10.52 ± 0.91
Crude protein	19.29 ± 0.33	TBA (mgMDA/kg)	0.48 ± 0.09
		PV (meq O <sub>2</sub> /kg)	0.80 ± 0.16
		FFA (oleic acid %)	0.83 ± 0.11

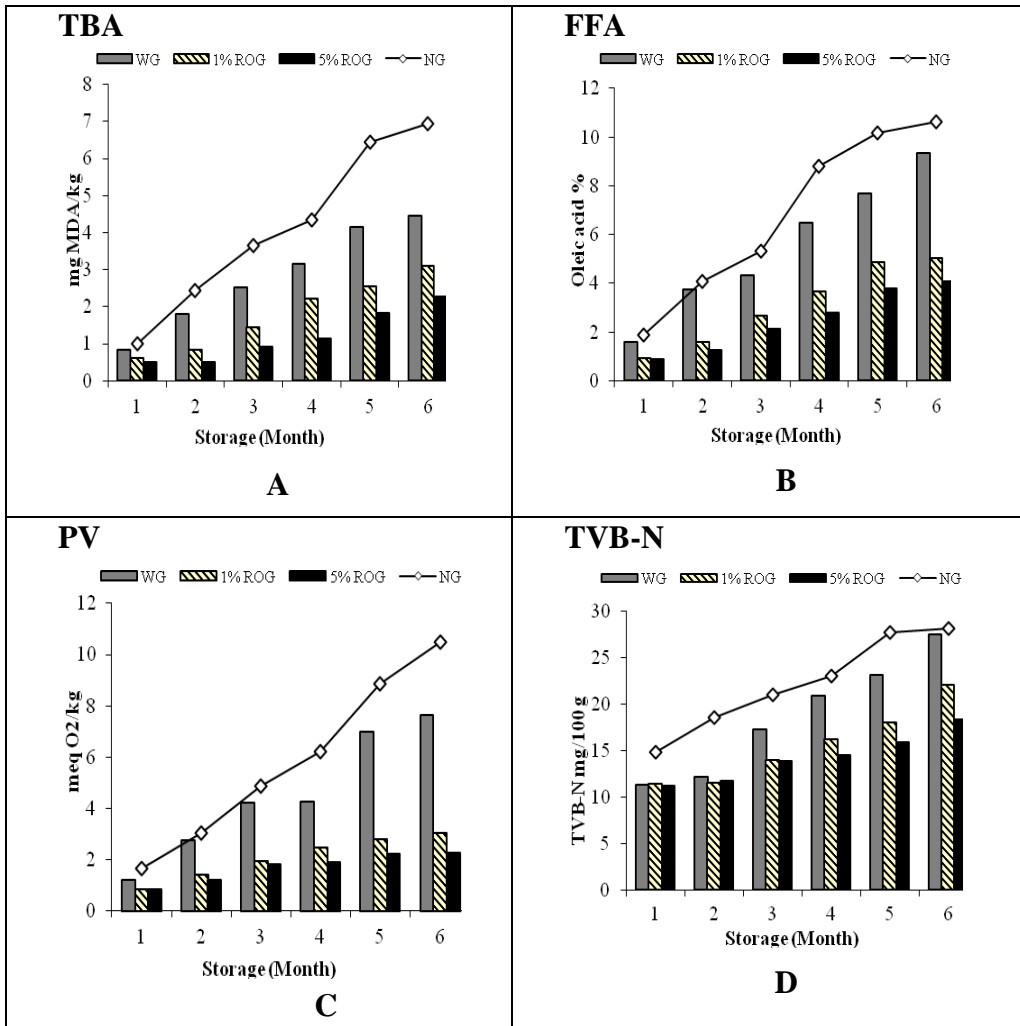
Values are mean ± standard deviation

TBA-value is a valuable test in determination of lipid oxidation. The acceptability limit being 7-8 mg MDA/kg (Varlik *et al.*, 1993), the TBA value was below the acceptable upper-limit throughout the storage period in all groups according to our results (Fig 2).

The TBA value in raw material was found to be 0.48±0.09 mg MDA/kg and the TBA value increased in each group throughout the storage period. Samples glazed with water had a higher TBA value compared to samples glazed with water and rosemary oil and the difference was found to be significant ( $p<0.05$ ). The prevention of malondialdehyde formation was more effective in rosemary groups starting from the 1<sup>st</sup> month compared to other groups ( $p<0.05$ ). Rosemary oil, a natural antioxidant, was found to be effective in reducing TBA formation throughout the storage period. The lower TBA value in rosemary oil groups may be explained with antioxidative effects of phenolic substances found in rosemary oil. These results are consistent with findings of Lin and Lin (2005); Emir Çoban and Tuna Keleştemur (2017).

Formation of free fatty acids might be an important measure of rancidity of foods. FFAs are formed due to hydrolysis of triglycerides and may get promoted by reaction of oil with moisture (Freja *et al.*, 1999). Free fatty acids, determined to be 0.83 ± 0.11 in trout fillet, was found to be 10.62 in the control group, 9.33 in the group glazed with water, 5.02 in the 1% rosemary group and 4.07 in the 5% rosemary group at the end of 6-month storage period (Fig 2B). This increase may be explained with the increase in free fatty acid level in fat due to enzymatic activity during long-term storage. Rosemary concentration was found to be effective on FFA amount ( $p<0.05$ ). It was reported that rosemary extract significantly prevented the increase in FFA amount (Serdaroğlu and Felekoğlu, 2005).





**Fig 2.** Influence of glazing enriched with rosemary oil on oxidative stability of frozen rainbow trout fillet (*Oncorhynchus mykiss*) NG: Nonglazing, WG: Glazing With Water, 1% ROG : 1% Rosemary oil was added in water, 5% ROG : 5% Rosemary oil was added in water

Peroxide value (PV) is widely used to measure the primary lipid oxidation indicating the amount of peroxides formed in fats and oils during oxidation. Peroxides are unstable compounds, and they were broken down to aldehydes, ketones and alcohols, which are volatile, and cause off-flavor in products (Emir Çoban, 2013) The influence of glaze solution mixed with rosemary oil on the oxidative stability of frozen trout is depicted in Fig 2C. Glazing was observed to have a significant effect on peroxide formation (Fig. 2C). Significantly higher PV ( $p < 0.05$ ) was obtained from the NG group throughout the storage period. The lower PV was observed for both group 1% ROG and 5% ROG. Quiral et al. (2009) stored Chilean jack mackerel in ice prepared from aqueous extracts of oregano and rosemary and examined chemical changes. As a result of the research, the authors reported that PV of fish stored in ice prepared with rosemary oil was quite lower compared to other groups. This increase may be explained with the antioxidant properties of rosemary oil are

due to their high content of phenolic compounds (Pizzale *et al.* 2002; Fasseas *et al.* 2008). Similar findings were reported by other researchers (Rızınar *et al.* 2006; Yanishlieva *et al.* 2006).

Total Volatile Bases Nitrogen (TVB-N) is one of the most widely used methods today to estimate the degree of decomposition of fish. It includes the measurement of trimethylamine (produced by spoilage bacteria), dimethylamine (produced by autolytic enzymes during frozen storage), ammonia (produced by the deamination of amino-acids and nucleotide catabolites) and other volatile nitrogenous compounds associated with seafood spoilage (Ruiz-Capillas and Moral, 2001; El-Hanaf *et al.*, 2011 ). TVB-N amount was found to be  $10.52 \pm 0.91$  mg/100 g in trout fillet and it increased throughout the storage period in all groups. At the end of the storage period, the highest TVB-N value was found to be  $28.08 \pm 0.53$  mg/100g. The difference between the rosemary oil groups and other groups was found to be significant ( $p < 0.05$ ) (Fig 2D). Lin and Lin (2005) glazed chilled tuna fillet with green tea extract added to water and examined its quality during the storage at  $-20^{\circ}\text{C}$ . The researchers reported that the TVB-N value of green tea groups increased less compared to other groups during the storage.

## CONCLUSION

In conclusion, glazing was found to be effective in preventing or delaying lipid oxidation which causes loss of quality during chilled storage of trout fillets, however rosemary oil, a natural antioxidant, was more effective compared to glazing in terms of delaying oxidative reactions. It was concluded as a result of the study that rosemary oil could be used as a natural preservative for chilled products.

## REFERENCES

- AOAC. (2002). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 16th Ed., (P. Cunniff ed.) Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
- El-Hanaf, A.E.A., Shawky, H.A. & Mohamed Fawzy Ramadan, M.F. (2011). Preservation of *Oreochromis niloticus* fish using frozen green tea extract: Impact on biochemical, microbiological and sensory characteristic. *Journal of Food Processing and Preservation*, 35(5), 639–646.
- Emir Çoban, Ö. (2013). Evaluation of essential oils as a glazing material for frozen rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet. *Journal of Food Processing and Preservation*, 37, 759–765.
- Emir Çoban, Ö. & Tuna Keleştemur, G. (2017). Qualitative improvement of catfish burger using *Zataria multiflora* Boiss essential oil. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11, 530–537.
- Erickson, M.C. (1997). Antioxidants and their application to frozen foods. In: Quality in Frozen Food. Erickson, M.C., Hung, Y. C. (Eds.). New York, NY: Springer. Pp. 233–263.
- Fan, W., Sun, J., Chen, Y., Qiu, J., Zhang, Y. & Chi, Y. (2009). Effects of chitosan coating on quality and shelf life of silver carp during frozen storage. *Food Chemistry*, 115(1), 66-70.
- Fasseas, M.K., Mountzouris, K.C., Tarantilis, P.A., Polissiou, M. & Zervas, G. (2008). Antioxidant activity in meat treated with oregano and sage essential oils. *Food Chemistry*, 106, 1188–1194.
- Freja, N., Mozzon, M. & Lercker, G. (1999). Effect of free fatty acids on the oxidative stability of vegetable oil. *Journal of American Oil Chemists Society*, 76, 325-329.
- Gonçalves, A.A. & Gindri Junior, C. S. G. (2009). The effect of glaze uptake on storage quality of frozen shrimp. *Journal of Food Engineering*, 90, 285-290.

- González-Fandos E., Villarino-Rodríguez A., Garcia-Linares M.C., Garcia-Arias, M.T. & Garcia-Fernandez M.C. (2005). Microbiological safety and sensory characteristics of salmon slices processed by the sous vide method. *Food Control*, 16, 77–85.
- Lin, C.C. & Lin, C.S. (2005). Enhancement of the storage quality of frozen bonito fillets by glazing with tea extracts. *Food Control*, 16, 169–175.
- Jouki, M., Mortazavi, S.A., Yazdi, F.T., Koocheki, A. & Khazaeib, N. (2014). Use of quince seed mucilage edible films containing natural preservatives to enhance physico-chemical quality of rainbow trout fillets during cold storage. *Food Science and Human Wellness*, 3(2), 65-72.
- Özyılmaz, A. (2007). The effect of thyme essential oil on the shelf-life of rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*,Walbaum, 1792) fillets, Mustafa Kemal University, Master Thesis, Hatay,Turkey.
- Pizzale, L., Bortolomeazzi, R., Vichi, S., Uberegger, E. & Conte, L.S. (2002). Antioxidant activity of sage (*Salvia officinalis* and *S. fruticosa*) oregano (*Origanum onites* and *O. indercedens*) extracts related to their phenolic compound content. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82, 1645–1651.
- Quitral, V., Donoso, M.L., Ortiz, J., Herrera, M.V., Araya, H. & Aubourg, S.P. (2009). Chemical changes during the chilled storage of Chilean jack mackerel (*Trachurus murphyi*): Effect of a plant-extract icing system. *Food Science and Technology*, 42, 1450–1454.
- Rıznar, K., Celan, S., Knez, Z., Skerget, M., Bauman, D. & Glaser, R. (2006). Antioxidant and antimicrobial activity of rosemary extract in chicken frankfurters. *Journal of Food Science*, 71(7), 425–429.
- Rodríguez-Turiénzo, L., Cobos, A., Moreno, V., Caride, A., Vieites, J. M. & Diaz, O. (2011). Whey protein-based coatings on frozen Atlantic salmon (*Salmo salar*): influence of the plasticiser and the moment of coating on quality preservation. *Food Chemistry*, 128, 187-194.
- Ruiz-Capillas, C. & Moral, A. (2001). Residual effect of CO<sub>2</sub> on hake (*Merluccius merluccius* L.) stored in modified and controlled atmospheres. *European Food Research and Technology*, 212, 413–420.
- Santos, E.E.M. & Regenstein, J.M. (1990). Effects of vacuum packaging, glazing, and erythorbic acid on the shelf-life of frozen white hake and mackerel. *Journal of Food Science*, 55, 64-70.
- Serdaroglu, M. & Felekoglu, E. (2005). Effect of using rosemary extract and onion juice on oxidative stability of sardine (*Sardina pilchardus*) mince. *Journal of Food Quality*, 28, 109-120.
- Taheri, A. (2015). Antioxidative effect of rainbow sardine (*Dussumieria acuta*) protein hydrolysate on lipid and protein oxidation in black pomfret (*Parastromateus niger*) fillet by glazing. *Journal of Aquatic Food Product Technology*. 24(3), 241-258.
- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N. & Gün, H. (1993). Principles and Methods of Quality Control in Aquaculture , Food Technology Association. No: 17, İstanbul.
- Yanishlieva, N.V., Marinova, E. & Pokorny, J. (2006). Natural antioxidants from herbs and spices European. *Journal Lipid Science Technology*, 108, 776–793.

## Sürdürülebilir Su Yönetimi için Su Kuyularında Nitrat Değerlerinin Belirlenmesi (Kocaeli/Türkiye)

Arzu MORKOYUNLU YÜCE<sup>1\*</sup>, İlhan ÖZEL<sup>2</sup>, Murat AKTAŞ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kocaeli Üniversitesi, Hereke Ömer İsmet Uzunyol Meslek Yüksek Okulu, Kocaeli.

<sup>2</sup>Kocaeli İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Kocaeli.

Geliş : 14.07.2017

Kabul : 21.12.2017

**Araştırma Makalesi / Research Paper**

\*Sorumlu Yazar: arzu.yuce@kocaeli.edu.tr

E-Dergi ISSN: 1308-7517

### Özet

Bu çalışma, tarımsal sulama amaçlı kullanılan kuyu sularındaki nitrat konsantrasyonlarının tespiti, nitrat kirliliği riski ve olası problemler için çözüm önerilerinin belirlenmesi amacıyla Kocaeli’nde yapılmıştır. Örnekler Mart 2008-Eylül 2016 arasında, her yıl mevsimsel olarak alınmıştır. Analiz sonuçları, Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği kapsamında değerlendirilmiştir. Araştırmada yeraltı kuyu suları nitrat konsantrasyonları; 1. istasyonda (0,01-10,3 mg/l), 2. istasyonda (0,01-9,3 mg/l), 3. istasyonda (0,01-9,9 mg/l), 4. istasyonda (0,01-8,6 mg/l), 5. istasyonda (0,01-31,7 mg/l) aralığında tespit edilmiştir. Kuyulara ait ortalamalar ve standart sapma değerleri sırasıyla 1,76±2,72, 2,31±3,12, 1,82±2,93, 1,65±2,65, 14,55±11,40 mg/l olarak belirlenmiştir. Beşinci istasyon nitrat değerleri, diğer istasyonlardan daha yüksek tespit edilmiştir. Ülkemizde yapılan nitrat kirliliği çalışmalarında, coğrafik ve jeolojik yapı, kuyu derinliği, tarımsal faaliyetler ve çevresel etkenlerden dolayı farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışma sonucunda, istasyonlarda, nitrat kirliliği için kritik değeri (50 mg/l) aşan örnek tespit edilmemiştir.

*Anahtar kelimeler:* Kocaeli, kuyu suyu, nitrat kirlenmesi, tarımsal faaliyetler, risk.

### Determination of Nitrate Levels in Irrigation Wells for Sustainable Water Management (Kocaeli/Türkiye)

#### Abstract

This study was carried out in Kocaeli in order to determine nitrate concentrations in wells used for agricultural irrigation purposes, risk of nitrate pollution and suggest solutions for possible problems. Well water samples were taken seasonally from March 2008 to September 2016 (8 year). The results were evaluated within the scope of the Regulation on the Protection of Waters against Agricultural Nitrate Pollution. In the research, the quantities of nitrate in groundwater wells are (0.01-10.3 mg l<sup>-1</sup>) in the first station, (0.01-9.3 mg l<sup>-1</sup>) in the second station, (0.01-9.9 mg l<sup>-1</sup>) in the third station, (0.01-8.6 mg l<sup>-1</sup>) in the fourth and (0.01-31.7 mg l<sup>-1</sup>) in the fifth station. In the study, mean and standard deviation values of wells were determined as 1.76±2.72, 2.31±3.12, 1.82±2.93, 1.65±2.65, 14.55±11.40 mg l<sup>-1</sup>, respectively. In the study, nitrate levels in the fifth station were higher than other stations. In the nitrate researches conducted in our country, different results were obtained due to geographic and geological structure, well depth, agricultural activities and environmental factors. As a result of this study, no critical value (50 mg l<sup>-1</sup>) was detected for nitrate pollution in the stations.

*Keywords:* Kocaeli, well water, nitrate pollution, agricultural activities, risk.

## GİRİŞ

Enerji, tarım, sağlık ve çevre gibi sosyo-ekonomik kalkınmanın temelini oluşturan su kaynaklarının, çevreyle uyumlu ve entegre yönetimi, sürdürülebilir kalkınmanın temel bileşenlerini oluşturmaktadır. Nüfus artışına bağlı olarak, artan faaliyetler sonucunda, özellikle, yerleşim alanları, evsel, endüstriyel faaliyetler, su ve toprakta yapılan bilinçsiz

zirai kullanımlar hem toprak kalitesini hem de yeraltı suyu kalitesi ve miktarını doğrudan etkilemektedir (Yeşilnacar vd., 2007).

Özellikle tarımsal verimi artırmak için amonyum nitrat, sodyum nitrat ve potasyum nitrat kullanılmaktadır. Nitratlar; suda yüksek çözünme özelliğine sahip inorganik kimyasallar olup, tarımsal, evsel ve endüstriyel faaliyetler sonucunda ekosistemde yüksek konsantrasyonlara ulaşabilmektedir. Özellikle, tarımsal alanlara yakın olan bölgelerde yeraltı su kaynaklarının nitratlarla kirlenmesi birçok problemi de beraberinde getirmektedir (Güzelordu, 2008; Ardıç,2013).Antropojenik faaliyetler sonucu kirlenilen sulara, ötrofikasyon, oksijen miktarında dalgalanmalar, toksikolojik sorunlara bağlı olarak hem ekosistemde hem de insan sağlığında ciddi riskler oluşturmaktadır (Adalı, 2014). Nitrat konsantrasyonu yüksek olan suları içen hayvanlarda da akut ve kronik zehirlenme görülmektedir. Akut zehirlenme, içilen suda nitrat konsantrasyonunun 500 mg/l ve üzerinde olmasıyla, kronik zehirlenme ise 125 mg/l'den daha yüksek olması durumunda ve uzun süreli alınması sonucu oluşmaktadır. Kronik zehirlenmeler nedeniyle hayvanlarda meydana gelen verim kayıpları sonucu hem üretici hem de ülke ekonomisi zarar görmektedir (Özdemir vd., 2004).

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik, Avrupa Halkları İçme Suyu Yönetmeliği, Dünya Sağlık Örgütü ve Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği'nde nitrat kirliliğine karşı suların korunması amacıyla 50 mg/l nitrat konsantrasyon sınırı değeri yer almaktadır (Ardıç, 2013). Yapılan birçok çalışmada, nitrat ve nitritin kanserojen bir etkiye neden olabileceği belirtilmektedir (Bruning-Fann ve Kaneene,1993; Ardıç, 2013).

Suların nitrat kirliliğinden korunması için, Avrupa Birliği düzenlemeler yamaktadır. Bu düzenlemeler; yüzey suları, yeraltı suları ve kıyı sularının korunması amacıyla, 91/271/EEC sayılı Kentsel Atıksu Arıtma Tesislerine İlişkin Direktif (KASAD), 91/676/EEC sayılı Tarımsal Kaynaklardan Gelen Nitratların Neden Olduğu Kirlenmeye Karşı Suların Korunması Hakkında Direktif (ND) ve 2000/60/EC sayılı Su Çerçeve Direktifi (SÇD)'dir (Adalı, 2014). Bu amaçla, ülkemizde ve dünyada da birçok çalışma yapılmaktadır (Özdemir vd., 2004; Özdemir vd., 2007; Yeşilnacar vd., 2007; Yeşilnacar vd., 2008; Sall ve Vanclooster 2009; Bontonc vd., 2011; Sünal ve Erşahin 2012; Soytürk, 2014; Gürbüz vd., 2014; Dragon vd., 2016). Ülkemizde yapılan bu çalışmalarda önemli veriler tespit edilmektedir. Elazığ ili, kuyu sularının, % 22,3'ünün 100-196,55 mg/l arasında nitrat içerdiği, Marmara Bölgesi, kuyu sularındaki nitrat konsantrasyonlarının 2,2 – 305,5 mg/l, Ankara da yer alan bazı çiftliklerdeki kuyu sularının nitrat konsantrasyonlarının 0,4- 546 mg/l, Antalya-Kumluca kuyu sularının 2,4-165 mg/l değerleri arasında olduğu bildirilmektedir (Özdemir vd., 2004). Bununla birlikte, Harran ovası yeraltı suyu kalitesi ve kirlenme potansiyelinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, kuyulara ait suların ortalama nitrat değerinin 164 mg/l olduğu ve bu değerlerin bitkiler için risk oluşturduğu belirtilmektedir (Yeşilnacar vd., 2007; Yeşilnacar vd., 2008). Türkiye'de, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Avrupa Birliği uyum çalışmaları çerçevesinde, su kalitesinin iyileştirilmesi mevzuat uyum takviminde kısa dönem öncelikli olan; 91/676/EEC sayılı Nitrat Direktifine karşılık gelen "Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği" 18 Şubat 2004 tarihinde yayımlanmış, 23 Temmuz 2016 tarih ve 29779 Sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak revize edilmiştir (Anonim, 2016). Ülkemizdeki, sulara tarımsal kaynaklı nitrat kirliliği izleme çalışmaları bu yönetmelik çerçevesinde başlamıştır. Bugüne kadar

“Nitrat Direktifinin Uygulanması Projesi” kapsamında alınan 20 adet mobil laboratuvar ve seyyar spektrofotometreler ile yurt genelinde yüzey ve yeraltı sularında yaklaşık 2500 noktada su kalitesi izleme çalışmaları yürütülmektedir. Elde edilen veriler, Nitrat Bilgi Sistemi’ne (NİBİS) girilmektedir (Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2016).

Bu çalışma, Avrupa Birliği, Nitrat Direktifi (91/676/EEC) kapsamında yer alan bilgiler ışığında gerçekleştirilmiştir. Araştırma, tarımsal faaliyetlerin yapıldığı bölgelerde, sulama amaçlı kullanılan kuyu sularındaki nitrat konsantrasyonunun tespiti, nitrat kirliliği riskinin olup olmadığı ve olası problemler için çözüm önerilerinin belirlenmesi amacıyla Kocaeli ilinde yer alan kuyularda gerçekleştirilmiştir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

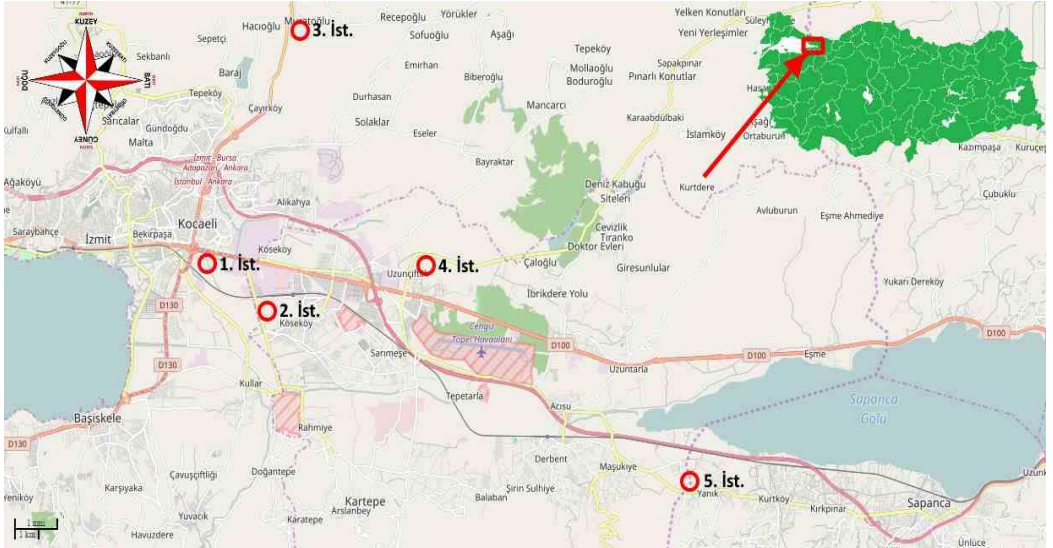
Kocaeli İli, Türkiye sanayisinde oldukça önemli bir yere sahip, Karadeniz ve Marmara Denizi’ne kıyısı olan bir şehirdir. Kocaeli İli’nin toplam arazi varlığı 341.847 hektar olup, tarım alanı 104.556 hektar, çayır ve meralar 11.859 hektar, orman ve fundalık 147.429 hektar ve tarım dışı arazi ise 78.003 hektardır. 2013 yılı arazi kullanım verilerine göre, %37 tarım alanı, %35 orman alanı, %27 yerleşim yerleri, yol ve diğer alanlar, %1’ni ise barajlar oluşturmaktadır (Anonim, 2013). Kocaeli bölgesinin değişik topografyası, iklimi, jeolojik yapısı, farklılıkları ile vejetasyondaki çeşitlilik, değişik özelliklere sahip toprakların oluşumuna neden olmaktadır. Saturasyon yüzdesine göre yapılan sınıflandırmada tarım topraklarının % 24’ü tın, % 65’i killi-tın, %10’u kil ve % 0,36’sı kum bünyeye sahiptir. Tarım topraklarının % 14’ü asit, % 52’si nötr, % 33’ü ise alkali reaksiyona sahiptir. İşlemeli tarım uygulanan toprakların % 99’u tuzsuz, % 39’u hafif tuzlu ve % 0,06’sı ise çok tuzludur. Tarımsal olarak kullanılan toprakların % 42’si az kireçli, % 23’ü orta kireçli, % 21’i kireçli, % 7’si fazla kireçli ve % 3’ü çok fazla kireçlidir (Anonim, 2012).

Bu çalışma, tarımsal kaynaklı nitrat kirliliğinin takibi için belirlenmiş 5 adet yeraltı suyu istasyonunda gerçekleştirilmiştir. Su örnekleri, Maşukiye Tarımsal Kalkınma Kooperatifi yeraltı suyu kuyusu (50 m), MÜPA Mantar yeraltı suyu kuyusu (96 m), İsmail GÜR yeraltı suyu kuyusu (56 metre), Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü fidanlık yeraltı suyu kuyusu (70 m), DSİ 15. Şube Müdürlüğü yeraltı suyu kuyusu (60 m)’ndan Mart 2008 - Eylül 2016 tarihleri arasında, 3 er aylık periyotlarla mevsimsel olarak (kış, ilkbahar, yaz, sonbahar) yaklaşık 8 yıl düzenli olarak alınmıştır. İstasyonlardan DSİ 15. Şube Müdürlüğü yeraltı suyu kuyusunun yakın mesafesinde tarımsal herhangi bir faaliyet olmayıp, Maşukiye Tarımsal Kalkınma Kooperatifi su kuyusunu etkileyecek alanlarda elma, kiraz, armut ve diğer meyve yetiştiriciliği, İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü fidanlık su kuyusunu etkileyen alanlarda kivi, ceviz, kiraz ve diğer meyve yetiştiriciliği, MÜPA mantar su kuyusunu etkileyen alanlarda mısır, tahıl ve sulu-kuru tarım, İsmail Gür su kuyusunu etkileyen alanlarda ise sebze ve bahçe tarımı yoğun olarak yapılmaktadır. Çalışma yapılan kuyulara ait bilgiler Tablo 1’de çalışma bölgesine dağılımları da Şekil 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** Örneklem noktalarının koordinatları

Örnek no	Koordinatlar (Enlem-Boylam)	Su kuyuları
1	40°75'92,31"K - 29°96'36,49"D	DSİ 15.Bölge Müdürlüğü Su Kuyusu
2	40°74'66,64"K - 29°97'54,79"D	İl Gıd. Tar. ve Hayv. Müd. Fid. Su Kuyusu
3	40°69'97,83"K - 30°15'14,73"D	Maşukiye Tarım. Kalk. Koop. Su Kuyusu
4	40°76'68,61"K - 30°05'81,16"D	MÜPA Mantar Su Kuyusu
5	40°86'54,13"K - 29°85'04,35"D	İsmail Gür Su Kuyusu

Örneklerin alınmasında, Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği madde 11’de belirtilen referans ölçüm metotları kullanılmıştır (Anonim 2016). Bu amaçla, kuyu sularından 1 litrelik su numunesi alınarak, koyu renkli cam şişelere konulmuştur. Laboratuvarında, numuneler deney tüpüne (0,5 ml) alınmış, sonrasında 0,5 ml R2 indikatör kiti eklenip hafif bir şekilde çalkalanarak 10 dakika bekletilmiş ve MN NANOCOLOR-VIS marka spektrofotometre de 365 nanometre dalga boyunda ölçümleri yapılmıştır (Anonim,1997; Anonim, 2016; APHA-AWWA-WEF, 1999). Sonuçlar, Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği, madde 11’de belirtilen referans ölçüm metotları eklerinde yer alan tablolara göre değerlendirilmiştir (Anonim, 2016).

**Şekil 1.** Kuyu sularının örneklendiği noktalar

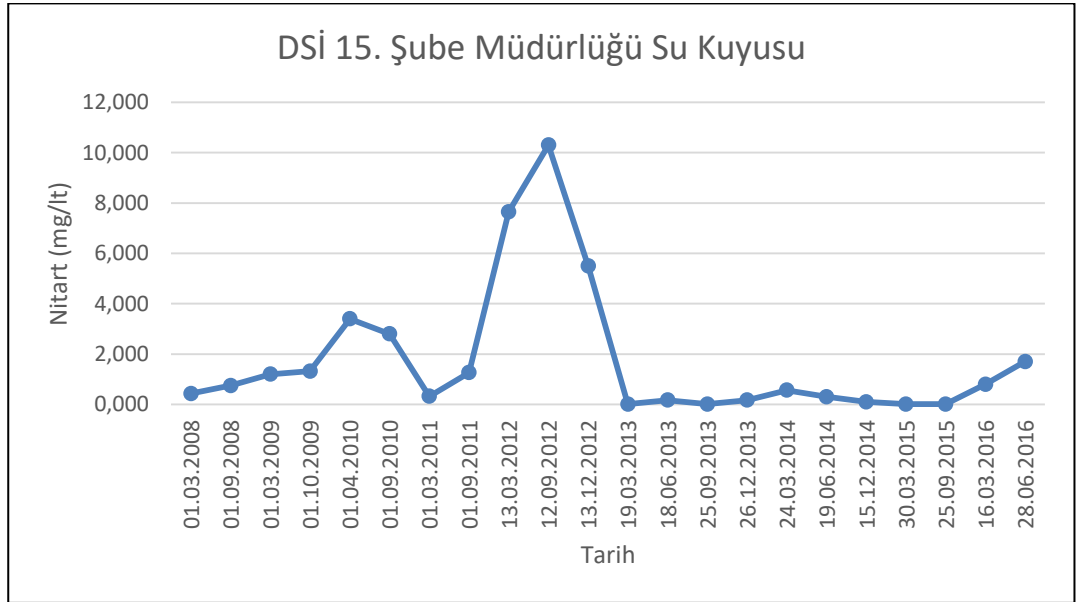
## BULGULAR

Tarımsal kaynaklı nitrat kirliliğinin takibi için belirlenen istasyonlara ait nitrat ortalama, minimum, maksimum ve standart sapma değerleri Tablo 2’de verilmiştir.

Kocaeli İli'nde, tarımsal kaynaklı nitrat kirliliği çalışmasında, belirlenen 5 istasyonda, en yüksek değer, Mart 2014'de 31,17 mg/l ile İsmail Gür su kuyusunda ölçülmüştür. 2008-2016 yılı ortalamalarına bakıldığında, 14,55 mg/l ile yine aynı kuyuya ait olduğu tespit edilmiştir. Bu istasyona ait kuyu derinliğinin 56 m. olduğu ve çevresinde sebze ve bahçe tarımı yoğun olarak yapıldığı belirlenmiştir. Nitrat değerleri, ölçüm yapılan tüm istasyonlarda ve tüm aylarda TS 266'ya ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından risk sınır değeri olarak belirtilen 50 mg/l'nin altında tespit edilmiştir. İstasyonlar da 2008-2016 yıllarında belirlenen nitrat değerlerine ait değişimler Şekil 2- 6'da verilmiştir.

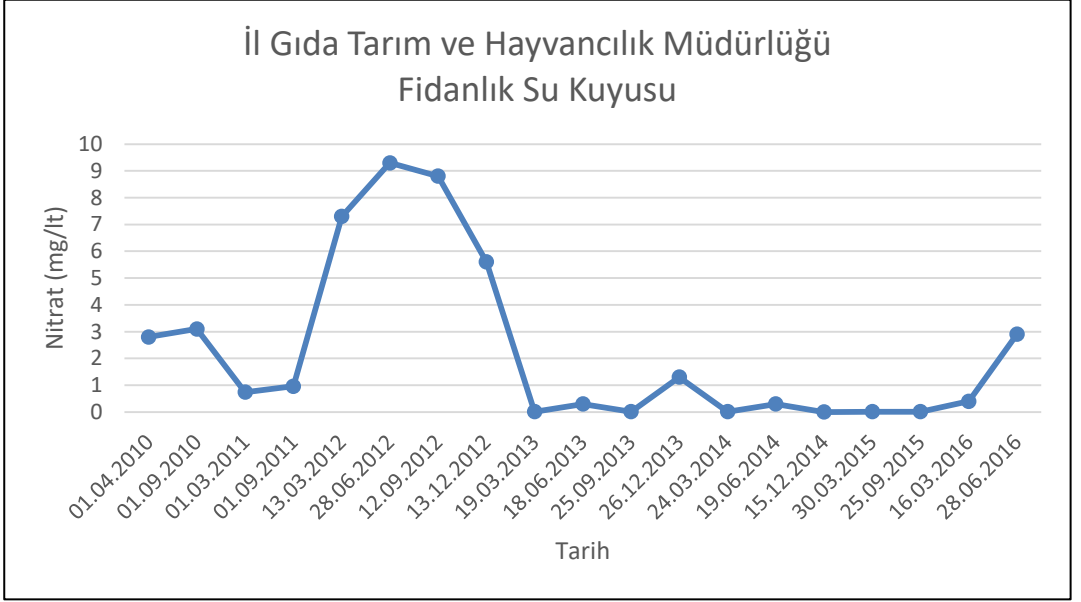
**Tablo 2.** Çalışmada belirlenen Nitrat Konsantrasyonları (mg/l)

İstasyonlar	Örnekleme sayısı	Maksimum	Minimum	Ortalama ve Standart sapma
1. DSİ 15. Bölge Müdürlüğü su kuyusu	22	10,3	0,01	1,76±2,72
2. İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü fidanlık su kuyusu	20	9,3	0,01	2,31±3,12
3. Maşukiye Tarımsal Kalkınma Kooperatifi su kuyusu	24	9,9	0,01	1,82±2,93
4. MÜPA mantar su kuyusu	24	8,6	0,01	1,65±2,65
5. İsmail Gür su kuyusu	11	31,17	0,01	14,55±11,40

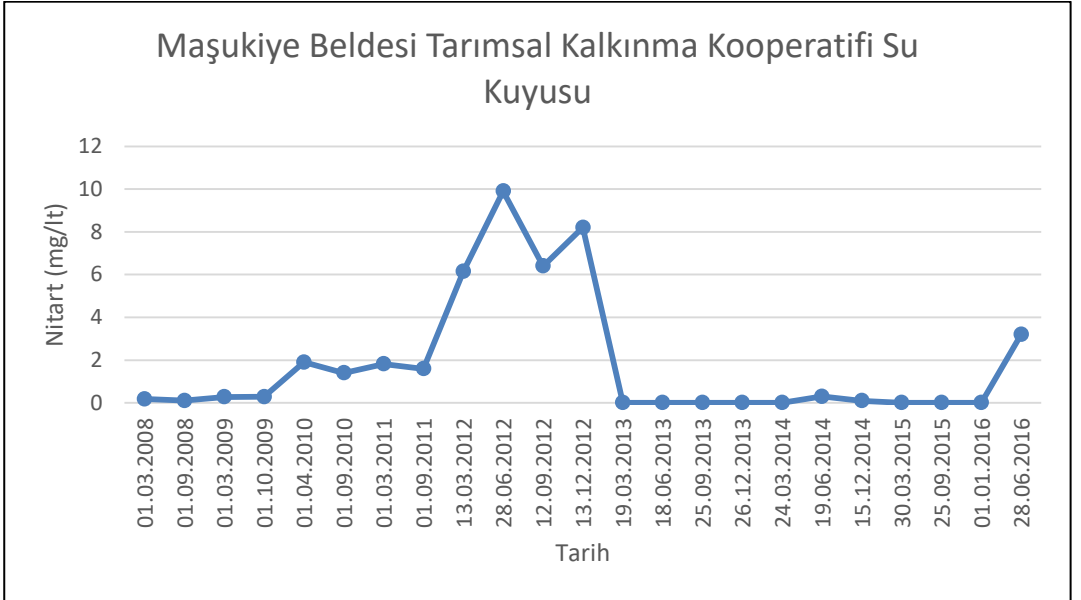


**Şekil 2.** DSİ 15. Bölge Müdürlüğü su kuyusuna ait nitrat değerleri (mg/l).

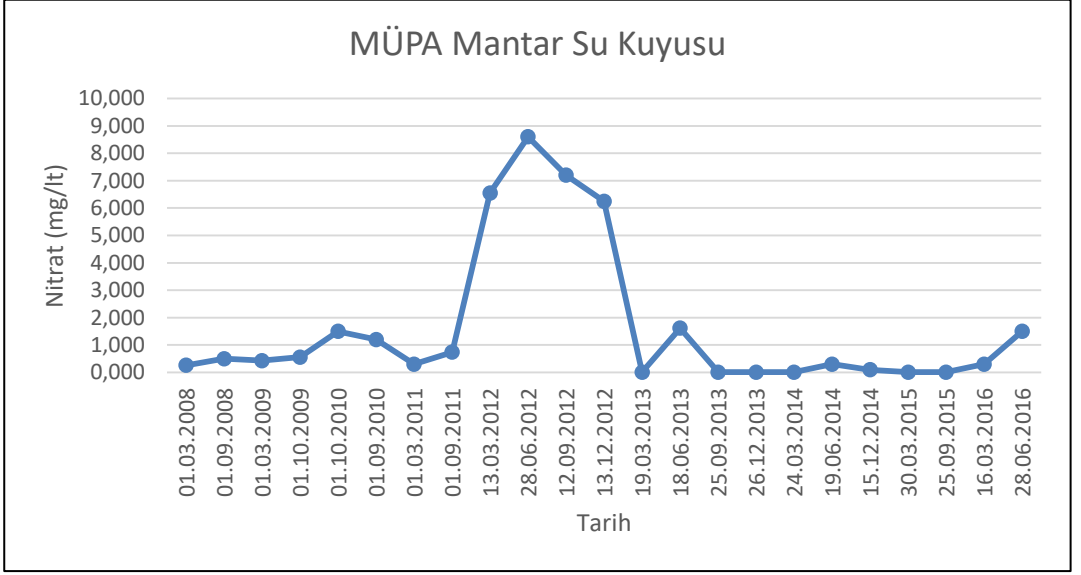




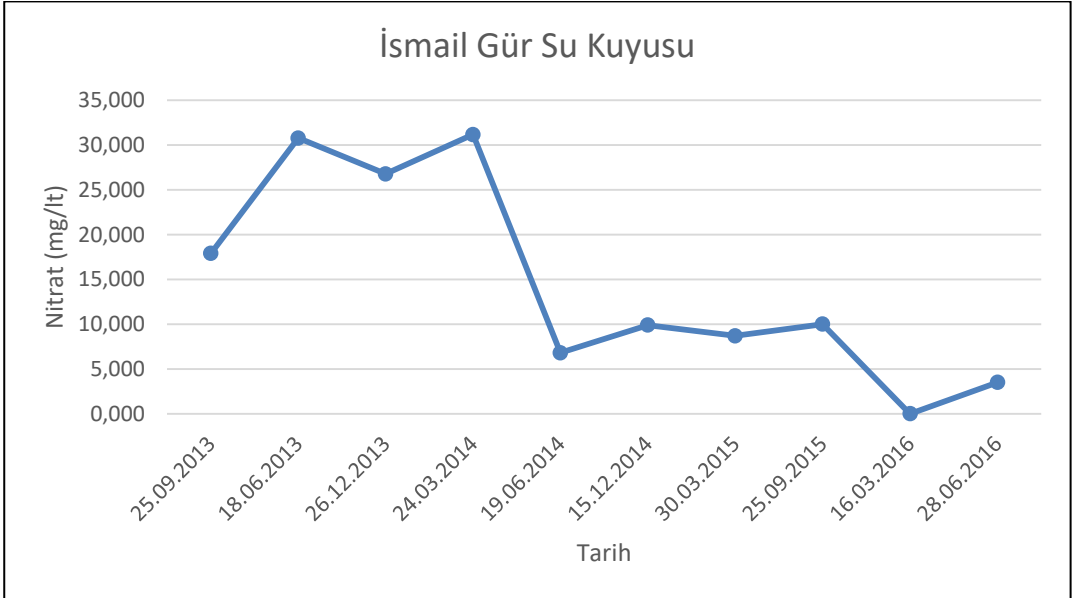
**Şekil 3.** İl Gıda Tarım ve Hay. Müd. fidanlık su kuyusuna ait nitrat değerleri (mg/l).



**Şekil 4.** Maşukiye Kooperatifi su kuyusuna ait nitrat değerleri (mg/l)



**Şekil 5.** MÜPA Mantar su kuyusuna ait nitrat değerleri (mg/l).



**Şekil 6.** İsmail Gür su kuyusuna ait nitrat değerleri (mg/l).

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Küresel ısınmayla birlikte, suyun korunması ve kirletici etkenlerin azaltılması konusu giderek önem kazanmaktadır. Yeraltı sularına gübrelerin ve kimyasal ilaçların sızmasının temelinde tarımsal faaliyetler yer almaktadır. Bitkisel üretimin vazgeçilmez bir parçası

olan gübre, yeraltı sularındaki nitrat seviyesi üzerinde de etkili olabilmektedir. İnsan ve çevre sağlığı açısından (sera gazı) zararlı olan nitrat düzeylerinin takip edilmesi oldukça önemlidir. Özellikle son yıllarda, su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir olması yönüyle, dünya da ve ülkemizde nitrat konsantrasyonlarının tespit edilmesi ve alınacak tedbirler üzerine birçok çalışma yapılmaktadır. Bu kapsamda, Elazığ ili, kuyu sularının, % 22,3'ünün 100-196,55 mg/l arasında nitrat içerdiği tespit edilmiştir. Marmara Bölgesi, kuyu sularındaki nitrat konsantrasyonu 2,2 - 305,5 mg/l, Ankara da yer alan bazı çiftliklerdeki kuyu sularının nitrat konsantrasyonları 0,4-546 mg/l olarak belirlenmiştir. Antalya-Kumluca yöresi kuyu sularında ortalama 52 mg/l olmak üzere 2,4-165 mg/l değerleri arasında olduğu bildirilmiştir (Özdemir vd., 2004). Eskişehir ilinde yapılan çalışmada, yeraltı sularında nitrat konsantrasyonlarının 13-360 mg/l arasında değiştiği, yüksek olan değerlerin tarımsal faaliyetlerle doğrusal ilişkisinin olduğu belirlenmiştir (Ardıç, 2013). Ülkemizde yapılan, Nitrat çalışmalarına ait veriler arasındaki farklılığın, bölgenin jeolojik yapısı, meteorolojik olayları, tarımsal faaliyet oranı, çiftçilerin bilinç düzeyi ve birçok etkene bağlı olarak değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Avrupa Birliği, Nitrat Direktifi (91/676/EEC) kapsamında, belirlenen kriterlere göre yapılan bu çalışmada, Kocaeli ili, kuyu suyu numunelerindeki nitrat konsantrasyonları ortalaması 1,65-14,55 mg/l aralığında belirlenmiştir. İstasyonlara ait ortalama nitrat değerlerine bakıldığında, birinci istasyondan dördüncü istasyona kadar yıllar bazında birbirine yakın değerler tespit edilirken, beşinci istasyon değerlerinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Özellikle, bu kuyudan alınan su numune değerleri 2013-2014 yılları arasında yüksek belirlenirken, takip eden yıllarda azalış göstermiştir. Bu bölgeye ait kuyuda, Mart 2014 tarihinde, 31,17 mg/l olarak en yüksek değer tespit edilmiştir. Bu değer, kuyunun bulunduğu alanda bahar aylarında tarımsal faaliyetler de artış ve buna bağlı olarak toprakta gübre miktarının yükselmesinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Diğer istasyonlarda, 2011-2012 yıllarında belirlenen nitrat konsantrasyonlarındaki artış ve sonrasında görülen dalgalanmalar ise, o yıllara ait yağış, sıcaklık ve tarımsal aktiviteler gibi faktörlerle birlikte, tarım alanlarında kullanılan nitratlı gübrelerin yağmur suları ile taşınmasına bağlı olabilmektedir.

Araştırma yapılan kuyuların çevresindeki toprağın geçirgenliği, kuyu derinliği, çevresindeki tarımsal faaliyete uzaklığı gibi etkenler nitrat konsantrasyonlarında farklılığa yol açmakla birlikte, çalışmada bu değerlerin son yıllarda düşme eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Kocaeli bölgesinde yıllar içerisinde, gelişen çevresel yaklaşımlar, iyi tarım uygulamalarında farkındalığın artması, meteorolojik şartlar ve diğer fiziko-kimyasal etkenlerin, olumlu yönde etkili olduğu düşünülmektedir. Yapılan çalışmada, yeraltı suyu, nitrat kirliliği için risk oluşturabilecek sınır değer olan 50 mg/l ve üstü olan sonuçlar tespit edilmemiştir.

Sonuç olarak, Kocaeli bölgesinde, sürdürülebilir su yönetimi açısından, olası problemlere ait erken önlem alınması için nitrat kontrol stratejilerinin belirlenmesi, nitrat kirliliğine neden olan kaynakların kontrol altına alınması, tarım uygulamalarında gübreleme faaliyetlerinin planlanması, içme suyu sağlayan Sapanca Gölü, Yuvacık ve Kandıra Namazgah Barajlarının; mutlak ve kısa mesafeli koruma alanlarında yapılaşmanın önlenmesi ve su havzaları koruma yönetmeliğinin belirlediği hükümlerin uygulanması çok önemlidir. Bununla birlikte, yüzey ve yeraltı sularının büyük çoğunluğu tarımsal sulamada kullanılan Ülkemizde, ekosistemlerin korunması açısından çevreci

tarımsal destek politikalarının planlanması, uygulanması ve eğitimlerinin oluşturulması, sürdürülebilirlik açısından da oldukça gereklidir.

**Teşekkür:** Katkı ve desteklerinden dolayı Kocaeli İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü'ne çok teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- Adalı, N. (2014). Su Kirliliği Açısından Hassas Alanların ve Su Kalitesi Hedeflerinin Belirlenmesi ile Hassas Alanların Yönetilmesine İlişkin Esaslar, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Uzmanlık tezi, 156s.
- Anonim. (1997). Sular-İçme ve Kullanma Suları, TS 266, Türk Standartları Enstitüsü, ICS13.060.20
- Anonim .2012. Kocaeli İl Çevre Durum Raporu, <http://www.csb.gov.tr> (erişim tarihi: 30.11.2016).
- Anonim. 2013. Kocaeli İl Çevre Durum Raporu, <http://www.csb.gov.tr> (erişim tarihi: 30.11.2016)
- Anonim.2016.Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği, (erişim tarihi: 30.11.2016), <http://www.resmigazete.gov.tr>
- APHA-AWWA-WEF 1999. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater American Public Healty Association, 20th edition,1325 s.
- Ardıç, C. (2013). İçme Suyundaki Nitrat Konsantrasyonunun İnsan Sağlığı Üzerine Oluşturduğu Risklerin Belirlenmesi, Hacettepe Üniversitesi, Çevre Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi,120s.
- Bonton, A., Rouleau, A., Bouchard, C. & Rodriguez, M. J. (2011). Nitrate transport modeling to evaluate source water protection scenarios for a municipal well in an agricultural area. *Agricultural Systems*, 104(5), 429-439.
- Bruning-Fann, C. S. & Kaneene, J. B. (1993). The effects of nitrate, nitrite and N-nitroso compounds on human health: a review. *Veterinary and human toxicology*, 35(6), 521-538.
- Dragon, K., Kasztelan, D., Gorski, J. & Najman, J. (2016). Influence of subsurface drainage systems on nitrate pollution of water supply aquifer (Tursko well-field, Poland). *Environmental Earth Sciences*, 75(2), 100.
- Gürbüz, Y., Demir, S., Kasacı, A. & Bingöl Ü. (2014). Sularda Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliği İzleme Çalışmaları (Doğu Anadolu Bölgesi Örneği), 5. Doğu Anadolu Bölgesi Su Ürünleri sempozyumu,bildiri kitabı, (erişim tarihi: 10.10.2016), <http://www.akuademi.net>.
- Güzelordu, T. (2008). Avrupa Birliği'nde Nitrat Direktifi Uygulamaları ve Türkiye'de Uygulanabilirliği. TC Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Dış İlişkiler ve Avrupa Birliği Koordinasyon Dairesi Başkanlığı Avrupa Birliği Uzmanlık Tezi.
- Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı (2016). Nitrat Direktifinin Uygulanması Projesi, (erişim tarihi: 10.10.2016),<http://nitrat.tarim.gov.tr>.
- Özdemir, M., Yavuz, H., & İnce, S. (2004). Afyon bölgesi kuyu sularında nitrat ve nitrit düzeylerinin belirlenmesi. *Ankara Üniv Vet Fak Derg.*, 51, 25-28.
- Özdemir, M., Sırıken, B., Yavuz, H. & Birdane, Y. O. (2007). Some microbiological, chemical analysis and nitrate nitrite levels of drinking and well water samples in Afyonkarahisar. *Ankara Üniv Vet Fak Derg.*, 54, 91-97.
- Sall, M. & Vanclooster, M. (2009). Assessing the well water pollution problem by nitrates in the small scale farming systems of the Niayes region, Senegal. *Agricultural Water Management*, 96(9), 1360-1368.
- Soytürk O. (2014). Su Çerçeve Direktifine Göre Yeraltı Sularının İzlenmesi ve Türkiye İçin Bir Değerlendirme, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Uzmanlık Tezi,129s.
- Süenal, S. & Erşahin, S. (2012). Türkiye'de Tarımsal Kaynaklı Yeraltı Suyu Nitrat Kirliliği. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 5(2), 116-118.

- Yeşilnacar, M. İ., Demir, F., Uyanık, S., Yılmaz, G. & Demir, T. (2007). Harran Ovası Yeraltı Suyu Kalitesi ve Kirlenme Potansiyelinin Belirlenmesi. *TUBİTAK ÇAYDAG: 104Y188* .
- Yesilnacar, M. I., Sahinkaya, E., Naz, M. & Ozkaya, B. (2008). Neural network prediction of nitrate in groundwater of Harran Plain, Turkey. *Environmental Geology*, 56(1), 19-25.

## **Balık Parazitlerinin Biyoizlemedeki (Biyomonitöring) Önemi**

**Arzu GÜVEN, Türkay ÖZTÜRK\***

Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Sinop

*Geliş* : 29.06.2017

*Kabul* : 16.08.2017

**Derleme / Review**

\*Sorumlu yazar: turkay.ozturk@gmail.com

E-Dergi ISSN: 1308-7517

### **Özet**

Balık parazitlerinin sucul ekosistemde biyomonitör ve biyoindikatör türler olarak kullanılması son yıllarda ekologların ilgisini çekmiş ve biyoizlemedeki (biyomonitöring) öneminin artmasını sağlamıştır. Balık parazitleri tür çeşitliliği ve bolluğu bakımından sucul ekosistemin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Sucul ortamdaki çevresel değişimlere hızlı bir şekilde tepki verdikleri için biyoizlemede indikatör tür olarak kullanılmaktadır. Balık parazitleri konaklarının filogenetik yapısı, populasyon biyolojisi, stokların ayrılması, göçü ve beslenmesinde biyolojik indikatörler olarak, konağından ve sucul ortamdakinden daha fazla ağır metali dokusunda biriktirmesinden dolayı birikim indikatörü olarak ve çevresel kirlilik araştırmalarında balık parazitlerinin biyokütle, topluluk yapısı, tür çeşitliliği, zenginliği, bolluğu üzerinde olası değişiklikler nedeniyle etki - ekosistem indikatörleri olarak kullanılmaktadır. Ayrıca balık parazitleri aracılığıyla konak biyolojisi ve çevresel değişimler hakkında daha uzun vadeli gözlem gerçekleştirilebilirken, bu gözlem diğer fiziksel ve kimyasal gözlem metodlarını da tamamlayıcı niteliktedir.

*Anahtar kelimeler:* Balık parazitleri, biyoizlem, biyomonitör, biyoindikatör

### **The Importance of Fish Parasites in Biomonitoring**

#### **Abstract**

The use of fish parasites as a biomonitor and bioindicator species in the aquatic ecosystem has attracted ecologists' interest in recent years and has provided an increase of their importance in biomonitoring. Fish parasites are an important part of the aquatic ecosystem in terms of species diversity and abundance. They are used as indicator species in biomonitoring, because they are quickly respond to environmental changes in the aquatic environment. Fish parasites are used as biological indicators due to information about the phylogenetic structure of hosts, population biology, stock removal, migration and feeding; as accumulation indicators due to they can accumulate more heavy metals than in the aquatic environment; and as effect ecosystem indicators due to possible changes in biomass, community structure, species diversity, richness, abundance of fish parasites in environmental pollution surveys. It can also complement other physical and chemical monitoring methods, while longer-term monitoring can be made about host biology and environmental changes via fish parasites.

*Keywords:* Fish parasites, biomonitoring, biomonitor, bioindicator

## **GİRİŞ**

Sucul biyoizlem, suda yaşayan organizmaları inceleyerek bir su kütesinin ekolojik durumunu ortaya çıkaran bir bilimdir (Rosenberg ve Resh, 1993). 19. yüzyılın ortalarına kadar su kalitesini izleme yöntemleri geleneksel olarak, su kütesinin bazı fiziksel ve kimyasal parametrelerinin temel alınmasına dayandırılırken, ilk kez Kolenati (1848) ve Cohn (1853) bazı organizmaların su kalitesi ile ilişkili olduğunu açıklamıştır. Ardından, Kolkwitz ve Marsson (1902, 1908, 1909) lotik ekosistemlerin kendi kendini temizlediğini

tespit etmiş ve buna bağlı olarak da sucul organizmalar ile kirlilik arasında bir ilişki olduğunu savunmuştur (Washington, 1984; Nachev, 2010). Böylece biyomonitör ve biyoindikatör olarak etiketlenmiş organizma topluluklarına dayalı bir hidrobiyolojik gözlem metodu ilk kez oluşturulmuş ve bu amaçla bir dizi ekolojik indeksler geliştirilmiştir. Doğrudan canlının dokusundaki değişimlerin belirlenmesine ya da canlılar arasındaki ilişkileri belirleyerek ekolojik dengenin gözlemlenmesine dayalı metodlar su kalitesini belirlemede daha sık uygulanmaya başlanmıştır. Bu kapsamda, makrofitler, algler, mantarlar, balıklar hatta siliyatlar biyoindikatör ve biyomonitör türler olarak çalışılmıştır. Sucul ekosistemin ayrılmaz birer parçası olan temel ve yaygın bu grupların pek çoğunun değeri fark edilmiş olmakla birlikte bazıları hala yeterli ölçüde araştırılmamıştır. Bu gruplardan biri de balık parazitleridir (Beeby, 2001; Nachev, 2010). Parazitlerin spesifik biyolojileri ile ilgili ilk araştırmalarda parazitlerin çevre koşulları ile bir ilişkisinin olmadığı varsayılmıştır. Bu varsayımın temeli ise balık parazitlerinin doğrudan sucul çevre ile bağlantılı olamaması ve bulunduğu canlının (konak faktörünün) var olmasına dayandırılmıştır. Balık parazitlerinin bir konağa bağlı olması ve konağın sürekli hareket halinde bulunması ve parazitin direkt olarak çevresel kirlilikten değil de dolaylı olarak konağın immün sistemi yoluyla kirlilikten etkilenebileceği olasılığı parazitlerin biyoindikatör olarak kullanılabilirliğinin sorgulanmasına neden olmuştur. Fakat çoğunlukla kirlilik ve bunu takiben de çevre koşullarındaki bozulma sonucunda bazı hastalık salgınları ile bazı parazit türlerindeki bolluk ve yoğunluğun değişimi balık parazitlerinin değişen koşullara farklı tepkiler verdiğini göstermiştir. Dahası bu değişikliklere verdikleri tepkilerin serbest hareket edebilen canlı organizmalarla benzer olduğu görülmüştür. Bu çalışma, balık parazitlerinin biyoizlemde kullanımı ile ilgili genel bir fikir vermek amacı ile derlenmiştir.

### **Balık Parazitlerinin Biyoizlemde Kullanılması**

Parazitler farklı pek çok konak ve çevre şartlarında yaşayabildiklerinden dolayı biyolojik indikatörler olarak artan bir biçimde ilgi görmektedirler (Poulin, 1992; Sures vd., 1997a; 2006; Marcogliese, 2005; Sasal vd., 2007; Vidal-Martinez vd., 2009). Parazitler kompleks yaşam döngüleri ile ekosistem içindeki farklı biyotopların biyolojik özellikleri hakkında bilgi sağlayarak ekosistemdeki fonksiyonel bozuklukları belirlemede, dokularında ağır metalleri biriktirmeleri ve çevresel kirlilikle etkileşim halinde olması gibi özellikleriyle, kimyasal analizlerin veya geleneksel biyolojik araştırmaların tamamlayıcı biyoindikatörleri olarak ilgi çekmektedirler. Bununla birlikte; konak populasyon dinamiğine şekil verme, türler arası rekabeti ve enerji akışını etkileme, biyoçeşitliliğin önemli bir parçası olma gibi oldukça önemli etkilere de sahiptirler (Hudson vd., 2006; Lefevre vd., 2008). Ayrıca parazitler çevresel stres, besin ağı yapısı ve işleyişi, biyolojik çeşitlilik, kendi konaklarının göçü, üremesi ve filogenisi gibi biyolojik özellikleri hakkında da önemli bilgiler görmektedirler (Williams vd., 1992; Marcogliese, 2003, 2004).

Biyoizlemde balık parazitlerinin kullanımını; biyolojik, birikim ve etki-ekosistem indikatörleri olarak 3 ana başlık altında incelemek mümkündür (Palm, 2011). Balık parazitlerinin biyoizlemde kullanılabilmesi için taşıması gereken özellikler Tablo 1'de gösterilmiştir.

**Tablo 1.** Balık parazitlerinin biyolojik, birikim ve etki-ekosistem indikatörleri olarak kullanılabilmesi için taşıması gereken özellikleri (Palm, 2011'den uyarlanmıştır)

Parazit özellikleri	Biyolojik indikatör	Birikim indikatörü	Etki-Ekosistem indikatörü
Konak popülasyonu için patojen olmamalı	✓	✓	✓
Konağa tutunabilmeli ve inceleme esnasında kısa sürede konaktan alınabilmeli	✓	✓	✓
Boyutu, ulaşılabilirliği, izole edilmesi vb. bakımından kolayca toplanabilir olmalı	✓	✓	✓
Kolaylıkla yaygınlık, yoğunluk, bolluk vb. nicel veriler elde edilebilmeli	✓	✓	✓
Tür seviyesinde tanımlanabilir olmalı	✓	✓	-
En az cins düzeyinde belirlenebilmeli	(✓) <sup>a</sup>	-	✓
Enfeksiyon verileri analiz edilebilir olmalı (yaygınlık, yoğunluk ve bolluk)	✓	-	✓
Yaşam süresi uzun olmalı	✓	✓	-
Farklı lokalitelerde bollukları değişken olmalı	✓	-	✓
Farklı yaş ve alanlardaki balıkları enfekte edebilmeli	✓	(✓) <sup>b</sup>	-
Yaygın olmalı (alanlar arasında kolaylıkla karşılaştırma yapabilmek için)	-	✓	(✓) <sup>c</sup>
Birikim potansiyeli yüksek ve kirleticilere karşı dirençli olmalı	-	✓	-
Yaşam döngüsü ve fizyolojisi bilinmeli	-	✓	✓
Değişen çevre koşullarına tepki göstermeli	-	-	✓
Çalışma alanı ile ilgili detaylı bilgi vermeli	-	-	✓
Deneysel çalışmalarda etkinin izlenmesinde bilgi ve metodun birleştirilmesine izin vermeli	-	-	✓

✓: uygun özellik barındıran

(✓)<sup>a</sup>: aynı cinsin tüm türleri için değil, sp. olarak tanımlanmış tek bir türü için uygun özellik barındırmalı

(✓)<sup>b</sup>: deneysel ortamlar için de uygun özellik barındırmalı

(✓)<sup>c</sup>: farklı coğrafik alanlar için uygun özellik barındırmalı

-: uygun özellik barındırmayan

Biyozilemde yararlanılan parazit grupları Ciliophora, Monogenea, Digenea, Cestoda, Nematoda, Acanthacephala ve Crustacea olup, bu türler konaklarının biyolojik, birikim ve etki-ekosistem indikatörleri olarak kullanılmaktadırlar. Bu parazit grupları ile yapılan çalışmalar, bu grupların her birinin indikatör olarak kullanıldığı alanlar ve faydalanılma seviyelerinin birbirlerinden farklı olduğunu göstermiştir (Tablo 2).



**Tablo 2.** Biyolojik, birikim ve etki indikatörleri olarak balık parazitlerinden faydalanılması (Palm, 2011'den uyarlanmıştır)

	Biyozilemde kullanılan Parazit Grupları						
	Ciliophora/ Myxosporidea	Monogenea	Digenea	Cestoda	Nematoda	Acanthocephala	Crustacea
<b><i>Biyolojik indikatör</i></b>							
Popülasyon biyolojisi/göç	+	+	+	+	+	+	+
Konak bolluğu/yoğunluğu	+	+	+	+	+	+	n
Beslenme ekolojisi	=	=	=	+	+	+	=
Konağın tanımlanması/filogeni	n	+/-	+/-	-/+	-/+	-/+	+/-
<b><i>Birikim indikatörü</i></b>							
Biyoakümülyasyon (ağır metal)	n	n	=/+	+	=/+	+	n
<b><i>Etki ve ekosistem indikatörü</i></b>							
Ötrifikasyon/ bakteriyel biyokütle	+	=	+	+	+	+	-
Endüstriyel atık	+	+/-	-/+	-/+	-/+	=/-	-
Termal kirlilik	+	+/-	-	=	+	+/-	n
Kağıt ve kağıt hamuru atığı	+	+/=	-/+	=	-	+	-
Çamur	n	=	-/+	+	=	-	n
PCB/ Pestisit	+	=	=/-	-	-	=/-	-
Ağır metal atıkları	+/-	+/-	-	-	=	+	-
Petrol	+/=	-	-	=	-	=	=
Asit yağmuru	n	-	-	-	n	+	n
İnsan etkisi	n	-/=	-	-	+/-	n	-/+

(+) : Bolluk da artış veya etkili

(-) : etkili değil,

(+/-) : artışa yönelim

(-/+) : azalışa yönelim

(=) : etki yok

(n) : yeterli veri mevcut değil laboratuvar ve alan çalışmalarından

## Balık Parazitlerinin Biyolojik İndikatör Olarak Kullanılması

Balık parazitleri enfekte ettikleri konaklarının beslenme, göç, stok, filogenetik yapısı ve bolluğu hakkında bilgi vermektedir (Kim vd., 2007).

### Beslenme

Yaşam döngülerinin belli bir evresinde ara konağa ihtiyaç duyan ve bu ara konağın balık tarafından tüketilmesi yoluyla balığa geçen parazitlerin balıkta bulunması balığın yem olarak tükettiği canlı ve beslenme rejimi hakkında bilgi vermektedir. Bu anlamda biyoizlem çalışmalarında kullanılan; digenea, cestoda, nematoda, acanthacephala türlerinin balıkta bulunması balığın hangi tür ara konak ile beslendiği, ortamda o ara konağın var olup olmadığı, yeni bir ara konak ya da son konağın ortama girip girmediği hakkında bilgi vermektedir (Marcogliese, 2002; 2005).

### Göç

Herhangi bir bölgede daha önce var olmayan bazı parazit türlerinin görülmeye başlaması bu bölgeye farklı balık türlerinin geldiğinin bir göstergesi olabilir. Ya da aynı bölgeden alınarak incelenen aynı balık türlerinin farklı parazit türleri ile enfekte oluşu bu balıkların farklı bölgelerden geldiklerinin bir göstergesi olabilir. Örneğin; Kuzey denizinde bulunan Ringa balığında *Anisakis simplex* nematodu tespit edilmiştir. Ringa balığının Baltık denizinin Polonya kıyılarına göç etmesiyle *Anisakis simplex* nematodunu buradaki farklı balık türlerinde de görülmeye başlamıştır. Almanya'da yapılan bir çalışmada ise bir cestod türünün anadrom salmonid balıklar tarafından okyanuslardan Rhine, Elbe, Weser nehirlerine taşındığı bildirilmiştir. Bu da balıkların hangi bölgeler arasında göç yaptığının bir göstergesidir (Palm, 2011).

### Stok

Balıklarda bulunan parazit türlerine bakılarak, o bölgede bulunan balıkların stokları ayırt edilebilmektedir. Çünkü bazı parazit türleri balıkları farklı yaş, farklı çevresel koşullar da enfekte etmekle birlikte, farklı dokularda enfeksiyona neden olmaktadır. Margolis (1982), Kanada'da yaptığı bir çalışmada; *Oncorhynchus nerka* juvenillerinin beyininde bulunan *Myxobolus arcticus* ve kas sisteminde bulunan *Henneguya salmonicola* türlerine bakarak bu balığın Great Central, Sproat ve Henderson gölleri olmak üzere 3 farklı stoktan geldiğini tespit etmiştir. Farklı göllere üreme göçü yapan bu balıkların her iki parazit türü ile de enfekte olan juvenillerin Henderson gölünden, her iki türle de enfekte olmayan juvenillerin Great Cenral gölünden yalnızca *Myxobolus arcticus* ile enfekte olanların ise Sproat gölünden geldiği tespit edilmiştir. Bu durum göllerde farklı ara konak türlerinin var olması ve tüketilmesinden kaynaklı parazit enfeksiyonları ile açıklanabilmektedir.

### Filogenetik yapı

Bazı parazit türleri konak seçiciliğine sahip olup yalnızca bir veya birbirine sistematik olarak yakın birkaç balık türünde bulunmaktadır. Bu da yapılacak sistematik çalışmalarda konakların filogenetik ilişkilerinin belirlenmesinde parazitlerden de faydalanılabileceğini göstermektedir. Özellikle biyolojik gözlem çalışmalarında kullanılan monogenea'nın tür seçiciliğine sahip olduğu ve bazı türlerin spesifik konaklarda bulunduğu bilinmektedir.

Örneğin; *Gyrodactylus proterorhini* monogenean parazit türü Gobiidae familyasının birçok üyesinin tipik paraziti olduğu bildirilmiştir (Ondračková, 2016).

## **Bolluk**

Epidemiyolojik çalışmalar, çevresel faktörlerde önemli bir değişim olmadığı sürece parazit popülasyonundaki artış veya azalışın konak, ara konak ve son konak yoğunluğundaki artış ve azalış ile doğru orantılı olduğunu göstermiştir (Palm, 2011). Yapılan çalışmalarda özellikle çevresel kirlilikteki artışın endo parazitlerde azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeni ise kirliliğe bağlı olarak konak ve ara konak popülasyonundaki azalmaya bağlanmaktadır (Bergey vd., 2002). Sucul ortamdaki parazit yoğunluğunun konak bolluğu ile doğrudan ilişkisi bulunmaktadır.

## **Balık Parazitlerinin Birikim İndikatörü Olarak Kullanılması**

Balık parazitlerinin bünyelerinde toksin biriktirme özellikleri fark edilmiş ve bununla ilgili çalışmalarda son yıllarda artış görülmeye başlanmıştır. Yapılan birçok çalışmada parazitlerin ‘birikim indikatörleri’ olarak değerlendirilebileceği vurgulanmıştır (Sures, 2001; Sures vd., 1997a, 1999; Nachev, 2010). Balık parazitlerinin, çevre sağlığının korunmasında önceden belirlenen bazı organizmalardan daha iyi olduğu ve toksik kimyasalları ciddi anlamda yoğun ve hızlı biriktirme kapasitesine sahip oldukları görülmüştür. Birikim indikatörü olarak belirlenen parazitlerin ortamda bulunan ağır metaller gibi toksik kimyasalların varlığını erkenden belirlenmesi çevresel çalışmalarda oldukça önemli bir yere sahip olmasına neden olmuştur.

Balıklar, metal ve pestisit gibi kirleticileri deri ve solungaçları ile sudan pasif difüzyon ya da besin yolu ile alırlar. Metaller solungaç ve sindirim sistemi ile vücudun diğer doku ve organlarına kan dolaşımı ile dağılmaktadır. Kan dolaşımına geçen ağır metaller eritrosit membranlarına bağlandıktan sonra eritrositler yoluyla dolaşım sistemine geçer. Dolaşım sistemi yolu ile karaciğere geçen ağır metallerin büyük bir kısmı burada kandan uzaklaştırılır ve safra yoluyla bağırsağa geçer. Steroid bir birleşik olan safra sıvısı; organometalik kompleksler şeklindeki ağır metal iyonlarının steroid ile birlikte safra kanalından ince bağırsağa geçmesini sağlar. İnce bağırsaktaki bu organometalik kompleksler bağırsak duvarı tarafından ya yeniden absorbe edilir ve dolaşıma geri döner ya da balığın dışkıyla ile dışarı atılır. Yapılan çalışmalarda intestinal parazitlerin safra tuzları ile birlikte organometalik kompleksleri bağırsakta bünyelerine aldığı ve safra tuzları ile bu metalleri bünyesine alan parazitlerin konağın intestinal boşluğunda metalleri biriktirme oranını düşürdüğü görülmüştür (Sures ve Siddal, 1999; Sures, 2001).

Balık parazitlerinin kirleticiler için biyoindikatör olarak kullanımı ve parazitlerin vücutlarında metalleri biriktirmesi konusunda değişik çalışmalar yapılmıştır (Gelner vd., 1997; Dusek vd., 1998). Farklı helmint türlerinin ağır metal biriktirme kapasitelerini belirlemeye yönelik çalışmalar özellikle acanthocephala grubu üzerine yoğunlaşmıştır (Sures vd., 1999; Sures, 2003). Bunun yanında cestodların da ağır metalleri oldukça yüksek düzeyde biriktirebildikleri de bildirilmektedir (Sures vd. 1999a; Sures, 2001; 2004). Dolayısıyla cestoda ve acanthocephala grubu parazitler yüksek metal biriktirme kapasitelerinden dolayı metal kirliliklerinin biyoindikatörü olarak en çok çalışılan parazitler olmuş ve ümit verici bulunmuşlardır. Yapılan çalışmalarda genel olarak balık helmintlerinin konaktan ve bulunduğu ortamdan daha fazla ağır metal biriktirebildikleri ortaya konulmuştur (Sures vd., 1999; Sures, 2001; 2003; 2004). Ağır metal birikimi ile ilgili yapılan çalışmalarda hem konak balık türünün solungaç, kas, karaciğer, bağırsak

olmak üzere farklı organlarına, hem suya, hem de parazit dokusuna bakılarak birbirleri arasındaki birikim oranları kıyaslanmıştır. Ayrıca bazı çalışmalarda diğer bazı birikim indikatörü olan sucul omurgasızlar ile balık parazitlerinin birikim oranları da kıyaslanmıştır. Böylece yapılan pek çok çalışmada parazitlerin ağır metali konaklarından daha fazla oranda biriktirdiğini göstermiştir (Tablo 3).

**Tablo 3.** Çeşitli çalışmalarda parazitlerin ağır metali konakları

Balık türü	Parazit türü	Balık dokusundaki ağır metal birikimi ( $\mu\text{g/g}^{-1}$ )							Parazit ( $\mu\text{g/g}^{-1}$ )	Referans
		Ağır metal	Deri	Solungaç	Kas	Karaciğer	Safra	Bağırsak		
<i>Leuciscus cephalus</i>	<i>Pomphorhynchus leavis</i>	Pb			0,02	0,07		0,19	54,0	Sures vd., 1994a
<i>Leuciscus cephalus</i>	<i>Pomphorhynchus leavis</i>	Pb			0,01	0,16		0,46	9,3	Sures ve Siddall 1999
<i>Leuciscus cephalus</i>	<i>Acanthocephalus anguillae</i>	Pb				0,21			43,31	Galli vd., 1998
		Cr				0,33			21,93	
<i>Leuciscus cephalus</i>	<i>Pomphorhynchus leavis</i>	Cd			0,01	0,13		0,06	4,27	Sures ve Taraschewski
<i>Perca fluviatilis</i>	<i>Acanthocephala lucii</i>	Cd			0,03	1,19		0,22	3,53	1995
<i>Perca fluviatilis</i>	<i>Acanthocephala lucii</i>	Pb			0,05	0,14		0,30	16,0	Sures vd., 1994c
<i>Anguilla anguilla</i>	<i>Paratenuisentis ambiguus</i>	Pb				0,18	0,03	0,09	3,7	Sures vd., 1994b
		<i>Anguillicola crassus</i>							0,02	
<i>Anguilla anguilla</i>	<i>Anguillicola crassus</i>	Cd	0,10		0,06	0,07			1,45	Genç vd., 2008
		Cr	0,09		0,09	0,09			1,30	
		Cu	2,76		1,53	8,83			3,72	
		Fe	6,72		10,51	132,46			268,08	
		Hg	0,17		0,19	0,27			0,03	
		Mn	1,39		0,91	1,76			1,49	
		Pb	0,43		0,53	0,48			2,47	
		Zn	10,85		10,20	16,32			12,10	
<i>Tinca tinca</i>	<i>Ligula intestinalis</i>	Fe		0,058	0,008	0,13			0,32	Tekin-Özan ve Kır 2005
		Zn		0,014	0,007	0,019			0,048	
		Mn		0,005		0,003			0,008	
<i>Tinca tinca</i>	<i>Monobothrium wagneri</i>	Pb			0,02	0,11		0,11	3,00	Sures vd., 1997b
		Cd			0,011	0,13		0,09	0,47	
<i>Scophthalmus maximus</i>	<i>Bothriocephalus scorpi</i>	Pb			0,05	0,10		0,09	0,08	
		Cd			0,002	0,03		0,02	0,10	

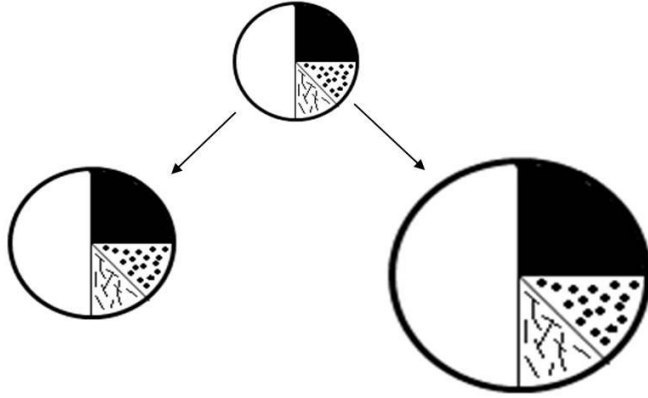
## Balık Parazitlerinin Etki ve Ekosistem İndikatörü Olarak Kullanılması

Son yıllarda yapılan çalışmalarda özellikle parazitlerin çevresel kirlilikle etkileşim halinde olduğu ve insan kökenli (antropojenik) kirliliğe çeşitli şekillerde tepki gösterdiği belirlenmiştir (Sures, 2004). Kirliliğin söz konusu olduğu ortamlarda ekosistem dengesinin bozulmasına ortamdaki canlı organizmalar çeşitli tepkiler gösterirler. Bu tepkiler arasında oldukça kolay gözlemlenebilen bazı ekolojik özellikler vardır. Bu özelliklerin en tipik olanları, dağılım özellikleri olarak adlandırabilen tür çeşitliliği, tür zenginliği, bolluk ve benzerlik değerleridir.

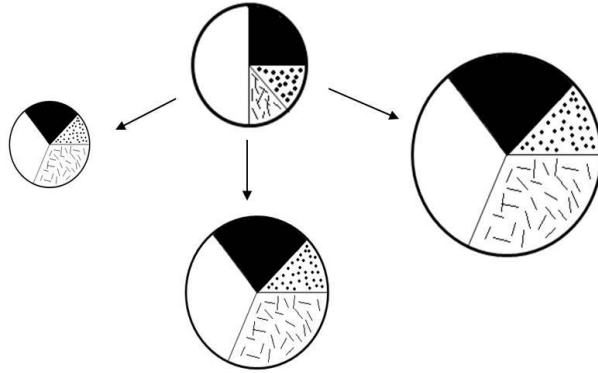
Sucul ekosistemde kirlilik, bir grup organizmanın ortamı terk etmeleri veya yok olmalarına neden olabilese de bazı organizmalar direnerek ortamdaki varlıklarını sürdürebilir. Direnen türler ortam koşulları uygun olsa bile koşullardan birinin eksikliğine karşı duyarlılık gösterebilir veya başka türlerin gelişmesinde sınırlayıcı rol oynayabilir. Bir türün bir bölgedeki varlığı ve bolluğu belirli ekolojik koşullara bağlı olup o ortamın göstergesi olabilir. Bu organizmalar duyarlı veya hassas organizma olarak ya da ekosistem indikatörleri olarak adlandırılmaktadır.

Sucul ekosistemde çeşitli kirleticilerin etkisiyle parazitlerin tür çeşitliliğinde, parazit topluluğu yapısında, enfeksiyon oranında, bolluğunda ve patojenitesinde doğrudan (paraziti etkileyerek) veya dolaylı olarak (konakları etkileyerek) değişimler belirlenmiştir (Khan ve Thulin 1991; Poulin, 1992; Mackenzie vd., 1995; Lafferty, 1997; Sures, 2004). Parazitlerin tür çeşitliliği, biyokütle ve topluluk yapısındaki değişimler Şekil 1 de gösterilmiştir.

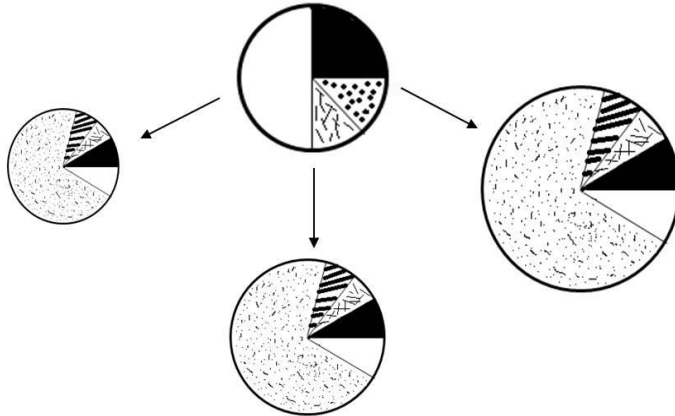
Parazitlerin, farklı coğrafik alanlarda birden fazla konağı enfekte edebilmeleri ve bazı parazit türlerin konaklarına karşı yüksek özgüllük göstermeleri, değişen çevresel şartlara genellikle kolay uyum sağlayamamaları, sucul ekosistemdeki çeşitli kirleticilerin etkilerini izlemede parazitlerin etki indikatörleri olarak tercih edilmesini sağlamıştır (Sures, 2004). Özellikle metazoan parazitler kırılğan, bağımsız ve çevresel değişimlere karşı oldukça duyarlı farklı gelişim evreleri içeren yaşam döngüsüne sahiptir. Bu nedenle, parazitler çok küçük çevresel değişimlerden bile olumsuz yönde etkilenebilirler ve bu durum bu organizmaların yaşam döngülerinin zayıf halkaları olarak görülürler. Yapılan pek çok araştırmada hem konak hem de parazitlerinin kirleticilerden önemli ölçüde etkilendiği ve sucul çevredeki hastalıklar ile kirlilik arasında önemli bir ilişki olduğu bildirilmiştir. Çevresel kirlilikten direkt olarak ya da çevresel kirliliğin son konak ve ara konak üzerindeki etkisi nedeniyle dolaylı olarak etkilenen parazitler çevresel kalitenin potansiyel indikatörleri olarak yoğun bir şekilde ilgi görmeye başlamıştır (Bergey vd., 2002; Nachev, 2010). Özellikle ektoparazitik monogenean trematodlarla yapılan bazı çalışmalarda monogenean parazitlerin kirliliğe serbest hareket eden canlılarla benzer tepkiler verdikleri gösterilmiştir (Sures, 2001; Nachev, 2010). Kirliliğin çevre üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmalarda ise özellikle ciliata, nematoda, cestoda, acanthacephala, monogenea ve digenea türleri yaygın olarak kullanılmaktadır (Lafferty, 1997). Çeşitli kirlilik faktörlerinin, farklı konaklardaki balık parazitleri üzerine etkisi ile ilgili yapılan bazı araştırmalar Tablo 4’de verilmiştir



a) Biyokütle değişir fakat topluluk yapısı değişmez



b) Aynı türler mevcuttur fakat biyokütle ve topluluk yapısında değişiklikler olabilir



c) Biyokütüde , topluluk yapısında ve tür sayısında değişiklikler olabilir

**Şekil 1.** Çevresel uyarıcıların etkisiyle populasyon yapısında ve total biyokütüdeki değişimler. Şekillerin büyüklükleri biyokütleyi, şekil içerisindeki farklı gölgelendirmeler ise topluluk yapısını temsil etmektedir (Phillips ve Rainbow 1993'den uyarlanmıştır)

**Tablo 4.** Çeşitli kirlilik faktörlerinin, farklı konaklardaki balık parazitleri üzerine etkisi

Parazit Grubu	Konak	Kirlilik/ Kontaminasyon	Parazite Etkisi	Referans
<i>Dactylogyrus</i> sp. <i>Paradiplozoon homoion</i>	<i>Rutilus rutilus</i>	Kağıt hamuru atığı	Enfeksiyon oranı ve yoğunluğunda azalma	Thulin vd., 1988
<i>Dactylogyrus</i> grup	<i>Rutilus rutilus</i>	Ötrifikasyon Kağıt hamuru ve kağıt fabrika atıkları	Enfeksiyon yoğunluğunda artış	Koskivaara vd., 1991
<i>Trichodina</i> spp.	<i>Myoxocephalus scorpius</i> , <i>M. octodecemspinus</i>	Kağıt hamuru ve kağıt fabrika atıkları	Enfeksiyon yoğunluğunda önemli artış	Khan vd., 1994
<i>Glugea stephani</i> <i>Cryptocotyle lingua</i> Anisakid nematode larvae	<i>Pseudopleuronectes americanus</i>	Kağıt hamuru ve kağıt fabrika atıkları	Enfeksiyon oranı ve yoğunluğunda artış	Barker vd., 1994
<i>Echinorhynchus gadi</i>	<i>Pseudopleuronectes americanus</i>	Kağıt hamuru ve kağıt fabrika atıkları	Enfeksiyon oranı ve yoğunluğunda azalma	Barker vd., 1994
<i>Trichodina</i> sp., <i>Apiosoma</i> <i>Ichtiophthirius multifiliis</i> <i>Trichodina domerguei</i> <i>Chilonodella cyprini</i> <i>Dactylogyrus longicirrus</i>	<i>Rutilus rutilus</i>	Kağıt hamuru ve kağıt fabrika atıkları	Enfeksiyon oranında artış	Mackenzie vd., 1995
<i>Argulus foliaceus</i>	<i>Puntius</i> sp.	Endüstriyel atık, deterjan, evsel atık, erozyondan kaynaklı alüvyon	Enfeksiyon yoğunluğunda artış	Mackenzie vd., 1995
<b>Dactylogyrids</b> <i>Echinorhynchus gadi</i> <i>Cryptobia</i> sp.	<i>Rutilus rutilus</i> <i>Perca fluviatilis</i> <i>Rutilus rutilus</i>	Ötrifikasyon Kağıt hamuru ve kağıt fabrika atıkları Kağıt hamuru ve kağıt fabrika atıkları	Prevelans da artış Tür çeşitliliği ve bolluğunda azalma Parazit bolluğunda önemli düşüş	Mackenzie vd., 1995 Siddall vd., 1997 Khan ve Payne 1997
<b>Metazoan parazit grup</b> <i>Trichodina</i> sp. <i>Gyrodactylus</i> sp. İntestinal digenealar <i>Steringophorus furciger</i> <i>Lamproglana pulchella</i> <i>Gyrodactylus</i> sp. <i>Ligula pavlovskii</i> <i>Rhipidocotyle fennica</i> Acanthacephalans <i>Eustrongylides ignotus</i>	<i>Leuciscus cephalus</i> <i>Hippoglossoide platessoides</i> <i>Pseudopleuronectes americanus</i> Cyprinid balıklar <i>Ammodytes hexapterus</i> <i>Neogobius fluviatilis</i> <i>Rutilus rutilus</i> <i>Tautoglabrus adspersus</i> <i>Gambusia holbrooki</i>	Endüstriyel ve kentsel atıklar Sedimentte kirlilik, Hidrokarbon Sedimentteki yağ kontaminasyonu Akuatik kirlilik Hidrokarbon Evsel, endüstriyel ve tarımsal atık Kağıt hamuru ve kağıt fabrika atıkları Kentsel ve endüstriyel atıklar Kanalizasyon atığı	Tür baskınlığında ve yoğunlukta azalma, türler arasındaki dağılımda değişim Azalma Bollukta artış Etki görülmedi Prevelans ve yoğunlukta azalış Enfeksiyon oranı ve yoğunluğunda artış Enfeksiyon yoğunluğunda artış Enfeksiyon yoğunluğunda artış Bolluk ve yoğunlukta artış Enfeksiyon oranı ve yoğunluğunda artış Enfeksiyon oranında artış	Dusek vd., 1998 Marcogliese vd., 1998 Khan, 1998 Galli vd., 2001 Moles ve Wade 2001 Kvach, 2001 Jeney vd., 2002 Billiard ve Khan 2003 Coyner vd., 2003



## SONUÇ

Sonuç olarak; sucul ekosistemin ayrılmaz bir parçası olan ve son onbeş yıldır biyoidikatör ve biyomonitör türler olarak etiketlenen balık parazitleri, sucul biyoizlemede dikkat çekici organizmalar arasında yer almaktadır. Özellikle çevresel kirlilikte parazitlerin konaklarından daha hassas organizmalar olmalarından dolayı ortamda çeşitli kirletici maddelerin varlığını test eden tanı araçları olarak, konaklarına göre kirliliği daha fazla biriktirebilme özelliklerinden dolayı da değişen çevresel koşulları izlemede biyomonitör ve biyoakümülatör türler olarak sucul ekosistemin biyoizleminde çok önemli rol oynamaktadırlar. Ayrıca kirleticinin konak dokusu üzerindeki seviyesini ve etkisini azalttığı ile ilgili çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda balık parazitlerinin konaklarına zararlı etkilerini göz ardı etmeksizin fayda sağladığı gibi ilginç bir çıkarıma ulaşmak da mümkündür. Parazitler sayesinde çevresel değişikliklerin daha uzun süreli gözlemlenebilmesi mümkün olmakla birlikte bu biyoizlem metodu yapılan diğer fiziksel ve kimyasal testleri de tamamlayıcı niteliktedir.

## KAYNAKLAR

- Barker, D. E., Khan, R. A. & Hooper, R. (1994). Bioindicators of stress in winter flounder, *Pleuronectes americanus*, captured adjacent to a pulp and paper mill in St. George's Bay, Newfoundland. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 51, 2203-2209.
- Beeby, A. (2001). What do sentinels stand for? *Environmental pollution*, 112, 285-298.
- Bergey, L., Weis, J. S. & Weis, P. (2002). Mercury uptake by the estuarine species *Palaemonetes pugio* and *Fundulus heteroclitus* compared with their parasites, *Probopyrus pandalicola* and *Eustrongylides* sp. *Marine Pollution Bulletin*, 44, 1046-1050.
- Billiard, S. M. & Khan, R. A. (2003). Chronic stress in cunner, *Tautoglabrus adspersus*, exposed to municipal and industrial effluents. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 55, 9-18.
- Coyner, D. F., Spalding, M. & Forrester, D. J. (2003). Influence of treated sewage on infections of eustrongylides ignotus (Nematoda: Dioctophymatoidea) in eastern mosquitofish (*Gambusia holbrooki*) in an urban watershed. *Comparative Parasitology*, 70(2), 205-210
- Dusek, L. M., Gelnar M. & Sebelova, S. (1998). Biodiversity of parasites in a freshwater environment with respect to pollution: metazoan parasites of chub (*Leuciscus cephalus* L.) as a model for statistical evaluation. *International Journal for Parasitology*, 28(10), 1555-1571.
- Galli, P., Crosa, G. & Occhipinti Ambrogi, A. (1998). Heavy metals concentrations in Acanthocephalans parasites compared to their fish host. *Chemosphere*, 37(14-15), 2983-2988.
- Galli, P., Crosa, G., Mariniello, L., Ortis, M. & D'Amelio, S. (2001). Water quality as a determinant of the composition of fish parasite communities. *Hydrobiologia*, 452, 173-179.
- Gelnar, M., Sebelová, S., Dusek, L., Koubková, B., Jurajda, P. & Zahrádková S. (1997). Biodiversity of parasites in freshwater environment in relation to pollution. *Parasitology*, 39, 189-199.
- Genç, E., Sangun, M. K., Dural, M., Can, M. F. & Altunhan, C. (2008). Element concentrations in the swimbladder parasite *Anguillicola crassus* (Nematoda) and its host the European eel, *Anguilla anguilla* from Asi River (Hatay-Turkey). *Environmental Monitoring Assessment*, 141, 59-65. doi: 10.1007/s10661-007-9878-9
- Hudson, P. J., Dobson, A. P. & Lafferty, K. D. (2006). Is a healthy ecosystem one that is rich in parasites. *Trends in Ecology and Evolution*, 21(7), 381-385. doi:10.1016/j.tree.2006.04.007
- Koskivaara, M., Valtonen, E. T. & Prost, M. (1991) Dactylogyrids on the gills of roach in Central Finland: features of infection and species composition. *International Journal for Parasitology*, 21(5), 565-572.

- Jeney, Z., Valtonen, E. T., Jeney, G. & Jokinen, E. I. (2002). Effect of pulp and paper mill effluent (BKME) on physiological parameters of roach (*Rutilus rutilus*) infected by the digenean *Rhipidocotyle fennica*. *Folia Parasitologica*, 49, 103-108.
- Kim, J. H., Lee, C. H. & Lee, C. S. (2007). Preliminary studies of metazoan parasites of Chum Salmon (*Oncorhynchus keta*) in Korea. *North Pasific Anadromous Fish Commision Bulletin*, 4, 155-157.
- Khan, R. A. (1998). Fish Parasites as indicators of environmental stress. *Parasitology International*, 47 (Suppl.)-2348
- Khan, R. A. & Thulin, J. (1991). Influence of pollution on parasites of aquatic animals. *Parasitology*, 30, 201– 238.
- Khan, R. A. & Payne, J. F. (1997). A multidisciplinary approach using several biomarkers including a parasite, as indicators of pollution: a case history from a paper mill in Newfoundland. *Parassitologia*, 39, 183-188.
- Khan, R. A., Barker, D. E., Williams-Ryan, K. & Hooper, R. G. (1994). Influence of crude oil and pulp and paper mill effluent on mixed infections of *Trichodina cottidarium* and *T. saintjohnsi* (Ciliophora) parasitizing *Myoxocephalus octodecemspinosus* and *M. Scorpius*. *Canadian Journal of Zoology*, 72(2), 247-251.
- Kvach, Y. U. V. (2001). *Ligula* invasion of monkey goby (*Neogobius fluviatilis*) in some estuaries of north western Black Sea region. *Vestnik Zoologii*, 35, 85–88.
- Lafferty, K. D. 1997. Environmental parasitology: What can parasites tell us about human impacts on the environment. *Parasitology Today*, 13(7), 251-255.
- Lefevre, T., Lebarbenchon, C., Gauthier-Clerc, M., Misse, D., Poulin, R. & Thomas, F. (2008). The ecological significance of manipulative parasites. *Trends in Ecology and Evolution*, 24(1), 41-48. doi:10.1016/j.tree.2008.08.007
- MacKenzie, K., Williams, H. H., Williams, B., McVicar A.H. & Siddall, R. (1995). Parasites as indicators of water quality and the potential use of helminth transmission in marine pollution studies. *Advance in Parasitology*, 35, 85–114
- Margolis, L. (1982). Pacific salmon and their parasites. A century of study. *The Bulletin of the Canadian Society of Zoologists*, 13, 7-11.
- Marcogliese, D. J. (2002). Food webs and the transmission of parasites to marine fish. *Parasitology*, 124, S83-S99.
- Marcogliese, D. J. (2003). Food webs and biodiversity: are parasites the missing link? *Journal of Parasitology*, 89, S106-S113.
- Marcogliese, D. J. (2004). Parasites: small players with crucial roles in the ecological theatre. *EcoHealth*, 1, 151-164.
- Marcogliese, D. J. (2005). Parasites of the superorganism: Are they indicators of ecosystem health? *International Journal for Parasitology*, 35, 705–716.
- Marcogliese, D. J., Nagler, J. J. & Cyr, D. G. (1998). Effects of exposure to contaminated sediments on the parasite fauna of American plaice (*Hippoglossoides platessoides*). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 61, 88–95.
- Moles, A. & Wade, T. L. (2001). Parasitism and phagocytic function among sand lance *Ammodytes hexapterus* Pallas exposed to crude oil-laden sediments. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 66, 528–535.
- Nachev, M. (2010). Bioindication capacity of fish parasites for the assessment of water quality in the Danube River. Erlangung des Doktorgrades, Universität Duisburg-Essen, Sofia, 122.
- Ondračková, M. (2016). Gyrodactylus proterorhini in its non-native range: distribution and ability to host-switch in freshwaters. *Parasitology Research*, 115, 3153–3162. doi:10.1007/s00436-016-5073-7
- Palm, H. V. (2011). Fish Parasites as biological indicators in a changing world: Can we monitor environmental impact and climate change? *Progress in Parasitology, Parasitology Research*

- Monographs 2*, pp. 223-250. Springer Berlin Heidelberg. doi:10.1007/978-3-642-21396-0\_12.
- Phillips, D. J. H., & Rainbow, P. S. (1993). Biomonitoring of trace aquatic contaminants. London, 1-6.
- Poulin, R. (1992). Toxic pollution and parasitism in freshwater fish. *Parasitology Today*, 8(2), 58-61.
- Rosenberg, D.M. & Resh, H. (1993). Introduction to Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman and Hall, New York. 488pp.
- Sasal, P., Mouillot, D., Fichez, R. Chifflet, S. & Kulbicki, M. (2007). The use of fish parasites as biological indicators of anthropogenic influences in coral-reef lagoons: A case study of Apogonidae parasites in New-Caledonia. *Marine Pollution Bulletin*, 54, 1697-1706. doi:10.1016/j.marpolbul.2007.06.014
- Siddal, R., Koskivaara, M. & Valtonen, E. T. (1997). *Dactylogyrus* (Monogenea) infections on the gills of roach (*Rutilus rutilus* L.) experimentally exposed to pulp and paper mill effluent. *Parasitology*, 114(5), 439-446.
- Sures, B. (2001). The use of fish parasites as bioindicators of heavy metals in aquatic ecosystems: a review. *Aquatic Ecology* 35, 245–255.
- Sures, B. (2003). Accumulation of heavy metals by intestinal helminths in fish: an overview and perspective. *Parasitology*, 126, 53–60.
- Sures, B. (2004). Environmental parasitology: relevancy of parasites in monitoring environmental pollution. *Trends in Parasitology*, 20, 170–177.
- Sures, B. & Taraschewski, H. (1995) Cadmium concentrations of two adult acanthocephalans (*Pomphorhynchus laevis*, *Acanthocephalus lucii*) compared to their fish hosts and cadmium and lead levels in larvae of *A. lucii* compared to their crustacean host. *Parasitology Research*, 81, 494–497
- Sures B. & Siddall, R. (1999). *Pomphorhynchus laevis*: the intestinal Acanthocephalan as a lead sink for its fish host, chub (*Leuciscus cephalus*). *Experimental Parasitology*, 93, 66–72.
- Sures, B., Taraschewski, H. & Jackwerth, E. (1994a) Lead accumulation in *Pomphorhynchus Laevis* and its host. *J. Parasitol*, 80, 355–357.
- Sures, B., Taraschewski, H. & Jackwerth, E. (1994b) Lead content of *Paratenuisentis ambiguus* (Acanthocephala), *Anguillicola crassus* (Nematodes) and their host *Anguilla anguilla*. *Dis. Aquat. Org.*, 19, 105–107.
- Sures, B., Taraschewski, H. & Jackwerth, E. (1994c) Comparative study of lead accumulation in different organs of perch (*Perca fluviatilis*) and in its intestinal parasite *Acanthocephalus lucii*. *Bull Environ Contam Toxicol.*, 52, 269–273
- Sures, B., Taraschewski, H. & Siddall, R. (1997a). Heavy metal concentrations in adult acanthocephalans and cestodes compared to their fish hosts and to established free-living bioindicators. *Parassitologia*, 39, 213–218.
- Sures, B., Taraschewski, H. & Rokicki, J. (1997b). Lead and cadmium content of two cestodes *Monobothrium wagneri*, and *Bothriocephalus scorpii*, and their fish hosts. *Parasitol Res*, 83, 618–623.
- Sures, B., Siddall, R. & Taraschewski, H. (1999). Parasites as accumulation indicators of heavy metal pollution. *Parasitol Today*, 15, 16–21.
- Sures, B., Lutz, I. & Kloas, W. (2006). Effects of infection with *Anguillicola crassus* and simultaneous exposure with Cd and 3,3',4,4',5-pentachlorobiphenyl (PCB 126) on the levels of cortisol and glucose in European eel (*Anguilla anguilla*). *Parasitology*, 132, 281–288. doi:10.1017/S0031182005009017
- Tekin-Özan, S. & Kır, İ. (2005). Comparative study on the accumulation of heavy metals in different organs of tench (*Tinca tinca* L. 1758) and plerocercoids of its endoparasite *Ligula intestinalis*. *Parasitol Res*, 97, 156–159. doi:10.1007/s00436-005-1412-9

- Thulin, J., Höglund, J. & Lindesjö, E. (1988). Diseases and parasites of fish in bleached Kraft mill effluent. *Wat. Sci. Tech.*, 20(2), 179-180.
- Vidal-Martinez, V. M., Pech, D., Sures, B., Prucker, S. T. & Poulin, R. (2009). Can parasites really reveal environmental impact? *Trends in Parasitology*, 26(1), 44-51. doi :10.1016/j.pt.2009.11.001
- Washington, H.G. (1984). Diversity, biotic and similarity indices. A review with special reference to aquatic ecosystems. *Water Research*, 18, 653-694.
- Williams, H. H., MacKenzie, K. & MacCarthy, A. M. (1992). Parasites as biological indicators of the population biology, migration, diet and phylogenetics of fish. *Fish Biology*, 2, 144-176.

**\*\*\*Sayfa boyutu :B5 (17,6-25 cm) olarak düzenleme yapılmalı**

**\*\*\*Kenar boşlukları :Üst:2 alt:2 sol:2 sağ:1,5 cilt payı:0**

## **S A B L O N M A K A L E**

**Thiacloprid ve D-Tubokurarin'in *Rana ridibunda* Gastrokinemius Kası Üzerine Toksik Etkileri III: Oksidatif Potansiyel\* (11 punto)**

**(1 satır boşluk)**

**İsim SOYİSİM<sup>1\*\*</sup>, İsim SOYİSİM<sup>1</sup>, İsim SOYİSİM<sup>2</sup> (10 punto)**

**(1 satır boşluk)**

<sup>1</sup>Mersin Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Mersin (10 punto)

<sup>2</sup>Mersin Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, Mersin (10 punto)

**(1 satır boşluk)**

**\*\*Sorumlu Yazar: ycamlica@yahoo.com (10 punto)**

Basılı ISSN: 1300 – 4891 E.Dergi ISSN: 1308 - 7517

---

**Özet (9 punto – sonrasında 6nk aralık)**

**0,5**Bu çalışmada neonicotinoid bir insektisit olan thiacloprid ve antagonisti d-tubokurarin'in kurbağa gastrokinemius kasında, tiyobarbitürik asit reaktif madde düzeyleri ve katalaz enzim aktivitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Deneylerde 35 adet kurbağa kas preparatı kullanılmıştır. (9 punto)

**Anahtar kelimeler:** Thiacloprid, d-tubokurarin, kurbağa, , oksidatif stres. (9 punto öncesinde 6nk aralık)

**(1 satır boşluk)**

**Toxic Effects of Thiacloprid and D-Tubocurarine on *Rana ridibunda* Gastrocnemius Muscle III: Oxidative Potential (9 punto)**

**(1 satır boşluk)**

**Abstract (9 punto – sonrasında 6nk aralık)**

In this study, the effects of neonicotinoid insecticide thiacloprid and its antagonist d-tubocurarine on the amount of thiobarbituric acid reactive substances and their effects on catalase enzyme activity was investigated in frog gastrocnemius muscle. In the experiments 35 frog muscle preparations were used. The isolated gastrocnemius muscle was subjected to four different concentrations of thiacloprid (250, 25, 2.5 ve 0.25 mg L<sup>-1</sup>) for 120 minutes.

**Keywords:** Thiacloprid, d-tubocurarine, frog, oxidative stress. (9 punto öncesinde ve sonrasında 6nk aralık)

**\*Bu çalışma, yüksek lisans tezinden özetlenmiştir. (veya varsa proje desteği yazılmalı) (9 punto)**

**(1 satır boşluk)**

**GİRİŞ / INTRODUCTION(11 punto sonrasında 6nk aralık)**

**0,5**Neonikotinoidler, insektisitlerin son 30 yılda geliştirilen en yeni sınıfı olup homopterler, hemipterler ve siphonapterler gibi tarım zararlılarına ve evcil hayvanların dış parazitlerine karşı mücadelede önem kazanarak (Tomizawa ve Casida, 2005) organofosforlu, organoklorlu ve piretroid bileşiklerin yerini almaya başlamıştır (Kocaman ve Topaktaş, 2007).

**(1 satır boşluk)**

**MATERYAL ve YÖNTEM / MATERIAL and METHODS(11 pt sonra 6nk aralık)**

**Kimyasallar (11 punto sonrasında 6nk aralık)**

Deneylerde kimyasal olarak, potasyum dihidrojen fosfat (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>), disodyum hidrojen fosfat (Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>), hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), sodyum dodesil sülfat (SDS), asetik asit, tiyobarbitürik asit (TBA).

**Biyokimyasal Analizler (11 punto öncesinde ve sonrasında 6nk aralık)**

İzole edilen gastrokinemius kasları, 120 dakika boyunca 250, 25, 2,5 ve 0,25 mg/L thiacloprid çözeltilerinde, 2,5 mg/L thiacloprid ile 80 mg/L d-tubokurarin karışımında ve

0,25 mg/L thiacloprid ile 8 mg/L d-tubokurarin karışımında ayrı ayrı bekletilmiştir. Kontrol grubundaki kas dokuları ise, 120 dakika süresince Ringer çözeltisinde

### **BULGULAR / RESULTS (11 punto sonrasında 6nk aralık)**

#### **Thiacloprid ve D-Tubokurarin'in CAT Enzim Aktivitesi...(11 punto sonrasında 6nk)**

Thiacloprid ve d-tubokurarin'in CAT enzim aktivitesi üzerine etkileri Şekil 1'de gösterilmiştir. Thiacloprid'in uygulandığı bütün gruplarda, kontrol grubuna göre, konsantrasyona bağlı olarak CAT enzim aktivitesinde azalma meydana gelmiştir.....

**(1 satır boşluk)**

#### **TARTIŞMA ve SONUÇ / DISCUSSION (11 punto sonrasında 6nk aralık)**

Bu çalışmada, thiacloprid ve thiacloprid ile d-tubokurarin kombinasyonuna maruz bırakılan kurbağa gastrokinemius kaslarında meydana gelebilecek oksidatif hasar biyokimyasal yöntemler kullanılarak incelenmiştir. Yapılan araştırmalar sonucunda, 250 ve 25 mg/L gibi yüksek konsantrasyonlarda

**Tablo sayfaya ortalı yerleştirilmeli. Tablo içi yazılar max 10punto ayarlanmalı**

**Tablo 5. / Table 5.** Çalışma kapsamında örneklenen *L.vulgaris*, *S. officinalis* ve *P. semisulcatus* türlerinin günlük ..... **(10 punto sonrasında 6nk aralık, tablonun sol tarafına hizalı,)**

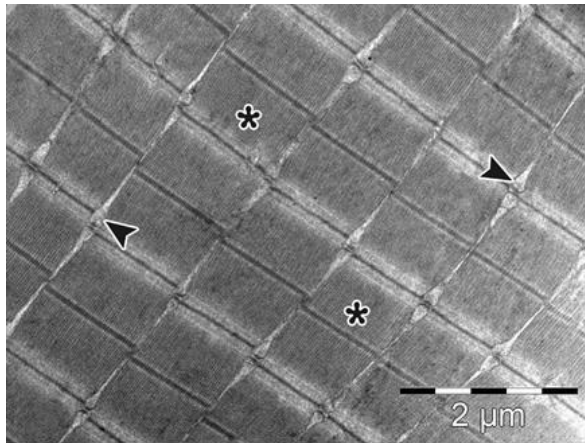
Metal	THMA <sup>a</sup>	THMA <sup>b</sup>	TGMA <sup>c</sup>	<i>L.vulgaris</i> HMA <sup>d</sup> (GMA <sup>e</sup> )	<i>S. officinalis</i> HMA <sup>d</sup> (GMA <sup>e</sup> )	<i>P.semisulcatus</i> HMA <sup>d</sup> (GMA <sup>e</sup> )
Cr <sup>+3</sup>	10500 <sup>x</sup>	735000	105000	163,8 (23,4) <sup>w</sup>	93,8 (13,4) <sup>z</sup>	*TE
Cr <sup>+6</sup>	21 <sup>x</sup>	1470	210	163,8 (23,4) <sup>w</sup>	93,8 (13,4) <sup>z</sup>	*TE
Mn	980 <sup>x</sup>	68600	9800	61,6 (8,8)	61,6 (8,8)	58,8 (8,4)
Ni	140 <sup>x</sup>	9800	1400	19,6 (2,8)	26,6 (3,8)	25,2 (3,6)
As <sup>y</sup>	2,1 <sup>x</sup>	147	21	26,6 (3,8) <sup>z</sup>	139,01 (19,85) <sup>z</sup>	31,36 (4,48) <sup>z</sup>
Sn	14000	980000	140000	19,6 (2,8)	23,8 (3,4)	64,4 (9,2)

<sup>a</sup> Tolare edilebilir haftalık metal alımı (THMA) (µg/hafta/kg vücut ağırlığı).

<sup>b</sup> 70 kg'lık bir insan için THMA (µg/hafta/70 kg vücut ağırlığı).

<sup>c</sup>70 kg'lık bir insan için kabul edilen.... **(Alt bilgi yazıları 8 punto, tablonun sol tarafına hizalı)**

#### **Şekil ve şekil yazısı sayfaya ortalı yerleştirilmeli**



**Şekil 1. / Figure 1.** Kontrol grubu. Bütünüyle normal görünümüne sahip....**(10 punto, öncesinde 6nk aralık-makale devamı için 1 satır boşluk)**

**İkinci örnek tablo**  
**Kısaltmalar haricinde sadece ilk harf büyük olmalı**

**Tablo 1. / Table 1.** Farklı oranlarda kekik uçucu yağı ile beslenen yavru ve juvenil gökkuşağı alabalıklarında biyometrik parametreler (X±SD)\*

	<b>Deneme grupları (mg/kg)</b>			
	<b>Kontrol</b>	<b>0,25</b>	<b>1,5</b>	<b>3,0</b>
<b>Yavru alabalıkların büyüme ilişkin verileri</b>				
<b>Deneme başlangıç ağırlığı (g)</b>	0,41±0,10	0,39±0,13	0,40±0,12	0,36±0,08
<b>Deneme sonu ağırlığı (g)</b>	2,00±0,56 <sup>b</sup>	2,10±0,57 <sup>a</sup>	2,23±0,65 <sup>a</sup>	2,01±0,46 <sup>ab</sup>
<b>Canlı ağırlık artışı (g) (CAA) <sup>a</sup></b>	1,59±0,54 <sup>b</sup>	1,70±0,62 <sup>ab</sup>	1,83±0,63 <sup>a</sup>	1,64±0,46 <sup>ab</sup>
<b>Spesifik büyüme oranı (SBO)<sup>b</sup></b>	1,75±0,05	1,87±0,20	1,91±0,06	1,90±0,03
<b>Yem dönüşüm oranı (FCR) <sup>c</sup></b>	0,95±0,05	0,89±0,11	0,82±0,05	0,91±0,04
<b>Yaşama oranı (%) (YO) <sup>d</sup></b>	78,57±15,72	81,90±4,59	75,71±7,96	79,52±7,87
<b>Juvenil alabalıkların büyüme ilişkin verileri</b>				
<b>Deneme başlangıç ağırlığı (g)</b>	27,66±3,98	27,91±4,08	27,86±3,52	28,05±3,70
<b>Deneme sonu ağırlığı (g)</b>	75,98±15,87 <sup>c</sup>	79,36±9,83 <sup>b</sup>	90,73±12,19 <sup>a</sup>	90,72±12,68 <sup>a</sup>
<b>Canlı ağırlık artışı (g) (CAA)</b>	48,31±2,18 <sup>b</sup>	51,45±1,45 <sup>b</sup>	62,68±2,57 <sup>a</sup>	62,91±1,38 <sup>a</sup>
<b>Spesifik büyüme oranı (SBO)</b>	4,30±0,05 <sup>b</sup>	4,37±0,03 <sup>b</sup>	4,59±0,02 <sup>a</sup>	4,59±0,09 <sup>a</sup>
<b>Yem dönüşüm oranı (FCR)</b>	1,38±0,03 <sup>ab</sup>	1,31±0,05 <sup>a</sup>	1,14±0,10 <sup>c</sup>	1,11±0,04 <sup>c</sup>
<b>Yaşama oranı (%) (YO)</b>	96,66±0,82 <sup>b</sup>	98,09±0,82 <sup>a</sup>	99,04±0,82 <sup>a</sup>	99,52±0,82 <sup>ab</sup>

\* Aynı satırdaki farklı harfler istatistiki açıdan önemlidir (p<0,05)

**a** Canlı ağırlık artışı (CAA) = Den. Sonu Ort. Ağı. - Den. Baş. Ort. Ağır.

**b** Spesifik büyüme oranı (SBO) = 100x [(Ln Son Ağır. - Ln Baş. Ağır) / gün sayısı]

**c** Yem dönüşüm oranı (FCR) = Top. Tüket. Yem Mik. (g) / Topl. kazan. Canlı Ağır.

**d** Yaşama oranı (YO) = (Deneme sonu tankta kalan balık sayısı / Deneme başı balık sayısı) X 100

**(1 satır boşluk)**

.....Bu sonuçlar, günümüzde yaygın olarak kullanılan insektisitlerin, hedef olmayan organizmalar üzerine, çevresel toksik etkilerinin moleküler mekanizmasının anlaşılmasına katkı sağlamaktadır.....

**(1 satır boşluk)**

**KAYNAKLAR / REFERENCES (10 punto sonrasında 6nk aralık)**

- Aruoma, O. I. (1998). Free radicals, oxidative stress, and antioxidants in human health and disease. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 75(2), 199-212.
- Aydin, B. (2011). Effects of thiacloprid, deltamethrin and their combination on oxidative stress in lymphoid organs, polymorphonuclear leukocytes and plasma of rats. *Pesticide biochemistry and physiology*, 100(2), 165-171.

Banerjee, B. D., Seth, V., Bhattacharya, A., Pasha, S. T., & Chakraborty, A. K. (1999). Biochemical effects of some pesticides on lipid peroxidation and free-radical scavengers. *Toxicology letters*, 107(1), 33-47(10 punto Girinti ayarı “Asılı, 1cm”)

**Kaynak Gösterme** : APA standardı kullanılmalı.

[https://www.adelaide.edu.au/writingcentre/referencing\\_guides/APA\\_styleGuide.pdf](https://www.adelaide.edu.au/writingcentre/referencing_guides/APA_styleGuide.pdf)

(Ulaşılan pdf dosya sonunda yardımcı site adresleri vardır)

Google akademik sonuçları için aşağıdaki kısa yol kullanılabilir.

Metin içi kaynak gösterimi (atıf, gönderme) yaparken; kısaltmalarda Türkçe makaleler için “ve” “vd.” – İngilizce makaleler için “and” “et al.” kullanılmalı. Birden çok kaynağa tek seferde atıf yapılacaksa kronolojik sıralama yapılmalıdır, aynı yıla ait çalışmalar için alfabetik sıralama yapılmalıdır

Metin içi kaynak gösterimi Örnekleri: (Shalaby vd., 2006; Goda, 2008; Nya ve Austin 2009)  
Shalaby vd. (2006)’ya göre  
Goda (2008)’ya göre  
Nya ve Austin (2009)’e göre

## **DİĞER AÇIKLAMALAR**

**Adres yazımı** :Üniversite(kurum) – Fakülte – Bölüm – İl (Büyük iller veya merkez dışında ise ilçe ve yabancı yayınlarda ülke de yazılmalı)

**Yazı stili** :Tüm makalede Times New Roman yazı stili kullanılmalı. İlk sayfa, tablo ve şekil yazıları biçim olarak örnek makalede belirtilmiştir. Bunların dışında tüm makale 11punto – iki yana yaslı – satır aralığı tek – satır öncesi/sonrası aralık 0 – paragraf başlangıcı ilk satır 0,5cm olarak ayarlanmalıdır.

**Ondalık gösterim** :Türkçe makalelerde “,(virgül)” İngilizce makalelerde “.(nokta)” olmalı.

**Anahtar kelimeler** :En az üç, en çok beş kelime içermeli



Normal Aralık Yok Başlık 1 Başlık 2 Konu Başlı... Al

Paragraf Stiller

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

Paragraf

Girintiler ve Aralıklar Satır ve Sayfa Sonu

Genel

Hizalama: İki Yana Yasla

Anahat düzeyi: Gövde Metni  Varsayılan olarak daraltılmış

Girinti

Sol: 0 cm

Şağ: 0 cm

Özel: İlk satır (yok) İlk satır Asılı

Değer: 0,5 cm

Karşılıklı girintiler

Aralık

Önce: 0 nk

Sonra: 0 nk

Satır aralığı: Tek

Değer:

Aynı stildeki paragrafların arasına boşluk ekleme

Önizleme

Öncüli ParagrafÖncüli ParagrafÖncüli ParagrafÖncüli ParagrafÖncüli ParagrafÖncüli ParagrafÖncüli ParagrafÖncüli Paragraf

Örnek Metin Örnek Metin Örnek Metin Örnek Metin Örnek Metin Örnek Metin Örnek Metin Örnek Metin Örnek Metin Örnek Metin Örnek Metin Örnek Metin Örnek Metin

Sonrakı ParagrafSonrakı ParagrafSonrakı ParagrafSonrakı ParagrafSonrakı ParagrafSonrakı ParagrafSonrakı ParagrafSonrakı Paragraf

Sekmeleğ... Varsayılan Olarak Ayarla Tamam İptal

# SDU-JEFF

(Süleyman Demirel University Journal of Eğirdir Fisheries Faculty)

## Copyright Release Form

Manuscript Submit Date: ...../...../.....

Manuscript Title : .....

The author(s) warrant(s) that;

- The manuscript is original and is not being forwarded for publish and assessment to publication elsewhere after sending *SDU-JEFF (Süleyman Demirel University Journal of Eğirdir Fisheries Faculty)*
- The publishing, printing and distribution of the article is belong to the legal entity under name *SDU-JEFF*.
- The written and visual materials such as the text, tables, figures and graphics etc. of the manuscript don't contain any copyright infringement, and the all legal permissions for them have been taken by the author(s).
- The all scientific, ethic and legal responsibility of the article is belong to author(s).

Notwithstanding the above, the Contributor(s) or, if applicable the Contributor's Employer, retain(s) all proprietary rights other than copyright, such as

- ✓ The patent rights,
- ✓ The using rights of the all authors will be published in book or other work without paying fees,
- ✓ The rights to reproduce the article for their own purposes provided are not sell under the seal of secrecy of distribution rights, and in accordance with the following conditions has been accepted by us.

Full Name, Address of Corresponding Author: .....

E-Mail : ..... Signature : .....

Full Name	Address	Signature

Süleyman Demirel University, Eğirdir Fisheries Faculty  
East Campus, Isparta-Turkey

Phone: (+90) 246 2118676 e-mail: [jeff@sdu.edu.tr](mailto:jeff@sdu.edu.tr) web: <http://dergipark.gov.tr/egirdir>