

J Aquacult Eng Fish Res

Vol. 1 Issue 3 2015

E-ISSN 2149-0236

**Journal of
Aquaculture Engineering
and
Fisheries Research**



**ScientificWebJournals
(SWJ)**

Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research

E- ISSN 2149-0236

Journal abbreviation: **J Aquacult Eng Fish Res**

© 2015 ScientificWebJournals (SWJ)
All rights reserved/Bütün hakları saklıdır.

is published in one volume of four issues per year by

www.ScientificWebJournals.com

Contact e-mail: jaefr@scientificwebjournals.com and ozkanozden@scientificwebjournals.com

Aims and Scope

“**Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research**” publishes peer-reviewed articles that cover all aspects of Aquaculture and Fisheries research in the form of review articles, original articles, and short communications. Peer-reviewed (**with two blind reviewers**) open access journal published quarterly articles in **English or Turkish** language.

General topics for publication include, but are not limited to the following fields:

Aquaculture Science/Aquaculture Diseases/Feeds/Genetics/

Ecological Interactions/Sustainable Systems/Fisheries Development

Fisheries Science/Fishery Hydrography

Aquatic Ecosystem/Fisheries Managment

Fishery Biology/Wild Fisheries/Ocean Fisheries

Biology/Taxonomy

Stock Identification/Functional Morphology

Freshwater, Brackish and Marine Environment

Chief editor:

Prof. Dr. Özkan ÖZDEN

Istanbul University, Faculty of Fisheries, Turkey

Vice editors:

Asist. Prof. Dr. Ferhat ÇAĞILTAY

Istanbul University, Faculty of Fisheries, Turkey

Dr. Deniz Devrim TOSUN

Istanbul University, Faculty of Fisheries, Turkey

Cover photo:

Prof. Dr. Özkan ÖZDEN

Istanbul University, Faculty of Fisheries, Turkey

Editorial board:

Prof. Dr. Mamcarz ANDRZEJ

University of Warmia & Mazury, Faculty of Environmental Sciences, Poland

Prof. Dr. Bela H. BUCK

Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Germany

Prof. Dr. Nihar Ranjan CHATTOPADHYAY

West Bengal University of Animal & Fishery Sciences, Faculty of Fishery Sciences, India

Prof. Dr. Frerk FELDHUSEN

Landesamt für Landwirtschaft, Lebensmittelsicherheit und Fischerei Rostock, Germany

Prof. Dr. Mohd Salleh Bin KAMARUDIN

University of Putra, Faculty of Agriculture, Department of Aquaculture, Malaysia

Prof. Dr. Masashi MAITA

Tokyo University of Marine Science & Technology, Applied Biosciences, Japan

Prof. Dr. Saleem MUSTAFA

University of Malaysia Sabah, Borneo Marine Research Institute, Malaysia

Prof. Dr. Predrag SIMONOVIĆ

University of Belgrade, Faculty of Biology, Institute of Zoology, Serbia

Prof. Dr. Yordan STAYKOV

University of Trakia, Agricultural Faculty, Bulgaria

Prof. Dr. Davut TURAN

Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Fisheries, Turkey

Assoc.Prof.Dr. Yıldız BOLAT

University of Süleyman Demirel, Eğirdir Fisheries Faculty, Turkey

Assoc. Prof. Dr. Lyudmila NIKOLOVA

Agricultural University – Plovdiv, Faculty of Agronomy, Department of Animal Sciences, Bulgaria

Assoc. Prof. Dr. Ertan Emek ONUK

University of Ondokuz Mayıs, Faculty of Veterinary Medicine, Turkey

Assoc. Prof. Dr. Cui ZHENGGUO

Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, China

Assist. Prof. Dr. Ioannis S. BOZIARIS

University of Thessaly, School of Agricultural Sciences, Department of Ichthyology and Aquatic Environment, Greece

Dr. Yannis P. KOTZAMANIS

Hellenic Centre for Marine Research, Institute of Marine Biology, Biotechnology and Aquaculture, Greece

Dr. Ricardas Paskauskas

Institute of Botany, Nature Research Centre, Lithuania

Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research

E- ISSN 2149-0236

Journal abbreviation: **J Aquacult Eng Fish Res**

© 2015 ScientificWebJournals (SWJ)
All rights reserved/Bütün hakları saklıdır.

Vol. 1 Issue 3 Page 104-143 (2015)

Table of Contents/İçerik

- 1. DENİZ ÇÖPLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ ÜZERİNE DENİZ STRATEJİSİ ÇERÇEVE DİREKTİFİ VE KARADENİZ'DEKİ MEVCUT DURUM**
(Evaluation of Marine Litter on the Marine Strategy Framework Directive and Current Status in the Black Sea)
Ayşah Vişne, Levent Bat
pp. 104-115
DOI: 10.3153/JAEFR15011
- 2. ABUNDANCE OF NARROW-CLAWED CRAYFISHES (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) AND ITS TRENDS IN LAKE SEVAN, ARMENIA**
Karen Aghababyan, Gurgen Khanamirian, Evelina Ghukasyan, Norik Badalyan
pp. 116-124
DOI: 10.3153/JAEFR15012
- 3. BİNGÖL YÜZEN ADALAR'IN KIŞ DÖNEMİ ZOOPLANKTON FAUNASI**
(Zooplankton Fauna of Bingöl Floating Islands in Winter Season)
Nurgül Şen Özdemir, Fatma Caf
pp. 125-132
DOI: 10.3153/JAEFR15013
- 4. DETERMINATION OF SOME HAEMATOLOGICAL AND NON-SPECIFIC IMMUNE PARAMETERS IN NILE TILAPIA (*Oreochromis niloticus* L., 1758) FED WITH SPIRULINA (*Spirulina platensis*) ADDED DIETS**
Aysel Şahan, Oğuz Taşbozan, Fatmagün Aydın, Sevkan Özütok, Celal Erbaş, Selçuk Duman, Leyla Uslu, Filiz Özcan
pp. 133-139
DOI: 10.3153/JAEFR15014

5. A NEW MAXIMUM LENGTH FOR THE PARROTFISH, *Sparisoma cretense* (Linnaeus, 1758) IN THE MEDITERRANEAN SEA

Halit Filiz, Nail Sevingel

pp. 140-143

DOI: 10.3153/JAEFR15015

DENİZ ÇÖPLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ ÜZERİNE DENİZ STRATEJİSİ ÇERÇEVE DİREKTİFİ VE KARADENİZ'DEKİ MEVCUT DURUM

Ayşah VİŞNE, Levent BAT

Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Temel Bilimler Bölümü, Sinop Türkiye

Received: 13.01.2015

Accepted: 16.03.2015

Published online: 27.03.2015

Corresponding author:

Levent BAT, Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi
Temel Bilimler Bölümü 57000 Sinop Türkiye

E-mail: leventbat@gmail.com

Öz:

Deniz çöpleri kıyısız veya deniz ortamına boşaltılmış, atılmış veya bırakılmış herhangi kalıcı, üretilmiş veya işlenmiş katı materyaller olup, birçok deniz kökenli ve kara kökenli kaynaktan orijin alır. Geniş bir spekt-rumda çevresel, ekonomik, güvenlik, sağlık ve kültü-rel etkilere neden olan deniz çöpleri, başlıca plastikler, tahtalar, metaller, cam, lastik, giysi, kağıt, vs. 'den oluşmaktadır. Avrupa Birliği tarafından 2008 yılında yayınlanan Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi (2008/56/EC) (DSÇD), 2020 yılına kadar Üye Devlet-lerin "İyi Çevre Durumu" (İÇD) sağlamaları veya sür-dürmeleri için gerekli önlemleri içermektedir. DSÇD Ek 1'de belirlenen on bir niteleyici 'tanımlayıcı' doğ-rultusunda deniz bölgesi veya alt bölgesi düzeyinde İÇD belirlenmektedir ve bulunan 11 tanımlayıcıdan Tanımlayıcı 10 deniz katı atıkları ile ilgilidir. Karade-niz, Bulgaristan ve Romanya'nın Avrupa Birliği (AB) ülkeleri arasına katılması ile birlikte Avrupa için önemli bir hale gelmiştir. Ülkemiz ve tüm Karadeniz Bölgesi'nde deniz çöpleri konusunda yapılmış çalışma az sayıdadır. Bu nedenle mevcut durum hakkında ye-terli bilgi olmamakla birlikte oluşturduğu ekolojik, ekonomik ve sosyal zararlar göz önüne alındığında araştırılması gereken önemli bir konu olduğu düşü-nülmektedir. Bu kapsamda yapılan bu derleme ile DSÇD altında deniz çöpleri ve Karadeniz Bölge-si'ndeki durum irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Deniz çöpleri, Deniz Strateji Çerçeve Direktifi, Tanımlayıcı 10, Karadeniz

Abstract:

Evaluation of Marine Litter on the Marine Strategy Framework Directive and Current Status in the Black Sea

Marine litter can be defined as any persistent, manu-factured or processed solid material disposed of or abandoned in the marine and coastal environment and originate from many land based and sea based sources. Marine litter that cause a wide spectrum environmen-tal, economic, safety, health and cultural impacts, is mainly composed of plastics, wood, metals, glass, rubber, clothing, paper, etc. Marine Strategy Fra-mework Directive (2008/56/EC) (MSFD) published by European Union (EU) in 2008, includes necessary measures to provide or maintain "Good Environmental Status" (GES) of the Member States up to 2020. In Annex I to Directive 2008/56/EC is determined GES according to 11 qualitative 'descriptors' for marine re-gions and sub-regions and Descriptor 10 is related to marine litter. Black Sea has become important for Eu-ropean with the participation of Bulgaria and Romania to the EU. The number of studies on marine litter is scarcely any in Turkey and entire the Black Sea re-gion. Although not enough information about the cur-rent situation when environmental, economic and visu-ally negative effects are considered, this study topic is thought to be an important subject to be investigated. In this context, with this review marine litter under MSFD and current situation in the Black Sea was examined.

Keywords: Marine litter, Marine Strategy Framework Directive, Descriptor 10, Black Sea

Giriş

Deniz çöpleri kıyısız veya deniz ortamına boşaltılmış, atılmış veya bırakılmış herhangi kalıcı, üretilmiş veya işlenmiş katı materyallerdir (UNEP 2005; Galgani ve diğ., 2010). İnsanlar tarafından yapılan veya kullanılan, denize kasıtlı olarak atılan veya kazara kaybedilen, nehirlere, drenaj-kanalizasyon sistemlerinden veya rüzgarlar ile taşınan, sahillerdeki ve deniz ortamlarındaki katı atıklardır. Diğer bir deyişle birçok deniz ve kara kökenli kaynaktan kaynak olarak geniş bir spektrumda çevresel, ekonomik, güvenlik, sağlık ve kültürel etkilere neden olan deniz çöpleri (Laist, 1987), başlıca plastikler, tahtalar, metaller, cam, lastik, giysi, kağıt, vs. 'den oluşmaktadır (Corcoran ve diğ., 2009).

Deniz ya da okyanus kökenli deniz çöprü kaynaklarının çoğunluğu ticaret gemilerinden, feribotlardan ve yolcu gemilerinden, balıkçılık gemilerinden, askeri filolar ve araştırma gemileri, gezi tekneleri, açık deniz petrol ve gaz platformları, sondaj kuyuları ve yetiştiricilik tesislerinden gelir. Kara kökenli deniz çöpleri ise sahiller, iskeleler, limanlar, marinalar, rıhtım ve nehir kenarlarını içeren kıyı ve iç kaynaklı bölgelerden kaynaklanır. Deniz çöplerinin dağılımı ve depolanması okyanus akıntıları, gelgit döngüleri, rüzgar ve deniz tabanı topografyasını içeren bölgesel ölçekli topografya tarafından oldukça etkilenir (UNEP, 2009). Dünyanın tüm sularında bölgesel miktarları, kaynakları ve etkileri değişmekle birlikte deniz çöplerine rastlanmaktadır. Deniz çöpleri tüm dünya okyanuslarını etkileyen her yana yayılmış, kıyısız ve denizel ekosistemlerde kalıcı bir kirlilik problemi haline gelmektedir (Allosp ve diğ., 2006).

Avrupa Parlamentosunu Deniz Çevresi Politikaları alanında yayımladığı Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi (2008/56/EC) (DSÇD), AB denizlerinde Üye Devletlerin en geç 2020 yılına kadar "İyi Çevre Durumu" (İÇD) sağlamaları veya sürdürmeleri için gerekli önlemleri almaları için bir çerçeve oluşturmaktadır. Madde 3(5)'te "İÇD" şöyle tanımlanmaktadır: "Deniz sularının kendi iç koşullarında temiz, sağlıklı ve verimli ve ekolojik açıdan çeşitli ve dinamik okyanuslar ve denizler sağladığı ve deniz çevresi kullanımının sürdürülebilir bir düzeyde olduğu ve böylece mevcut ve gelecek nesillerin kullanımı ve etkinlikleri için potansiyelini koruduğu çevre durumudur".

Bu kategorilerde zararın kabul edilen seviyelerin ve iyi çevre durumunun tanımı, deniz ortamının

(deniz dibi, deniz yüzeyi, su kolonu, kıyı şeridi) farklı bölümlerinde çöp miktarları, çöplerin sosyal ve ekonomik durumların yanı sıra ekolojik etkileri (örneğin, denizel canlılar tarafından sindirilen plastikler, dolanma oranları) ve çöplerin (mikro-partiküller) parçalanması ile ilişkili sorunlar değerlendirilerek etkileri dikkate alınmalıdır. Bu nedenle, 2020 yılına kadar deniz çevresinde çöp miktarında ölçülebilir ve dikkate değer bir azalış sağlamak, İÇD hedeflerine ulaşmayı ve bu durumun korunması amaçlanmaktadır.

DSÇD uygulamasında yapılması gereken çalışmanın temel yönlerinden biri, EK-1'de verilen 11 niteliksel İyi Çevre Durumu tanımlayıcıları için ölçütler ve metodolojik standartlar geliştirmektir (Madde 9(3)) (Tablo 1).

Tablo 1. Niteliksel iyi çevre durumu tanımlayıcıları (2008/56/EC)

Table 1. Qualitative descriptors for determining good environmental status (2008/56/EC)

T 1	Biyoçeşitlilik
T 2	Yabancı türler
T 3	Balıkçılık
T 4	Besin zincirleri
T 5	Ötrofikasyon
T 6	Deniz tabanı bütünlüğü
T 7	Hidrografik şartlar
T 8	Kirleticiler
T 9	Deniz ürünlerindeki kirleticiler
T 10	Deniz katı atıkları
T 11	Enerji ve gürültü girişi

Avrupa Birliği sularının çevresel durumunun değerlendirilmesi için Üye Devletler deniz suları için aşamalı stratejiler hazırlayarak bu hedefi gerçekleştirmeye çalışırlar. İÇD tanımlayıcılarından Tanımlayıcı 10 deniz çöpleri ile ilgilidir.

Tanımlayıcı 10. Denizel katı atıklarının (çöplerinin) özellikleri ve miktarları kıyısız ve denizel çevreye zarar vermez (2010/477/EU).

Tanımlayıcı 10.1 Denizel ve kıyısız çevrede çöplerin özellikleri

- Sahile atılan ve/veya sahillerde biriken çöp miktarında kompozisyonu, dağılımı ve mümkünse kaynak analizlerini içeren eğitimler (10.1.1)
- Su kolonunda (yüzeyde yüzen dahil) ve deniz tabanında (dibinde) biriken çöp miktarında kompozisyonu, dağılımı ve müm-

Journal abbreviation: **J Aquacult Eng Fish Res**

künse kaynak analizlerini içeren eğilimler (10.1.2)

- Mikro-partiküllerin (özellikle mikroplastiklerin) miktarında, dağılımında ve mümkünse kompozisyonundaki eğilimler (10.1.3)

Tanımlayıcı 10.2 Su altı yaşamında çöplerin etkileri

- Deniz canlıları tarafından mideye alınan çöp miktarında (örneğin mide analizleri) ve kompozisyonundaki eğilimler (10.2.1)

Deniz Çöpleri

İnsanlar ve insan aktiviteleri kasıtlı veya kazara birçok deniz çöpünün kaynağıdır. Deniz çöpleri karada oluşan (kara kökenli kaynaklar) ve denizel ortamda oluşan (deniz kökenli kaynaklar) iki kaynaktan orijin alır (NOAA, 2008).

Deniz çöpleri çevresel, ekonomik, sağlık ve görsel açıdan problemdir. Bağlanma ve tüketim doğal hayat için deniz çöplerinin neden olduğu doğrudan zararın başlıca biçimleridir, diğer tehditler ise deniz tabanında boğulma ve mekanik aşınmayla bentik komünitelerde bozulmayı içerir. Deniz çöprü parçaları okyanuslar arasında istilacı türleri de taşıyabilir. Balıkçılığa, balıkçılık teknelerine ve ağlarına zarar, enerji santralleri ve deniz suyu arıtma tesislerini engelleyerek ve soğutma suyu girişlerine zarar, sahillerin kirlenmesi (temizleme ve uzaklaştırma işlemleri gerekmesi, halk sağlığı nedeniyle plajların kapanması), ticari liman ve marinaların kirlenmesi de (temizleme ve kaldırma işlemleriyle sonuçlanan) deniz çöplerinin verdiği ekonomik zarara atfedilebilir. Dalgıçların batık çöplerle karşılaşmasıyla oluşan kazaların yanı sıra medikal atık içeren sular ve sahillerdeki medikal çöpler (fiziksel yaralanma, hastalıklar) insan sağlığına zarar verir (UNEP 2009).

Her yıl okyanuslara giren toplam deniz çöprü miktarının dünya genelinde yaklaşık 6,4 milyon ton olduğu, her gün yaklaşık 8 milyon adet deniz çöpünün okyanus ve denizlere girdiği ve okyanus yüzeyinin her kilometrekaresinde 13.000 adet plastik çöpün yüzdüğü tahmin edilmektedir (UNEP, 2005)

Deniz çöpleri tüm dünya okyanuslarını etkileyen her yana yayılmış bir kirlilik problemi haline gelmiştir. Plastik ve sentetik materyaller deniz çöplerinin en yaygın tipidir ve deniz ortamının plastik çöplerle kirlenme derecesi oldukça yüksektir (Allosp ve diğ., 2006).

Plastik ve diğer sentetik materyallerin kullanımı oldukça hızlı bir şekilde artmaktadır. Bu materyallerin kullanım alanlarının geliştirilip, uygulanıp ve daha çok insana ulaşabilir olmasıyla birlikte deniz çevresine giren plastik çöplerin miktarında artış gözlenmiştir (Laist, 1987). Bu artış son 50 yıldaki üretim seviyesiyle aynı miktarda olmuştur. Fakat 20. yüzyılın son 20 yılındaki depolanma oranını hızlandırmış ve plastikler şu anda dünya etrafındaki kumsallar ve okyanus sularının en yaygın kirleticileri olmuşlardır.

Plastik çöpler bugün deniz organizmaları üzerinde de önemli zararlı etkiye sahiptir. Tüm deniz kuşu türlerinin %44'ünün plastik tükettiği bilinmektedir. Tüm dünya etrafında 267 deniz organizması türünün plastik çöplerden etkilendiği bilinmektedir (Derraik, 2002). Plastik deniz çöplerinin sesil organizmalar tarafından kolonizasyonu yabancı türlerin okyanus ortamında taşınmasını sağlayarak deniz biyolojik çeşitliliğini tehdit edebilir. Plastik çöplerin deniz tabanında toplanması da denizel ekosistemler için potansiyel bir tehlikedir. Bu çöplerin birikimi sedimanı örten su ile gözeneklerdeki su arasındaki gaz alışverişini engelleyerek bentik canlıların rahatsız olmasına ve boğulmasına neden olur (Moore, 2008).

Dünya okyanuslarında var olan plastik çöpler, denizlerde mekanik erozyon ve kimyasal aşınmayla bozunma çok az olduğundan ciddi çevresel sorunlara neden olmaktadır (Corcoran ve diğ., 2009). Bu ürünlerin çok yavaş bozunması ve sürekli artan miktarda çöpün aşamalı fakat dünya kıyıları ve okyanuslarımızdaki miktarının etkileyici bir artışına sebep olmaktadır (Laist, 1987). Kumsallarda birikmesini takiben plastik materyaller UV ışınlarına ve rüzgar, akıntı, dalga ve gel-git olayı tarafından kontrol edilen fiziksel sürece maruz kalırlar (Corcoran ve diğ., 2009) ve mikroplastik olarak adlandırılan daha küçük parçalara (<5 mm) ayrılırlar (Moore 2008).

Yapılan çalışmalarda sahiller, deniz tabanı ve deniz suyunda plastik mikro çöplerin bulunuşu Mathalon ve Hill 2014; Cauwenberge ve diğ. 2013; Collignon ve diğ. 2012; Eriksen ve diğ., 2013 tarafından rapor edilmiştir. Öte yandan zooplanktonik organizmalardan omurgasız canlılara, balıklara, deniz kuşları ve deniz memelilerine kadar birçok denizel türde de plastik mikro çöplerin varlığı tespit edilmiştir (Boerger ve diğ., 2010; Lusher ve diğ., 2013; Codina-García ve diğ., 2013; Di Benedetto ve Ramos, 2014). Besin ağının tabanından süzerek beslenen canlılar tarafından mikroplastik çöplerin tüketildiği (Cole ve

diğ., 2013) ve trofik düzeyde aktarımının olduğu (Setälä ve diğ., 2014; Farrel ve Nelson, 2013) yapılan deneysel çalışmalarda bildirilmiştir. Plastiklerin hidrofobik kirleticileri absorbe ettiği bilindiğinden bozunmaya uğramış plastik taneciklerin ve parçacıkların sindirimi toksisite endişesini artırır. Üretim sırasında plastiklere eklenenlerin yanında plastiklerin doğadan absorbe ettiği bileşiklerde geniş bir araştırma gerektiren karmaşık sorunlardır (Moore, 2008).

İzleme

Çeşitli programlar ve organizasyonlar [Uluslararası Denizcilik Örgütü (International Maritime Organization- IMO), Birleşmiş Milletler Çevre Programı (United Nations Environment Programme-UNEP), Hükümetlerarası Oşinografik Komisyon (Intergovernmental Oceanographic Commission-IOC-UNESCO), Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization-FAO)] ve son zamanlarda AB DSÇD (Avrupa Birliği Deniz Strateji Çerçeve Direktifi- Tanımlayıcı 10) deniz çöplerini çevresel, ekonomik, insan sağlığı ve güvenliği açısından estetik yönden küresel bir tehdit konusu olarak kabul etmektedir (Moncheva ve diğ., 2014).

Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi (2008/56/EC) (DSÇD), AB denizlerinde Üye Devletlerin İyi Çevre Durumunu sağlamaları veya sürdürmeleri için gerekli önlemleri almalarında bir çerçeve oluşturmaktadır. Bu süreçte asıl adım deniz sularının durumunu düzenli olarak değerlendirebilecek izleme programlarının kurulmasıdır. 2010 yılında deniz sularında iyi çevre durumu üzeri kriter ve metodolojik standartlar üzerine komisyon kararını (Commission Decision 2010/477/EU) takiben AB Deniz Yöneticileri, Çevre Genel Müdürlüğünden Tanımlayıcı 10 Deniz Çöplerinin (TSG-ML) daha da gelişmesi için İyi Çevre Durumu (WG GES) Çalışma Grubu altında bir Teknik alt grup (TSG) kurulmasını talep etmişlerdir. Fransız Deniz Araştırma Enstitüsü (IFREMER), Avrupa Komisyonu Ortak Araştırma Merkezi ve Alman Çevre Ajansı başkanlığındaki TSG-ML, Çevre Genel Müdürlüğü (EC DG ENV) tarafından yönetilmektedir. Grup, üye devlet delegeleri ile ilgili kuruluşlardan davetli uzmanlardan oluşmaktadır (Galgani ve diğ., 2013b).

2011 yılından bu yana TSG-ML "Deniz Çöpleri - DSÇD Gereksinimleri Uygulanması İçin Teknik Öneriler" raporu ile farklı çevresel bölgelerde deniz çöplerinin izlenmesi mevcut seçenek ve araçlar ve Avrupa'da var olan izleme programları ya da çalışmalardan elde edilen verilerin derlenmesi

ile tavsiye sağlamaya odaklanmıştır (Galgani ve diğ., 2013b).

2011 yılında yayınlanan raporda deniz çöpleri açısından İÇD değerlendirilmesi için yaklaşımların özeti, belirtilen bölgeler için yapılan örneklemeler, avantajları ve dezavantajları Tablo 2'de verilmiştir (Galgani ve diğ., 2013a).

2013 yılında Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi İyi Çevre Grubu Tarafından yayınlanan Avrupa Denizlerindeki Deniz Çöplerinin İzlenmesi için Kılavuz TSG-ML'nin 2012-2013 yılları arasındaki çalışmalarının çıktısı olan final raporudur. Bu kılavuzun amacı üye devletlere deniz çöpleri konusunda DSÇD Tanımlayıcı 10'nun izlenmesine başlangıç vermek için gereken bilgi ve önerileri içermektedir. Deniz çöplerinin toplanması, rapor edilmesi ve verilerin değerlendirilmesi için,

- Genel yaklaşım ve stratejiler, sahillerde depolanmış çöplerin izlenmesi (*Tanımlayıcı 10.1.1*),
- Su yüzeyindeki çöplerin izlenmesi (*Tanımlayıcı 10.1.2*),
- Deniz tabanında bulunan çöplerin izlenmesi (*Tanımlayıcı 10.1.2*),
- Denizel organizmalar tarafından mideye alınan çöpler ve çöplerin biyota üzerindeki diğer etkilerinin izlenmesi (*Tanımlayıcı 10.2.1*),
- Biyota ve deniz çevresinde bulunan mikro çöplerin izlenmesi (*Tanımlayıcı 10.1.3*)

konusunda kılavuz oluşturmaktadır (Galgani ve diğ., 2013b).

Karadeniz'de Deniz Çöpleri

Dünyadaki sayılı iç denizlerden biri olan Karadeniz, dar bir boğazla yine kendisi gibi bir iç deniz olan Marmara Denizi'ne, oradan da Ege Denizi'ne ve Kerç boğazı ile Azak Denizi'ne açılmaktadır. Bu nedenle doğal dolaşımı çok az olduğundan kendi kendini temizleme yeteneği sınırlı kalmaktadır. Karadeniz'e dökülen Türkiye kıyılarından Sakarya, Kızılırmak, Yeşilırmak, batıdan Tuna, kuzeyden Dinyeper ve Dinyester nehirleri beraberinde milyonlarca ton organik maddeyi ve diğer atıkları havzaya taşımaktadırlar. Karadeniz özellikle son yıllarda kontrolsüz balık avcılığı ve gemi taşımacılığı, mineral işletmeleri, toksik atıkların dökülmesi, kıyı şehirlerinin evsel atıklarının boşaltılması ve nehirler yoluyla gelen kirleticilerle hızla kirlenmektedir.

Tablo 2. Deniz çöpleri açısından İÇD değerlendirilmesi için yaklaşımların özeti (Galgani ve diğ.,2010; Galgani ve diğ. ,2013a)

Table 2. Summary of approaches for assessing GES with regards to marine litter (Galgani et al., 2010; Galgani et al., 2013a)

Bölge	Yaklaşımlar	Olumlu Yönler	Yetersiz ve Olumsuz Yönler
Sahil	Uzunluğu bilinen sahilde çöp öğelerinin miktarının sayımı	Kompozisyonun, miktarların, kaynakların, eğilimlerin, sosyal zararların değerlendirilmesine imkan tanır (görsel, ekonomik)	Sedimandaki çok küçük öğeler ve mikropartiküllerin miktarı belirlenemez. Tüm kıyıları erişilebilir ya da uygun değil
Deniz Yüzeyi	Gemi gözlemcileri	Yerel ölçekte kesin değerlendirme	Hava koşullarına bağlıdır. Geniş ölçekte değildir, küçük çöpler dikkate alınmaz, güçlü zamansal değişiklik
Deniz yüzeyi ve su kolonu	Trol ve su filtrasyonu	Daha küçük çöpleri dikkate alarak, yerel ölçekte kesin değerlendirme	Maliyetler, güçlü zamansal değişiklik
Deniz yüzeyi	Transektler boyunca deniz yüzeyinde yüzen çöp öğelerinin havadan sayımı	Gemicilik ya da balıkçılık aktiviteleri ile mümkün olduğunca büyük alanlarda su yüzeyindeki çöplerin yoğunluğunun belirlenmesi	Küçük öğeleri kapsamaz. Sadece TetraPak boyutu üzerindeki öğelerin sayımı olasıdır
Sığ deniz tabanı	Dalgıçlarla görsel inceleme	Tüm deniz tabanı tiplerinde, tekrarlanabilirlik, görülebilirliği açıklama	Derinlik sınırı (<40 m)
Deniz tabanı, derin deniz çöpleri	Trol	Tekrarlanabilirlik, olası standartlaşma	Sadece trolün mümkün olduğu yerler
Deniz tabanı, derin deniz çöpleri	Batiskaf ve uzaktan kumandalı araçlar	Tüm bölgelere erişilebilir	Sadece küçük bölgeler, maliyetler
Denizel canlılarının dolanma oranı	Sahilde bulunan kuşların dolanma oranları	Var olan incelemelerin parçası olarak yürütülebilir	Standart protokolün geliştirilmesi ve uygulamasına ihtiyaç var
OSPAR Martı Plastik Ekolojik Kalite Amacı (EcoQO)	Sahile vurmuş deniz kuşlarının (Martılar) midelerindeki plastik kütlesi	İşlevsel ve Kuzey denizinde test edildi. OSPAR bölgelerinin çoğunda uygulanabilir	Açık deniz habitatlarındaki deniz yüzeyi çöplerine odaklı; henüz tüm AB bölgelerinde uygulanmıyor: daha çok geliştirilmeye ihtiyaç var
Diğer denizel organizmalar tarafından sindirilme	Kütle halinde plastik bolluğu	MartıEcoQO yaklaşımına imkan dahilinde benzer	Geliştirilmeye ve test edilmeye ihtiyaç var
Kıyı şeritlerindeki mikroplastik	Sediman örneklerinden parçacıkların çıkarılması ve sonrasında FT-IR spektroskopisi kullanılarak tanımlanması	Spesifik polimerlerin pozitif tanımlanması	Analiz zaman alıcı ve tüm mikropartiküllerin tanımlanması olası değildir. Bu özellikle çok küçük parçacıklar (<100 µm) için geçerlidir
Deniz yüzeyindeki mikroplastik	Manta trol (330µm) ve sonrasında FT-IR spektroskopisi kullanılarak tanımlanması	Spesifik polimerlerin pozitif tanımlanması	Analiz zaman alıcı ve tüm mikropartiküllerin tanımlanması olası değildir
Sosyo-ekonomik	Araştırma-tabanlı yöntemlerle doğrudan maliyetlerin değerlendirilmesi	Deniz ve kıyı sektörlerinde ekonomik yükün göstergesini sağlar	Deniz çöprü nedeniyle ekosistem elemanlarının ve servislerinin bozulmasının tam etkisi yansımaz

Karadeniz havzasının toplam nüfusu 160-170 milyonun üzerinde olup tüm bu insanların günlük aktiviteleri bir şekilde Karadeniz'i etkilemektedir. Büyük olasılıkla bu nüfus, katı atık problemlerinden kaynaklanan deniz çöpünün neredeyse tümüne neden olmaktadır (BSC, 2007). Karadeniz'deki gemi trafiği, yapılan yasadışı ve kontrolsüz balık avcılığı, denize takılan, yırtılan, kopan veya genel olarak kaybedilen av araçları da deniz çöpü probleminin bir diğer nedenidir.

Deniz çöpü problemi Karadeniz bölgesindeki halk sağlığı, çevrenin korunması ve gelişimin sürdürülebilirliği gibi başlıca sorunlarla yakından ilgilidir. Ayrıca nüfus, yaban hayatı, abiyotik doğa ve ekonominin bazı kolları üzerinde de olumsuz etkileri vardır (BSC, 2007).

Karadeniz'e kıyısı bulunan tüm ülkeler Karadeniz'in kirliliğe karşı korunmasına yönelik (deniz çöpü sorununun azaltılması ve yönetimiyle ilgili) birçok protokol ve anlaşma imzalamışlardır. Bunlar; a) Karadeniz'in Kirliliğe karşı korunması sözleşmesi (Bükreş Sözleşmesi), b) Denizlerin Gemilerden Kirlenmesini Önleme Uluslararası Sözleşmesi (MARPOL 73/78), c) Tehlikeli Atıkların Sınır Ötesi Taşınımına ve Bertarafına İlişkin Basel Sözleşmesi d) Karadeniz Deniz Ortamının Kara Kökenli Kirlenmelere Karşı Korunması (LBS) Protokolü ve e) Karadeniz Deniz Ortamının Olağanüstü Durumlarda Petrol ve Diğer Zararlı Maddelerin Kirlenmesiyle Mücadele İşbirliğine Ait Protokol antlaşmalarıdır. Ancak Karadeniz'e kıyısı olan tüm ülkelerde bu soruna yönelik yönetim stratejileri ve düzenlemeler yeterli derecede geliştirilememiştir.

Karadeniz'de deniz çöpleri üzerine tam bir rapor Karadeniz Komisyonu (BSC, 2007) tarafından yayınlanmış ve soruna dikkat çekilmiştir (Topçu ve diğ., 2013). Konu hakkında ülkemiz ve komşu ülkelerin Karadeniz kıyılarında yapılan bilimsel çalışmalar oldukça yetersizdir ve yapılan yayınlar son 4 yılda hız kazanmıştır. Yapılan çalışmalar, çalışmanın yapıldığı bölgeye göre gruplandırılmış; (i) *sahil çöpleri* konusunda yapılmış ve ulaşılabilen yayınlar, (ii) *yüzen çöpler* konusunda yapılmış ve ulaşılabilen tek yayın bulunmaktadır ki kullanılan metodoloji gemiden gözleme dayanmaktadır ve (iii) *deniz tabanı* çöpleri konusunda yapılmış ve erişilebilen çalışmalar şeklinde ayrılmaktadır (Şekil 1) ve yapılan çalışmalarda metodolojiler değişkenlik göstermekte olup nispeten deniz tabanındaki çöpler hakkında yapılan çalışmalar daha fazladır (Tablo 3).

Sahil çöpleri hakkında ülkemiz Batı, Doğu ve Güneydoğu Karadeniz sahillerinde yapılan çalışmalar; bölgede denizel kaynaklı katı atıkların oldukça fazla bulunduğunu ve plastik çöplerin en yüksek yüzdeye sahip çöp tipi olduğunu göstermektedir. Yapılan sınıflandırmalarda başlıca çöp tiplerini tanımlanamayan küçük plastik parçalar ile içecek kaynaklı atıklar oluşturmaktadır. Topçu ve Öztürk (2010) tarafından Batı Karadeniz'de yapılan çalışmada toplanan çöplerinin birçoğunun kara kökenli kaynaklardan orijin aldığı bildirilmiş olmasına rağmen tümünün çevre bölgeden orijin almadığını okunabilir çöplerin neredeyse yarısının yabancı olduğu bildirilmiştir. Çalışmada rastlanan yabancı orijinli çöplerin iki ana kaynaktan orijin aldığı, bunların kıyasal akıntılarla komşu ülkelerden gelen karasal çöplerden ve Karadeniz'deki uluslararası gemi trafiğinden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Terzi ve Seyhan (2013) tarafından yapılan ve Doğu Karadeniz sahillerindeki deniz çöplerinin incelendiği çalışmada balıkçılık sezonunda (1 Eylül- 15 Nisan) yüksek oranda balıkçılar tarafından kullanılan köpük kutulara rastlanmıştır bu durumun bu kutuların uygunsuz şekilde elden çıkarılmasından kaynaklandığı ve hafif oldukları için akıntılar ve rüzgarlar vasıtasıyla bir bölgeden diğerine kolayca taşınabildiği sonucuna varılmıştır. Yapılan iki çalışmada da Sonbahar mevsiminde yüksek olarak bulunan çöp yoğunluklarının iklim olaylarına bağlı olduğunu düşünülmektedir.

Yüzen çöplerin durumu hakkında erişilebilen tek bir çalışma bulunmaktadır ve bu çalışmada, Kerç Boğazı'nda (Ukrayna tarafı) deniz memelilerinin araştırıldığı bir çalışma kapsamında gemiden yapılan gözlemlerde Ukrayna sınırları içerisinde su yüzeyindeki plastik çöplerin miktarları tespit edilmiştir (Birkun ve Krivokhizhin, 2006; BSC, 2007'den alınmıştır) ve çalışmanın sonuçları Tablo 3'te verilmiştir.

Deniz tabanı çöpleri konusunda yapılan tüm çalışmalarda plastik en yüksek orana sahip çöp tipi olarak bulunmuştur. İstanbul kıyılarında yapılan çalışmada dalgıçlar kullanılarak temizleme işlemi yapılmış ve çıkan çöpler kategorize edilmiştir (STH, 2005; BSC, 2007'den alınmıştır). Yapılan diğer çalışmaların tümünde trol kullanılarak belirli derinliklerdeki çöp yoğunlukları incelenmiştir (Topçu ve Öztürk, 2010; Anton ve diğ., 2013; Terzi ve Seyhan, 2013;Ioakeimidis ve diğ., 2014).Topçu ve Öztürk (2010) tarafından Batı Karadeniz'de deniz tabanı çöplerinin araştırıldığı çalışmada sonuçlar çöp yoğunluğunun Akdeniz'den daha yüksek olduğunu göstermiştir. Aynı

çalışmada okunabilir durumda olan etiketlerin büyük çoğunluğunun yabancı orijinli olduğu bildirilirken, Romanya kıyılarında deniz tabanı çöplerinin araştırıldığı bir başka çalışmada bulunan terk edilmiş balık ağlarının birçoğunun yasadışı avcılık yapan Türk, Bulgar ve Romen balıkçıların ait olduğu vurgulanmıştır (Anton ve diğ., 2013).

Akdeniz ve Karadeniz’de seçilen istasyonlarda (Saronikos, Patras ve Echinades Körfezleri (Yunanistan); Limassol Körfezi (Güney Kıbrıs); Kösence Koyu (Romanya)] yapılan ve deniz tabanındaki çöplerinin miktar ve kompozisyonunun araştırıldığı çalışmada, DSÇD İÇD TSG-ML (Galgani ve diğ., 2013b) tarafından yayınlanan kılavuzda önerilen yöntemler kullanılmıştır ve elde edilen sonuçlar yine kılavuzda önerilen yöntemler kullanılarak değerlendirilmiştir. Aynı çalışmada elde edilen sonuçlarda da yapılan diğer çalışmalarda olduğu gibi en yüksek yüzdeye sahip çöp tipi plastik olarak bulunmuştur. Mevcut çalışma bölgede yapılan en güncel yayınlardan biri olup kirlilik durumunu göz önüne sermektedir. Ayrıca verilerin değerlendirilmesinde ve toplanmasında DSÇD Deniz çöpü teknik alt grubu (TSG-ML) tarafından geliştirilmiş kılavuzdaki önerilen yöntemler kullanılmıştır (Ioakeimidis ve diğ., 2014).

Avrupa Birliği (AB) Çevre Genel Müdürlüğü (EC DG ENV) tarafından desteklenen “MSFD Guiding Improvements in the Black Sea Integrated Monitoring System (MISIS) (Karadeniz Bütünleşik İzleme Sisteminde DSÇD Rehberliğinde İyileştirmeler)” başlıklı proje kapsamında Temmuz 2013 tarihinde deniz ortak çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, DSÇD’nde belirtildiği şekilde su kolonu ve deniz tabanı habitatlarına, sediman ve biyotada kirleticilere, ötrofikasyon ve deniz katı atıklarına yönelik incelemeler yapılmıştır. Bu ortak seferin sonuçları değerlendirilerek çok detaylı rapor hazırlanmıştır ve bu raporun deniz katı atıklarına yönelik çalışma sonuçları Tablo 3’te verilmiştir. Bu raporun deniz çöpleri bölümündeki amaç, Karadeniz kıyısız ve sahanlık alanlarında deniz tabanı çöplerinin pilot nicel bir değerlendirmesidir ve ROV’un (Remote Operational Vehicle) uygulanabilirliği test edilmiştir. Kuzeybatı Karadeniz’de (Romanya, Bulgaristan ve Türkiye) 3 kesitte 6 poligonda yürütülen bu pilot çalışmada araştırmada deniz tabanı çöplerinin izlenmesinde ve büyük ölçekli değerlendirmede Avrupa Denizlerindeki Deniz Çöplerinin İzlemesi Kılavuz (Galgani ve diğ., 2013b) için uygun metodoloji kullanılmıştır. Deniz çöpleri

alkarna kullanılarak toplanmış ve buna ek olarak kıyısız bölgede (~ 40 m) ROV’un deniz çöplerini ölçmek amacıyla kullanımını test edilmiştir. Bu çalışma sonucunda diğer çalışmalardaki gibi en yüksek rastlanan çöp olarak plastik bulunmuştur ve genelde kıyısız bölgelerde kıta sahanlığından daha fazla çöp bulunduğu (Bulgaristan hariç) ve bunun yanı sıra 3 araştırma bölgesinde de balıkçılık ve turizmle ilişkili aktivitelerin zamansal, özellikle mevsimsel, varyasyonlarla deniz tabanındaki çöplerde büyük oranda katkısı olduğu bildirilmiştir. Bulgaristan’da kıta sahanlığında yüksek oranda çöp bulunmasının sebebinin ise bu özel bölgedeki yoğun balıkçılık ve gemi trafiği ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca çalışma sonucunda elde edilen veriler ışığında eksiklikler bildirilmiş ve önerilerde bulunulmuştur (Moncheva ve diğ., 2014).

Bölgede deniz çöplerinin canlılar üzerindeki etkileri hakkında özel bir araştırma yapılmamış olmasına rağmen hayalet avcılığın deniz memelileri üzerindeki ciddi zararlı etkiye sahip olduğunu birkaç kaynakta bildirilirken, balıkçılıktaki ekonomik kayıp ve çevresel zarardan bahsedilmiştir. Örneğin, 1991 yılında Ukrayna kıyılarında yürütülen bir çalışmada; 194 ölü yunus ve musur (*Phocoena phocoena*), 18424 kalkan (*Psetta maotica*), 143 mersin balığı (*Acipenser* spp.), 401 mahmuzlu camgöz (*Squalus acanthias*) ve 1359 vatoz (*Raja clavata* ve *Dasyatis pastinaca*) dip galsama ağlarına dolanmış olarak bulunmuştur (Birkun, 2002; Moncheva ve diğ., 2014’den alınmıştır). 2002 yılında yapılmış bir başka çalışmada ise Romanya Münasır Ekonomik Bölgede terkedilmiş yasadışı galsama ve fanyalı ağlara yakalanmış 35 Musur (*P. phocoena*) rapor edilmiştir (Radu ve diğ., 2003; Moncheva ve diğ., 2014’den alınmıştır).

Sonuç

Deniz çöpleri her yana yayılmış bir kirlilik problemi haline gelerek tüm dünya okyanuslarını etkilemiştir. Bu çöpler sadece yoğun nüfuslu bölgelerde değil aynı zamanda açık kaynaktan ve insan etkileşiminden çok uzaktaki bölgelere kadar her yerde bulunmaktadır (UNEP, 2009). Karadeniz bölgesinde yapılan çalışmalarda da görülen kirlilik durumu deniz çöplerinin sadece okyanuslarda değil aynı zamanda kapalı denizlerde de büyük bir sorun olduğunu göstermektedir.

Tablo 3. Karadeniz Bölgesinde deniz çöpleri konusunda yapılmış çalışmaların özeti**Table 3.** Summary of studies about marine litter in Black Sea region

Bölge	Araştırma alanı	Amaç	Sonuçlar	Kaynaklar
Güneydoğu Karadeniz	Sahil	Karadeniz kıyısındaki 15 nehrin çöp yükü tahmin edilmeye çalışılmış ve örneklenen deniz çöplerinin kompozisyon, dağılım, çöp tipi ve oransal toplam yük belirlenmiştir.	Plastik materyal en yüksek orana sahip çöp tipi olarak bulunmuştur. Yomra Nehri en yüksek plastik çöp (nehirin konumu ve nehir kıyısındaki endüstriyel kuruluşlardan kaynaklanan) oranına sahip nehir olarak bulunurken Çağlayan Nehri en yüksek tekstil çöprü (çay yetiştiriciliği ile ünlü olan bölgede kullanılan çay taşıma çantalarından kaynaklanan) oranına sahip nehir olarak bulunmuştur.	Güneroğlu, 2010
Doğu Karadeniz	Sahil	Sürmene ve Of kıyılarındaki plaj ve kayalıklarda ki karasal kökenli katı atıkların nitel ve nicel durumu belirlenmiştir.	Kentlerin resmi kayıtlarına göre Trabzon merkezde günlük çöp üretiminin 1,115kg/kişi olduğu, Sürmene de 0.73 kg/kişi ve Of ta ise 0.79 kg/kişi olduğu belirlenmiş bu orana göre kıyıya taşınabilecek çöp miktarı, günlük olarak sürmene de 368 kg, Of'ta 712 kg olarak tespit edilmiştir. Kıyılarda çöplerin alansal dağılımı irdelendiğinde, Sürmene kıyılarında tespit edilen toplam çöp miktarı 1.373 kg, Of kıyılarında ise 1.086 kg olarak hesaplanmıştır. Üretilen çöplerin türlerinin oransal ağırlık dağılımı; plastik %49, tekstil %28, metal %12, straforlar %5, cam %5 ve kâğıt %1 olarak bulunmuştur.	Erüz ve diğ., 2010
Batı Karadeniz	Sahil	Mevsimsel olarak toplanılan çöpler; tip, kullanım şekli ve orijinlerine göre kategorize edilmiş, çöp yoğunluğunu belirlenmiştir.	Çalışma sonucunda çöp yoğunluğunu 0.085-5.058 adet/m ² olarak bulunmuştur. Çöplerin başlıca tanımlanamayan küçük plastik parçalardan (2-7 cm) ve içecek kaynaklı şişe ve şişe kapaklarından oluştuğunu bildirilmiştir. Etiketli çöplerin neredeyse yarısının yabancı orijinli olduğu, %23'ü Karadeniz bölgesindeki komşu ülkelere ait olduğu bildirilmiştir.	Topçu ve diğ., 2013
Doğu Karadeniz	Sahil	Doğu Karadeniz sahilinde sahil çöplerinin kompozisyon ve yoğunluğu araştırılmıştır.	Çalışmanın sonucunda ise toplam 3233 parça ve 70,49 kg çöp toplanmıştır. Çöp dağılımı 0,05-0,55 parça/m ² ve 0,001-0,015 kg/m ² olarak bulunmuştur. En çok plastik çöpe rastlanmıştır (%71,58) bunu naylon (%16,29), kâğıt (%3,76) ve metal (%3,44) izlemiştir.	Terzi ve Seyhan, 2013
Güney doğu Karadeniz	Sahil	Kıyasal bölgeye bırakılmış katı atıkların dağılımı ve kompozisyonu araştırılmıştır.	Çalışma sonucunda; plastik %56, tekstil %23, metal %14 ve cam %7 olarak bulunmuştur.	Erüz ve Özşeker, 2013; Erüz, 2014'den alınmıştır
Kerç Boğazı (Ukrayna tarafı)	Deniz yüzeyi	Deniz memelilerinin araştırıldığı bir çalışma için yapılan bir seri gemiden gözlemlerde deniz çöprü miktarı hakkında tutulan kayıtlarda yüzen çöplerin miktarı belirlenmiştir.	Ukrayna sınırları içerisinde; genel yüzen plastik obje yoğunluğu 6,57 parça/km ² , toplam yüzen plastik obje miktarı 158,620 parça olduğu ve bunların %5,25'ini plastik şişelerin oluşturduğu saptanmıştır.	Birkun ve Krivokhizhin, 2006; BSC, 2007'den alınmıştır
İstanbul	Deniz tabanı	İstanbul il sınırları içerisinde gerçekleştirilen deniz çöplerinin araştırıldığı bir seri dalış operasyonunda çöplerinin kompozisyonları belirlenmiştir.	Çalışma sonucunda, çöplerin birçoğunun cam, plastik ve metalden oluştuğu (%77) kaydedilmiştir.	STH, 2005; BSC, 2007'den alınmıştır
Batı Karadeniz	Deniz tabanı	Türkiye batı Karadeniz kıyılarında derinliği 25-100 m arasında değişen bölgelerde yapılan trol operasyonu ile deniz tabanındaki katı atıkların bolluk ve kompozisyonu araştırılmıştır.	Çalışmada katı atık yoğunluğunun büyük değişkenlik gösterdiği (128-1320 parça/km ² ve 8-217 parça/km ²) bildirilmiştir. Çöp yoğunluğunun Akdeniz'den daha yüksek olduğu ve başlıca plastikten oluştuğunu (%79,6 naylon, %10,3 sert plastik) ve okunabilir olan 8 etiketin altısının yabancı menşeli olduğunu bildirilmiştir.	Topçu ve Öztürk, 2010
Romanya	Deniz tabanı	Karadeniz Romanya kıyılarında yapılan bir seri trol operasyonu sonucunda elde edilen katı atıkların miktar ve kompozisyonu belirlenmiştir.	Yapılan 69 trol operasyonunun %40'ında çöpe rastlanmıştır. Toplam çöp miktarı 554,53 kg bulunmuş, trol operasyonlarının %58'inde plastik çöplere rastlanmıştır. Plastik çöplerin gemi ve teknelerden ve büyük oranda Tuna Nehrinden kaynaklandığı sonucuna varmışlardır. Rastlanan atıkların oransal dağılımı; Yağ %48, Ağaç %37, metal %8, balık ağı % 5, plastik %2 ve giysi %1 olarak bulunmuştur.	Anton ve diğ., 2013
Orta Karadeniz	Deniz tabanı	Samsun sahanlık alanında dip trolü kullanılarak bentik çöplerin araştırıldığı çalışmada çöplerinin kompozisyon ve yoğunluğu belirlenmiştir.	Çalışma sonucunda çöp miktarı 2,3-116,89 kg/km ² ve 121-366 parça/km ² olarak bulunmuştur. En yaygın çöp tipi naylon (%65,67) ve plastik (%19,40) olarak bulunmuş bunları kâğıt (%4,48) ve metal (%4,48) izlemiştir.	Terzi ve Seyhan, 2013
Romanya-Köstence	Deniz tabanı	Akdeniz ve Karadeniz'de seçilen istasyonlarda yapılan çalışmada deniz tabanındaki çöplerinin miktar ve kompozisyonu araştırılmıştır.	Çalışmada Karadeniz bölgesinde Köstence seçilmiş olup bölgede bulunan çöplerin miktarı 291±237 parça/km ² olarak bulunmuştur. Bölgeden toplamda 87 kg çöp toplanmış ve en çok plastik çöpe rastlanmıştır (%45,2±4,8) bunu cam (%22,4±2) ve metal (%21,9±2,3) izlemiştir.	Ioakeimidis ve diğ., 2014
Kuzeybatı Karadeniz (Romanya, Bulgaristan, Türkiye)	Deniz Tabanı	Deniz tabanı çöplerinin izlenmesinde ve büyük ölçekli değerlendirmede Avrupa Denizlerindeki Deniz Çöplerinin İzlemesi Kılavuzundaki (2013) metodoloji kullanılarak Karadeniz kıyasal ve sahanlık alanlarında deniz tabanı çöplerinin pilot değerlendirmesidir.	Tüm çalışma bölgelerinde çöp yoğunluğu 304-20.000 parça/km ² (SE=2015) arasında değiştiği ve ortalama 6359 parça/km ² olduğu bulunmuştur. Parça sayısının güneyden kuzeye doğru düştüğü, Romanya kıyılarında en yüksek olduğu ve Bulgaristan (9598 parça/km ²) ve Türkiye (7956 parça/km ²) kıyılarında ise yaklaşık 3 kat daha az olduğu bildirilmiştir. Deniz çöprü miktarının kıyasal bölgelerde (9234 parça/km ²) kıta sahanlığından (5603 parça/km ²) genelde daha yüksek olduğu (Bulgaristan hariç) sonucuna varılmıştır. Çöp kategorilerinde en yüksek orana sahip çöp tipi plastik (%68) olarak bulunmuştur. ROV ile yapılan çalışmada ise avantaj ve dezavantajları bildirilmiştir.	Moncheva ve diğ., 2014



[¹ = Anton ve diğ., 2013 (Romanya-Vama Veche, Sulina); ² = Ioakeimidis ve diğ., 2014 (Romanya-Köstence); ³ = Moncheva ve diğ., 2014 (Türkiye, Romanya ve Bulgaristan kıyıları); ⁴ = Topçu ve Öztürk, 2010 (İstanbul); ⁵ = STH, 2005; BSC, 2007 (İstanbul); ⁶ = Terzi ve Seyhan, 2013 (Samsun); ⁷ = Topçu ve diğ., 2013- (İstanbul); ⁸ = Terzi ve Seyhan, 2013 (Sinop, Samsun, Ordu, Giresun, Trabzon ve Rize sahilleri); ⁹ = Güneröglü, 2010 (Trabzon ve Rize sahilleri); ¹⁰ = Erüz ve diğ., 2010 (Trabzon); ¹¹ = Erüz ve Özşeker, (Trabzon) Erüz, 2014'den alınmıştır; ¹² = Birkun ve Krivokhizhin, 2006 (Kerç Boğazı) BSC, 2007'den alınmıştır.]

Şekil 1. Karadeniz Bölgesinde deniz çöpleri konusunda yapılmış çalışmalar (☆; Sahil çöplerinin araştırıldığı bölgeler, ○; Deniz tabanı çöplerinin araştırıldığı bölgeler, △; Deniz yüzeyi çöplerinin araştırıldığı bölgeler)

Figure 1. Studies about marine litter in Black Sea region (☆; The regions studied about beach litter, ○; The regions studied about sea floor litter, △; The regions studied about floating litter)

Bölgede hem sahil hem de deniz tabanı çöpleri konusunda yapılmış çalışmalarda rastlanan yabancı orijinli çöpler Karadeniz'in akıntı sistemi göz önüne alındığında çöplerin taşınma durumunu ve önemini göz önüne sermektedir. Ayrıca denizel çöplerin canlılar üzerindeki etkileri dünya denizlerinde yapılan çeşitli çalışmalarda bildirilirken bölgede bu konuya yönelik olarak yapılmış çalışmaların yetersizliği de göz önüne alınmalı ve deniz çöplerinin canlılar üzerindeki etkilerini incelemeye yönelik araştırmalar yapılmalıdır.

Yapılan çalışmalar, materyal tipine göre olan sınıflandırmalarda plastik çöplerin en yüksek yüzdeye sahip çöp tipi olduğunu göstermiştir. Plastiklerin doğada kaybolma süreleri dikkate alındığında uzun yıllar boyunca ekosistemdeki varlık-

ları göz ardı edilemediği gibi plastiklerin parçalanması sonucu oluşan ya da direkt olarak sucul ortama giren plastik mikro çöplerin varlığı da araştırılması gereken önemli konular arasında yer almaktadır. Plastik mikro çöplerin besin ağının tabanındaki süzerek beslenenler tarafından tüketildiği bilinmektedir. Üretim sırasında plastiklere eklenenlerin yanı sıra plastiklerin doğadan absorbe ettiği bileşiklerin potansiyel tehlikesi önemli bir risk oluşturmaktadır. Böylece bozunmaya uğramış plastik taneciklerin ve parçacıkların sindirimi toksisite endişesini arttırmaktadır. Bu parçacıklar besin zinciri üzerinde büyük bir risk oluşturması nedeniyle hem deniz türleri hem de bizim için potansiyel bir tehlikedir.

Küresel ve bölgesel stratejilerin eksikliği, mevcut uluslararası, bölgesel ve ulusal programların uygulanmasındaki aksaklıklar ile yönetmelik ve standartların uyumsuzluğu deniz çöpü sorununun devamının başlıca nedenlerindedir (UNEP, 2011).

Çöp kirliliğini azaltmayı amaçlayan eylemlerin uygulanması için kıyısız bölgelerdeki atıkların coğrafi kökeni hakkında bilgi sahibi olmak, düzenli çöp araştırmaları yapmak, yerel hava koşulları ve kıyıların jeomorfolojileri ile ilgili sonuçları analiz etmek gerekmektedir. İzleme için mevcut olan farklı ama uyumlu yöntemlerin kıyı şeridi veya deniz alanlarındaki hakim akımların türü gibi bölgesel farklılıkların dikkate alınarak uyarlanmaya ve uyumlaştırmaya ihtiyacı vardır (Galvani ve diğ., 2013a).

Sonuç olarak dünya ve ülkemiz denizlerinde yapılan çalışmalarda elde edilen verilerde deniz çöplerinin yoğun miktarda bulunması ve Karadeniz’de yapılan çalışmaların yetersizliği göz önüne alındığında konunun daha ileri düzey araştırmalar gerektirdiği kaçınılmazdır. Yapılan çalışmaların hız kazandığı bu dönemlerde deniz çöplerinin incelenmesine yönelik olarak kullanılan metodolojilerin çeşitlilik göstermesi, verilerin değerlendirilmesi ve analizinde bir takım olumsuzluklara yol açabilmektedir. Her ne kadar DSÇD Deniz çöpü teknik alt grubu (TSG-ML) tarafından oluşturulmuş kılavuzdaki önerilen yöntemlerin kullanımını deniz çöplerinin değerlendirilmesi için uyumlu bir araç olarak bilirse de önerilen yöntemleri içeren daha geniş bölgesel ve ulusal izleme ve değerlendirme programlarının uygulanması ile bölgesel ve ulusal yasal ve idari araçların geliştirilmesi gerekmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenen “Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi Kapsamında Sinop Sarıkum Lagünü Deniz Çöplerinin Durumu: Bir Örnek Çalışma” başlıklı ve 115Y002 numaralı proje kapsamında derlenmiştir.

Literatür

Allsopp, M., Walters, A., Santillo, D., Johnston, P. (2006): Plastic Debris in the World’s Oceans. 44 syf.

Anton, E., Radu, G., Ţiganov, G., Cristea, M., Nenciu, M. (2013): The Situation Of Marine Litter Collected During Demersal Surveys in 2012 in the Romanian Black Sea Area. *Cercetări Marine*, 43: 350-357.

Boerger, C.M., Lattin, G.L., Moore, S.L., Moore C.J. (2010): Plastic Ingestion by Planktivorous Fishes in the North Pacific Central Gyre. *Marine Pollution Bulletin*, 60(12): 2275-2278.

BSC (Black Sea Commission) (2007): Marine Litter in the Black Sea Region: A Review of the Problem. Black Sea Commission Publications 2007-1, İstanbul, Türkiye, 148 syf.

Cauwenberghe, L.V., Vanreusel, A., Mees, J., Janssen, C.R. (2013): Microplastic Pollution in Deep-sea Sediments. *Environmental Pollution*, 182: 495-499.

Codina-García, M., Militão, T., Moreno, J., González-Solís, J. (2013): Plastic Debris in Mediterranean Seabirds. *Marine Pollution Bulletin*, 77(1-2): 220-226.

Cole, M., Lindeque, P., Fileman, E., Halsband, C., Goodhead, R.M., Moger, J., Galloway, T. (2013): Microplastic ingestion by zooplankton. *Environmental Science & Technology*, 47: 6646- 6655.

Collignon, A., Hecq, J.H., Glagani, F., Voisin P., Collard, F., Goffart, A. (2012): Neustonic Microplastic and Zooplankton in the North Western Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 64(4): 861-864.

Corcoran, P.L., Biesinger, M.C., Grifi M. (2009): Plastics and beaches: A degrading relationship. *Marine Pollution Bulletin*, 58: 80-84.

Derraik, J.G.B. (2002): The Pollution of the Marine Environment by Plastic Debris: A Review. *Marine Pollution Bulletin*, 44(9): 842-852.

Di Benedetto, A.P.M., Ramos, R.M.A. (2014): Marine Debris Ingestion by Coastal Dolphins: What Drives Differences between Sympatric Species? *Marine Pollution Bulletin*, 83(1): 298-301.

Eriksen, M., Maximenko, N., Thiel, M., Cummins, A., Lattin, G., Wilson, S., Hafner, J., Zellers, A., Rifman S. (2013): Plastic pollution in the South Pacific subtropical gyre. *Marine Pollution Bulletin*, 68: 71-76.

Erüz, C., Liman, Y., Çakır, B., Özşeker, K. (2010): Doğu Karadeniz Kıyılarında Katı Atık Kirliliği. Türkiye’nin Kıyı ve Deniz

Journal abbreviation: **J Aquacult Eng Fish Res**

- Alanları VIII. Ulusal Kongresi 27 Nisan-1 Mayıs 2010, Trabzon. (Ed., L. Balas).
- Erüz, C. (2014): Ecological and Healty Problem of the Black Sea: Litter Pollution. Düzgüneş, E., Öztürk, B., Zengin, M. (Eds.). Turkish Fisheries in the Black Sea. Published by Turkish Marine Research Foundation (TUDAV), Publication number: 40, Istanbul, Türkiye. 548 syf.
- Farrell, P., Nelson, K. (2013): Trophic level transfer of microplastic: *Mytilus edulis* (L.) to *Carcinus maenas* (L.). *Environmental Pollution*, 177: 1-3.
- Galgani, F., Fleet, D., van Franeker, J., Katsavenakis, S., Maes, T., Mouat, J., Oosterbaan, L., et al. (2010): Marine Strategy Framework Directive Task Group 10 Report Marine litter, JRC Scientific and Technical Report, ICES/JRC/IFREMER Joint Report (No. 31210–2009/ 2010), Ed. by N. Zampoukas. 57 syf.
- Galgani F., Hanke G., Werner S., De Vrees L. (2013a): Marine Litter within the European Marine Strategy Framework Directive. *ICES Journal of Marine Science*, 70(6): 1055-1064.
- Galgani, F., Hanke, G., Werner, S., Oosterbaan, L., Nilsson, P., Fleet, D., Kinsey, S., Thompson R.C., Van Franeker, J., Vlachogianni, T., Scoullou, M., Mira Veiga, J., Palatinus, A., Matiddi, M., Maes, T., Korpinen, S., Budziak, A., Leslie, H., Gago, J., Liebezeit, G. (2013b): Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013. 128 s.
- Güneroğlu, A. (2010): Marine Litter Transportation and Composition in the Coastal Southern Black Sea Region. *Scientific Research and Essays*, 5(3):296-303
- Ioakeimidis, C., Zeri, C., Kaberi, H., Galatchi, M., Antoniadis, K., Streftaris N., Galgani F., Papatheodorou, G. (2014) A Comparative Study of Marine Litter on the Seafloor of Coastal Areas in the Eastern Mediterranean and Black Seas. *Marine Pollution Bulletin*, 89(1-2): 296-304.
- Laist, D.W. (1987): Overview of the Biological Effects of Lost and Discarded Plastic Debris in the Marine Environment. *Marine Pollution Bulletin*, 18: 319–326.
- Lusher, A.L., McHugh, M., Thompson, R.C. (2013): Occurrence of Microplastics in the Gastrointestinal Tract of Pelagic and Demersal Fish from the English Channel. *Marine Pollution Bulletin*, 67:94-99.
- Mathalon, A., Hill, P. 2014. Microplastic Fibers in the Intertidal Ecosystem Surrounding Halifax Harbor, Nova Scotia. *Marine Pollution Bulletin*, 81(1): 69-79.
- Moncheva, S., Stefanova, K., Krastev, A., Apostolov A. “VII. Descriptor 10: Marine litter Quantification in the Black Sea - a pilot assessment” In: MISIS Joint Cruise Scientific Report, (2014): “State of Environment Report of the Western Black Sea based on Joint MISIS cruise” (SoE-WBS), Moncheva S. and L. Boicenco [Eds], 401 pp, ISBN: 978-606-598-367-0.
- Moore, C.J. (2008): Synthetic Polymers in the Marine Environment: A Rapidly Increasing, Long-Term Threat. *Environmental Research*, 108(2): 131-139.
- NOAA (National Oceanographic and Atmosphere Administration) (2008): Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects and Fate of Microplastic Marine Debris, Silver Spring, 2008.
- Official Journal of the European Union. 25.06.2008. Directives Directive 2008/56/Ec of The European Parliament And of The Council of 17 June 2008 establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive). L 164: 19-40.
- Official Journal of the European Union. 2.9.2010. Commission Decision of 1 September 2010 on criteria and methodological standards on good environmental status of marine waters. 2010/477/EU, L 232: 14-24.
- Setälä, O., Fleming-Lehtinen, V., Lehtiniemi M. (2014): Ingestion and Transfer of Microplastics in the Planktonic Food Web. *Environmental Pollution*, 185: 77-83.
- Terzi, Y., Seyhan, K. (2013): Seasonal Changes in the Marine Litter in the Eastern Black Sea Region of Turkey. The First International

Journal abbreviation: **J Aquacult Eng Fish Res**

- Fisheries Symposium in Northern Cyprus, 24-27 Mart 2013.
- Terzi, Y., Seyhan, K. (2013): Seasonal Changes in the Marine Litter in the Eastern Black Sea Region of Turkey. INOC-IIUM-International Conference on Oceanography and Sustainable Marine Production: "A Challenge of Managing Marine Resources under Climate Change, ICOSMaP", Kuantan- Malaysia, 28-30 Ekim 2013.
- Topçu, E.N., Öztürk, B. (2010): Abundance and Composition of Solid Waste Materials on the Western Part of the Turkish Black Sea Seabed. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 13(3): 301-306.
- Topçu, E.N., Tonay, A.M., Dede, A., Öztürk, A. A., Öztürk, B. (2013): Origin and Abundance of Marine Litter Along Sandy Beaches of the Turkish Western Black Sea Coast. *Marine Environmental Research*, 85: 21-28.
- UNEP (United Nations Environment Programme), (2005): Marine Litter, An Analytical Overview. Nairobi 2005.
- UNEP (United Nations Environment Programme) (2009): Marine Litter: A Global Challenge. Nairobi: UNEP. 232 syf.
- UNEP (United Nations Environment Programme) (2011): Assessment of the Status of Marine Litter in the Mediterranean. Athens, 2011.

ABUNDANCE OF NARROW-CLAWED CRAYFISHES (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) AND ITS TRENDS IN LAKE SEVAN, ARMENIA

Karen AGHABABYAN¹, Gurgen KHANAMIRIAN¹, Evelina GHUKASYAN²,
Norik BADALYAN²

¹American University of Armenia, Acopian Center for the Environment, 40 Baghramian Ave, 0019 Yerevan, Armenia

²Scientific Center of Zoology and Hydrobiology of NAS RA, 7 P.Sevak Str, 0014 Yerevan, Armenia

Received: 31.01.2014

Accepted: 23.03.2015

Published online: 02.04.2015

Corresponding author:

Karen AGHABABYAN, American University of Armenia,
Acopian Center for the Environment, 40 Baghramian Ave,
0019 Yerevan, Armenia

E-mail: karen@aua.am

Abstract:

The narrow-clawed crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) is an indigenous species in Armenia. In 1980s it was occasionally introduced in Lake Sevan where its population started to grow. There is a large scale fishery of the crayfish in the Lake, as its demand remains high. Industrial stock of crayfishes at the Lake monitored annually, shows statistically significant decline in the 2004-2011 period. This decline can be described by logarithmic model $y = -577.5 \ln(x) + 2158$, $F = 50.27$, $P < 0.001$. The catch rate of crayfish net-boxes also shows logarithmic decline $F = 9.27$, $P < 0.05$ in the 2004-2011 period. Since the net boxes are designed to catch the larger size crayfishes only, the decline indicates a decrease of average size among crayfish population. The female fertility does not show statistically significant correlation with the industrial stock of crayfish. It does, however, show negative correlation with the catch rate of the net boxes: $r_{\text{Pearson}} = -0.686$, $P < 0.05$; $\rho_{\text{Spearman}} = -0.647$, $P < 0.05$. The correlation can be explained as the big animals are actively removed through harvesting, while smaller animals are not captured; meanwhile the remaining smaller animals produce fewer eggs. Decline of crayfish stock cannot be explained by diseases and invasive species, but can be explained by overharvesting. Continuation of harvesting aimed at supplying the existing demand might result to population decline of more than 70% during next 17 years.

Keywords: Narrow-clawed crayfish, *Astacus leptodactylus*, Abundance, Lake Sevan, Armenia

Introduction

The narrow-clawed crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) is an indigenous species in Armenia that initially inhabited freshwater habitats of Ararat Plain. Unlike neighboring Turkey that hosts two freshwater crayfishes (Güner and Harlıoğlu 2009, Harlıoğlu and Güner 2007), Armenia hosts only one species. In 1980s it was occasionally introduced into Lake Sevan, and fairly soon its population and distribution throughout the Lake started to grow. The narrow-clawed crayfish is actively consumed in the internal market of Armenia (e.g. over 300 tons have been sold through various channels in internal market in 2011) and starting in the late 1990's they began to be exported from Armenia. The export volumes increased during the twelve year period, 2000-2011 from 20 tons per year to 1120 tons per year (Statistical yearbook of Armenia 2008, 2012). During this period the main exported crayfishes stock came from Lake Sevan while a much smaller portion was supplied by the aquatic habitats of Ararat Plain and other water reservoirs in the country. Meanwhile the data collected by N. Badalyan (2012), in the period of 2004-2011 suggest decrease of the industrial stock of narrow-clawed crayfishes in Lake Sevan. In comparison to 2004, when the industrial stock was estimated at 1800 tons, they have decreased by 52% in 2011 to about 860 tons. At current, there is reason to assume that in the mid-term the situation with Sevan trout might be repeated, which means that the population of narrow-clawed crayfish may decline to a level making self-reproduction nearly impossible.

At the same time, dozens of studies conducted on various crayfish species show that they are critically essential component in lake ecosystems. Being mainly polytrophic organisms, crayfishes are key consumers and transformers of energy between various components of ecosystems, as they utilize representatives of all trophic levels (Dorn and Wojdak 2004, Momot et al. 1978, Momot 1995, Nyström et al., 1996). Crayfishes can be an essential element in lakes with low productivity of phytoplankton, since in these lakes the detritus and the submerged vegetation (consumed by crayfishes) are the main source of

energy. When functioning as a main predator of benthos animals, crayfishes are supporting stability of a wide range of plant-animal communities (Momot et al. 1978, Momot 1995). Crayfishes are also important regulators of biogens, especially phosphorus transferring it from macrophytes to phytoplankton (Kholodkevich et al. 2005), and thus having influence on the level of eutrophication. This is true also for the narrow-clawed crayfish, which had rapidly occupied the ecological niche vacated by the Sevan khramulya (*Varicorhinus capoeta sevangi* Filippi, 1865) – another detritivore, abundance of which has declined due to overfishing (Gabrielyan 1987).

The population of narrow-clawed crayfishes at Lake Sevan was studied by number of authors. The studies have been dedicated on study of spatial distribution, age and sex structure of the population, reproduction, and ecological peculiarities of the species (Badalyan 2011, 2012a, 2012b, Gabrielyan and Ghukasyan 2007, Ghukasyan et al. 2006, 2007, 2008, 2010, 2011, Hovhannisyan 1998, Hovhannisyan and Ghukasyan 1996, Reports of SCZH of NAS RA, 2010, 2011).

Taking above mentioned into account there is a necessity to identify the population trends of the narrow-clawed crayfish in the Lake. This will allow for modeling of the unfavorable scenario of population decline, which will enable taking of timely measures to mitigate critical changes of the population. Thus the current article is focused on analyzing the collected data, which is aimed at determination of existing trends and their relations to various influencing factors and modeling future trends in Lake Sevan's population of narrow-clawed crayfish.

Materials and Methods

Lake Sevan is a largest freshwater Lake Sevan of Armenia that has a surface area of about 1,250 km², is situated on 1,896 meters above sea level, which makes it one of the largest freshwater high-mountain lakes of Eurasia; also it is the single biggest source of water in Armenia (see country map in Figure 1).

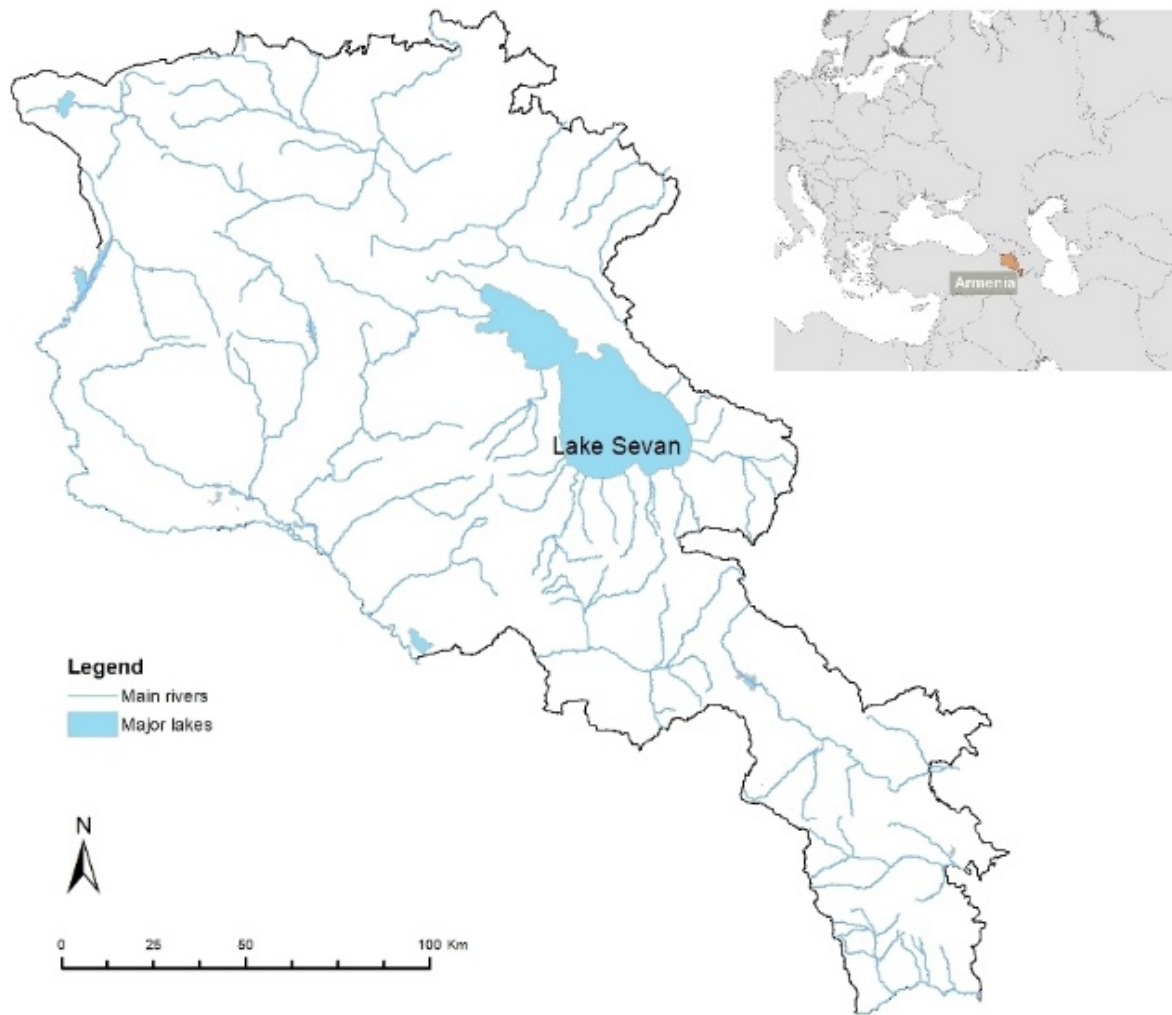


Figure 1. Position of Lake Sevan in Armenia

As a material for the current article we have used statistical data published in official annual Reports of Scientific Center for Zoology and Hydrobiology (SCZH). The data for these reports have been collected in frames of annual monitoring implemented by SCZH at 33 sites covering the entire shore of the Lake with average distance between the sites 5.73 ± 2.06 km. The crayfishes have been sampled using capturing method (Budnikov Tretyakov 1952). The method is based on sampling of crayfishes by standard traps with cell size 21×21 mm. The method provides data on relative abundance of crayfishes. In total there are more than 17,000 crayfishes sampled and the initial data on industrial stock of crayfishes (Kireev 1933), catch rate of the net-boxes and crayfish female fertility was collected and reported (Reports of Institute of Hydroecology and Ichthyology of SCZH 2010, 2011). The data of industrial stock is measured as estimate of tons of crayfishes per annum; the data on

catch rate of the net-boxes is measured as average number of captured individuals per net-box; the data on female fertility is measured as average number of eggs per female. In addition interviews of five fishery companies operating at Lake Sevan have been conducted. The main aim of the interviews was to identify cases of crayfish mortality due to major diseases listed for the species (Harhoğlu 2004, Longshaw 2011); for implementation of interviews no formal questionnaires have been developed.

The processing of the collected data was implemented in two stages: (1) the normality of distribution of collected data has been tested and (2) subsequently the appropriate methods of correlation or regression analysis have been selected. Taking small sample sizes into account we have been using Shapiro-Wilk test for testing the normality. When the response data was normally distributed we have been selecting linear regression, otherwise the non-linear models have been

applied. To characterize the non-linear models we have been using F-statistics and its probability to determine the significance of the model (Pagano & Gauvreau 1993, Wayne 2009). During data processing we have been using Microsoft Excel 2007 and SPSS 11.0 for Windows.

Results and Discussion

Analysis of the annual data on estimated industrial stock shows that the variable of industrial stock did not show normal distribution and the logarithmic regression method was selected as the one that has higher probability of F-statistics. Application of logarithmic regression model for the estimated industrial stock shows that crayfish population shows statistically significant tendency of consistent decrease, $F = 50.27$, $P < 0.001$ (see Figure 2). The model is described by equation $y = -577.5 \ln(x) + 2158$, where y is industrial stock, and x is the year.

The next step in our analysis was to understand some trends in catch rate of the net-boxes. The distribution of the variable is out of normal as well and the logarithmic method has also been selected. The analysis allows determining of a declining tendency of catch rate of the net-boxes, $F = 9.27$, $P < 0.05$ (see Figure 3).

The latest might be indicating population decline or decrease of average size of crayfishes; because the size of the net-box cell made especially to let the smaller crayfishes to escape the net-box. Decrease of crayfishes' size can mean changes in age structure of population and decrease of number of old big crayfishes.

It is worth to mention that the catch rate of the net-boxes has a correlation with industrial stock at significance level of $P < 0.01$: $r_{\text{Pearson}} = 0.809$, $P < 0.01$; $\rho_{\text{Spearman}} = 0.814$, $P < 0.01$, which is an additional confirmation of the observed tendencies.

Another pattern is observed during analysis of the average fertility of females (see Figure 4), which was growing during 2004-2007 but then starts declining. Such dynamics can have a possible explanation that the fertility has late response to overharvesting; thus while the observed increase might be a segment of a long-term tendency of previous years, the decrease that follows might be an indication of influence of overharvesting. To understand the true characteristics of the tendency a longer term investigations are required.

When comparing the catch rate of the net-boxes versus female fertility the negative correlation

trend is determined at significance level of $P < 0.05$: $r_{\text{Pearson}} = -0.686$, $P < 0.05$; $\rho_{\text{Spearman}} = -0.647$, $P < 0.05$. The fact of the relatively low significance level of the correlation is probably a result of relatively small sample size ($n = 8$). Such tendency can be explained by overharvesting. Due to consistent harvesting of large amount of crayfishes with size of 12 cm and more, the average size of crayfishes is decreasing. It has the following consequences: (1) smaller animals are not captured because they are able to escape the net-boxes, but the big animals are removed; (2) the proportion of smaller animals in population is increasing and those smaller females produce fewer eggs. Continuation of the surveys will allow obtaining better statistical results.

The cases when decline of narrow-clawed crayfish's population occur are well known in Turkey, Hungary, Russia, and Serbia (Aydin et al. 2012, Dartay and Atessahin 2013, Fedotov et al. 1998, Harlioğlu and Harlioğlu 2004, 2009, Puky et al. 2005, Souty-Grosset et al. 2006). The investigations suggest several reasons of rapid and dramatic decline of narrow-clawed crayfishes. In Turkey the main driving force of the population decline is still unclear and while some authors refer to combination of overharvesting, crayfish plague, and pollution with main stress to overharvesting (Harlioğlu and Harlioğlu 2004, 2009), the others consider the crayfish plague as the main factor among others, that causes strong decline (Kokko et al. 2012, Svoboda et al. 2012). In Hungary the species has been eliminated in Lake Balaton and later in the lower stretch of the inflowing River Zala due to introduction of the European eel (*Anguilla anguilla*), and in the Hungarian part of River Danube due to spread of introduced crayfish species *Orconectes limosus* (Puky et al. 2005). In Russia water pollution was mentioned as the main cause for declines of local population of the lower part of River Don (Fedotov et al. 1998, Souty-Grosset et al. 2006). In Serbia the species declined in some regions due to introduction of *Orconectes limosus* (Holdich et al. 2009). It is also confirmed by other investigations that the invasive species such as *Pacifastacus leniusculus* and the *Orconectes limosus* can be major threats to this species (Lózan 2000). According to our data the epidemics of crayfish plague, as well as other diseases, well known in other parts of narrow-clawed crayfish's distribution range have not been recorded. In accordance to the information of State Environmental Effect Monitoring Center the pollution level of the Lake

by chemicals was not significantly changed. It let us to conclude that the overharvesting might be one of the main reasons of declining of narrow-clawed crayfishes in Armenia. The fact of increase of crayfish harvesting is conditioned by the good demand for the product in the world

(e.g. only in Europe the crayfish demand can reach 10,000 tons per annum), which is proven by the increasing export of crayfishes from Armenia (see Figure 5) to the countries of European Union, North America, Post Soviet countries, etc. (Statistical yearbook of Armenia 2012).

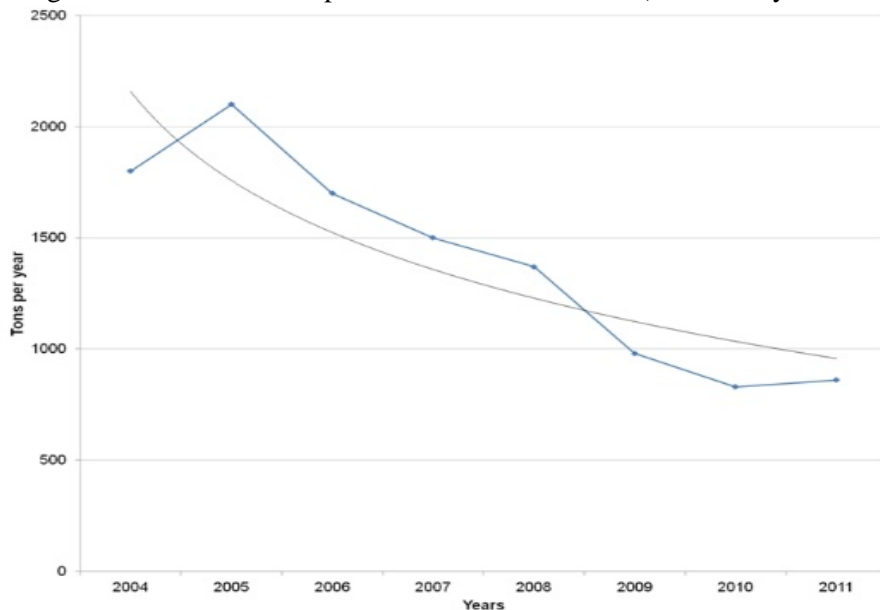


Figure 2. Dynamics of industrial stock of narrow-clawed crayfishes in Lake Sevan during the period 2004-2011

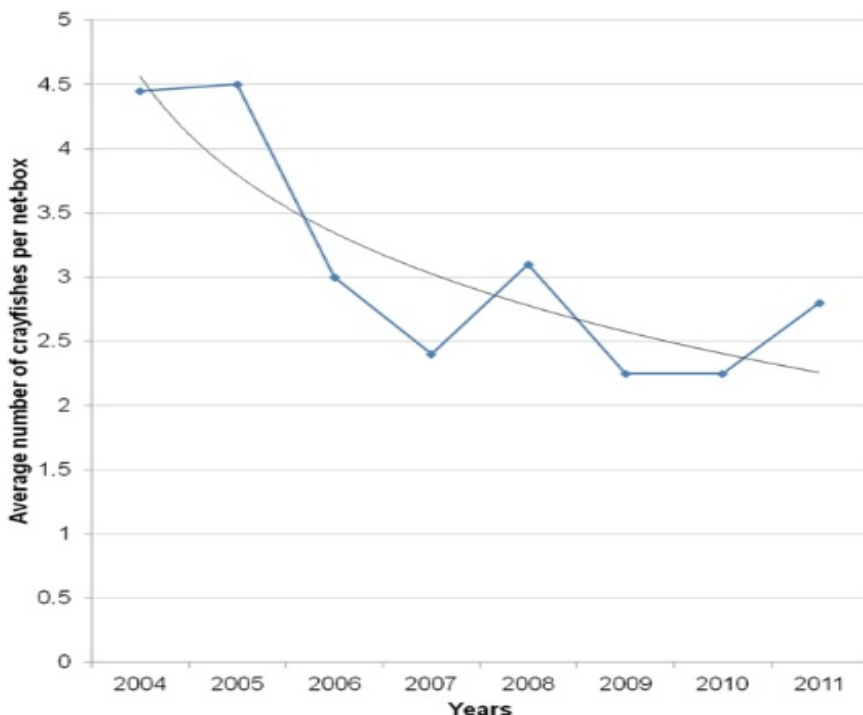


Figure 3. Dynamics of catch-rate of net-boxes in Lake Sevan during the period 2004-2011

Journal abbreviation: J Aquacult Eng Fish Res

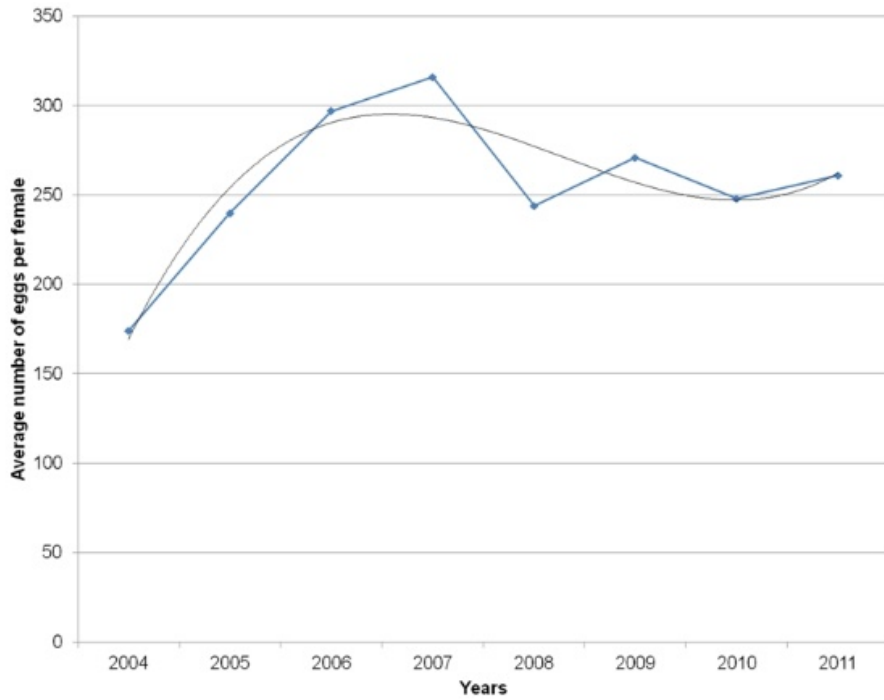


Figure 4. Dynamics of fertility of narrow-clawed crayfish's females in Lake Sevan during the period 2004-2011

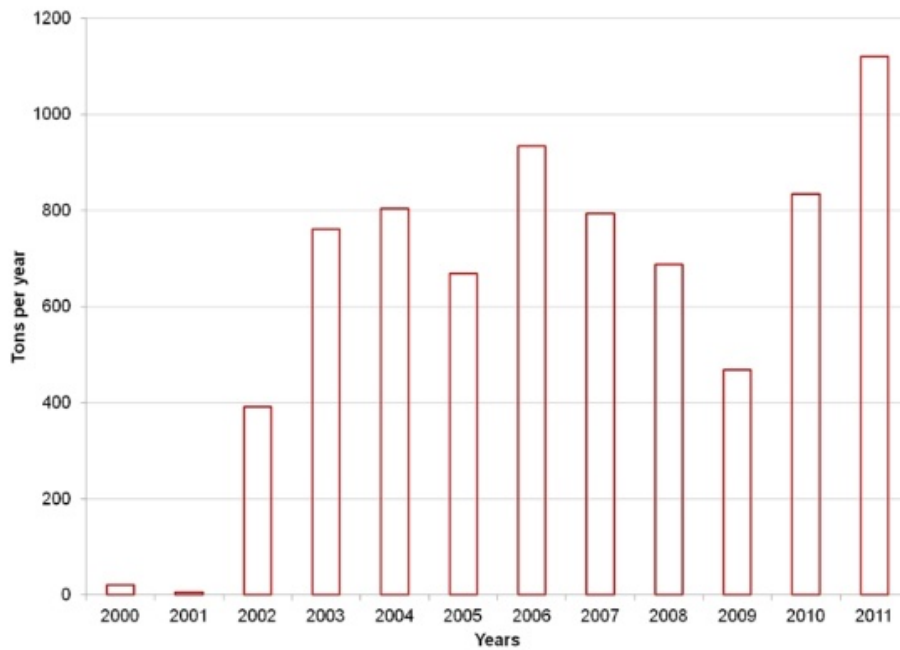


Figure 5. Dynamics of export volume of narrow-clawed crayfishes from Armenia during the period 2004-2011

The existing approach in capturing of the crayfishes might cause significant decline of its population in a mid-term perspective. Assuming that nothing becomes changed in the crayfish capturing policy during next decades, the equation of the first logarithmic model (see figure 2) can be applied for the forecasting the industrial stock. The application of the equation shows that there is a relatively high probability that in 2021 the industrial volume of crayfishes in the Lake Sevan will become below 500 tons, and that means decrease of the crayfish's population at the Lake on more than 70% during 17 years.

If the conditions causing the observed decline of crayfish population remain the same, the following major consequences have to be expected from the forecasted population decline. First group of consequences is related economic aspects of crayfish harvesting. At current the narrow-clawed crayfishes are the only seafood product that is exported to countries of European Union and North America (Statistical yearbook of Armenia 2008, 2012), which have high food safety and quality standards. At current there are more than twenty enterprises harvesting crayfishes, the export makes more than 15 millions USD per annum (Statistical yearbook of Armenia 2012). Significant decline of resource will cause collapse of some enterprises and decrease of export volume.

The second group of consequences which is not that obvious is related to the feeding behavior of crayfishes. In Lake Sevan the narrow-clawed crayfishes are mainly detritivores, and they consume the benthic deposits thus preventing increase of organic pollution which might intensify the eutrophication of the Lake. The Lake Sevan is surrounded by four towns and 36 villages; it is one of the major resorts of Armenia that hosts tourists in the hotels based at the shore of the Lake. In addition it is surrounded by fields of potato, cabbage, and grains, which are consistently fertilized. The sewage and the fertilizers are the big sources of nitrogen and phosphorus. Consistent supply of the Lake with fairly constant amount of phosphates and nitrates in terms of decrease of detritivore might have negative effect on the Lakes conditions and the water quality. Further investigations aimed at comparing the concentration of nutrients with other biotic parameters and modeling of the nutrient transfer processes will allow understanding the character and the scale of ecological consequences as well

as preliminary determination of the time frame for the mitigation.

Conclusion

Observed decline of the population of narrow-clawed crayfish at Lake Sevan has statistical significance. Most probable cause of the decline is the overharvesting. In the scenario when no changes in harvesting policy are made, most probable consequences of overharvesting are decline of its population by more than 70% in the next 17 years, and decline of industrial stock to a volume below 500 tons. It will have negative economic and ecological consequences. Economic consequences are related to decrease of export volume of crayfishes from Armenia. Ecological consequences are related to imbalance in the transfer of nutrients. Further investigations on modeling of the ecological processes can provide better understanding of the ecological consequences and their mitigation.

References

- Aydin, H., Harlioğlu, M.M., Deniz, T. (2012): Harvest, export and economic status of freshwater crayfish (*Astacus leptodactylus* Esch.1823) in Turkey. *African Journal of Agricultural Research*, 7(16): 2463-2468.
- Badalyan, N. (2012a): The growing features of *Pontacus Leptodactilus* Esch. of lake Sevan. *Biological Journal of Armenia*, 1(64): 108-110.
- Badalyan, N. (2012b): Characteristics of narrow-clawed crayfish (*Pontastacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) of the Lake Sevan under raising of the Lake's level. Dissertation seeking for the Academic Degree of Candidate of Biological Sciences with specialization 03.00.08 –“Zoology”, 101 pp.
- Budnikov, K.N., Tretyakov F.F. (1952): *Rechnie raki i ikh promysel*. M, Pishpromizdat, 96 pp.
- Dartay, M., Atessahin, T. (2013): A Study on Catching Freshwater Crayfish, *Astacus leptodactylus* Eschscholtz 1823, and Its Some Population Characteristics. *Turkish Journal of Science & Technology*, 8(2): 125-130.
- Dorn, N.J., Wojdak, J.M. (2004): The role of omnivorous crayfish in littoral communities. *Oecologia* 140: 150-159.
- Fedotov, V.P., Bykadorova, S.V., Kholodkevich, S.V. (1998): Crayfish situation in the North-

- West of Russia. In: Trond Taugbøl (ed.), Nordic-Baltic Workshop on Freshwater Crayfish Research and Management. Eastern Norway Research Foundation and Estonian Ministry of Environment.
- Gabrielyan, B. (1987): Investigation of Spawning Migrations of *Khramulja Varicorhinus Capoeta Sevangi* (Filippi) by the Method of Marking with Active Dyes. *Biological Journal of Armenia*, 40(1): 79-82.
- Gabrielyan, B., Ghukasyan, E. (2007): Ecological consequences of introduction of hydrocoles in Lake Sevan. Proceedings of the International Conference "Natural and invasive processes of forming the biodiversity of aquatic and terrestrial ecosystems", Rostov-na-Donu, 81-82.
- Ghukasyan, E., Badalyan, N., Hovhannisyan, R., Dallakyan, M. (2006): On the changes of biological parameters of crayfish in the Lake Sevan. *Biological Journal of Armenia*, 3-4(58): 321-324.
- Ghukasyan, E., Badalyan, N., Gabrielyan, B., Sahakyan, D., Dallakyan, M. (2011): Reproduction peculiarities of narrow-clawed crayfish in Lake Sevan. Proceedings of the International Conference "Biological Diversity and Conservation Problems of the Fauna of the Caucasus", September 26-29, Yerevan, Asoghik, 105-108.
- Ghukasyan, E., Badalyan, N., Sahakyan, D. (2010): Ecological peculiarities of narrow-clawed crayfish in Lake Sevan and dynamics of its industrial stock. in Ecology of Sevan in the period of raising its level. Study results of Russian-Armenian biological expedition on hydro-ecological survey of Lake Sevan (Armenia) (2005-2009), Makhachkala. Nauka DNC, 224-228.
- Ghukasyan, E., Badalyan, N., Sahakyan, D., Dallakyan, M. (2008): Influence of fishery on the population of narrow-clawed crayfish in Lake Sevan. Proceedings of the International Conference "Importance of ecology and nature protection in the perspectives of sustainable development" November 20-21, 2008. Yerevan, 65.
- Ghukasyan, E., Gabrielyan, B., Badalyan, N. (2007): Dynamics and some biological parameters of narrow-clawed crayfish introduced to the Lake Sevan. Proceedings of Southern Scientific Center of Russian Academy of Sciences "Biodiversity and transformation of mountain ecosystems of Caucasus". Rostov-na-Donu. SSC RAC Press. 3, 114-118.
- Güner, U., Harlioğlu, M.M. (2009): Status of freshwater crayfish distribution in Thrace region of Turkey. *Reviews in Fisheries Science*, 18(1): 1-6.
- Harlioğlu, M.M., Güner, U. (2007): A New Record of Recently Discovered Crayfish, *Austropotamobius torrentium* (Shrank, 1803), in Turkey. *BFPP/Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 387, 01-05.
- Harlioğlu, M.M. (2004): The present situation of freshwater crayfish, *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) in Turkey. *Aquaculture* 230: 181-187.
- Harlioğlu, M.M., Harlioğlu, A.G. (2004): The harvest of freshwater crayfish, *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) in Turkey. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 14(4): 415-419.
- Harlioğlu, A.G. Harlioğlu, M.M. (2009): The Status of Freshwater Crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz) Fisheries in Turkey. *Reviews in Fisheries Science*, 17(2): 187-189.
- Holdich, D.M., Reynolds, J.D., Souty-Grosset, C. Sibley, P.J. (2009): A review of the ever increasing threat to European crayfish from non-indigenous crayfish species. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 394-395: 1-46.
- Hovhannisyan, R. (1998): Ecological peculiarities narrow-clawed crayfish in Lake Sevan. *Dissertation seeking for the Academic Degree of Candidate of Biological Sciences by specialization 03.00.08 – "Zoology"*, 94 pp.
- Hovhannisyan, R., Ghukassian, E. (1996): Some ecological peculiarities of Lake Sevan higher Crustacea *PontAstacus leptodactylus* Eschholtz. *Lake Sevan: problems and strategies of action. Proceedings of the international conference. Sevan, Armenia, 13-16 October. 1996*, 99-101.
- Kholodkevich, S.V., Shumilova, T.E., Fedotov, V.P., Zhuravlev, D.A. (2005): Effects of the *Astacus astacus* L. Population on Biomass

- of Macrophytes in a Fresh Water Body. *Russian Journal of Ecology*, 36(4): 271-276.
- Kireev, I.A. (1933). Hydrographic works at the Lake Sevan. Materials on the study of the Lake Sevan and its watershed. *Tiflis*, 5: 65-87.
- Kokko, H., Koistinen, L., Harlioğlu, M.M., Makkonen, J., Aydın, H., Jussila J. (2012): Recovering Turkish narrow clawed crayfish (*Astacus leptodactylus*) populations carry *Aphanomyces astaci*. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystem*, 404: 12.
- Longshaw, M. (2011): Diseases of crayfish: A review. *Journal of Invertebrate Pathology*, 106(1): 54-70.
- Lozán, J.L. (2000): On the threat to the European crayfish: a contribution with the study of the activity behaviour of four crayfish species (Decapoda: Astacidae). *Limnology*, 30: 156-161.
- Momot, W. (1995): Redefining the role of crayfish in aquatic ecosystems. *Reviews in Fisheries Science*, 3(1): 33-63.
- Momot, W., Gowing, H., Jones, P. (1978): The Dynamics of Crayfish and Their Role in Ecosystems. *American Midland Naturalist*, 99(1): 10-35.
- Nyström, P., Brönmark, Ch., Graneli, W. (1996): Patterns in benthic food webs: a role for omnivorous crayfish? *Freshwater Biology*, 36(3): 631-646.
- Souty-Grosset, C., Holdich, D.M., Noël, P.Y., Reynolds, J.D. Haffner, P. (2006): Atlas of Crayfish in Europe. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris.
- Statistical yearbook of Armenia. (2008): National Statistical Service of the Republic of Armenia, Yerevan, 2008, 589 p.
- Statistical yearbook of Armenia (2012): National Statistical Service of the Republic of Armenia, Yerevan, 2012, 567 p.
- Svoboda, J., Kozubíková, E., Kozák, P., Kouba, A., Bahadır Koca, S., Diler, O., Diler I., Polícar, T., Petrušek, A. (2012): PCR detection of the crayfish plague pathogen in narrow-clawed crayfish inhabiting Lake Eğirdir in Turkey, *Diseases of Aquatic Organisms*, 98(3): 255-259.
- Pagano, M., Gauvreau, K. (1993): Principles of biostatistics. Duxury Press, Belmont, CA. 524 pp.
- Púky, M., Reynolds, J.D., Schád, P. (2005): Native and alien Decapoda species in Hungary: distribution, status, conservation importance. *Bulletin Francais de la Pêche et de la Pisciculture*.
- Reports of Institute of Hydroecology and Ichthyology of SCZH of NAS RA. (2010): Scientific Center of Zoology and Hydrobiology and Sevan National Park, Yerevan. 6 pp.
- Reports of Institute of Hydroecology and Ichthyology of SCZH of NAS RA. (2011): Scientific Center of Zoology and Hydrobiology and Sevan National Park, Yerevan. 10 pp.
- Wayne, D.W. (2009): Biostatistics: A Foundation for Analysis in the Health Sciences, 9th Edition. John Wiley & Sons, Inc. 956 pp.

BİNGÖL YÜZEN ADALAR'IN KIŞ DÖNEMİ ZOOPLANKTON FAUNASI

Nurgül ŞEN ÖZDEMİR¹, Fatma CAF²

¹ Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su ürünleri Bölümü, Bingöl, Türkiye

² Bingöl Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Bingöl, Türkiye

Received: 12.10.2014

Accepted: 23.02.2015

Published online: 10.04.2015

Corresponding author:

Nurgül Şen ÖZDEMİR, Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Bölümü, 12000, Bingöl, Türkiye

E-mail: nsozdemir@bingol.edu.tr

Abstract:

Zooplankton Fauna of Bingöl Floating Islands in Winter Season

In this study was carried out winter season in 2011; zooplankton fauna of the Bingol Floating Islands. Totally 18 zooplankton species were determined as follows; 14 Rotifera, 3 Cladocera and 1 Copepoda. It was determined that this zooplanktonic organisms consisted of 87.74 % Rotifera, 6.83 % Cladocera, and 3.36 % copepodit stages, 2.07 % nauplii of copepoda. Rotifera were the dominant group with regard to both species numbers, and individual numbers of species. *Cyclops vicinus* from Copepoda, *Diaphasoma branchyrum* from Cladocera, and *Trichocerca capucina* from Rotifera were determined to be dominant species of the Bingol Floating Islands. In addition, some physical and chemical parameters of the water bodies located under/around Bingol Floating Islands were determined and their interactions with the zooplankton species were tried to be explained.

Öz:

2011 kış döneminde yapılan bu çalışmada; Bingöl Yüzen Adalar'ın zooplankton faunası tespit edilmiştir. Rotifer'den 14, Cladocer'den 3 ve Copepod'dan 1 olmak üzere toplam 18 tür tespit edilmiştir. Bu zooplanktonik organizmaların % 87.74'ünü Rotifer, % 6.83' ünü Kladoser ve % 3.36'sını kopepodit aşamasındaki bireyler ve % 2.07'sını kopepod naupliilerinin oluşturduğu belirlenmiştir. Rotiferler hem tür hem de türlere ait birey sayıları bakımından en baskın grubu oluşturmuştur. Bingöl Yüzen Adalar'ın baskın türlerini Copepod'dan *Cyclops vicinus*, Cladocer'den *Diaphasoma branchyrum*, ve Rotifer'den *Trichocerca capucina* teşkil etmiştir. Ayrıca Bingöl Yüzen Adalar'ın bulunduğu su kütlelerinin bazı fiziksel ve kimyasal parametreleri tespit edilmiş ve zooplankton türleri ile olan ilişkileri ortaya konmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Zooplankton, Fauna, Bingöl Yüzen Adalar

Keywords: Zooplankton, Fauna, Bingöl Floating Islands

Giriş

Tüm sucul ekosistemlerde olduğu gibi tatlı su ekosistemlerinde de zooplankton tür çeşitliliğinin bilinmesi ve dönemsel olarak incelenmesi son derece önemlidir. Çünkü zooplanktonlar bu ekosistemlerde ekolojik dengenin sağlanmasında etkilidirler. Tatlı su ekosistemlerinde besin zincirinin fitoplanktondan sonra ikinci halkasını zooplanktonik organizmalar teşkil etmektedir. Bu organizmalar göl ekosistemlerinde omurgasız canlıların, balıkların ve zaman zaman da kuşların besin kaynağını oluşturarak üst trofik basamaklara enerji aktarmada etkili olurlar. Bunun yanında bazı cins ve türleri, içinde buldukları suların, su kalitesi, kirlilik ve trofik durumunu genel olarak belirleyici indikatör özelliği göstermeleri bakımından da önem taşımaktadırlar (Hecky ve Kilham, 1973; Sladeczek, 1983; Herzig, 1987).

Bir doğa harikası olduğu henüz yeni keşfedilen Yüzen Adalar'ın hareket etmeleri ve kimilerinin oldukça küçük olmalarından dolayı ada olup olmadıkları şeklinde tartışmalara neden olmaktadır. Ancak bilinen sabit adalarla oluşum ve şekil bakımından ilgili olmasa da; etrafi sularla çevrili ve bir su kütlesi üzerinde bulunmaları bakımından ada olarak kabul edilmeleri gerekmektedir. Dünyadaki araştırılan binlerce örnekle Türkiye'dekilerin arasında hiçbir fark yoktur. Hatta Türkiye'dekilerin daha gelişmiş ve güzel örnekler oldukları anlaşılmıştır. Genel bir tanımlama ile, yüzen adalar göller içerisinde muhtelif boyutlarda bir veya birçok parçadan oluşan yüzer kara parçası (toprak) kütleleridir. Kütleler bitki köklerinin sıkıca örülmesinden ve toprak karalaşmasından oluşmaktadır (Bulut, 2012). Bu yüzen adaların bulunduğu su kütlelerinin, oluşumu, varlığını sürdürebilmesi, ekosistemindeki canlı çeşitliliği konusunda herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Kış dönemi zooplankton faunasının belirlenmesine yönelik bu çalışma ile, gölün ekolojisi hakkında bilgi edinilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla yapılan bu çalışma ilk kayıt niteliğinde olacaktır.

Materyal ve Metot

Zooplankton örnekleri 2011 kış döneminde aylık periyotlarda Bingöl Yüzen Adalar'ın suyundan alınmıştır. Zooplankton örnekleri 55 µm gözaçıklığına, 25 cm ağız çapına sahip plankton kepeci ile toplanmıştır. Örnekleme yöntemleri vertikal ve horizontal olarak gölün kıyı ve merkezi kısımlarından yapılmıştır. Toplanan örnekler, % 4'lük formal-

dehit ile muhafaza edilmiştir. Türlerin teşhisinde Rotifera için Ruttner-Kolisko (1974), Nogrady ve Segers (2002); Cladocera için Kotov ve Stifter (2006), Flössner (1972), Negrea (1983); Copepoda için Dussart (1969), Kiefer (1978), Einsle (1996)'dan yararlanılmıştır. Toplam zooplankton içinde rotifer, kladoser kopepodların bolluk değerleri % olarak hesaplanmıştır. Ayrıca gölün bazı fizikokimyasal parametreleri (sıcaklık, pH, EC değerleri aylık olarak ölçülmüştür (Tablo 2.). Sıcaklık, pH ve EC değerleri, Thermo Orion marka 3 Star 1 PH, EC meter model kondüktivimetre ile ölçülmüştür. Toplam çözünmüş madde (TÇM) miktarı EC değerinin 0.64 ile çarpılmasından elde edilmiştir. Askıda katı madde (AKM) miktarı için filtrasyon yöntemi kullanılmıştır (Peker, 2007).

Çalışma Alanının Tanımı

Bingöl Yüzen Adalar, Bingöl ili Solhan ilçesi Hazarşah Köyü, Turnalar Gölü mevkiinde bulunur (Şekil 1, Şekil 2). Bingöl valiliği, il çevre müdürlüğü ve il turizm müdürlüğü bu alanın koruma alanı olması yönünde önemli çalışmalar sergilemiş ve yüzen adalar 2005 yılında Çevre Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü tarafından tabiat anıtı olarak ilan edilmiştir (Bulut, 2012).

Küçük bir göl olan yüzen adaların bulunduğu yerin oluşumu eski bir heyelan külesine bağlanmaktadır. Anadolu'da birçok yerde, heyelanlar sonucunda oluşan geçici ve sürekli göller bulunmaktadır. Geçmişte 2000 m² den fazla yer tuttuğu söylenen göl alanı bugün 600 m²' ye kadar daralmıştır. Eski göl yüzeyi şimdi bataklığa dönüşmüştür. Kenarlardaki bu organik madde bakımından zengin yüzeylerde zemin esnek-oynak olmasına rağmen üzerinde yürümek mümkündür (Bulut, 2012). Derinliği 5 m'den fazla olan bu açık alan, hareket edebilme kabiliyetine sahip, üzerinde ağaç ve çalılıkların bulunduğu 606.49 m² alandan oluşmaktadır (Doğan Demir vd., 2013). Bu adaların kalınlığı 85-192 cm arasında değişmektedir (Tablo 1). Bu durum ada oluşumunun henüz gelişme aşamasında olduğunu göstermektedir. Gölün en ilginç yanı, üç adanın birbirinden bağımsız hareket edebilme kabiliyetine sahip olması ve hiçbir tarafla bağlantısının olmamasıdır. Ayrıca adalar yaz-kış bu özelliğini korumaktadır. Yüzen adalar, keçemsi ve saz gibi birbirini tutan bitkilerin, sudan daha az yoğunlukta bir kara kütlesi oluşturmasıyla ortaya çıkmaktadır. Bir-

birine tutunan bu bitkiler, suyun üstünde sal gibi yüzmeye başlamakta ve üzerinde bitkiler hatta ağaçlar yetişebilmektedir. Rüzgârın estiği yöne doğru yer değiştiren adalar, sıvrıkla da itilerek hareket ettirilebilmektedir (Bulut, 2012).

Bulgular ve Tartışma

Zooplanktonik organizmaların bulunuşunda ve dağılışında sıcaklığın sınırlayıcı faktörler olduğu belirtilmektedir (Mikschi, 1989). Bingöl Yüzen Adalar'da pH değeri; kışın en yüksek Şubat (7.8), en düşük Aralık (7.1) ayında olmak üzere, ortalama 7.63 olarak tespit edilmiş olup alkali özelliktedir (Tablo 2). Zooplankton dağılımında pH'nın önemli derecede etkili olduğu ve yoğunluk bakımından alkali sınırın pH 8.5 olduğu bildirilmektedir (Berzins ve Pejler., 1987). Gölde tespit edilen EC değeri kışın en yüksek Aralık (576 µs/cm), en düşük Ocak (516 µs/cm), olmak üzere ortalama 536 µs/cm olarak belirlenmiştir. Su ürünleri açısından kabul edilebilir EC değeri maksimum 500 µs/cm (Mc Ke ve Wolf., 1963) olduğundan, Bingöl Yüzen Adalar için kışın bulunan ortalama değerin kısmen kabul edilebilir değerde olduğu görülmüştür. Toplam çözünmüş katılar (TÇK) doğal kaynaklardan, evsel ve endüstriyel atık sularından ve tarımsal alanlardan kaynaklanır. TÇK miktarına katkıda bulunan başlıca iyonlar karbonat, bikarbonat, sodyum, klorür, sülfat, nitrat, potasyum, kalsiyum, magnezyum vb. dir. Ayrıca kil, silt, organik yapıdaki küçük partiküller, inorganik maddeler, çözünebilir organik bileşikler, plankton ve diğer mikroskobik organizmalar TÇK'yi oluşturular (Taş vd., 2010). Bingöl Yüzen adalar'da TÇK değeri kış döneminde 330.24-366.72 mg/l arasında değişim göstermiştir. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY)'ne göre II. sınıf su kalitesine uygundur.

Sudaki askıda katı madde miktarına (AKM) etki eden faktörler fitoplankton yoğunluğu ve göle ulaşan sel sularıdır. AKM miktarının aşırı artması ortamda balık vb. canlılar varsa onların ölümler-

ine yol açar (Alabaster ve Lloyd, 1980). AKM su ortamlarına evsel ve endüstriyel atıklarla da taşınır. Bunun sonucunda da suyun bulanıklığı artar, ışık geçirgenliği azalır ve fotosentez olayı olumsuz etkilenir. Sedimentasyon sonucu tabanda yaşayan canlıların substratları olumsuz etkilenir. AKM miktarının, 25-80 mg/L arası normal, 80 mg/L üstü, sudaki canlılar açısından sakıncalı olmaktadır (Taş vd., 2010). Bingöl Yüzen Adalar'ın AKM miktarı kış döneminde 21.4-25.2 mg/L arasında değişmiştir. Elde edilen bu değer SKKY'nin göller için belirlediği ötrofikasyon kontrolü (5-15 mg/L) sınır değerlerinin üstünde olduğu görülmektedir.

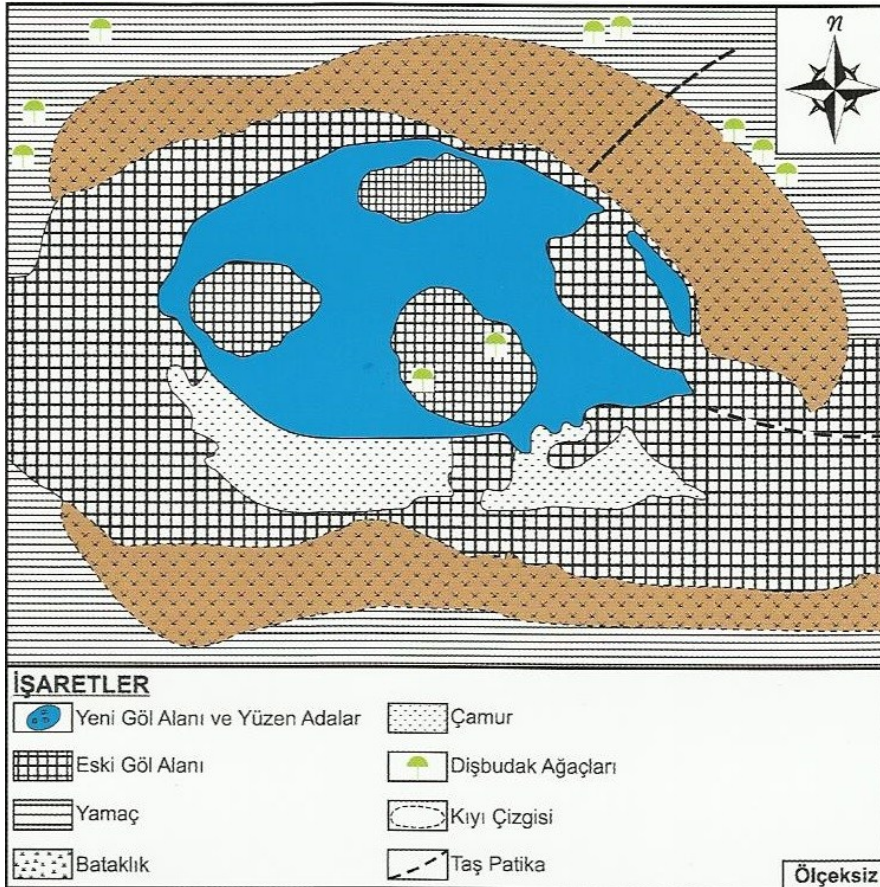
Türkiye'de 22 civarında yüzen ada (Erzurum: Sütlük Gölü, Adıyaman: Çat Baraj Gölü, Kayseri: Sultansazlığı, Denizli: Işıklı Gölü, İçel: Adalgöl, Afyon: Eber Gölü, Konya: Akşehir Gölü) olduğu tahmin edilmektedir (Bulut, 2012). Bu yüzen adalardan biri de Bingöl Yüzen Adaları'dır. Bu kadar fazla yüzen ada olmasına rağmen bunların bulunduğu su kütlelerinin ekolojilerini ortaya koyan herhangi bir çalışma bulunamamıştır. Yılın bir dönemini kapsamına rağmen, bu çalışma bu anlamda ilk kayıt niteliğinde olmaktadır. Bundan dolayı kış dönemi zooplankton faunasına dair irdelemelerin tatlı su kaynaklarında yapılan diğer çalışmalarla yapılması uygun görülmüştür.

Yapılan çalışma sonucunda, Bingöl Yüzen Adalar'ın kış dönemi zooplankton faunası incelendiğinde, Rotifer'den 14, Cladocer'den 3 ve Copepod'dan 1 tür olmak üzere toplam 18 tür tespit edilmiştir (Tablo 3). Bingöl Yüzen Adalar'ın kış mevsiminde toplam zooplankton içinde başlıca dominant zooplankton grubunu % 87.74 ile Rotifer oluşturmuştur. Rotifer grubunu % 6.83 ile Cladocer, % 3.36 ile copepodit aşamasındaki ve , % 2.07 ile nauplii aşamasındaki Copepod grubu izlemiştir. Rotifer içinde en baskın tür *Trichocerca capucina* (% 18), Cladocer'de *Diaphanosoma brachyurum* (% 45) olmuştur.



Şekil 1. Bingöl Yüzen Adalar'ın fotoğrafı

Figure 1. Photograph of Bingol Floating Islands



Şekil 2. Bingöl Yüzen Adalar'ın Krokisi (Bulut, 2012)

Figure 3. Plan of Bingol Floating Islands (Bulut, 2012)

Yılın hemen her döneminde tatlı sularda Rotifer grubu zooplankton bulunmakla birlikte yoğunluk ve tür çeşitliği açısından kış mevsimi en az olan dönemdir (Saler-Emiroğlu vd., 2000; Tellioglu ve Yılmaztürk, 2005; Saler vd., 2011; Saler ve İpek, 2011; Kaya ve Altındağ, 2007). Saler ve İpek (2011), Gaban Deresi'nde kış döneminde 3 istasyonda yaptıkları çalışma'da kış döneminde 7 Rotifer türü tespit etmişlerdir. Altındağ ve Yiğit (2004), Beyşehir Gölü'nde aynı dönemde 5 Rotifer türü belirlemişlerdir. Saler (2004), Çemişgezek Bölgesi Keban Baraj Gölü'nde kışın 5 Rotifer türü bildirmiştir. Bu çalışmada ise, 14 Rotifer türü belirlenmiştir. Bazı türler gölün su kalitesini ve trofik seviyesini belirlemede indikatördür (Hecky ve Kilham 1973; Sladeczek, 1983; Herzig, 1987).

Rotiferlerin baskın olarak buldukları göller ötrofik göller olarak sınıflandırılırken, kopepodların bol buldukları göller oligotrofik göller olarak sınıflandırılmaktadır (Herzig, 1987). Rotiferlerin kış döneminde bile bol ve tür çeşitliliği açısından fazla olduğu Bingöl Yüzen Adalar'ında ekolojik anlamda ötrofik bir göl olduğu söylenebilir.

Rotiferler, birçok tatlı su ortamlarında ve kil partikülleri etrafında nemli topraklarda, bulunabilirler. Ayrıca, göl dipleri gibi su ortamlarının, yanı sıra ölü ağaç diplerinde, toprak içinde ve bataklık alanlarda da yaşayabilirler (Örstan, 1999). Bingöl Yüzen Adalar'ın sığ ve bataklık bir alan olduğu düşünülürse, rotiferlerin yaşaması için uygun çevre koşullarına sahip olduğu söylenebilir ve kışın dahi tür çeşitliğinin fazla olmasının bundan kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Bosmina longirostris, *Cyclops vicinus*, *Keratella cochlearis* türleri ötrofikasyon indikatördür (Haberman, 1998). Bu organizmaların sularda bol bulunması bu suların verimli sular olduğunu ve kirlilik seviyesinin düşük olduğunu göstermektedir. *Cyclops vicinus*, *Keratella cochlearis* türleri Bingöl Yüzen Adalarda' da tespit edilmiştir. Kış döneminde Cladocer'den *Bosmina longirostris* türüne sadece Aralık ayında rastlanmıştır. *Bosmina longirostris*'in sonraki aylarda dönemin kış olmasından dolayı kist oluşturarak resting aşamaya geçtiği düşünülmektedir. Bunun yanında *Diaphanosoma brachyrum* türü epilimnetik sularda yaygın olarak bulunur (Balcer vd., 1984). Epilimnetik sularda alt katman üst katmandaki sulara göre daha soğuktur ve üst tabakalarda daha

sıcak sular bulunur. Ayrıca, *Diaphanosoma* türleri ötrofik ve besin içeriği yüksek olan suları tercih ederler (Balcer, vd, 1984). Özdemir Mis ve vd. (2009), Tahtalı Baraj Gölü'nde yaptıkları çalışmada *Diaphanosoma brachyrum* türünü kış döneminde Aralık ayında tespit etmişlerdir ve yıl boyunca sadece iki dönemde (Aralık ve Mart) görülmüştür. Bu çalışmada ise, kış döneminin tüm aylarında belirlenmiştir. Özdemir Mis, vd. (2009), tarafından Tahtalı Baraj Gölü'nünde son yıllarda derinliğinin azaldığı ve gölün sığ kısımlarında su çekilmesinin çok belirgin olduğu, Çalışkan ve Elçi, (2007) tarafından da ortalama 15 m derinliğe sahip olduğu bildirilmiştir. 5 m'lik bir su kolonu ile oldukça sığ olan Bingöl Yüzen Adalar'daki bulgular Özdemir Mis vd. (2009), bulgularıyla kısmen örtüşmektedir. Buna karşın ortalama 20 m derinliğe sahip olduğu bildirilen Gelingüllü Baraj Gölü'nde yılın hiçbir döneminde *Diaphanosoma* türlerine rastlanmamıştır (Kaya ve Altındağ, 2007). Bingöl Yüzen Adalar'da 5 m bir su kütlesine sahiptir (Doğan Demir vd., 2013) ve dip kısımlar daha çok bataklık özelliği göstermektedir. Bundan dolayı bu tür de sığ ve kışın ılık olan suları tercih etmektedir. Çünkü, Cladocer grubu soğuk mevsimlerde resting yumurta oluşturur ve havaların ısınmasıyla aktif hale geçerler (Jacobi ve Meijering, 1978). Bundan dolayı kış döneminde Cladocer türlerinin az olmasının da mevsimden kaynaklı olduğunu söylemek mümkündür.

Cyclopid kopepodlar, göl ekosistemlerindeki en önemli omurgasız predatörlerdir ve özellikle, göllerde rotiferler üzerinden beslenerek rotifer kompozisyonunu ve bolluğunu fazla oranda etkilerler (Williamson, 1983). *Cyclops vicinus* türü ise, tatlısu göl ve göletlerinde en yaygın bulunan kopepod türüdür. Genellikle yazları su kolonunda görülmemekle birlikte (Vijverberg, 1977; Santer ve Lampert, 1995), bazı göllerde yıl boyunca da görülebilmektedir (George, 1976). Bu çalışmada, kış döneminde, *Cyclops vicinus* belirlenen tek kopepod türüdür. Bulut ve Saler (2013) Kalecik Baraj Gölü'nde yaptıkları çalışmalarında kış döneminde Copepod' da 3 tür (*Acanthocyclops robustus*, *Acanthodiptomus denticornis*, *Cyclops vicinus*) belirlemişlerdir. Bulut ve Saler (2014), Murat Nehri'nde (Elazığ-Palu ilçe merkezi sınırları içindeki bölümünde) *Cyclops vicinus*'u 2012 kış döneminde Ocak ayı hariç diğer aylarda tespit etmişlerdir. Bu çalışmada ise, kış döneminin tüm aylarında da rastlanmıştır.

Tablo 1. Bingöl Yüzen Adalar'a ait ölçümler (Doğan Demir vd., 2013).**Table 1.** Measures of Bingol Floating Islands

Yüzen Adalar	Kalınlık (cm)	Alan (m ²)
Ağaçlı Ada	192	66.23
Çalılı Ada	91	32.25
Çimenli Ada	85	22.63

Tablo 2. Bingöl Yüzen Adalar suyunun kış dönemine aitt bazı fiziksel ve kimyasal parametreleri**Table 2.** Physical and chemical parameters of Bingol Floating Islands

PARAMETRE	Aralık	Ocak	Şubat
Sıcaklık (° C)	8	0.5	0.9
PH	7.1	7.3	7.8
EC ₂₅ ^o (µs/cm)	573	516	520
AKM (mg/lt)	25.2	21.4	23.15
TÇM (mg/lt)	366.72	330.24	332.8

Tablo 3. Bingöl Yüzen Adalar kış dönemi zooplankton faunası**Table 3.** Winter season zooplankton fauna of Bingol Floating Islands

ŞUBE: ROTİFERA	Türler	Aralık	Ocak	Şubat
Sınıf: Eurotatoria	<i>Brachionus rubens</i>	+	+	+
Takım: Ploimia	<i>Brachionus quadridentatus</i>	+	+	+
Familya: Brachionidae	<i>Keratella quadrata</i>	+	+	+
	<i>Keratella cochlearis</i>	+	+	-
	<i>Notholca acuminata</i>	+	+	+
	<i>Notholca squamula</i>	-	+	+
	Familya: Gastropodidae	<i>Ascomorpha saltants</i>	+	+
Familya: Asplanchnidae	<i>Asplanchna sieboldi</i>	+	+	+
	<i>Asplanchna priodonta</i>	+	+	-
Familya: Synchaetidae	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	+	+	+
Familya: Notommatidae	<i>Cephalodella gibba</i>	+	+	-
Familya: Hexarthridae	<i>Hexarthra fennica</i>	+	+	+
Familya: Synchaetidae	<i>Synchaeta pectinata</i>	+	+	+
Familya: Trichocercidae	<i>Trichocerca capucina</i>	+	+	+
ŞUBE: ARTHROPODA				
Altşube: Crustacea				
Sınıf: Brahchiopoda	<i>Bosmina longirostris</i>	+	-	-
Takım: Cladocera				
Familya: Bosminidae				
Familya: Daphniidae	<i>Daphnia sp.</i>	+	+	+
Familya: Sididae	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	+	+	+
Sınıf: Copepoda				
Takım: Cyclopoida	<i>Cyclops vicinus</i>	+	+	+
Familya: Cyclopidae				

Sonuç

Bingöl Yüzen Adalar'da kış döneminde kaydedilen zooplankton faunasını belirlemeye yönelik olan bu çalışma, birer doğa harikası olan Yüzen Adaların ekolojisine dair ilk çalışma ve ilk kayıtların verilmesi bakımından önem taşımaktadır. Yüzen Adalar'ın ekolojisini ve planktonik organizmalarının tür çeşitliğini belirlemeye yönelik araştırmalara rastlanmamıştır. Bu açıdan Yüzen Adalar'ın bulunduğu su kütlelerinin belirli dönemlerde ekolojisini ve yapısını anlamaya, yönelik çalışmalara ve bu alanların daha verimli ekolojisini bozmadan nasıl değerlendirilebileceğine katkı sağlayacağını düşünmekteyiz. Bu çalışma sonucunda, kış döneminde kaydedilen türler değerlendirildiğinde, Bingöl Yüzen Adalar'ın ötrofik, organik madde bakımından çok zengin ve verimli bir su kalitesine sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Literatür

- Alabaster, J.S., Lloyd, R. (1980): Water Quality Criteria for Freshwater Fish. –London-Boston: Butterworth, ISBN 0 408 10673 5, 297 pp.
- Altındağ, A., Yiğit, S. (2004): Beyşehir Gölü Zooplankton Faunası ve Mevsimsel Değişimi. *Gazi Üniveristesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(3): 217-225.
- Balcer, M., Korda, N.L., Dudson, S.I. (1984): Zooplankton of the Great Lakes, The University of Wisconsin Press, Wisconsin.
- Berzins, B., Pejler, B. (1987): Rotifer occurrence in relation to pH. *Hydrobiologia*, 147:107-116.
- Bulut, İ. (2012): Türkiye' nin Yüzen Adaları, I. Baskı, Atatürk Üniversitesi Yayın Evi, Erzurum, 181p.
- Bulut, H., Saler, S. (2013): Kalecik Baraj gölü (Elazığ- Türkiye) Zooplanktonu. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 25(2): 99-103.
- Bulut, H., Saler, S. (2014): Murat Nehri'nin (Elazığ-Palu İlçe Merkezi Sınırları İçindeki Bölümünde) Zooplanktonu ve Değişimi. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2(1): 13-17.
- Çalışkan, A., Elçi, Ş. (2007): İklim Değişikliğinin Tahtalı Baraj Gölü Hidrodinamiğine Etkileri. *I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi-TİDEK 2007, 11-13 Nisan İTÜ, İstanbul, Bildiriler Kitabı*, 279-287.
- Doğan Demir, A., Şahin, Ü., Meral, R., Demir, Y. (2013): Bingöl İli Yüzen Ada Sulak Alanı Mevcut Durumu Ve İyileştirme Olanakları. *3. Ulusal Sulak Alanlar Kongresi, 23-25 Ekim, Samsun, Bildiriler Kitabı*, 85-89.
- Dussart, B. (1969): Les Copépodes des eaux Continentales d'Europe Occidentale. Tome II, Cyclopoides et Biologie., N. Boubee et cie, Paris, 292 pp
- Einsle, U. (1996): Copepoda: Cyclopoida, Genera Cyclops, Megacyclops, Acanthocyclops Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World No.10. SPB Academic Publishing bv, 82 pp.
- Flössner, D. (1972): Krebstiere, Crustacea. Kiemen und Blattfüßer, Branchiopoda, Fishlause, Branchiura, Tierwelt Deutschlands, 60. Teil, Veb Gustav Fischer Verlag, Jena, 501 pp.
- George, D.G. (1976): Life Cycle and Production of Cyclops vicinus in a Eutrophic Reservoir. *Oikos*, 27: 101-110.
- Haberman, J. (1998): Zooplankton of Lake Vortsjarv, *Limnologica*, 28/1: 49-65.
- Hecky, R.E., Kilham, P. (1973): Diatoms in Alkaline, Saline Lakes: Ecology and Geochemical Implications. *Limnology and Oceanography*, 18: 53-71.
- Herzig, A. (1987): The analysis of planktonic rotifer population: a plea for long-term investigations. *Hydrobiologia*, 147: 163-180.
- Jacobi, H.U., Meijering M.P.D. (1978): On the Limnology of Bear Island (74°30'N19°E) with special references to Cladocera. *Astarte*, 11: 79-88.
- Kaya M., Altındağ, A. (2007): Zooplankton Fauna and Seasonal Changes of Gelingüllü Dam Lake (Yozgat, Turkey). *Turkish Journal of Zoology*, 31: 347-351.
- Kiefer, F. (1978): Das Zooplankton der Binnengewasser 2. Teil. Freilebende Copepoda. Die Binnengewasser Band XXVI E.Schweizerbart'sche Verlagbuchhandlung, Stuttgart. 315p.

- Kotov, A., Stifter, P. (2006): Family Ilyocriptidae (Branchiopoda: Cladocera: Anomopoda). Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World. No: 22, 172 pp.
- Mikschi, E. (1989): Rotifer Distributions in Relation to Temperature and Oxygen Content. *Hydrobiology*, 186-187: 209-214.
- Mc Ke, J.E., Wolf, H.W. (1963): Water Quality Criteria, Second Edition, The Resources Agency of California State Water Resources Control Board, 1-548.
- Negrea, T. (1983) Fauna Republici Socialiste Romania. Vol.4, 12. Crustacea Cladocera. Academia Republici Socialiste Romania, Bucuresti. 399 pp.
- Nogrady, T., Segers, H. (2002): Rotifera. Vol.6; Asplanchnidae, Gastropodidae, Lindiidae, Microcodidae, Synchaetidae, Trochosphaeriidae and Filinia. Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World. No.18, 264 pp.
- Örstan, A. (1999): An Introduction to Bdelloid Rotifers, <http://member.aol.com/bdelloid1/deloid.htm>
- Özdemir Mis, D., Aygen, C., Ustaoglu, M.R., Balık, S. (2009): Tahtalı Baraj Gölü (İzmir)'nün Zooplankton Kompozisyonu. *Ege Üniversitesi Su ürünleri Dergisi*, 26(2): 129-134.
- Peker, İ. (2007): Çevre mühendisliği Kimyası, Birsen yayınevi. ISBN: 9755114955, Kayseri.
- Ruttner-Kolisko, A. (1974): Plankton Rotifers, Biology and Taxonomy. Die Binnengewässer, Volume XXVI/I, Supplement, 144.
- Saler-Emiroğlu, S., Şen, B., Şen, D. (2000): Fırat Nehri Kömürhan Bölgesi Rotiferleri ve Mevsimsel Değişimleri. *Su Ürünleri Sempozyumu, Sinop Bildiriler Kitabı*, 385-396.
- Saler, S. (2004): Observations on the Seasonal Variation of Rotifera Fauna of Keban Dam Lake (Çemişgezek Region). *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(4), 695-701.
- Saler, S., Eroğlu, M., Haykır, H. (2011): Peri Çayı (Tunceli-Türkiye) Zooplanktonu. *e-Journal of New World Sciences Academy, Ecological Science*, 6(2): 14-20.
- Saler S., İpek N. (2011): Görgüsan Çayı ve Geban Deresi (Elazığ-Türkiye) Zooplanktonu. *Journal of FisheriesSciences.com*, 6(2): 155-163.
- Santer, B., Lampert, W. (1995): Summer Diapause in Cyclopoid Copepods: Adaptive Response to a Food Bottleneck? *Jornal Animal Ecology*, 64: 600-613.
- Sladeczek, V. (1983): Rotifers as Indicators of water Quality. *Hydrobiologia*, 100: 169-201.
- Taş, B., Candan, A.Y., Can, Ö. Topkara, S. (2010): Ulugöl (Ordu)'ün Bazı fizikokimyasal özellikleri. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 4(3): 254:263.
- Tellioglu, A., Yılmaztürk, Y. (2005): Keban Baraj Gölü Pertek Bölgesi'nin Kladoser ve Kopepod Faunası Üzerine Taksonomik Bir Çalışma. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 22(3-4): 431-433.
- Williamson, C.E. (1983): Invertebrate predation on planktonic rotifers. *Hydrobiologia*, 104: 385-396.
- Vijverberg, J. (1977): Population Structure, Life Histories and Abundance of Copepods in Tjeukemeer, the Netherlands, *Freshwater Biology*, 7: 579-597.

DETERMINATION OF SOME HAEMATOLOGICAL AND NON-SPECIFIC IMMUNE PARAMETERS IN NILE TILAPIA (*Oreochromis niloticus* L., 1758) FED WITH SPIRULINA (*Spirulina platensis*) ADDED DIETS

Aysel ŞAHAN¹, Oğuz TAŞBOZAN¹, Fatmagün AYDIN², Sevkan ÖZÜTOK¹,
Celal ERBAŞ¹, Selçuk DUMAN³, Leyla USLU¹, Filiz ÖZCAN¹

¹Cukurova University, Fisheries Faculty, Balcalı-Sarıçam, Adana, Türkiye

²Cukurova University, Biotechnology Research and Application Center, Balcalı-Sarıçam, Adana, Türkiye

³Cukurova University, Imamoglu Vocational School, Department of Fisheries, Imamoglu, Türkiye

Received: 22.01.2015

Accepted: 10.03.2015

Published online: 16.04.2015

This research was supported by the Academic Research Projects Unit of Cukurova University (Project Number: SUF2009 BAP11).

Corresponding author:

Aysel ŞAHAN, Cukurova University, Fisheries Faculty, 01330, Balcalı-Sarıçam, Adana, Türkiye

E-mail: avaz@cu.edu.tr

Abstract:

In this study, growth performance, haematological and non specific immune system parameters of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L., 1758) fed with diets which contain different levels of (0; 5.0; 7.5 and 10.0 g/kg) spirulina (*Spirulina platensis*) were investigated. At the end of the feeding experiment (75 days), total erythrocyte (RBC) and leukocyte counts (WBC), hematocrit (Hct), hemoglobin (Hb), leukocyte cell types (monocyte, lymphocyte, neutrophil, eosinophyl), RBC indices (MCV, MCH, MCHC) and phagocytic activity of blood taken from fish were determined in a certain period. According to the results, the addition of 5.0 g/kg spirulina in diet highly increased the phagocytic activity of neutrophils and monocytes and also the addition of 7.5 g/kg of spirulina in diet increased the amounts of RBC and WBC.

Consequently, these two levels of spirulina can be used as a protective agent against diseases by supporting the fish immune system.

Keywords: *Spirulina platensis*, Haematology, Non-Specific Immune Response, *Oreochromis niloticus*.

Introduction

In fish hatcheries, the indiscriminate use of antibiotics in prophylactic treatment has led to the development of the resistant strains and the need to switch over to other antibiotics. The antibiotics also may reduce the larval growth and inhibit defence mechanisms of the fish larvae (Citarasu, 2010).

For this reason, prevention of insensible application of medication, focusing on prophylactic drug applications, improving the immune system of the organism and to include high protein content alternative additives in fish food rations is very important from the health and the growth performance of the organism.

Spirulina (Spirulina platensis), used in this research, is a blue-green filamentous algae and play an important role on phagocytic activity of macrophages, stimulate of antibodies, antibacterial effect and non-specific immune system (Watanuki et al., 2006; Hirohashi et al., 2002).

In this study investigated growth, the non-specific immune function and haematological effects of spirulina (0; 5; 7.5 and 10 g/kg) in Nile Tilapia (*O. niloticus*).

Materials and Methods

Experimental design and fish materials

This experiment was conducted in Dr. Nazmi Tekelioglu Freshwater Research Station of Cukurova University, Faculty of Fisheries. The three hundred of *Oreochromis niloticus* (initial mean weights; 10.00 ± 0.98 g) were randomly 20 fish stocked into 12 net cages (1x1x1 m sizes) as three replicates during 75 days. The fish were fed two times a day with different levels of spirulina (0; 5.0; 7.5 and 10.0 g/kg) diets during the whole experimental period.

Experimental diets

Spirulina culture: Microalgae *Spirulina platensis* stock cultures were maintained at $24 \pm 2^\circ\text{C}$ on continuous illumination with fluorescent (Philipswhite, 36 watt) lights in erlenmeyers (250 mL, 500 mL, 2 L) and carboys (5 L and 10 L) in laboratory conditions. Their radiance, as measured by a Radiation Sensor LI-COR (LI-250), was $80 \mu\text{mol. Photon. m}^{-2}\text{s}^{-1}$. The stock cultures were grown in spirulina medium (Boussiba et al., 1992).

Formulation of the experimental diets are presented in Table 1. Four isonitrogenic (35% crude protein) and isolipidic (10% crude lipid) diets were used. Also, different levels (0; 5.0; 7.5 and 10.0 g/kg) of *Spirulina platensis* powder added to diets, air dried and stored at 4°C during the experiment.

Moisture and ash contents were determined according to AOAC, 1995. The protein and lipid contents of samples were determined using Kjeldahl, Blingh and Dyer (1959) methods (chloroform/methanol; 2:1, vol/vol), respectively (Mattisek et al., 1988).

Somatic indexes, haematological and non-specific immune analysis

After 75 days of feeding, 15 fish from each experimental diet were collected then weighed their viscera and livers in order to find somatic indexes. Before the haematological and non-specific immune analysis, fish in all groups were anaesthetized with Quinaldine sulphate (20 ml/L 4-5 dk.) (Sigma Chemical Co., Germany).

After the blood samples were taken from the caudal vein using a syringe from anaesthetized fish and transferred into tubes with EDTA and stored at 4°C . RBC and WBC were counted using Natt-Herrick solution and Thoma microslide. Cyanmethaemoglobin and microhaematocrit methods were used to determine Hb and Hct (Blaxhall and Daisley, 1973; Tanyer, 1985). MCV (Mean Corpuscular Volume) (μ^3), MCH (Mean Corpuscular Haemoglobin) (pg) and MCHC (Mean Corpuscular Haemoglobin Concentration) were calculated according to Mumford et al., 1994.

The oxidative radical production of phagocytes was measured by spectrophotometric assay of nitroblue tetrazolium (NBT) activity (Siwicki and Anderson, 1993). Peripheral blood smears (PBS) were stained with the mixture of May-Grünwald and Giemsa. Percentages of leukocyte cell types were determined using these preparations (Mumford et al., 1994).

Table 1. Experimental Diet Groups

Ingredients (g/kg)	Control	Spirulina		
		5.0 (g/kg)	7.5 (g/kg)	10 (g/kg)
Fish meal	425	425	425	425
Wheat meal	245	245	245	245
Corn meal	130	130	130	130
Dextrin	80	80	80	80
Fish oil+Sunflower oil (1:1)	50	50	50	50
CMC	20	15	12,5	10
DCP	10	10	10	10
Vit Mix	20	20	20	20
Min Mix	20	20	20	20
Spirulina	0	5.0	7.5	10
<i>Chemical composition (% in dry matter)</i>				
Ash	12.37	11.91	11.91	11.84
Moisture	6.30	5.86	6,42	5.71
Protein	34.70	35.20	35.67	35.91
Lipid	10.45	10.12	10.13	10.34

Table 2. Some Growth Parameters of Tilapia (average initial body weight, 10.00±0.98 g)

Parameters	Control	Spirulina		
		5.0 (g/kg)	7.5 (g/kg)	10 (g/kg)
FBW	49.88±1.67 ^b	43.21±4.45 ^a	44.67±1.08 ^a	42.58±2.38 ^a
FE ²	0.71±0.04 ^b	0.83±0.16 ^c	0.65±0.05 ^a	0.78±0.14 ^b
SGR ³	2.14±0.04 ^b	1.94±0.13 ^a	1.99±0.03 ^{ab}	1.92±0.07 ^a
VSI ⁴	8.88±0.58	7.87±0.51	7.92±0.55	7.78±0.52
HSI ⁵	3.87±0.25	3.43±0.46	3.95±0.35	3.32±0.27

¹ Values are means± SD. Values in the same line with different superscript are significantly different (p < 0.05).

²Feed Efficiency=Wet weight gain/dry feed intake

³Specific Growth Rate=100×[ln(final body weight ((FBW))-ln(initial body weight (IBW))]/day

⁴Viscerasomatic Index=100 × (Visceral area lipid weight/FBW). Initial level was: 7,95±1,08

⁵Hepatosomatic Index=100×(Liver weight/FBW). Initial level was: 1,16±0,47

Statistical analysis

The data obtained from the experimentation were evaluated using SPSS 15.0 Windows software package.

Results and Discussion

Results

The oxygen level, water temperature and pH values were respectively measured as 6.9 ± 1 mg/L, 23.3 ± 1 and 7.5 ± 1 °C.

Table 2, shows the final body weight (FBW), feed efficiency (FE), specific growth rate (SGR), visceral somatic index (VSI) and hepatosomatic index (HSI) of tilapia with the experimental diets featuring different spirulina levels during 75 days. According the results, FBW and SGR values were statistically different in between control and experimental groups among the groups ($P < 0.05$). The other parameters (FE, VSI and HSI) showed no significant differences among the groups ($P > 0.05$).

Haematological and Non-Specific Immune Parameters

The values of health indicators in fish such as the RBC, Hct and Hb levels and the RBC indices were displayed in the Table 3. The highest RBC amount was determined in fish fed with 7.5g of spirulina. Hct amount was significantly higher in groups fed with 10 g spirulina ($P < 0.05$). The MCV was identified to significantly lowest in the group fed with 7,5 g spirulina and MCH was found to significantly lowest in the groups fed with 5 and 7.5 g spirulina ($P < 0.05$). MCHC was found to be significantly lowest in groups fed with 5.0 and 10 g spirulina ($P < 0.05$).

The highest NBT activity values were obtained at 5.0 g/kg of dietary spirulina, mean while the lowest value was obtained at 10 g/kg. The NBT activity of fish fed diets containing 5% spirulina was significant difference from those at the all groups ($P < 0.05$).

Leukocytes, which are the cellular elements of the immune system in fish, were determined to be present in elevated levels in fish fed with 7.5 g/kg spirulina whereas the lymphocyte and eosinophil cell concentrations were significantly higher in the groups fed with 5.0 and 10 g/kg of spirulina. The concentration of neutrophils functioning in phagocytosis did not display a significant differ-

ence between different groups whereas the monocyte level was lower in the group fed with 5.0 g/kg of spirulina (Table 4). The stained blood photos were shown in Figure 1.

In various published studies have been shown significant therapeutic effects of Spirulina or its extracts on animals and humans (Watanuki et al., 2006). Latest, Spirulina has been suggested as immunomodulatory, especially, associated with non-specific immune system (Duncan and Klesius, 1996; Watanuki et al., 2006; Abdel-Tawwab and Ahmad, 2009). Blackmoli (*Poecilia latipinna*) larvae were tested using four different types of foods. Larvae were fed microalgae Spirulina, rotifer *Brachionus plicatilis*, Artemia and an artificial diet. At the end of 21 days of culture period the best performance in the form of live weight gain and survival rate of larvae was observed on spirulina diet (Tekelioğlu et al., 2005).

Growth performance results from this study indicated that *Oreochromis niloticus* had an optimum growth. Ogunji et al. (2008) have used the same species (initial weight; 2.85 g) in their study. They found the final body weight between 11g to 16 g in 56 days experimental period. Generally feed efficiency values for tilapias range between 0.65 and 0.80 for fish fed well prepared feeds (De Silva and Anderson, 1995). Our results have an acceptable growth and feed utilization values compared with the previous results.

Spirulina platensis is widely used in many countries as a health food due to its protein content and biochemical substances for immune system (Richmond, 1992). *Clarias gariepinus*, which received feed 5% spirulina had higher values for red and white blood cell counts and the lysozyme activity. The present study found that fish fed with 5% spirulina exhibited higher red and white blood cell counts and a higher immunity stimulating capacity (Promya and Chitmanat, 2011).

RBC, Hb and Hct values were determined to be very high in Tilapia fed with 7.5 and 10 g of spirulina. The studies conducted in recent years indicated the positive effects of feeding 7.5 and 10 g of spirulina on health indicators of fish such as the RBC indices and amounts (Duncan and Klesius, 1996).

Table.3 Haematological Parameters of Tilapia

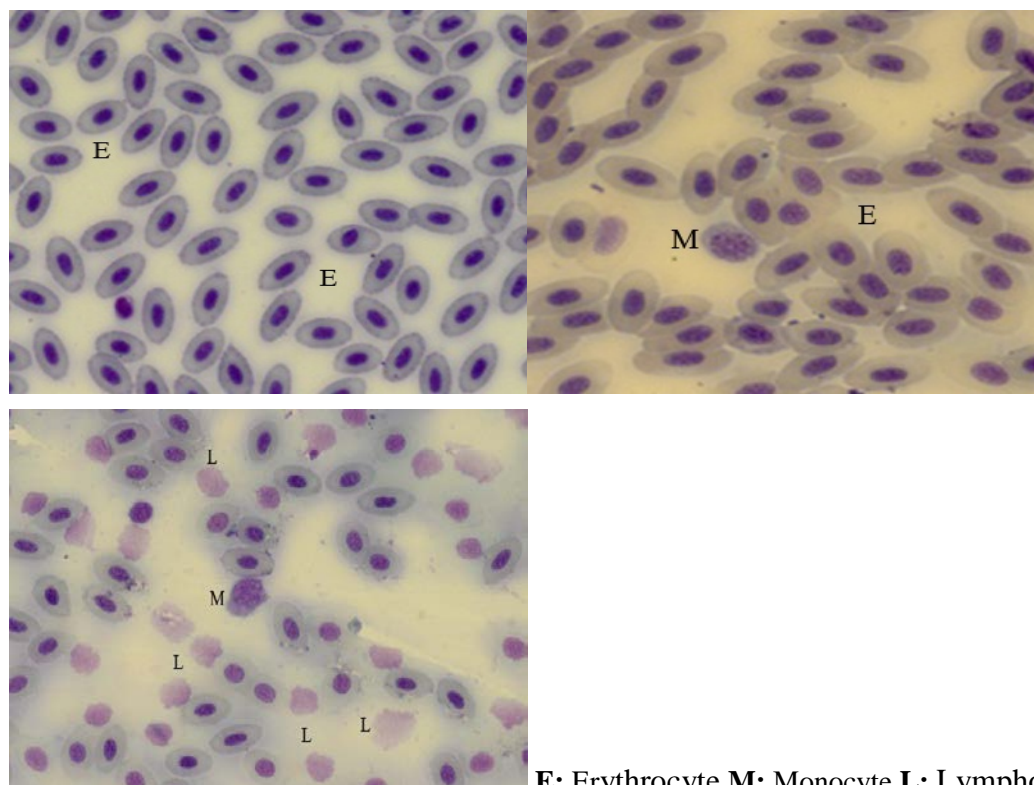
Parameters	Control	Spirulina		
		5.0 (g/kg)	7.5 (g/kg)	10 (g/kg)
RBC ($10^6/\text{mm}^3$)	2.34 \pm 0.27 ^a	3.15 \pm 0.25 ^b	3.61 \pm 0.05 ^c	3.08 \pm 0.18 ^b
Hct (%)	33.08 \pm 2.37 ^a	34.79 \pm 2.58 ^a	34.37 \pm 3.35 ^a	38.00 \pm 1.70 ^b
Hb (g/dL)	10.34 \pm 0.59 ^b	9.71 \pm 0.79 ^a	10.57 \pm 0.60 ^b	10.69 \pm 0.52 ^b
MCV (μ^3)	142.75 \pm 18.76 ^d	111.04 \pm 10.45 ^b	95.25 \pm 9.50 ^a	123.80 \pm 9.74 ^c
MCH (Pg)	44.63 \pm 5.66 ^c	31.08 \pm 3.93 ^a	29.27 \pm 1.58 ^a	34.77 \pm 2.00 ^b
MCHC (% g)	31.35 \pm 2.23 ^b	28.11 \pm 3.55 ^a	30.98 \pm 3.36 ^b	28.17 \pm 1.80 ^a

Values are means \pm SD. Values in the same line with different superscript are significantly different ($p < 0.05$).

Table.4 Non-Specific Immune Parameters of Tilapia

Parameters	Control	Spirulina		
		5.0 (g/kg)	7.5 (g/kg)	10 (g/kg)
NBT (mg/mL)	1.22 \pm 0.42 ^a	1.60 \pm 0.21 ^b	1.15 \pm 0.16 ^a	0.95 \pm 0.19 ^a
Leukocyte ($\times 10^3/\text{mm}^3$)	23.31 \pm 0.82 ^a	25.31 \pm 1.85 ^b	35.68 \pm 1.00 ^c	24.77 \pm 1.92 ^b
Lymphocyte (%)	79.67 \pm 2.41 ^a	84.99 \pm 3.81 ^b	80.48 \pm 1.77 ^a	83.84 \pm 2.96 ^b
Monocyte (%)	17.60 \pm 2.00 ^b	11.39 \pm 1.83 ^a	17.38 \pm 1.47 ^b	13.53 \pm 2.30 ^c
Neutrophil (%)	2.38 \pm 0.45 ^a	2.42 \pm 1.01 ^a	1.99 \pm 0.69 ^a	1.81 \pm 0.64 ^a
Eosinophil (%)	0.60 \pm 0.88 ^a	1.97 \pm 0.46 ^b	0.71 \pm 0.21 ^a	0.82 \pm 0.38 ^b

Values are means \pm SD. Values in the same line with different superscript are significantly different ($p < 0.05$).



E: Erythrocyte **M:** Monocyte **L:** Lymphocyte

Figure. 1 The Blood Cells in Tilapia Fed with Different Levels of Spirulina

The innate cellular immune system plays an essential role in host-defense mechanisms. As Siwicki and Studnicka, 1987 indicated that this cellular immune system includes the phagocytic cells such as monocytes/macrophages and neutrophils which play a fundamental role in protection and survival during adverse conditions.

Phagocytosis in fish is the primary mechanism of the non-specific immune response to pathogenic microorganisms. The NBT activity test is one of the methods used to assess the phagocytic activity of neutrophils and monocytes (Siwicki and Anderson, 1993). Abdel-Tawwab and Ahmad (2009) indicated that tilapia fed diets containing 7.5 and 10g/kg spirulina showed a significant increase in NBT values. In the present study, NBT activity was significantly increased 5.0 g/kg of dietary spirulina indicating an improved non specific immune response of the fish. These facts support the present finding that lymphocyte and eosinophils also showed significant difference at 5.0 g/kg of dietary spirulina ($p<0.05$). Watanuki et al. (2006), investigated the effect of feeding carp infected with *Aeromonas hydrophila* with food containing *Spirulina platensis* on the immune system. The results of the study indicated reduced bacterial counts specifically in blood, liver and kidneys upon administration of spirulina. Spirulina was reported to increase phagocytic activity in blood and other tissues and were even useful in establishing immunity upon birth in carps. They highlighted the importance of enriched spirulina diets on the physiological parameters of fish.

Recent studies stressed the therapeutic effects of spirulina as immunostimulant in different animal species. Duncan and Klesius (1996), investigated the specific and non-specific immune response of channel catfish fed with *Spirulina platensis*. The study indicated that spirulina caused increased non-specific immune response and that they aided defense of the fish against *Edwardsiella ictaluri*. Specifically, the percent macrophage from phagocytic cells and the number of red blood cells were shown to display significant increase.

Several studies on Channel catfish, carp and Nile Tilapia reported a reinforcement of the non-specific immune system upon feeding on spirulina and that spirulina acted as an immunostimulator in fish.

Conclusion

The growth performance of tilapia fed on spirulina-supplemented diets was within acceptable limits in the study and the total body nutrient quality was determined to be at optimum levels. Additionally, the administration of spirulina at a concentration of 7.5 g/kg was shown to increase in the erythrocyte and leukocyte concentrations that even a lower dose of 5.0 g/kg was effective in immune response cells.

References

- Abdel-Tawwab, M., Ahmad, M.H. (2009): Live spirulina (*Arthrospira platensis*) as a growth and immunity promoter for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), challenged with pathogenic *Aeromonas hydrophila*. *Aquaculture Research*, 40: 1037-1046.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (1995): Official methods of analysis, 15th edition. Association of official analytical chemists, Arlington, Virginia, USA.
- Boussiba, S., Fan, L., Vonshak, A. (1992): Enhancement and determination of astaxanthin accumulation in green algae *Haematococcus pluvialis*. *Methods in Enzymology*, 213: 386-391.
- Blaxhall, P.C., Daisley, K.W. (1973): Routine haematological methods for use with fish blood. *Journal of Fish Biology*, 6: 771-882.
- Blingh, E.G., Dyer, W.J. (1959): A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry, Physiology*, 37: 911-917.
- Citarasu, T. (2010): Herbal biomedicines: A new opportunity for aquaculture industry. *Aquaculture International*, 18: 403-414.
- De Silva, S.S., Anderson, T.A. (1995): Fish nutrition in aquaculture. Chapman and Hall, London, pp. 31.
- Duncan, L.P., Klesius, P.H. (1996): Effect of feeding spirulina on specific and non-specific immune responses of Channel catfish. *Journal of Aquatic Animal Health*, 8: 308-313.
- Hirohashi, T., Matsumoto, M., Hazeki, K., Sacki Yui, M., Seya, T. (2002): Activation of the

- human innate immune system by spirulina: augmentation of interferon production and NK cytotoxicity by oral administration of hot water extract of *Spirulina platensis*. *International Immunopharmacology*, 2: 423-434.
- Mattisek, R., Schnepel, F.M., Steiner, G. (1988): *Lebensmittel analytisch*. Springer Berlin, pp. 440.
- Mumford, S., Heidel, J., Smith, C., Morrison, J., Mac Connell, B., Blazer, V., Stollen, S.J., Fletcher, T.C., Anderson, D.P. (1994): *Techniques in fish immunology-2.1st edition*. ISBN 0-9625505-3-1. SOS Publications, Virginia, pp. 196
- Ogunji, J., Toor, R.S., Schulz, C., Kloas, W. (2008): Growth performance, nutrient utilization of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* fed housefly maggot meal (Magma meal) diets. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 8: 141-147.
- Promya, J., Chitmanat, C. (2011): The effect of *Spirulina platensis* and *Cladophora* algae on the growth performance, meat quality and immunity stimulating capacity of the African sharp-tooth catfish (*Clarias gariepinus*). *International Journal of Agriculture & Biology*, 13: 77-82.
- Richmond, A. (1992): Mass culture of cyanobacterium. In: *Photosynthetic Prokaryotes*, Mann N.H., Carr, N.G. (Eds.). Plenum Press, New York, pp. 181-209.
- Siwicki, A.K., Anderson, D.P. (1993): Immunostimulation in fish. Measuring the effects of stimulants by serological and immunological methods. The Nordic Symposium on Fish Immunology, Lysekil, Sweden, pp. 24.
- Siwicki, A., Studnicka, M. (1987): The phagocytic ability of neutrophils and serum lysozyme activity in experimentally infected carp *Cyprinus carpio* L. *Journal of Fish Biology*, 31: 57-60.
- Tanyer, G. (1985): *Hematology and laboratory lecture book*. Ayyıldız Publication. Ankara, 441 s.
- Tekelioglu, N., Uslu, M., Işık, O. (2005): Effect of different diets on growth of blackmoli (*Poecilia latipinna*) larvae. *Journal of Applied Animal Research*, 28: 45-47.
- Watanuki, H., Kazuki, O., Malina, A.C., Tassakka, A.R., Toshimitsu, K., Sakai, M. (2006): Immunostimulant effects of dietary *Spirulina platensis* on carp, *Cyprinus carpio*. *Aquaculture*, 258: 157-163.

A NEW MAXIMUM LENGTH FOR THE PARROTFISH, *Sparisoma cretense* (Linnaeus, 1758) IN THE MEDITERRANEAN SEA

Halit FILİZ, Nail SEVINGEL

Mugla Sıtkı Kocman University, Faculty of Fisheries, Dept. of Hydrobiology, Kotekli, Mugla, Turkey

Received: 21.04.2014

Accepted: 31.03.2015

Published online: 16.04.2015

Corresponding author:

Halit FİLİZ, Mugla Sıtkı Kocman University, Faculty of Fisheries, Dept. of Hydrobiology, TR 48000, Kotekli, Mugla Türkiye

E-mail: halit.filiz@mu.edu.tr

Abstract:

A female specimen of the *Sparisoma cretense* (Linnaeus, 1758), with 52.0 cm total length and 2200.0 g total weight, was caught on the 26th July 2013 at Karaburun (Izmir Bay, Aegean Sea). Its total length and weight were the maximum observed values for the species in Mediterranean Sea.

Keywords: Mediterranean, Maximum length and weight, Parrotfish

Introduction

The parrotfish, *Sparisoma cretense* (Linnaeus, 1758) (Actinopterygii, Perciformes, Scaridae), is an Atlanto-Mediterranean species that inhabits rocky and sandy areas usually covered with algae (Golani et al., 2006). Its habitat extends from the 20 m depth down to 50 m (Froese & Pauly, 2013).

Parrotfish is distributed along the Turkish coasts of Aegean (Öğretmen et al., 2005; Fricke et al., 2007; Akyol et al., 2011) and Mediterranean Sea (Fricke et al., 2007). It's also recorded from Köycegiz Lagoon/Dalyan River system by Akin et al. (2005). Nevertheless, parrotfishes were observed only rarely in the past, mostly in the Aegean Sea (Akyol et al., 2011).

Very little is known about the species biology and ecology. Due to being a target species in various fisheries, habitat loss and pollution, the parrotfish population has been evaluated as Endangered (EN) in Turkey (Fricke et al., 2007), Least Concern (LC) in Mediterranean (Abdul Malak et al., 2011), and proposed for Annexes II and V for the EU Habitats Directive (Fricke et al., 2007). Any biological data that can be generated, like maximum length and weight, could be of high value and importance.

Materials and Methods

On the 26th July 2013, one female specimen of *S. cretense* (52.0 cm TL and 2200.0 g in weight) was captured by spearfishing in a marine cave at 19 m depth at Karaburun (Izmir Bay, Aegean Sea). The sea temperature was 21.5 C°. The specimen's (Figure 1) total length was measured to the nearest centimetre and weighed to the nearest gram. The scientific name of the species was also checked against FishBase (Froese & Pauly, 2013).

Results and Discussion

Our specimen from the Aegean Sea is close to the maximum length ever recorded (52.2 cm TL;

Afonso et al., 2008) (Table 1). The maximum length reported in Froese & Pauly (2013) is 50.0 cm TL and there are various studies providing information about maximum lengths in Mediterranean (Table 1). Our specimen proves that this species can grow above the previous maximum data found. Most of the published observations of *S. cretense* were made in fisheries areas and fisheries pressure can lead to smaller maximum lengths. It is a well known phenomenon, that individuals from populations exposed to high fisheries mortality/pressure will respond by reproducing at reduced average sizes and ages (Helfman et al., 2009) and thus, with continued overfishing, maximum lengths may continue to decrease. In Turkey, the parrotfish has commercial value and is one of the target species of the small-scale fishery. So, contrary to the phenomenon termed "bigger-deeper" by Polloni et al. (1979), our relatively shallow specimen may have reached the maximum length and weight observed because it occupied an area not under intensive fisheries zone. An alternative explanation could be the absence of predation by suitably large predators at this shallow depth. Other factors that are known to influence growth rates and maximum reached size are: temperature, food availability, nutrient availability, light regime, oxygen, salinity, pollutants, current speed, predator density, intra-specific social interactions and genetics (Helfman et al., 2009). These factors, often working in combination, create large variations in size of fishes of the same and different ages (Helfman et al., 2009) however, they are unknown in the present case.

Maximum length is an important theoretical parameter in fisheries science. Directly and indirectly, this measurement enters into most of the models used in stock assessments. The maximum observed length is a tool used for a rapid evaluation of growth rates in the absence of basic data. Therefore, updating information about the maximum size of a species which is commercially or recreationally exploited is important (Filiz, 2011).

Table 1. Comparison of the maximum total lengths.

References	n	Max Length (cm)	Locality
Petrakis & Papaconstantinou (1990)	-	32.0	Dodecanese (Greece)
Başusta & Erdem (2000)	2	22.8	Iskenderun Bay (esatern Mediterranean)
Stergiou & Moutopoulos (2001)	372	32.5	Aegean Sea (Greece)
Moutopoulos & Stergiou (2002)	22	35.0	Aegean Sea (Greece)
Öğretmen et al. (2005)	2	14.3	Gokova Bay (southern Aegean Sea)
Afonso et al. (2008)	645	52.2*	Azores Island (Atlantic)
La Mesa et al. (2012)	6	29.8	Lampedusa, Italy (western Mediterranean)
Froese & Pauly (2013)	-	50.0	--

*indicates valid maximum length (Atlantic)



Figure 1. General view of *Sparisoma cretense*, 52.0 cm TL and 2200.0 g, captured at Karaburun (Izmir Bay, Aegean Sea).

References

- Abdul Malak, D., Livingstone, S.R., Pollard, D., Polidoro, B.A., Cuttelod, A., Bariche, M., Bilecenoglu, M., Carpenter, K.E., Collette, B.B., Francour, P., Goren, M., Kara, M.H., Massutí, E., Papaconstantinou, C., Tunesi, L. (2011): Overview of the Conservation Status of the Marine Fishes of the Mediterranean Sea. IUCN, Gland, Switzerland and Malaga, Spain.
- Afonso, P., Morato, T., Santos, R.S. (2008): Spatial patterns in reproductive traits of the temperate parrotfish *Sparisoma cretense*. *Fisheries Research*, **90**: 92-99.
- Akın, S., Buhan, E., Winemiller, K.O., Yılmaz, H. (2005): Fish assemblage structure of Koycegiz Lagoon-estuary, Turkey: spatial and temporal distribution patterns in relation to environmental variation. *Estuarine, Coastal and Shelf Sciences*, **64**: 671-684.
- Akyol, O., Çoker, T., Perçin, F. (2011): The very rare and little-known fishes along the coasts of Izmir (Aegean Sea, Turkey) in the past 40 years (1969–2008). *Journal of Applied Ichthyology*, **27**: 1337-1345.
- Başusta, N., Erdem, Ü. (2000): İskenderun Körfezi Balıkları Üzerine Bir Araştırma (A Study on the Pelagic and Demersal Fishes of Iskenderun Bay). *Turkish Journal of Zoology*, **24(Suppl.)**: 1-19.
- Filiz, H. (2011): A New Maximum Length for the Red Mullet, *Mullus barbatus* Linnaeus, 1758. *Research Journal of Biological Sciences*, **4(2)**: 131-135.
- Fricke, R., Bilecenoğlu, M., Sarı, H.M. (2007): Annotated checklist of fish and lamprey

- species (Gnathostomata and Petromyzontomorpha) of Turkey, including a Red List of threatened and declining species. *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde Serie A (Biologie)*, 706: 169.
- Froese, R., Pauly, D. (2013): FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (12/2013).
- Golani, D., Öztürk, B., Başusta, N. (2006): The Fishes of the Eastern Mediterranean. Turkish Marine Research Foundation, Istanbul, Turkey.
- Helfman G.S., Collatte, B.B., Facey, D.E., Bowen, B.W. (2009): The diversity of fishes: biology, evolution, and ecology. 2nd edn, Wiley-Blackwell, UK.
- La Mesa, G., Consalvo, I., Annunziatellis, A., Canese, S. (2012): Movement patterns of the parrotfish *Sparisoma cretense* in a Mediterranean marine protected area, *Marine Environmental Research*, 82: 59-68.
- Moutopoulos, D.K., Stergiou, K.I. (2002): Length-weight and length-length relationships of fish species from the Aegean Sea (Greece). *Journal of Applied Ichthyology*, 18: 200-203.
- Öğretmen, F., Yılmaz, F., Torcu Koç, H., (2005): An investigation on fishes of Gokova Bay (southern Aegean Sea), *Balikesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(2): 19-36.
- Petrakis, G., Papaconstantinou, C. (1990): Biology of *Sparisoma cretense* in the Dodecanese (Greece). *Journal of Applied Ichthyology*, 6:14-23.
- Polloni, P., Haedrich, R., Rowe, G.T., Clifford, C.H. (1979): The size-depth relationship in deep ocean animals. *Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie*, 64: 39-64.
- Stergiou, K.I., Moutopoulos, D.K. (2001): A review of length-weight relationships of fishes from Greek marine waters. *Naga ICLARM Quarterly*, 24(1-2): 23-39.