

J Aquacult Eng Fish Res

Vol. 3 Issue 4 2017

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**

© 2015-2017 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 covering 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 publishes articles quarterly in **English** or **Turkish** language.

"Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research" do not charge (it's free) any article submission or processing charges.

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 Management

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 Aquatic Sciences, Turkey

Cover photo:

Prof. Dr. Özkan ÖZDEN

Istanbul University, Faculty of Aquatic Sciences, 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

Assoc. Prof. Dr. Yıldız BOLAT

University of Süleyman Demirel, Eğirdir Fisheries Faculty, Turkey

Assoc. Prof. Dr. Ioannis S. BOZIARIS

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

Assoc. Prof. Dr. Şeref KORKMAZ

Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Fisheries and Aquaculture Engineering, 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 ZHENG GUO

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

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**

© 2015-2017 ScientificWebJournals (SWJ)

All rights reserved/Bütün hakları saklıdır.

Vol. 3 Issue 4 Page 160-235 (2017)

Table of Contents/İçerik

DETERMINATION OF SENSORY, CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL QUALITY OF DIFFERENT MULLET (MUGILIDAE) SPECIES CAUGHT FROM KÖYCEĞİZ LAGOON / Pages: 160-170

Yunus Alparslan, Cansu Metin, Hatice Hasanhocaoğlu Yapıcı, Taçnur Baygar

AN UPDATED CHECKLIST OF MARINE FLORA ON THE CONTINENTAL SHELF OF GÖKÇEADA ISLAND (NORTHERN AEGEAN SEA, TURKEY)/ Pages: 171-187

Aysu Güreşen, Emine Şükran Okudan, Yelda Aktan, Hüseyin Erduğan, Berrin Dural, Veysel Aysel

A REVIEW: APPLICATIONS OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS (GIS) IN MARINE AREAS / Pages: 188-198

Şeyma Merve Kaymaz, Murat Yabanlı

MICROSATELLITE AND ALLOZYME VARIATIONS IN STARLET STURGEON WILD BROODSTOCK AND HATCHERY-PRODUCED OFFSPRING, USED FOR RESTOCKING OF LOWER DANUBE RIVER / Pages: 199-206

Petya P. Ivanova, Nina S. Dzhenbekova, Velichka Kardjeva, Angel G. Tsekov, Violin S. Raykov

MACROBENTHIC NEMATODES INHABITING MUSSEL BEDS: SEASONAL VARIABILITY IN THE POPULATION STRUCTURE OF ENOPLUS QUADRIDENTATUS BERLIN, 1853 AROUND SINOP PENINSULA (SOUTHERN BLACK SEA) / Pages: 207-218

Derya Ürkmez

THE SEASONAL VARIATIONS OF PHYTOPLANKTON OF NAZİK LAKE (BİTLİS, TURKEY) / Pages: 219-235

Feray Sönmez, Seçil Güneş, Nurten Özbey, Tunay Şeker, Gülden Ersoy

KÖYCEĞİZ LAGÜNÜ'NDEN AVLANAN FARKLI KEFAL (*Mugilidae*) TÜRLERİNİN DUYUSAL, KİMYASAL VE MİKROBİYOLOJİK KALİTESİNİN BELİRLENMESİ

Yunus Alparşlan ORCID ID: [0000-0002-8833-996X](https://orcid.org/0000-0002-8833-996X), Cansu Metin ORCID ID: [0000-0002-2290-1489](https://orcid.org/0000-0002-2290-1489),
Hatice Hasanhocaoğlu Yapıcı ORCID ID: [0000-0001-5868-436X](https://orcid.org/0000-0001-5868-436X), Taçnur Baygar ORCID ID: [0000-0001-8070-0653](https://orcid.org/0000-0001-8070-0653)

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Muğla

Received: 04.04.2017

Accepted: 26.07.2017

Published online: 22.09.2017

Corresponding author:

Cansu METİN, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi,
Su Ürünleri Fakültesi, Kötekli Kampüsü, 48000 Men-
teşe, Muğla, Türkiye

E-mail: cansumetin@mu.edu.tr

Öz:

Bu çalışmada, Muğla Köyceğiz Lagünü'ne giren farklı kefal türlerinin duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik açıdan et kalitesinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca her bir kefal türünün et verimi de belirlenmiştir. Bu çalışma Temmuz 2015 ile Haziran 2016 arasında gerçekleştirilmiştir. Köyceğiz Lagünü'nden avlanan dört kefal türünün (*Mugil cephalus*, *Liza aurata*, *Liza saliens* ve *Chelon labrosus*) et verimi, duyuşal, kimyasal (pH, TVB-N, TMA-N, TBA) ve mikrobiyolojik (Toplam mezofilik bakteri, toplam psikrotrofik bakteri ve toplam koliform bakteri) açıdan kalite değerleri tespit edilmiştir. *M. cephalus*; Mayıs ve Eylül ayları arasında, *L. aurata*; Ocak, Şubat, Mart, Haziran, Temmuz, Eylül, Kasım ve Aralık aylarında, *L. saliens*; Mayıs, Temmuz ve Ağustos aylarında, *C. labrosus* ise Ocak, Mart, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında temin edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre; duyuşal açıdan tüm kefal türlerinin çok taze (birinci kalite) balıklar olduğu panelistler tarafından belirlenmiştir. Kefal balıklarının kimyasal ve mikrobiyolojik analiz verilerine göre; bütün türler için tüketilebilir limit değerlerinin çok altında bulunmuştur. *M. cephalus*, *L. aurata*, *L. saliens* ve *C. labrosus* türlerinin et verimi ise; dişi bireyleri için sırasıyla % 39.60, 38.37, 47.31 ve 49.56; erkek bireyleri için % 42.40, 40.04, 44.73 ve 46.51 olarak belirlenmiştir.

Keywords: Köyceğiz Lagünü, Kefal balıkları, Et verimi, Et kalitesi

Abstract:

DETERMINATION OF SENSORY, CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL QUALITY OF DIFFERENT MULLET (*MUGILIDAE*) SPECIES CAUGHT FROM KÖYCEĞİZ LAGOON

In this study, it is aimed to detect the sensory, chemical and microbiological quality aspects of different mullet species that enter Muğla Köyceğiz Lagoon. The meat yield of each mullet is also determined. This study was conducted between July 2015 and June 2016. Meat yield, sensory, chemical (pH, total volatile base nitrogen (TVB-N), thiobarbituric acid (TBA), trimethyl-amine nitrogen (TMA-N) and microbiological (total viable bacteria, total psychrotrophic bacteria and total coliform bacteria counts) analysis were carried out for four mullet species (*Mugil cephalus*, *Liza aurata*, *Liza saliens* and *Chelon labrosus*) caught in Köyceğiz Lagoon. *M. cephalus* was seen on along May and September months; *L. aurata* was seen on January, February, March, June, July, November and December; *L. saliens* was seen on May, July and August; *C. labrosus* was seen on January, March, May, June, July, August and September. According to results of this study; all grey mullet species were sensorially evaluated as very fresh fish (first quality) by panelists. Chemical and microbiological analysis results were found to be under the consumable limit for all mullet species. Meat yield of *M. cephalus*, *L. aurata*, *L. saliens* and *C. labrosus* was 39.60, 38.37, 47.31 and 49.56% for female and 42.40, 40.04, 44.73 and 46.51% for male, respectively.

Keywords: Köyceğiz Lagoon, Grey mullets, Meat yield, Meat quality

Giriş

Ege bölgesinde ekonomik öneme sahip yüksek verimli pek çok lagün bulunmaktadır. Lagünler; kıyısı bulunduğu denizden, kum veya diğer sedimentlerden oluşan doğal veya yapay setlerle ayrılmış ve oluşan boğazlar ile denize bağlantılı alanlardır. Bu alanlar hem ekolojik hem de ekonomik açıdan oldukça büyük öneme sahiptir. Muğla'nın Ortaca ilçesinde bulunan Köyceğiz Lagünü, 28.38 km kıyı şeridi uzunluğuna sahip, 32.8 km²'si denizel olmak üzere toplam yüzölçümü 461.5 km² ve deniz derinliği ise en fazla 100 m olan bir lagündür. Köyceğiz Lagünü tatlı su ile denizi birleştiren ekolojik bir yapı olması nedeniyle; tuzluluk değeri farklılık göstermekte ve buna bağlı olarak, çok çeşitli canlı grupları gözlemlenebilmektedir. Lagünün balık üretimindeki payı %0.07 iken, kefal balığı üretiminde payı ise %1.8'tir. Balık üretimi 48 kg/ha/yıl'dır ve balık verimliliği 109 ton ile 444 ton arası değişmektedir. Köyceğiz Lagünü Dalyan Su Ürünleri Kooperatifi (DALKO) tarafından kiralanmış, ülke ve bölge ekonomisine katma değer katan bir balıkçı kooperatifidir (Buhan vd., 1998; Erdem, 2006; Bann ve Başak, 2013).

Köyceğiz Lagünü'nden avlanan en önemli ticari türlerden olan kefal balıkları *Mugilidae* familyasına aittir. Ortalama 30-50 cm boyunda, bazı türlerde ise boyu 70 cm kadar olabilmektedir (Çayhan, 2009). Kefal türleri tropik ve ılıman bölgelerde tuzlu ve tatlı sularda yaşayabilen ekolojik faktörlere çok toleranslı pelajik bir balık türüdür. Köyceğiz Lagün kuzuluklarına giren balıkların % 90'lık bölümünü kefal türleri oluşturmaktadır. Kefal türleri arasında yaz mevsiminde yumurtlayan *Mugil cephalus* ve *Liza saliens* türleri ile kış mevsiminde yumurtlayan *Liza ramada*, *Liza aurata* ve *Chelon labrosus* türleri olduğu belirtilmektedir (Yerli, 1989; Akın vd., 2005; Çayhan, 2009; MEGEP, 2011). Buhan vd. (1998) Köyceğiz Dalyan'ında kefal popülasyonlarının nisbi yoğunluğunu sırasıyla *M. cephalus* (%34.92), *L. aurata* (%33.5), *L. saliens* (%13.55), *L. ramada* (%12.5) ve *C. labrosus* (%5.52) olarak belirtmiştir.

Balık kalitesi; mikrobiyolojik, teknolojik ve duyu-sal kalite ile besleyicilik ve tazelik gibi ürüne özgü niteliklerle, fiziksel özelliklerin birleşiminden oluşan karmaşık bir kavram olarak tanımlanmıştır (Serdaroğlu ve Purma, 2006). Tazelik kaybı ve sonucunda oluşan bozulma, fizyolojik, kimyasal, mikrobiyolojik ve biyokimyasal süreçlerin birbirleri ile etkileşimleri sonucunda ortaya çıkmaktadır (Çetinkaya vd., 2011). Balıklarda tazelik, kalite

değişimleri ve bunlara yönelik birçok çalışma yapılmıştır (El-Sherif ve El-Ghafour, 2016; Alparslan vd., 2014; Baygar vd., 2012; Kandem vd., 2008; Alasalvar vd., 2001).

Bu çalışmada; Muğla İlinin Ortaca İlçesinde yer alan ve Türkiye için hem ekolojik hem de ekonomik olarak öneme sahip Köyceğiz Lagünü'ne giriş yapan dört farklı kefal türünün aylık olarak balıkların tazelik açısından duyu-sal, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesindeki değişimlerin belirlenmesi ve et veriminin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Çalışmada materyal olarak, Köyceğiz Lagünü (Muğla)'nde ticari öneme sahip kefal (*Mugilidae*) türleri kullanılmıştır. Örnekler, DALKO Su Ürünleri Kooperatifi'nin işlettiği kuzuluklardan Temmuz 2015 ile Haziran 2016 arasında on iki ay boyunca dalyan balıkçığının hasatına bağlı olarak; her ay yakalanan balıklar arasından temin edilmiştir. Her kefal türünden rastgele seçilmiş otuz adet balık kullanılmıştır. Yirmi adet balık boy-ağırlık ölçümleri ve et verimi için on adet balık ise duyu-sal, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler için ayrılmıştır. Balıklar hiçbir kimyasal işlem uygulanmadan, soğuk zincir şartlarına uygun bir şekilde, iki saat içerisinde Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Kalite Kontrol Analiz Laboratuvarlarına getirilmiştir.

Et Veriminin Belirlenmesi

Örnekler laboratuvara getirildikten sonra, tür-cinsiyet ayrımları yapılarak et verimi ölçümleri yapılmıştır. Baş, yüzgeçler, tüm iç organlar ve omurga alındıktan sonra balıkların et ağırlıkları tartılarak; toplam vücut ağırlığına oranı, yenilebilir net et verimi olarak ifade edilmiştir (Erkoyuncu vd., 1994).

Duyusal Analizler

Her bir kefal türü için duyu-sal analizler Varlık vd. (1993)'e göre hedonik skala kullanılarak 10 kişilik panelist grubu tarafından gerçekleştirilmiştir. Değerlendirme 3 puan üzerinden yapılmış, her bir özellik için verilen toplam puanların aritmetik ortalaması alınarak kalite sınıflarına ayrılmıştır (Tablo 1). Duyusal değerlendirmede; 2.7 ve üzeri puan alanlar çok taze (birinci kalite), 2-2.7 arasında puan alanlar taze (ikinci kalite), 1-2 puan arasında puan alan örnekler ticari (üçüncü kalite),

1'in altında puan alan balıklar ise tüketilemez olarak değerlendirilmiştir.

Kimyasal Analizler

Kefal örneklerinin pH değeri Manthey vd. (1988)'e göre pH metre (Inolab WTW Series) kullanılarak belirlenmiştir. Homojenize edilen örnek içerisindeki TVB-N miktarı Antonocoupoulos (1973)'e göre, TMA-N miktarı Schormüller (1968)'e göre, TBA miktarı ise Tarladgis vd. (1960)'a göre yapılmıştır.

Mikrobiyolojik Analizler

Her bir gruptan analiz gününde 10 g kefal örneği tartılmış ve üzerine otoklavlanmış 90 mL % 0.1 peptonlu su eklenerek buradan dilüsyonlar elde edilmiştir. Hazırlanan dilüsyonlardan Plate Count Agar (PCA) (Merck) ekim yapılmış toplam bakteri için 37 °C' de 24-48 saat; toplam psikrofil bakteri için ise 7°C' de 10 gün süre ile inkübasyona bırakılmış ve koloni sayımı yapılmıştır (FDA/BAM, 2001). Toplam koliform bakteri EMS yöntemine göre yapılmış ve 35±1°C'de 48 saat inkübasyondan sonra gaz oluşumu gözlenen tüpler pozitif olarak değerlendirilmiştir (FDA/BAM, 2002).

Tablo 1. Duyusal analiz skalası (Varlık vd., 1993)

Table 1. Sensory analysis scale

Değerlendirilen Özelliklere Verilen Puan				
Görünüş				
	3	2	1	0
Deri	Kuvvetli parlak renklerde, berrak mukoz sıvı mevcut, renk değişikliği yok	Kuvvetli fakat parlak olmayan renklerde, hafif bulanık mukoz sıvı mevcut	Mat renklerde, süt benzeri mukoz sıvı mevcut	Cansız soluk renklerde, bulanık mukoz sıvı mevcut
Gözler	Kornea dış bükey, saydam, pupilla siyah parlak renkte	Kornea dış bükey ve hafifçe çökük hafif yanardöner renkte, pupilla siyah bulanık görünüşte	Kornea düz yanardöner renkte, pupilla bulanık görünüşte	Kornea ortası çökmüş süt benzeri görünüşte, pupilla gri renkte
Solungaçlar	Parlak kırmızı renkte, mukoz sıvı mevcut değil	Solgun pembe renkte, az miktarda mukoz sıvı mevcut	Donuk pembe renkte, berrak olmayan mukoz sıvı mevcut	Kirli boz renkte, mukoz sıvı mevcut
Balık Eti	Mavimsi beyaz renkte, renk değişikliği mevcut değil	Balmumu sarısı renkte	Hafif bulanık	Bulanık
Omurga Boyunca Balıketi Rengi	Renk değişikliği mevcut değil	Hafif pembe	Pembe	Kırmızı
Organlar	Böbrekler, iç organlar ve aorttaki kan parlak kırmızı renkte	Böbrekler ve iç organlar mat kırmızı, kan donuk renkte	Böbrekler, iç organlar ve kan soluk kırmızı renkte	Böbrekler, iç organlar ve kan kahverengimsi renkte
Diğer Vasıflar				
Balıketi	Yüzeyi parlak, sert ve elastiki	Sertliği ve elastikiyeti azalmış	Yüzey sarımsı renkte, cansız ve mat, hafifçe gevşemiş	Yüzeyi oldukça pürüzsüz, gevşek ve pullar deriden kolayca ayrılabilir
Omurga	Balıketine sıkıca tutunmuş, ayrılacağı zaman kolayca kırılabilir	Balıketine sıkıca tutunmuş	Balıketinden ayrılabilir	Balıketinden kolayca ayrılabilir
Periton	Sıkıca tutunmuş	Tutunmuş halde	Ayrılabilir halde	Kolaylıkla ayrılabilir halde
Koku				
Deri, Solungaçlar, Karın Boşluğu	Deniz yosunu kokusu belirgin	Deniz yosunu kokusu azalmış	Deniz yosunu kokusu kaybolmuş, hafif asidik	Asidik

İstatistiksel Analiz

Araştırmada elde edilen veriler IBM SPSS Statistics v.21 paket programı (SPSS, CHICAGO, IL, USA) kullanılarak değerlendirilmiştir. Grup ortalamaları arasındaki farkın önemli olup olmadığı One-Way ANOVA kullanılarak belirlenmiş, önemli çıkan farkların hangi gruplar arasında olduğu Tukey çoklu karşılaştırma testi ile istatistiksel olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel önem seviyesi $P < 0.05$ olarak kabul edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Et Verimi Analiz Bulguları

Kefal türlerinin biyometrik analiz verileri değerlendirildiğinde; *M. cephalus* için en küçük ve büyük boyun sırasıyla 24.4 cm (Eylül) ile 47.6 cm (Haziran), en düşük ve yüksek ağırlığın ise sırasıyla 121.57 g (Eylül) ile 1000.6 g (Haziran) arasında değiştiği tespit edilmiştir. *L. aurata* kefal türünde en küçük ve büyük boy 26.2 cm (Haziran) ve 48.9 cm (Aralık), en düşük ve yüksek ağırlık ise 121.58 g (Şubat) ve 1005.16 g (Aralık) olarak tespit edilmiştir. *L. saliens* kefal türünde en küçük ve büyük boy sırasıyla 25.4 cm ve 35.4 cm ile Ağustos ayında en düşük ve yüksek ağırlık ağırlık ise 121.4 g (Ağustos) ile 398.88 g (Mayıs) arasında bulunmuştur. *C. labrosus* kefal türünde en küçük ve büyük boy sırasıyla 23.0 cm (Eylül) ile 42.5 cm (Haziran), en düşük ve yüksek ağırlık ise 122.9 g (Eylül) ile 809.55 g (Haziran) olarak belirlenmiştir.

Acarlı vd. (2009) Homa Lagünü'nde yaptıkları araştırmada *M. cephalus*, *L. saliens*, *Liza ramada*, *L. aurata* ve *Chelon labrosus* türünün en küçük ve en büyük boy aralığını sırasıyla 21.5-68.0cm 16.2-36.8cm, 30.5-43.8cm, 22.0-34.0cm ve 28.1-33.5cm olarak belirlemişlerdir. Kasımoğlu ve Yılmaz (2011), Gökova Körfezinden bir yıl boyunca avlanan *M. cephalus* kefal türünün min/max boylarının 17.0/50.5cm ve min/max ağırlıklarının 46.0/452.5g olarak bildirmiştir. Hoşsucu (2001)'de Güllük Lagünü'ndeki kefal populasyonlarının bazı büyüme özelliklerini belirlediği çalışmasında *M. cephalus* populasyonunda ortalama total boy ve ağırlık değerlerinin 31 cm ve 332 g; *L. saliens* için ortalama boy ve ağırlığının 25.3 cm ile 151.5 g; *C. labrosus* için de ortalama boy ve ağırlığının 25.3 cm ile 151.5 g arasında olduğunu ifade

etmişleridir. Çalışma sonuçlarımız diğer çalışmalara ile karşılaştırıldığında; boy dağılımları arasında benzerlik olduğu ancak ağırlıklar arasında farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Farklılığın kullanılan av araçlarından, av mevsiminden, balığın olgunluk durumundan, yakalandıkları bölgenin coğrafik durumundan ve besin ortamındaki değişikliklerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çalışmamızda dört farklı kefal türü için elde edilen et verimi bulguları Tablo 2'de gösterilmiştir. *M. cephalus* kefal türü için et verimi sonuçları değerlendirildiğinde, aylara bağlı olarak dişi ve erkek bireylerin et verimi değişkenlik göstermiştir. En düşük et verimi dişilerde %29.66 (Haziran) olarak belirlenmiştir. *L. aurata* kefal türünün et verimi erkek bireylerde dişi bireylere oranla daha yüksek bulunmuş, dişi ve erkek bireylerde en düşük et verimi sırasıyla %33.63 ve 35.04 iken, en yüksek et verimi ise sırasıyla %43.30 ve 43.59 olarak belirlenmiştir. *L. saliens* türü için erkek bireyler temin edilememiştir. Dişilerde et verimi en düşük %43.75 iken en yüksek %47.32 olarak tespit edilmiştir. *C. labrosus* kefal türünde dişilerde görülen et verimi erkeklere oranla daha yüksek bulunmuştur. Et verimi türler arasında kıyaslandığında *C. labrosus* kefal türünün dişi ve erkek bireylerindeki % et verimi en yüksek bulunmuştur.

Et verimi ile ilgili özellikler ürünün işlenmesini doğrudan etkileyen bir faktördür. Bundan dolayı üretimin verimliliğinin tespiti açısından, et veriminin tespit edilmesi önemlidir (Alagöz Ergüden, 2013). Tüketici tercihi açısından da et verimliliği önemlidir (Çağlak ve Karlı, 2013). Balıklarda et verimi, balığın türüne, cinsiyetine, yaşına, üreme mevsimine, beslenme durumuna, avlandığı sıradaki mide içeriğine göre değişmektedir. Özellikle dişi balıklarda yumurtlama zamanında yumurtalar vücut ağırlığının %30-40'ını oluşturur ve et verimi bu durumda çok düşüktür (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999). Üreme döneminde özellikle dişilerin gonad ağırlıkları artacağından et verimi düşer. Başçınar ve Okumuş (2005) üreme döneminde balıkların gonad oluşturmaları nedeniyle et verimlerinin ve et kalitelerinin düştüğünü; Karadeniz'de pelajik olarak av veren diğer türlere göre, Pasifik kefalinin et verimindeki düşüklüğün temel nedeni bu olduğu bildirmişlerdir.

Tablo 2. Kefal türlerinin et verimi analiz sonuçları

Table 2. Meat yield analysis results of mullet species

	<i>M. cephalus</i>		<i>L. aurata</i>		<i>L. saliens</i>		<i>C. labrosus</i>	
	Dişi	Erkek	Dişi	Erkek	Dişi	Erkek	Dişi	Erkek
Ocak	-	-	35.50±1.70	40.44±2.31	-	-	52.79±1.49	51.65±2.73
Şubat	-	-	38.25±3.18	42.25±3.38	-	-	-	-
Mart	-	-	41.57±4.04	41.84±0.05	-	-	47.00±3.06	45.92±1.15
Nisan	-	-	-	-	-	-	-	-
Mayıs	45.03±2.25	*	-	-	47.32±1.67	*	50.16±1.17	49.03±1.38
Haziran	29.66±1.96	36.52±2.63	42.75±2.34	40.35±1.06			48.73±2.05	46.43±3.21
Temmuz	43.65±3.07	42.74±1.20	36.45±3.52	41.09±4.24	43.75±0.78	*	50.52±1.62	49.09±0.95
Ağustos	30.43±1.82	*	-	-	45.25±2.13	*	42.08±3.51	42.62±1.65
Eylül	33.51±5.32	41.10±4.50	43.30±5.64	43.59±1.26	-	-	49.56±1.70	47.32±4.53
Ekim	-	-	-	-	-	-	-	-
Kasım	-	-	33.63±1.51	35.04±1.43	-	-	-	-
Aralık	-	-	37.19±2.33	42.65±1.99	-	-	-	-

* Erkek bireye rastlanılmamıştır
-Örnek bulunamamıştır

Duyusal Analiz Bulguları

Çalışmamızda panelistler tarafından tüm kefal türleri tazelik açısından tam puan olarak birinci kalite olarak değerlendirilmiştir. Orak ve Kayışoğlu (2008)'de yaptıkları çalışmada 3 üzerinden yapılan duyu analizi değerlendirilmede taze *Mugil cephalus* örneklerinin de tam puan aldığı belirtilmiştir. Dalyan kuzuluklarından canlı olarak alınan kefal balıkları, işletmeye alınarak buz uygulaması yapıldıktan sonra hemen taze olarak satışa sunulmaktadır. Bu açıdan balıkların tazelik açısından birinci kalitede çıkması doğal olarak değerlendirilmektedir.

Kimyasal Analiz Bulguları

Tazeliğini kaybetmiş olan balık etinin kimyasal bileşimi, taze balık etinin kimyasal bileşiminden farklıdır. Et tazeliğini yitirdikçe trimetilamin oksit, protein gibi kimyasal maddelerin miktarları azalırken aminoasit, trimetilamin, amonyak, uçucu asit gibi bileşiklerin miktarları artmaktadır (MEGEP, 2013). Varlık vd., (1993) tüketime uygun su ürünlerinde TMA-N değerinin 1-8 mg/100g arasında olması gerektiğini ifade ederken, Avrupa Birliği tarafından kabul edilen limit değerin ise 12 mg/100g olduğu bilinmektedir (Goulas ve Kontominas, 2005). Kalite kriteri açıs-

sından tek başına kesin bir sonuç vermemekle birlikte pH değeri taze balıkta nötr değerine yakın olup 6-6.5 arasında değişmektedir. Tüketilebilir limiti 6.8-7.0 arasında olup depolama süresince yavaş yavaş artmaktadır (Varlık vd., 1993). Balık ve ürünlerinin tazelik derecesinin belirlenmesinde çok fazla kullanılan kimyasal değişkenlerden biri de toplam uçucu bazik azot (TVB-N) değeridir. Bakteri ve endojen enzim aktivitesi ile birlikte TVB-N miktarı da artmaktadır (Kyra vd., 1997). Yapılan birçok çalışmada farklı sınır değerleri dikkate alınmış, bu değerlerin 20-35 mg/100 g arasında değiştiği bildirilmiştir (Connell, 1995; Kim vd., 2002). Ludorf ve Meyer (1973) deniz gıdalarında kabul edilebilir üst limitin 30-35 mg/100g olduğunu ileri sürmüştür. Bir diğer kalite kriteri olarak; yağların acılaşıma derecesinin belirlenmesinde kullanılan tiyobarbitürik asit sayısının (TBA) çok iyi bir materyalde 3'ten az, iyi bir materyalde 5'ten fazla olmaması gerektiği, tüketilebilirlik sınır değerinin ise 7-8 arasında olduğu bildirilmiştir (Varlık vd., 1993).

Her kefal türü için kimyasal analiz bulguları Tablo 3'de toplu olarak verilmiştir. Analiz sonuçları incelendiğinde *M. cephalus* kefal türünün en düşük ve en yüksek pH, TVB-N, TMA-N ve TBA değeri sırasıyla 6.20-6.44, 15.55-19.55 mg/100g, 0.16-0.36 mg/100g ve 0.23-0.48 mg MA/kg olarak

belirlenmiştir. TVB-N değeri Eylül, Mayıs ve Haziran aylarında en yüksek iken diğer aylarda daha düşük tespit edilmiştir. *L. aurata* kefal türü için bu değerler sırasıyla 6.23-6.55, 14.59-21.32 mg/100g, 0.07-0.27 mg/100g ve 0.22-0.41 mg MA/kg olarak *L. saliens* kefal türü için 6.23-6.54, 14.91-19.27 mg/100g, 0.15-0.27 mg/100g ve 0.18-0.47 mg MA/kg olarak *C. labrosus* kefal türü için ise 6.31-6.62, 17.18-21.06 mg/100g, 0.20-0.40 mg/100g ve 0.18-0.38 mg MA/kg olarak belirlenmiştir. Her bir kefal türünün TMA-N ve TBA değerleri tüketilebilir sınır değerlerinin çok altında kaldığı tespit edilmiştir. Aylara bağlı olarak *C. labrosus* pH değerleri diğer kefal türlerinden daha yüksek bulunmuştur.

Mostafa ve Salem, (2015)'te işlenmiş *Mugil cephalus*'un mikrobiyolojik ve besinsel karakterinin araştırdığı çalışmada taze örneklerde pH, TBA, TVB-N ve TMA değerlerini sırasıyla 6.26, 0.47 mg malonaldehit/kg, 22.4 mg/100g ve 2.76 mg/100g olarak belirlemişlerdir. Kamdem vd. (2008)'nin avladıkları *L. ramada*, *L. aurata* ve *L. saliens* türlerinin bazı güvenlik indeksleri ve besin içeriklerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada taze *L. saliens* ve *L. aurata* türlerinin TVB-N değerlerini 12.52 mg/100 g ve 12.54 mg/100 g olarak ortaya koymuşlardır. El-Sherif ve El-Ghafour (2016)'da yaptıkları çalışmada *M. cephalus* türünün pH, TVB-N ve TMA-N değerlerini sırasıyla 6.11, 12.22 mg/100gr ve 0.62 mg/100gr olarak tespit etmişlerdir. Bangladeş'te yapılan diğer bir çalışmada, farklı türlerin besinsel kompozisyonu, TVB-N, TMA-N ve pH değerlerini ortaya koymuşlardır. Taze *Mugil cephalus* türüne ait TVB-N, TMA-N ve pH'nin sırasıyla 20.50 ±0.48 mg/100g, 13.51 ±0.30 mg/100g ve 6.77 ±0.15 olarak bildirilmiştir (Azam vd., 2004). Mostafa ve Salem (2015) ve Orak ve Kayışoğlu (2008) yaptıkları çalışmada TMA-N değerleri bizim bulgularımızdan daha yüksek bulunmuştur. Kamdem vd. (2008), El-Sherif ve El-Ghafour (2016) ve Azam vd. (2004)'te belirledikleri TVB-N bulguları ise bizim bulgularımızdan daha düşük olmuştur. TBA değerleri diğer çalışmalarla benzerlik göstermiştir. Farklı yerlerden ve farklı mevsimlerde avlanan balıklarda TMA oluşumu farklı miktarlarda olmaktadır. Yazın ve sonbaharda avlanan balıklardaki TMA artışı, kışın ve ilkbaharda avlanan balıklara oranla daha hızlı olabilmektedir (Serdaroğlu ve Deniz, 2001). Kimyasal analiz sonuçlarımıza göre kefal türlerinin tüketilebilir sınır değerlerinin çok altında kaldığı ve balıkların taze olduğu görülmüştür. Bu durum balıkların

kimyasal kalitelerinin oldukça iyi olduğunu göstermektedir.

Mikrobiyolojik Analiz Bulguları

Balık ve diğer su ürünlerinin denizel ortamdan kaynaklanan ayrıca taşıma ve işleme esnasında bulaşan birçok mikroorganizma aktivitesi sonucu bozulma meydana geldiği bildirilmiştir. Taze su ürünlerinde toplam canlı bakteri miktarının kabul edilebilirlik sınır değeri 7 log kob/g olarak bildirilmiştir (ICMSF, 1986; Sallam, 2007). Psikrofilik bakteriler düşük sıcaklıklarda depolanan su ürünlerinin bozulmasında önemli mikroorganizma grubunu oluşturmaktadır (Sallam, 2007). Taze su ürünlerinde toplam psikrotrofik bakteri miktarının kabul edilebilirlik sınır değeri 7 log kob/g olarak bildirilmiştir (ICMSF, 1986; Sallam, 2007). Toplam koliform bakteri sayısının ise su ürünleri için tüketilebilir sınır değeri ICMSF (1986) ve EU (2005) göre taze ve dondurulmuş balıklarda <100 EMS/g olarak belirtilmiştir.

Yıl boyunca dört kefal türü için belirlenen mikrobiyolojik analiz verileri Tablo 4'te verilmiştir. Çalışmamızda *M. cephalus* kefal türünün en yüksek toplam canlı ve psikrotrofik bakteri yükü sırasıyla 2.8 log (kob/g) ve 2.6 log (kob/g) olarak belirlenmiştir. Toplam koliform bakteri yükü bütün aylarda <3 EMS/ml altında tespit edilmiştir. *L. aurata* kefal türünün en yüksek toplam canlı, psikrotrofik ve koliform bakteri yükü sırasıyla 3.4 log (kob/g) (Ocak), 4.1 log (kob/g) ve 3.6 EMS/ml olarak belirlenmiştir. *L. saliens* kefal türünün en yüksek toplam canlı, psikrotrofik ve koliform bakteri yükü sırasıyla 3.2 log (kob/g) (Ağustos), 3.3 log (kob/g) ve 3.6 EMS/ml olarak tespit edilmiştir. *C. labrosus* kefal türünün en yüksek toplam canlı, psikrotrofik ve koliform bakteri yükü sırasıyla 4.3 log (kob/g), 3.1 log (kob/g) ve 3.8 EMS/ml olarak tespit edilmiştir. Mikrobiyolojik analiz bulguları değerlendirildiğinde toplam canlı, psikrotrofik ve koliform bakteri açısından tüm kefal türlerinin tüketilebilir sınır değerler içerisinde kaldığı görülmektedir.

Tablo 3. Farklı kefal türlerinin kimyasal analiz sonuçları

Table 3. Chemical analysis results of different mullet species

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
pH	-	-	-	-	6.20±0.06 ^b	6.21±0.06 ^b	6.29±0.00 ^b	6.44±0.02 ^a	6.31±0.02 ^{ab}	-	-	-
TVB-N (mg/100g)	-	-	-	-	18.35±1.70 ^b	18.70±2.57 ^b	15.55±0.28 ^d	16.63±0.80 ^c	19.55±1.48 ^a	-	-	-
TMA-N (mg/100g)	-	-	-	-	0.16±0.02 ^c	0.19±0.01 ^b	0.18±0.01 ^b	0.36±0.06 ^a	0.27±0.06 ^a	-	-	-
TBA (mgMA/kg)	-	-	-	-	0.23±0.01 ^c	0.33±0.01 ^b	0.23±0.04 ^c	0.34±0.02 ^b	0.48±0.02 ^a	-	-	-
pH	6.52±0.01 ^a	6.55±0.01 ^a	6.55±0.02 ^a	-	-	6.35±0.01 ^c	6.41±0.01 ^b	-	6.40±0.01 ^b	-	6.23±0.02 ^d	6.51±0.02 ^a
TVB-N (mg/100g)	18.00±0.25 ^c	20.78±1.24 ^b	14.59±0.41 ^f	-	-	19.42±1.13 ^d	20.06±2.02 ^c	-	21.32±1.52 ^a	-	20.93±0.22 ^b	20.04±0.32 ^c
TMA-N (mg/100g)	0.27±0.08 ^b	0.24±0.03 ^b	0.07±0.04 ^d	-	-	0.24±0.01 ^b	0.17±0.04 ^c	-	0.34±0.08 ^a	-	0.16±0.03 ^c	0.24±0.19 ^b
TBA (mgMA/kg)	0.41±0.00 ^a	0.24±0.01 ^d	0.34±0.09 ^b	-	-	0.23±0.01 ^d	0.22±0.01 ^d	-	0.35±0.04 ^b	-	0.27±0.01 ^c	0.35±0.01 ^b
pH	-	-	-	-	6.23±0.01 ^c	-	6.35±0.01 ^b	6.54±0.03 ^a	-	-	-	-
TVB-N (mg/100g)	-	-	-	-	18.95±0.41 ^b	-	19.27±0.91 ^a	14.91±0.58 ^c	-	-	-	-
TMA-N (mg/100g)	-	-	-	-	0.23±0.01 ^a	-	0.15±0.03 ^b	0.27±0.10 ^a	-	-	-	-
TBA (mgMA/kg)	-	-	-	-	0.18±0.01 ^c	-	0.47±0.04 ^a	0.33±0.02 ^b	-	-	-	-
pH	6.62±0.00 ^a	-	6.58±0.03 ^a	-	6.31±0.01 ^c	6.45±0.00 ^b	6.36±0.01 ^c	6.55±0.01 ^a	6.57±0.03 ^a	-	-	-
TVB-N (mg/100g)	21.06±1.66 ^a	-	20.35±1.51 ^b	-	19.09±1.27 ^d	18.17±0.76 ^c	19.99±0.30 ^c	17.18±1.24 ^f	19.07±0.79 ^d	-	-	-
TMA-N (mg/100g)	0.28±0.00 ^c	-	0.21±0.02 ^d	-	0.27±0.01 ^c	0.20±0.04 ^d	0.20±0.02 ^d	0.36±0.08 ^b	0.40±0.11 ^a	-	-	-
TBA (mgMA/kg)	0.18±0.07 ^d	-	0.36±0.04 ^a	-	0.21±0.07 ^c	0.27±0.02 ^b	0.38±0.12 ^a	0.22±0.03 ^c	0.25±0.01 ^b	-	-	-

Aynı satırda üssel olarak verilen küçük harfler aylar arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir (P<0.05)

-Örnek bulunamamıştır

Table 4. Farklı kefal türlerinin mikrobiyolojik sonuçları

Table 4. Microbiological analysis results of different mullet species

	Toplam Bakteri (log kob/g)				Toplam Psikrotrofik (log kob/g)				Toplam Koliform (EMS/ml)			
	<i>M. cephalus</i>	<i>L. aurata</i>	<i>L. saliens</i>	<i>C. labrosus</i>	<i>M. cephalus</i>	<i>L. aurata</i>	<i>L. saliens</i>	<i>C. labrosus</i>	<i>M. cephalus</i>	<i>L. aurata</i>	<i>L. saliens</i>	<i>C. labrosus</i>
Ocak	-	3,4 ± 0,03 ^a	-	< 1 log ^d	-	< 1 log ^d	-	2,6 ± 0,06 ^b	-	< 3 ^c	-	< 3 ^b
Şubat	-	2,4 ± 0,07 ^c	-	-	-	3,1 ± 0,07 ^{bc}	-	-	-	< 3 ^c	-	-
Mart	-	2,9 ± 0,05 ^{ab}	-	2,9 ± 0,00 ^c	-	3,5 ± 0,05 ^b	-	2,9 ± 0,04 ^{ab}	-	3,6 ± 0,21 ^a	-	3,6 ± 0,14 ^a
Nisan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mayıs	< 1 log ^b	-	< 1 log ^b	< 1 log ^d	< 1 log ^b	-	< 1 log ^b	< 1 log ^c	< 3 ^a	-	3,6 ± 0,04 ^a	< 3 ^b
Haziran	< 1 log ^b	< 1 log ^d	-	< 1 log ^d	< 1 log ^b	< 1 log ^d	-	< 1 log ^c	< 3 ^a	< 3 ^c	-	< 3 ^b
Temmuz	< 1 log ^b	3,2 ± 0,08 ^a	< 1 log ^b	4,3 ± 0,00 ^a	< 1 log ^b	2,8 ± 0,09 ^c	< 1 log ^b	3,1 ± 0,19 ^a	< 3 ^a	2,9 ± 0,11 ^b	< 3 ^c	3,8 ± 0,06 ^a
Ağustos	2,6 ± 0,10 ^a	-	3,2 ± 0,05 ^a	3,6 ± 0,06 ^b	2,6 ± 0,05 ^a	-	3,3 ± 0,07 ^a	3,1 ± 0,15 ^a	< 3 ^a	-	< 3 ^b	< 3 ^b
Eylül	2,8 ± 0,21 ^a	2,6 ± 0,05 ^{bc}	-	< 1 log ^d	< 1 log ^b	< 1 log ^d	-	< 1 log ^c	< 3 ^a	< 3 ^c	-	< 3 ^b
Ekim	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kasım	-	2,9 ± 0,06 ^{ab}	-	-	-	4,1 ± 0,02 ^a	-	-	-	< 3 ^c	-	-
Aralık	-	2,7 ± 0,07 ^b	-	-	-	3,9 ± 0,05 ^a	-	-	-	3,6 ± 0,07 ^a	-	-

Aynı satırda üssel olarak verilen küçük harfler aylar arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir (P<0.05) : Lower case letters on the same line show the difference between the months.

-Örnek bulunamamıştır, -

El-Sherif ve El-Ghafour (2016) *Mugil cephalus*'un kalite kriterlerini tespit ettikleri çalışmada taze balıkta toplam bakteri yükünü 2.05 log (kob/g) olarak belirlemişlerdir. Kamdem vd. (2008)'nın avladıkları *L. ramada*, *L. aurata* ve *L. saliens* türlerinin bazı güvenlik indekslerini (patojenik mikrobiyal türler, ağır metal ve biyojenik amin konsantrasyonlarının varlığını) belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada taze *L. saliens* ve *L. aurata* türlerinin toplam bakteri miktarlarını sırasıyla 3.58 log (kob/g) ve 3.78 log (kob/g) olarak tespit etmişlerdir. Yapılan diğer bir çalışmada işlenmiş *Mugil cephalus* balıklarının çalışmanın başındaki Enterobacteriaceae yükü 4.5 log (kob/g) olarak bildirilmiştir (Mostafa ve Salem, 2015). Yapılan diğer araştırma bulguları ile çalışma sonuçlarımız arasında açısından benzerlikler görülmektedir.

Sonuç

Sonuç olarak; özellikle üreme dönemi de olmak üzere genel olarak erkek balıkların et veriminin dişi balıklarına oranla daha yüksek bulunduğu (içlerinde en yüksek et verimine sahip olan türün ise *C. labrosus* olduğu) ayrıca incelenen dört kefal türü örnekleri arasında en küçük boya sahip olan türün; 23 cm ile *C. labrosus*, en büyük boya 48.9 cm ile *L. aurata*, en düşük ağırlığa 121.4 g ile *L. saliens*, en büyük ağırlığa ise 1005.16 g ile *L. aurata* olduğu belirlenmiştir. Duyusal açıdan kefal balıklarının birinci kalitede taze oldukları, kimyasal ve mikrobiyolojik yönden tüm kefal türlerinin tüketilebilir sınır değerler içerisinde kaldığı ve tüketime yönelik herhangi bir sakınca bulunmadığı belirlenmiştir. Bu bağlamda dalyanlarda yakalanan kefal balıklarının tüketilebilir değerler içerisinde olması birçok insanın kefal balığına olan bakış açısını da değiştirecektir. *C. labrosus* dışındaki incelenen üç tür kefal balığının et veriminin diğer deniz balıklarına oranla daha düşük bulunmasının başlıca nedeninin kalın ve ağır pul yapısına sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Et veriminin düşük olması tüketici ve üretici açısından dezavantaj oluştursa da özellikle bu tür balıkların pul ve kemik gibi atıklarının değerlendirilmesi ile katma değeri yüksek yeni iş sahaları yaratmakla birlikte kefal ile çalışacak akademisyenler için de atık değerlendirilmesi konusunda yeni projeler için çalışma ortamı oluşturacağı öngörülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma 1150839 proje nosu ile TÜBİTAK Hızlı Destek Programı (1002) tarafından desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK birimine ve projeye katkılarından dolayı DALKO Dalyan Su Ürünleri Kooperatifi Başkanı ve çalışanlarına çok teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Acarlı, D., Kara, A., Bayhan, B., & Çoker, T. (2009). Homa Lagünü'nden (İzmir Körfezi, Ege Denizi) yakalanan türlerin av kompozisyonu ve av verimi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 1, 39-47.
- Akın, S., Buhan, E., Winemiller, K. O., & Yilmaz, H. (2005). Fish assemblage structure of Koycegiz Lagoone Estuary, and Turkey: Spatial temporal distribution patterns in relation to environmental variation. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 64, 671-684.
- Alagöz Ergüden, S. (2013). Seyhan Baraj Gölü'nde (Türkiye'de yaşayan Kababurun *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843))'un et veriminin belirlenmesi. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 6(1), 54-58.
- Alasalvar, C., Taylor, K. D. A., Öksüz, A., Gartwaite, T., Alexis, M. N. & Grigorakis, K. (2001). Freshness Assessment of Cultured Sea Bream (*Sparus auratus*) by Chemical, Physical and Sensory Methods. *Food Chemistry*, 72, 33-40.
- Alparslan, Y., Hasanhocaoglu, H., Metin, C., & Baygar, T. (2014). Determination of meat quality of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) sold at different selling areas, *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 26(3), 293-301.
- Antonocououlos, N. (1973). Bestimmung des Fl_chtigen Basenstickstoofs. Fische und Fischerzeugnisse. Editörler: Ludorf, W., Meyer, V., Berlin Aulage Verlag Paul Parey, p.224-225.
- Azam, K., Ali, M. Y., Asaduzzaman, M., Boshier, M. Z., & Hossain, M. M. (2004). Biochemical assestment of selected fresh fish. *Journal of Biological Science*, 4(19), 9-10.
- Bann, C., & Başak, E. (2013). Economic analysis of Köyceğiz-Dalyan special environmental

- protection area. Project PIMS 3697: The Strengthening the System of Marine and Coastal Protected Areas of Turkey. Technical Report Series 12: 52 pp.
- Başçınar, N., & Okumuş, İ. (2005). Body weight-carcass and body weight-head ratio relationships of Pacific mullet (*Mugil so-ıuy* Basilewsky) ages I-VII (in Turkish). *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, 3(4), 539-544.
- Baygar, T., Alparlan, Y., & Kaplan, M. (2012). Determination of changes in chemical and sensory quality of sea bass marinades stored at +4 (±1) °C in marinating solution, *CyTA – Journal of Food*, 10(3), 196–200.
- Buhan, E., & Yılmaz, H. (1998). Bodrum yarımadası ve Köyceğiz Lagün sisteminin fekal kirliliği ve su ürünleri yetiştirme ortamlarına etkisi. *Doğu Anadolu Bölgei 3. Su Ürünleri Sempozyumu*, 10-12 Haziran, Erzurum, s.495-502.
- Çağlak, E., & Karlı, B. (2013). Beyşehir Gölü Sudak (*Sander lucioperca* Linnaeus, 1758) Balıklarının mevsimsel et verimi ve kimyasal kompozisyonu, *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 9(1), 1-8.
- Çayhan, G. G. (2009). Doğu Akdeniz’den avlanan Kefal (*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758) balığının aroma-aktif bileşikleri, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Y. Lisans Tezi, Adana, s.53.
- Connell, J. J. (1995). Control of fish quality, Fishing News Books, A Division of Blackwell Science Ltd., 256p., ISBN: 978-0-85238-226-4.
- El-Sherif, S. A. E., & El-Ghafour, S. A. (2016). Investigation of the quality properties and nutritional values of four fish species from Lake Qaroun, Egypt. *International Journal of ChemTech Research*, 9(4), 16-26.
- Erdem, M. (2006). Muğla İli (Güney Ege) kıyı alanı yönetimi ve balıkçılık. *E.U. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23(1/3), 417-420.
- Erkoyuncu, İ., Erdem, M., Samsun, O., Özdamar, E., & Kaya, Y. (1994). Karadeniz’de avlanan bazı balık türlerinin et verimi, kimyasal yapısı ve boy-ağırlık ilişkisinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 8(1-2), 181-191.
- EU. (2005). Causes of detentions and rejections in international fish trade. 2nd ed. European Union, Blackwell Scientific Publications, pp.152-163.
- FDA/BAM. (2001). Food and Drug Analyses/Bacteriological analytical manual, Aerobic plate count, Edition 8, Chapter 3, January.
- FDA/BAM. (2002). Food and Drug Analyses/Bacteriological analytical manual, Total coliform bacteria count. Edition 4, Chapter 4, September.
- Goulas, A. E., & Kontominas, M. G. (2005). Effects of salting and smoking-method on the keeping quality of chub mackerel (*Scomber japonicus*): biochemical and sensory attributes. *Food Chemistry*, 93, 511-520.
- Gülyavuz, H., & Ünlüsayın, M. (1999). Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Ders Kitabı. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Isparta, 366 s.
- Hoşsucu, B. (2001). Some growth parameters of mullet species (*Mugil spp.*) living in Güllük Lagoon (Aegean Sea). (In Turkish). *E.U. Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 18(3–4), 421-435.
- ICMSF. (1986). International Commission on Microbiological Specifications for foods. In: Microorganisms in Foods. Sampling for Microbiological Analysis: Principles and Scientific Applications, Vol. 2. Toronto, Canada. ICMSF (eds). University of Toronto Press.
- Kamdem, S. S., Vernocchi, P., Maffei, M., Belletti, N., Gardini, F., Guerzoni, M. E., & Lanciotti, R. (2008). Assessment of safety, nutritional, and spoilage characteristics of different lagoon grey mullets (*Liza ramada*, *Liza aurata*, and *Liza saliens*). *Journal of Food Protection*, 71(12), 2572-2577.
- Kasımoğlu, C., & Yılmaz, F. (2011). Gökova Körfezi (Muğla)’nde yaşayan Topan (Has) Kefalin (*Mugil cephalus* L., 1758) büyüme ve üreme özellikleri. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 23(1), 47-55.
- Kim, M. Y., Joeng, W. S., & Chung, S. K. (2002). The physicochemical quality characteristics of charcoal grilled mackerels. *Journal of Food Science*, 67(3), 1255-1259.

- Kyрана, V. R., Lougovois, V. P., & Valsamis, D. S. (1997). Assessment of shelf life of maricultured gilthead sea bream (*Sparus aurata*) stored in ice. *International Journal of Food Science & Technology*, 32(4), 339-347.
- Ludorff, W., & Meyer, V. (1973). Fische und fischerzeugnisse. Verlag Paul Parey in Berlin und Hamburg: 294.
- Manthey, M., Karnop, G., & Rehbein, H. (1988). Quality changes of European catfish from warm-water aquaculture during storage ice. *International Journal of Food Science and Technology*, 23, 1-9.
- MEGEP (2011). Balıklar. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara, s.77.
- MEGEP (2013). Et ve ürünleri analizleri. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Gıda Teknolojisi, Ankara, s.44.
- Mostafa, A. A., & Salem, R. H. (2015). Characterization of microbiological and nutritional variations in processed mullet (*Mugil cephalus*) fish. *International Journal of Microbiological Research*, 6(2), 108-122.
- Orak, H. H., & Kayışoğlu, S. (2008). Quality changes in whole, gutted and filleted three fish species (*Gadus euxinus*, *Mugil cephalus*, *Engraulis encrasicolus*) at frozen storage period (-26°C). *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 7(3), 15-28.
- Sallam, I. K. (2007). Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate, and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. *Food Control*, 18, 566-575.
- Serdaroğlu, M., & Deniz, E. E. (2001). Balıklarda ve bazı su ürünlerinde trimetilamin (TMA) ve dimetilamin (DMA) oluşumunu etkileyen koşullar. *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 18(3-4), 575-581.
- Serdaroğlu, M., & Purma, Ç. (2006). Su ürünlerinde kalitenin saptanmasında kullanılan hızlı teknikler. *Ege Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 23(1/3), 495-496.
- Schormüller, J. (1968). Handbuch der Lebensmittel Chemie. Band III/2 Teil. Tierische Lebensmittel Eier, Fleisch, Buttermilch. Berlin, Springer Verlag Heidelberg.
- Tarladgis, B. G., Watts, B. M., Younathan, M. T., & Dugan T. L. (1960). A distillation method for quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 37, 44-48.
- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N., & Gün, H. (1993). Su ürünlerinde kalite kontrol ilke ve yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:17, Ayrıntı Matbaası, Ankara, s:1-174.
- Yerli, S. (1989). Köyceğiz Lagün sistemi ekonomik balık populasyonları üzerine incelemeler. H.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Doktora tezi, s:267.

AN UPDATED CHECKLIST OF MARINE FLORA ON THE CONTINENTAL SHELF OF GÖKÇEADA ISLAND (NORTHERN AEGEAN SEA, TURKEY)

Aysu Güreşen¹ ORCID ID: [0000-0001-9919-1545](https://orcid.org/0000-0001-9919-1545), Emine Şükran Okudan² ORCID ID: [0000-0001-7920-8979](https://orcid.org/0000-0001-7920-8979), Yelda Aktan¹ ORCID ID: [0000-0001-5309-7238](https://orcid.org/0000-0001-5309-7238), Hüseyin Erdoğan³ ORCID ID: [0000-0002-7047-6640](https://orcid.org/0000-0002-7047-6640), Berrin Dural⁴ ORCID ID: [0000-0002-9379-7922](https://orcid.org/0000-0002-9379-7922), Veysel Aysel⁵ ORCID ID: [0000-0003-3668-7046](https://orcid.org/0000-0003-3668-7046)

¹ Istanbul University, Faculty of Aquatic Sciences, Istanbul, Turkey

² Akdeniz University, Faculty of Aquatic Sciences and Fisheries, Dumlupınar Bulvarı, Antalya, Turkey

³ Onsekiz Mart University, Science Faculty, Biology Department, Çanakkale, Turkey

⁴ Ege University, Science Faculty, Biology Department, Izmir, Turkey

⁵ Dokuz Eylül University, Science Faculty, Biology Department, Izmir, Turkey

Received: 16.03.2017

Accepted: 26.07.2017

Published online: 30.09.2017

Corresponding author:

Aysu GÜREŞEN, Istanbul University, Faculty of Aquatic Sciences, Istanbul, Turkey

E-mail: avsugumusoglu@gmail.com

Abstract:

The present paper aims to describe the marine flora occurring on the continental shelf of Gökçeada Island (North Aegean) based on the review of the long-term researches (1973-2016) which provided qualitative information on many taxa including Cyanobacteria, Chlorophyta, Ochrophyta, Rhodophyta and Tracheophyta.

Eight species (*Polysiphonia brevearticulata*, *Ceramium codii*, *Gymnothamnion elegans*, *Spermothamnion repens*, *Lophosiphonia cristata*, *Hydrolithon cruciatum*, *Leathesia marina*, *Caulerpa racemosa*) and one variety (*Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*) recorded during the present study are the new records for Gökçeada Island. The new recorded species belonging to Rhodophyta were found as opportunistic-filamentous and crustose epiphytic forms on *Posidonia oceanica* leaf blades during the years 2009-2016. The presence of *Caulerpa racemosa*, the Mediterranean invasive algae and its dispersal around the island proves the

ecological threat on the coastal ecosystem of the island due to the touristic boat anchorings and bottom trawling.

Rhodophyta had the highest number of species dominated the macroalgal composition with 178 species followed by the contributions of Ochrophyta and Chlorophyta and Cyanobacteria with 78, 64 and 25 species, respectively. As for the marine phanerogams (Tracheophyta) that contribute as key ecosystems to the biological diversity were recorded as 1% of the systematic groups in the region presenting three genus (*Cymodocea*, *Posidonia*, *Zostera*) but covering vast areas.

After all the future goals of this research are to develop a checklist of marine flora along the littoral zones of Gökçeada Island (North Aegean) presenting the last biodiversity situation and a detailed herbarium collection for the museum of Istanbul University Gökçeada Marine Research Department.

Keywords: Macroalgae, checklist, Gökçeada Island, North Aegean, Eastern Mediterranean

Introduction

The North Aegean Sea representing one of the main parts of the Eastern Mediterranean can be defined as the convergens zone, where colder Black Sea waters coming from the Dardanelles Strait encounter warmer waters of Mediterranean Sea coming to the basin (Uçkaç, 2005).

Gökçeada, the largest island of Turkey is situated in the North Aegean Region (40.150°N, 25.817° E) and has a coastline of 92 km and its surface area is 279 km². Due to the Turkish Straits System, the region is subjected to strong hydrodynamism such as currents and waves. Thus the ecologically important macroalgal communities vary forming new individuals according to the deviations of seasonal and hydrodynamic factors.

Considering Turkey's islands with their biogeographical features, these regions reserve significant biological diversity and have the potential of becoming specially protected areas (SPAMIs, MPAs) in the Mediterranean.

As a part of the Eastern Mediterranean that is characterized by low nutrient concentrations and primary production, the North Aegean Sea is comparatively more productive than the southern part (Siokou-Frangou *et al.* 2002) due to the intensive freshwater inputs from Nestos and Maritsa Rivers and Kavak River flowing into the Saros Gulf (North Aegean).

Representing the features of the North Aegean, Gökçeada Island is also affected by the increasing nutrient concentrations due to the antropogenic pressures on the freshwaters and coastal shelves. These high concentrations of nutrients deteriorate the water quality (Aktan & Gümüšoğlu 2010) and alter the species composition (Piazzi *et al.* 2004) in which the opportunistic species dominate. Since the island has subjected to touristic pressures in every summer months, cyanobacterial mattes that acts as quality elements indicating high levels of nutrients have dominated evidently on *Posidonia oceanica* seagrass leaves (Aktan & Gümüšoğlu, 2010, 2014). According to these phenomena, the species composition can be evaluated as an indicator in the assessment of ecosystem status.

North Aegean Region is also sensitive to pressures such as coastal recreational activities, discharges of domestic wastewaters, artisanal and commercial fishing, collection of rare species and invasion by alien species (Chintiroglou *et al.* 2005).

In the Aegean Coasts of Turkey, detailed studies on marine macrophytes had started after early 1970's (Zeybek and Güner, 1973; Öztürk and Güner, 1986; Cirik *et al.*, 1990).

As for the Gökçeada Island, the studies on marine flora carried out between 1973-1985 has been conducted by Yazıcı (1974) in Gökçeada Fisheries and Sponge-Fishing Research Department (former name of Gökçeada Marine Research Department) where sea sponges were cultivated under uncontrolled conditions. These studies were not published and can be found in the libraries of Gökçeada Marine Research Department and Istanbul University Fisheries Faculty as reports and herbariums.

Zeybek *et al.* (1986) listed marine algae of Turkey belonging to four seas (Black Sea, Marmara Sea, Aegean Sea and Mediterranean Sea) that has been evaluated as a new record and it had comprised the studies on Gökçeada Island.

In detailed Cirik *et al.*(1990) put forward the presence of 115 taxa systematically in Gökçeada Island and Aysel *et al.* (2001) published a checklist of marine flora in the island based on the researches conducted from 1973 to 2001. Afterwards Aktan & Gümüšoğlu (2014) and Güreşen *et al.* (2015) contributed new records to the marine flora of the island based on the epiphytic flora on *Posidonia oceanica* leaf blades and rhizomes.

In this manner the main purpose of this paper is to present an updated list of marine flora along the littoral zones of Gökçeada Island (North Aegean) with believing to assess the last situation and lead to the further ecological studies that will be conducted around the region and finally to develop a detailed herbarium collection with the samples collected for the museum of Istanbul University Gökçeada Marine Research Department.

This study was created on the basis of literature review before 2001 and additional field researches performed between 2009-2016 around Gökçeada Island by Gökçeada Marine Research Department, Istanbul University (Figure 1). The samples have been collected from the infralittoral zones by SCUBA diving and preserved in 4% formalin for the further taxonomic identifications. All samples were identified to species levels under the divisions of Cyanobacteria, Rhodophyta, Ochrophyta, Chlorophyta and Tracheophyta and for the nomenclature of the higher taxa we followed WoRMS and AlgaeBase (Guiry and Guiry, 2016)

List of the species are mainly based on literature review, a total of 349 species and 22 varieties belonging to five divisions are known from the Gökçeada Island. The species list of each division and classis are presented in Table 1. Among these 83 species had been firstly reported from the island by Yazıcı (1974) that contributed to the marine flora with two species from Cyanobacteria; 36 species from Rhodophyta; 26 species from Ochrophyta; 19 species from Chlorophyta and 2 species from Tracheophyta.

After, Aysel *et al* (2001) added 256 species and 25 varieties from the island. The remaining six species (*Polysiphonia brevearticulata* (Figure 3), *Ceramium codii* (Figure 4), *Gymnothamnion elegans* (Fig. 5), *Spermothamnion repens* (Figure 6), *Lophosiphonia cristata*, *Hydrolithon cruciatum* (Figure 7)) belonging to Rhodophyta; one species (*Leathesia marina*) belonging to Ochrophyta; one species (*Caulerpa racemosa* (Figure 8)) and one variety (*Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*) belonging to Chlorophyta recorded during the present study are the new records for Gökçeada Island. The new recorded species belonging to Rhodophyta were found as filamentous and crustose epiphytic forms on *Posidonia oceanica* leaf blades during the years 2009-2015.

Rhodophyta had the highest number of species dominated the macroalgal composition with 178 species followed by the contributions of Ochrophyta and Chlorophyta, Cyanobacteria and Tracheophyta with 78, 64, 25 and four species, respectively (Figure 2).

Considering the percentages, Rhodophyta constitutes 51% of macroalgal flora in the island, followed by Ochrophyta, Chlorophyta and Cyanobacteria with 23%, 18% and 7%, respectively.

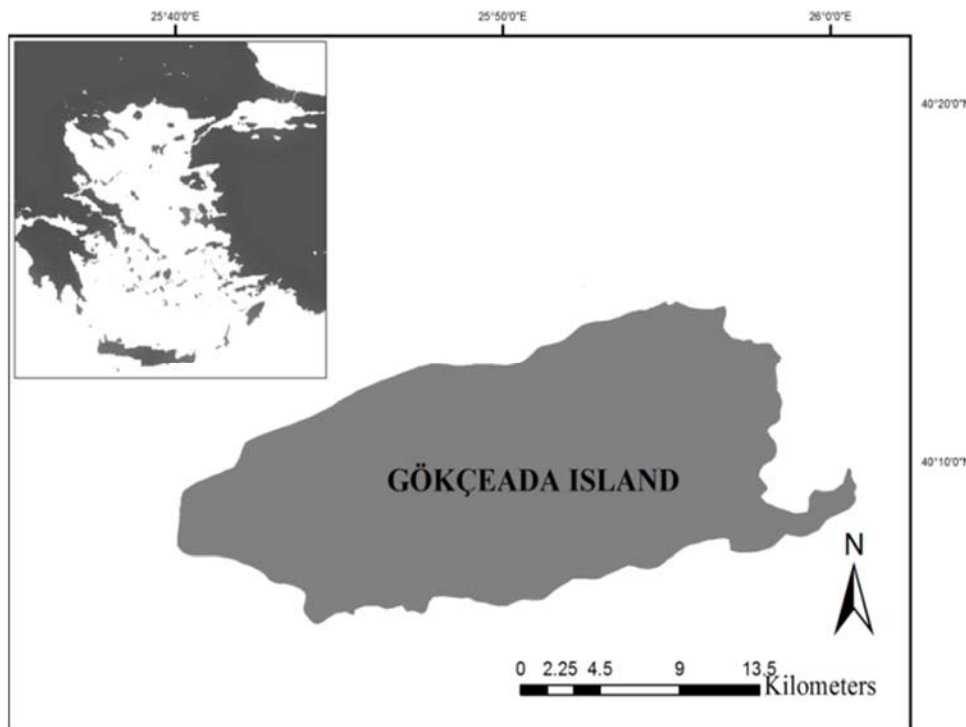


Figure 1. The study area - the infralittoral zones of Gökçeada Island.

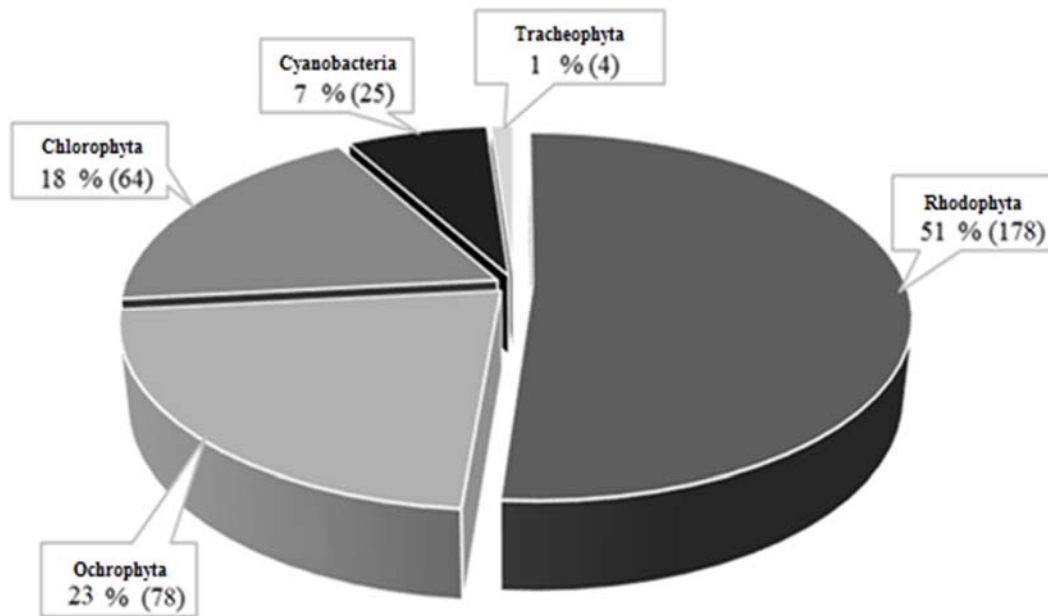


Figure 2. The percentages of five divisions reported from Gökçeada Island with the species numbers in parentheses.

Exotic Species

The present paper also reports a total of 11 exotic species (*Acanthophora nayadiformis*, *Asparagopsis armata*, *Asparagopsis taxiformis*, *Bonnemaisonia hamifera*, *Colaconema codioides*, *Polysiphonia fucooides* belonging to Rhodophyta; *Cladosiphon zosterae*, *Ectocarpus siliculosus* var. *hiemalis*, *Pylaiella littoralis* belonging to Ochrophyta; *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* and *Codium fragile* subs. *fragile* belonging to Chlorophyta) distributed around the continental shelf of Gökçeada Island.

Whereas *Codium fragile* subs. *fragile* that is widely distributed in the Mediterranean Basin was introduced accidentally via shipping (ballast waters) or current systems from the Northern Pacific into the Mediterranean (Verlaque *et al.*, 2015); Indo-West Pacific originated *Acanthophora nayadiformis*, *Asparagopsis armata* and *Caulerpa racemosa* and its variety *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* were introduced into the Mediterranean by the Suez Canal. Accordingly in the recent years, the dispersal of *C. racemosa* with invasive distinctions can be seen around the coasts of

Gökçeada Island and it spread on the mobile sediments around the island; especially covering vast areas in the southern coasts. Regarding the northern coasts *C. racemosa* can be usually seen as wrapped around the rhizomes of the seagrass meadows and in the gaps between the meadows that were developed due to the boat anchorings and bottom trawlings (Piazzi *et al.* 1994). Its new variety *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* was also recorded in the southern coasts during the present study.

Regarding the marine phanerogams (Tracheophyta) that are the key ecosystems in the Mediterranean representing the hotspots of the biological diversity were recorded as 1% of the systematic groups in the region presenting three genus (*Cymodocea*, *Posidonia*, *Zostera*).

Especially *Posidonia oceanica* (Figure 9) meadows covers vast areas on the seafloor forming continuous belts and sometimes patches around the island.

In the species list (Tab. 1), *Mesophyllum lichenoides*, *Cystoseira amentacea*, *C. mediterranea*, *C. spinosa*, *Dictyopteris polypoides* fascieses, coralligenous bio-constructions, *Posidonia oceanica*, *Zostera marina*, *Z. noltei*

seagrass meadows have been included in the action plans for conserving marine phanerogams and establishing marine protected areas in the scope of the Marine Coastal Areas Conservation Systems Project conducted by the cooperations of Ministry of Environment and Ministry of Agriculture and Rural Affairs and

Turkey Legation of United Nations Development Programme (UNDP Turkey), the Regional Activity Centre/Specially Protected Areas (RAC/SPA) (UNEP MAP RAC/SPA, 1999). *Posidonia oceanica* is also protected by the national legal framework; Turkish Circular on Water Products (2012).



Figure 3. *Polysiphonia brevearticulata*



Figure 4. *Ceramium codii*

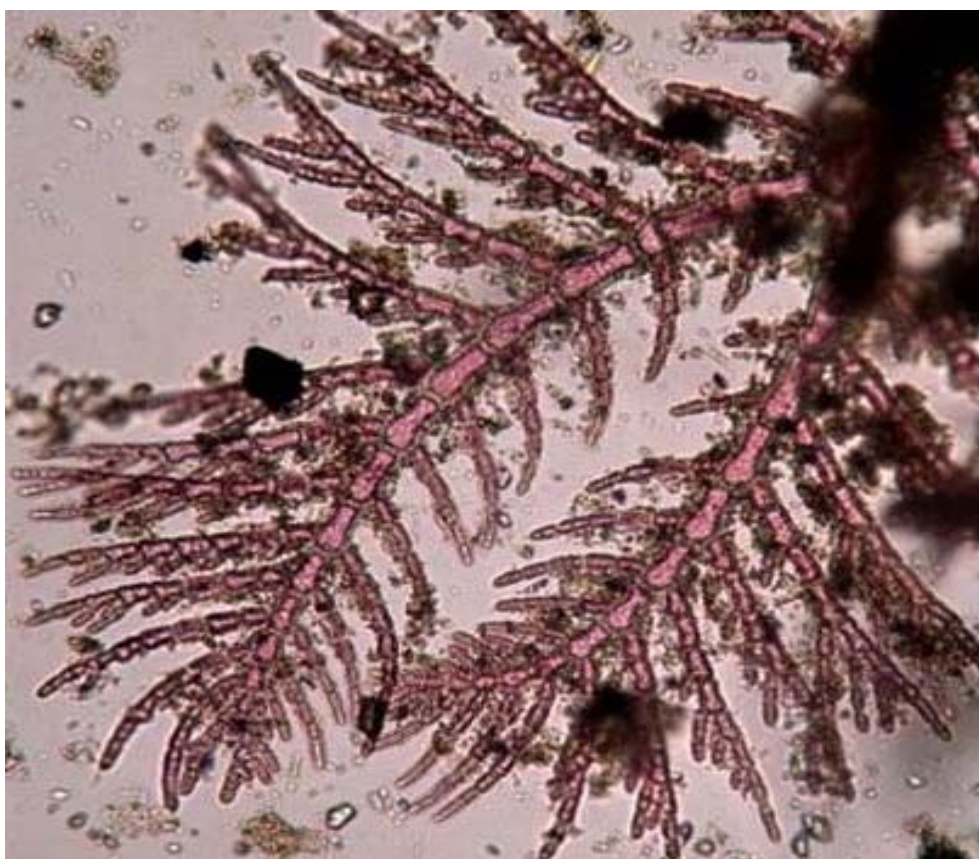


Figure 5. *Gymnothamnion elegans*



Figure 6. *Spermiothamnion repens*

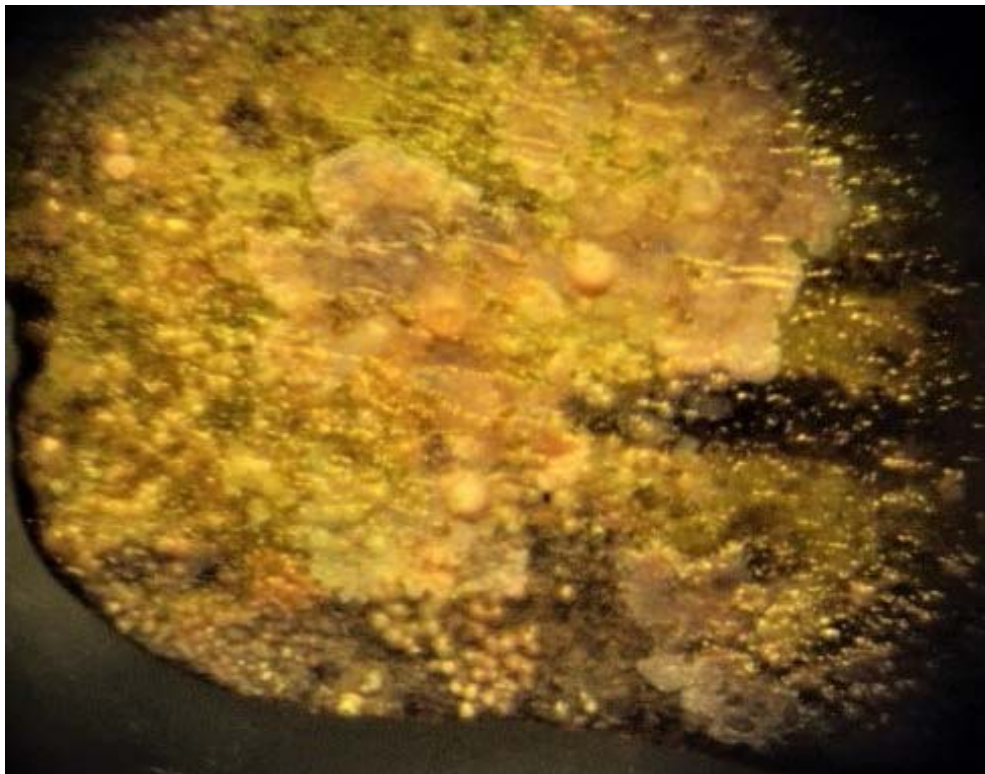


Figure 7. *Hydrolithon cruciatum*



Figure 8. *Caulerpa racemosa*

Figure 9. *Posidonia oceanica*

Table 1. The species list of each division and class with references from the Gökçeada

Taxa	Species
CYANOBACTERIA	
Cyanophyceae	<i>Aphanocapsa litoralis</i> Hansgirg, 1892 <i>Aphanocapsa marina</i> Hansgirg in Foslie, 1890 <i>Blennothrix lyngbyacea</i> (Kützing ex Gomont) Anagnos. & Komárek, 1988 <i>Calothrix confervicola</i> C.Agardh ex Bornet & Flahault 1886 <i>Calothrix contarenii</i> Bornet & Flahault, 1886 <i>Calothrix parasitica</i> Thuret ex Bornet & Flahault, 1886 <i>Gloeocapsopsis crepidinum</i> (Thuret) Geitler ex Komárek, 1993 <i>Gomphosphaeria aponina</i> Kützing, 1836 <i>Heteroleibleinia infixa</i> (Frémy) Anagnostidis & Komárek, 1988 <i>Leibleinia gracilis</i> (Rabenhorst ex Gomont) Anagnos. & Komárek, 1988 <i>Leptolyngbya tenuis</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek, 1988 <i>Lyngbya adriae</i> Ercegovic, 1957 <i>Lyngbya aestuarii</i> Liebman ex Gomont, 1892 <i>Lyngbya confervoides</i> C.Agardh ex Gomont, 1892 <i>Lyngbya lutea</i> Gomont ex Gomont, 1892 <i>Lyngbya majuscula</i> Harvey ex Gomont, 1892 <i>Microcoleus codii</i> Frémy, 1932 <i>Microcystis zanardinii</i> (Hauck) P. Silva in P.C.Silva, Basson & Moe, 1996 <i>Rivularia atra</i> Roth ex Bornet & Flahault, 1886 <i>Rivularia polyotis</i> Roth ex Bornet & Flahault, 1886 <i>Schizothrix tenerrima</i> (Gomont) F.E.Drouet 1968 <i>Spirocoleus fragilis</i> (Meneghini) in P.C.Silva, Basson & Moe, 1996 <i>Spirulina subsalsa</i> Oersted ex Gomont, 1892 <i>Symploca hydroides</i> Kützing ex Gomont, 1892 <i>Trichocoleus wuimeri</i> (Frémy) Anagnostidis, 2001

RHODOPHYTA

- Stylonematophyceae** *Chroodactylon ornatum* (C.Agardh) Basson, 1979
Stylonema alsidii (Zanardini) Drew, 1956
- Compsogonophyceae** *Erythrotrichia carnea* (Dillwyn) J. Agardh, 1883
Erythrotrichia vexillaris (Montagne) Hamel, 1929
Sahlingia subintegra (Rosenvinge) Kornmann, 1989
- Bangiophyceae** *Bangia atropurpurea* (Mertens ex Roth) C.Agardh, 1824
Pyropia leucosticta (Thuret) Neefus & Brodie, 2011
Porphyra umbilicalis Kützing, 1843
- Florideophyceae** *Acanthophora nayadiformis* (Delile) Papenfuss, 1968
Acrochaetium kyllinii Hamel, 1927
Acrochaetium mediterraneum (Levring) Athanasiadis, 2002
Acrochaetium microscopicum (Nägeli ex Kützing) Nägeli, 1858
Acrochaetium moniliforme (Rosenvinge) Børgesen, 1915
Acrochaetium savianum (Meneghini) Nägeli, 1862
Acrochaetium secundatum (Lyngbye) Nägeli, 1858
Acrosorium ciliolatum (Harvey) Kylin, 1924
Acrosymphyton purpuriferum (J. Agardh) Sjöstedt, 1926
Aglaothamnion cordatum (Børgesen) Feldm.-Mazoyer, 1941
Aglaothamnion hookeri (Dillwyn) Maggs & Hommersand, 1993
Aglaothamnion tenuissimum (Bonnemaison) Feldm.-Mazoyer, 1941
Ahnfeltiopsis furcellata (C.Agardh) P. Silva & DeCew, 1992
Alsidium corallinum C.Agardh, 1827
Alsidium helminthochorton (Schwendimann) Kützing, 1843
Amphiroa beauvoisii Lamouroux, 1816
Amphiroa cryptarthrodia Zanardini, 1844
Amphiroa rigida Lamouroux, 1816
Anotrichium barbatum (C.Agardh) Nägeli, 1862
Anotrichium furcellatum (J. Agardh) Baldock, 1976
Anotrichium furcellatum var. *profundum* Feldm. Mazoyer
Anotrichium furcellatum var. *radiacans* (J. Agardh) Collins
Anotrichum tenue (C.Agardh) Naegeli, 1862
Antithamnion cruciatum (C.Agardh) Nageli, 1847
Antithamnion tenuissimum (Hauck) Schiffner, 1916
Apoglossum ruscifolium (Turner) J. Agardh, 1898
Asparagopsis armata Harvey, 1855
Asparagopsis taxiformis (Delile) Trevisan, 1845
Boergeseniella fruticulosa (Wulfen) Kylin, 1956
Bonnemaisonia asparagoides (Woodward) C.Agardh, 1822
Bonnemaisonia hamifera Hariot, 1891
Botryocladia botryoides (Wulfen) Feldmann, 1941
Callithamnion corymbosum (Smith) Lyngbye, 1819
Callithamnion granulatum (Ducluzeau) C.Agardh, 1828
Catenella caespitosa (Withering) Irvine, 1976
Centroceras clavulatum (C.Agardh) Montagne, 1846
Ceramium ciliatum (Ellis) Ducluzeau, 1806
Ceramium ciliatum var. *robustum* (J. Agardh) Mazoyer
Ceramium circinatum (Kützing) J. Agardh, 1851
Ceramium codii (Richards) Mazoyer, 1938
Ceramium deslongchampsii Chauvin ex Duby, 1830

- Ceramium diaphanum* var. *elegans* (R.) Roth, 1806
Ceramium diaphanum (Lightfoot) Roth, 1806
Ceramium gaditanum (Clemente) Cremades, 1990
Ceramium gaditanum var. *mediterraneum* (Debray) Cremades, 1990
Ceramium rubrum var. *barbatum* Feldmann-Mazoyer, 1941
Ceramium tenerrimum (Martens) Okamura, 1921
Ceramium virgatum Roth, 1797
Champia parvula (C.Agardh) Harvey, 1853
Chondria capillaris var. *patens* (Schiffner) Aysel V.
Chondria capillaris var. *subtilis* (Hauck) Aysel V.
Chondria capillaris (Hudson) Wynne, 1991
Chondria dasyphylla (Woodward) C.Agardh, 1817
Chondria mairei G.Feldm., 1949
Choreonema thuretii (Bornet) Schmitz, 1889
Chylocladia verticillata (Lightfoot) Bliding, 1928
Coccolytus truncatus (Pallas) Wynne & Heine, 1992
Colaconema codicola (Børgesen) Stegenga, Bolton & Anderson, 1997
Colaconema daviesii (Dillwyn) Stegenga, 1985
Compsothamnion thuyoides (Smith) Nägeli, 1862
Corallina officinalis Linnaeus, 1758
Corallophilla cinnabarina (Grateloup ex Bory) Norris, 1993
Crouania attenuata (C.Agardh) J. Agardh, 1842
Cryptonemia lomation (Bertoloni) J. Agardh, 1851
Cryptopleura ramosa (Hudson) Newton, 1931
Dasya baillouviana (Gmelin) Montagne, 1841
Dasya corymbifera J. Agardh, 1841
Dasya hutchinsiae Harvey, 1833
Dasya ocellata (Grateloup) Harvey, 1833
Dasya punicea (Zanardini) Meneghini ex Zanardini, 1841
Dasya rigidula (Kützing) Ardissonne, 1878
Dasya sinicola (Setchell & Gardner) Dawson, 1959
Dermocorynus dichotomus (J.Agardh) Gargiulo, Morabito & Manghisi, 2013
Dipterosiphonia rigens (Shousboe ex C.Agardh) Falkenberg, 1901
Ellisolandia elongata (Ellis & Solander) Hind & Saunders, 2013
Erythrocytis montagnei (Derbes & Solier) P.Silva, 1952
Gayliella flaccida (Harvey ex Kützing) Cho & McIvor, 2008
Gayliella mazoyerae Cho, Fredericq & Hommersand, 2008
Gayliella taylorii (Dawson) Cho & Boo, 2008
Gayliella transversalis (Collins & Hervey) Cho & Fredericq, 2008
Gelidiella nigrescens (Feldm.) Feldm. & Hamel, 1934
Gelidiella ramellosa (Kützing) Feldm. & Hamel, 1934
Gelidium crinale (Hare ex Turner) Gaillon, 1828
Gelidium crinale var. *polycladum* (Kützing) Hauck
Gelidium pulchellum (Turner) Kützing, 1868
Gelidium pusillum (Stackhous) Le Jolis, 1863
Gelidium spathulatum (Kützing) Bornet, 1892
Gelidium spinosum (Gmelin) P.Silva, 1996
Gracilaria bursa-pastoris (Gmelin) Silva, 1952
Gracilariopsis longissima (Gmelin) Steentoft, Irvine & Farnham, 1995
Grateloupia filicina (Lamouroux) C.Agardh, 1822

Griffithsia opuntioides J. Agardh, 1842
Gymnogongrus griffithsiae (Turner) Martius, 1833
Gymnothamnion elegans (Schousboe ex C. Agardh) J. Agardh, 1892
Halopithys incurva (Hudson) Batters, 1902
Halurus flosculosus (Ellis) Maggs & Hommersand, 1993
Halymenia floresii (Clemente) C. Agardh, 1817
Herposiphonia secunda f. *tenella* (C. Agardh) Wynne, 1985
Herposiphonia secunda (C. Agardh) Ambronn, 1880
Heterosiphonia crispella (C. Agardh) Wynne, 1985
Hydrolithon cruciatum (Bressan) Chamberlain, 1994
Hydrolithon farinosum (Lamouroux) Penrose & Chamberlain, 1993
Hypnea musciformis (Wulfen) Lamouroux, 1813
Hypoglossum hypoglossoides (Stackhouse) Collins & Hervey, 1917
Jania longifurca Zanardini, 1844
Jania rosea (Lamarck) Decaisne, 1842
Jania rubens (L.) Lamouroux, 1816
Jania rubens var. *corniculata* (Linnaeus) Yendo, 1905
Jania squamata (L.) Kim, Guiry & Choi, 2007
Jania virgata (Zanardini) Montagne, 1846
Laurencia obtusa (Hudson) Lamouroux, 1813
Laurencia obtusa var. *gracilis* (C. Agardh) Zanardini, 1847
Laurencia pyramidalis Bory ex Kützing, 1849
Lejolisia mediterranea Bornet, 1859
Liagora viscida (Forsskål) C. Agardh, 1822
Lithophyllum corallinae (P. Crouan & H. Crouan) Heydrich, 1897
Lithophyllum cystoseirae (Hauck) Heydrich, 1897
Lithophyllum racemus (Lamarck) Foslie, 1901
Lithothamnion glaciale Kjellman, 1883
Lomentaria articulata (Hudson) Lyngbye, 1819
Lomentaria clavellosa (Lightfoot ex Turner) Gaillon, 1828
Lomentaria compressa (Kützing) Kylin, 1931
Lomentaria uncinata Meneghini, 1840
Lomentaria verticillata Funk, 1955
Lophosiphonia cristata Falkenberg, 1901
Lophosiphonia obscura (C. Agardh) Falkenberg, 1897
Melobesia membranacea (Esper) Lamouroux, 1812
Mesophyllum expansum (Philippi) Cabioch & Mendoza, 2003
Mesophyllum lichenoides (Ellis) Lemoine, 1928
Monosporus pedicellatus (Smith) Solier, 1845
Nemalion elminthoides (Velley) Batters, 1902
Neosiphonia sertularioides (Grateloup) Nam & Kang, 2012
Nitophyllum punctatum (Stackhouse) Greville, 1830
Osmundaria volubilis (Linnaeus) Norris, 1991
Osmundea pinnatifida (Hudson) Stackhouse, 1809
Palisada perforata (Bory) Nam, 2007
Palisada thuyoides (Kützing) Cassano, Senties, Gil-Rodríguez & Fujii, 2009
Peyssonnelia bornetii Boudour. & Denizot, 1973
Peyssonnelia coriacea Feldmann, 1941
Peyssonnelia dubyi P. Crouan & H. Crouan, 1844
Peyssonnelia rubra (Greville) C. Ag., 1851

Peyssonnelia squamaria (Gmelin) Decaisne, 1842
Phycodrys rubens (Linnaeus) Batters, 1902
Phyllophora crispa (Hudson) Dixon, 1964
Phyllophora pseudoceranooides (S.G.Gmelin) Newroth & A.R.A.Taylor, 1971
Phymatolithon calcareum (Pallas) Adey & McKibbin, 1970
Phymatolithon lenormandii (Aresch.) Adey, 1966
Pleonosporium borneri (Smith) Naegeli, 1862
Plocamium cartilagineum (Linnaeus) Dixon, 1967
Pneophyllum confervicola (Kützing) Chamberlain, 1983
Polysiphonia breviarticulata (C.Agardh) Zanardini, 1840
Polysiphonia brodiei (Dillwyn) Sprengel, 1827
Polysiphonia denudata (Dillwyn) Greville ex Harvey, 1833
Polysiphonia deusta (Roth) Sprengel, 1827
Polysiphonia dichotoma Kützing, 1843
Polysiphonia elongata (Hudson) Sprengel, 1827
Polysiphonia flocculosa (C.Agardh) Endlicher, 1843
Polysiphonia fucooides (Hudson) Greville, 1824
Polysiphonia furcellata (C.Agardh) Harvey, 1833
Polysiphonia opaca (C.Agardh) Moris & De Notaris, 1839
Polysiphonia scopulorum Harvey, 1855
Polysiphonia stuposa Zanardini ex Kützing, 1864
Polysiphonia tenerrima Kützing, 1843
Polysiphonia tripinnata J. Agardh, 1842
Pterocladia capillacea (Gmelin) Santelices & Hommersand, 1997
Pterocladia melanoidea (Schousboe ex Bornet) Santelices & Hommersand, 1997
Pterosiphonia pennata (C.Agardh) Sauvageau, 1897
Pterothamnion crispum (Ducluzeau) Nägeli, 1862
Pterothamnion plumula (Ellis) Nägeli, 1855
Ptilothamnion pluma (Dillwyn) Thuret, 1863
Rhodophyllis divaricata (Stackhous) Papenfuss, 1950
Rhodymenia ardissoni var. *robustior* (Ercegovic) Antolic & Span, 2013
Rhodymenia ardissoni (Kuntze) Feldmann, 1937
Rhodymenia pseudopalmata (Lamouroux) P.Silva, 1952
Rubrointrusa membranacea (Magnus) Clayden & Saunders, 2010
Rytiphloea tinctoria (Clemente) C.Agardh, 1824
Scinaia furcellata (Turner) J. Agardh, 1851
Spermothamnion repens (Dillwyn) Rosenvinge, 1924
Sphaerococcus coronopifolius Stackhouse, 1797
Spyridia filamentosa (Wulfen) Harvey, 1833
Titanoderma pustulatum (Lamouroux) Naegeli, 1858
Wrangelia penicillata (C.Agardh) C.Agardh, 1828

OCHROPHYTA

Phaeophyceae *Acinetospora crinita* (Carmichael) Sauvageau, 1899
Ectocarpus siliculosus (Dillwyn) Lyngbye, 1819
Ectocarpus siliculosus var. *dasycarpus* (Kuck.) Gallardo, 1992
Ectocarpus siliculosus var. *hiemalis* (P.L.Crouan & H.M.Crouan) Gallardo, 1992
Ectocarpus crouanii Thuret, 1863
Feldmannia caespitula (J. Agardh) Knoepffler-Péguy, 1970
Feldmannia lebelii (Areschoug ex P.L.Crouan & H.M.Crouan) Hamel, 1939
Feldmannia irregularis (Kützing) Hamel, 1939

- Feldmannia padinae* (Buffh.) Hamel, 1939
Feldmannia paradoxa (Montagne) Hamel, 1939
Feldmannia mitchelliae (Harvey) H.-S.Kim, 2010
Hincksia fuscata (Zanardini) P.Silva, 1987
Hincksia sandriana (Zanardini) P.Silva, 1987
Streblonema fasciculatum Thuret, 1863
Streblonema sphaericum (Derbes & Solier) Thuret, 1863
Pylaiella littoralis (Linnaeus) Kjellman, 1872
Cladostephus spongiosus (Hudson) C.Agardh, 1817
Cladostephus spongiosus f. *verticillatus* (Light.) Prud. van Reine, 1972
Sphacelaria cirrosa (Roth) C.Ag, 1824
Sphacelaria fusca (Hudson) Gray, 1821
Sphacelaria rigidula Kützing, 1843
Sphacelaria tribuloides Meneghini, 1840
Halopteris filicina (Grateloup) Kützing, 1843
Halopteris scoparia (Linnaeus) Sauvageau, 1904
Dictyopteris polypodioides (De Candolle) Lamouroux, 1809
Dictyota dichotoma (Hudson) Lamouroux, 1809
Dictyota dichotoma var. *intricata* (C.Agardh) Greville, 1830
Dictyota fasciola (Roth) Lamouroux, 1809
Dictyota implexa (Desfontaines) Lamouroux, 1809
Dictyota mediterranea (Schiffner) Furnari, 1997
Dictyota mediterranea var. *crassa* (Schiffner) V. Aysel, B.Dural, E.Ş.Okudan, M. Alpaslan & I. Uysal, 2001
Dictyota spiralis Montagne, 1846
Padina pavonica (Linnaeus) Thivy, 1960
Colpomenia sinuosa (Mertens ex Roth) Derbès & Solier, 1851
Hydroclathrus clathratus (C.Agardh) Howe, 1920
Petalonia fascia (Müller) Kuntze, 1898
Petalonia zosterifolia (Reinke) Kuntze, 1898
Scytosiphon lomentaria (Lyngbye) Link, 1833
Scytosiphon lomentaria var. *fistulosus* Kützing
Scytosiphon lomentaria var. *fistulosus vergens* (Schiffner) V. Aysel, B.Dural, E.Ş.Okudan, M. Alpaslan & I. Uysal, 2001
Stictyosiphon adriaticus Kützing, 1843
Cutleria multifida (Smith) Greville, 1830
Taonia atomaria (Woodward) J. Agardh, 1848
Zanardinia typus (Nardo) P. Silva, 2000
Giraudia sphacelarioides Derbes & Solier, 1851
Myriotrichia repens Hauck, 1879
Asperococcus bullosus Lamouroux, 1813
Asperococcus ensiformis (Delle Chiaje) Wynne, 2003
Asperococcus fistulosus (Hudson) Hooker, 1833
Punctaria latifolia Greville, 1830
Striaria attenuata (Greville) Greville, 1828
Eudesme virescens (Carmichael ex Berkeley) J. Agardh, 1882
Cladosiphon contortus (Thuret) Kylin, 1940
Cladosiphon zosteriae (J. Agardh) Kylin, 1940
Leathesia marina (Lyngbye) Decaisne, 1842
Liebmannia leveillei J. Agardh, 1842
Mesogloia vermiculata (Smith) Gray, 1821
Sauvageaugloia divaricata (Clemente) Cremades, 1990

Corynophloea umbellata (C.Agardh) Kützing, 1843
Microcoryne ocellata Strömfelt, 1888
Myriactula arabica (Kützing) Feldm., 1937
Myriactula rivulariae (Suhr ex Areschoug) Feldmann, 1937
Elachista stellaris J.E. Areschoug, 1842
Halothrix lumbricalis (Kützing) Reinke, 1888
Myrionema orbiculare J. Agardh, 1848
Myrionema strangulans Greville, 1827
Nemacystus flexuosus (C.Agardh) Kylin, 1940
Spermatochnus paradoxus (Roth) Kützing, 1843
Stilophora tenella (Esper) P.C.Silva, 1996
Nereia filiformis (J. Agardh) Zanardini, 1846
Cystoseira amentacea (C.Agardh) Bory, 1832
Cystoseira amentacea var. *stricta* Montagne, 1846
Cystoseira barbata (Stackhouse) C.Agardh, 1820
Cystoseira compressa (Esper) Gerloff & Nizamuddin, 1975
Cystoseira corniculata (Wulfen) Zanardini, 1841
Cystoseira crinita (Desfontaines) Duby, 1830
Cystoseira elegans Sauvageau, 1912
Cystoseira foeniculacea (Linnaeus) Greville, 1830
Cystoseira foeniculacea f. *schiffneri* (Hamel) Gómez Garreta, Barceló, Ribera & Rull Lluch, 2001
Cystoseira mediterranea Sauvageau, 1912
Cystoseira spinosa Sauvageau, 1912
Sargassum acinarium (Linnaeus) Setchell, 1933
Sargassum hornschurchii C.Agardh, 1820
Sargassum latifolium (Turner) C.Agardh, 1820
Sargassum vulgare C.Agardh, 1820

CHLOROPHYTA

Chlorophyceae *Neodangemannia microcystis* Wynne, Furnari, Kryvenda et Fried., 2014
Ulvophyceae *Ulothrix flacca* (Dillwyn) Thuret, 1863
Ulothrix implexa (Kützing) Kützing, 1849
Blidingia minima (Naegeli ex Kützing) Kylin, 1947
Ulva clathrata (Roth) C.Agardh, 1811
Ulva compressa Linnaeus, 1753
Ulva flexuosa Wulfen, 1803
Ulva flexuosa subsp. *flexuosa* Wulfen, 1803
Ulva intestinalis Linnaeus, 1753
Ulva kylinii (Bliding) H.S.Hayden, Blomster, Maggs, P.C.Silva, M.J.Stanhope & J.R.Waaland, 2003
Ulva linza Linnaeus, 1753
Ulva linza var. *minor* Schiff.
Ulva prolifera Müller, 1778
Ulva lactuca Linnaeus, 1753
Ulva gigantea (Kützing) Bliding, 1969
Ulva rigida C.Agardh, 1823
Ulva rigida f. *densa* (Kjellman) Feldmann
Bolbocoleon piliferum Pringsheim, 1862
Entocladia cladophorae (Hornby) Starmach, 1972
Phaeophila endophytum (Möbius) Nielsen, 1972
Ulvella scutata (Reinke) Nielsen, Kelly & Wysor, 2013
Neostromatella monostromatica Wynne, Furnari & Nielsen, 2014

Ulvella lens P.Crouan & H.Crouan, 1859
Anadyomene stellata (Wulfen) C.Agardh, 1823
Chaetomorpha aerea (Dillwyn) Kützing, 1849
Chaetomorpha linum (Müller) Kützing, 1845
Chaetomorpha mediterranea (Kützing) Kützing, 1849
Chaetomorpha melagonium (Weber & Mohr) Kützing, 1845
Chaetomorpha ligustica (Kützing) Kützing, 1849
Chaetomorpha capillaris (Kützing) Boergesen, 1925
Cladophora albida (Nees) Kützing, 1843
Cladophora coelothrix Kützing, 1843
Cladophora glomerata (Linnaeus) Kützing, 1843
Cladophora hutchinsiae (Dillwyn) Kützing, 1845
Cladophora laetevirens (Dillwyn) Kützing, 1843
Cladophora lehmanniana (Lindenberg) Kützing, 1843
Cladophora sericea (Hudson) Kützing, 1843
Cladophora dalmatica Kützing, 1843
Cladophora pellucida (Hudson) Kützing, 1843
Cladophora pellucida f. *tenuissima* Ercegovic, 1927
Cladophora prolifera (Roth) Kützing, 1843
Rhizoclonium riparium (Roth) Harvey, 1849
Rhizoclonium tortuosum (Dillwyn) Kützing, 1845
Valonia macrophysa Kützing, 1843
Valonia utricularis (Roth) C.Agardh, 1823
Bryopsis cupressina Lamouroux, 1809
Bryopsis cupressina var. *adriatica* (J. Agardh) Wynne, 2005
Bryopsis corymbosa J. Agardh, 1842
Bryopsis duplex De Notaris, 1844
Bryopsis pennata Lamouroux, 1809
Bryopsis plumosa (Hudson) C.Ag, 1823
Pedobesia simplex (Meneghini ex Kützing) Wynne & Leliaert, 2001
Codium adhaerens C.Agardh, 1822
Codium bursa (Olivi) C.Agardh, 1817
Codium dichotomum Gray, 1821
Codium effusum (Rafinesque) Delle Chiaje, 1829
Codium fragile (Suringar) Hariot, 1889
Codium fragile subsp. *fragile* (Suringar) Hariot, 1889
Codium tomentosum Stackhouse, 1797
Codium vermilara (Olivi) Delle Chiaje, 1829
Halimeda tuna (Ellis & Solander) Lamouroux, 1816
Pseudochlorodesmis furcellata (Zanardini) Børgesen, 1925
Flabellia petiolata (Turra) Nizamuddin, 1987
Dasycladus vermicularis (Scopoli) Krasser, 1898
Acetabularia acetabulum (L.) P.Silva, 1952
Caulerpa racemosa (Forsskål) J. Agardh, 1873
Caulerpa cylindracea Sonder, 1845

TRACHEOPHYTA

Monocots *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson 1870
 Posidonia oceanica (Linnaeus) Delile, 1813
 Zostera (Zostera) marina Linnaeus, 1753
 Zostera (Zosterella) noltei Hornemann, 1832

Conclusion

According to the results that reported 349 species and 22 varieties have been related to the rather good coastal ecosystem health around the study region.

The coastal zone of Gökçeada Island hasn't degraded due to the irregular water-front constructions and industrial facilities. Furthermore a rich fauna and flora can be seen around the island due to the island and the Saros Gulf is on the way of the migration path of the marine species between the Black Sea and Mediterranean and act as a habitat for spawning and breeding. In the view of that a marine protected area named "Gökçeada Underwater Marine Park" was established in 1999 for the first time on the Turkish coasts to protect this characteristic marine site and to conserve the habitats of the endangered and endemic species. Therefore non-sustainable fishing, night spear fishing and tourism pressures have been prevented.

Despite these conditions, all the alien species that recorded in this study continue to be regarded as a biogeographical threat for the Mediterranean Region and their effects have to be monitored around the island as a biodiversity hotspot area in the North Aegean.

Acknowledgements

We would like to thank to the Sedat Ozan GÜREŞEN and Onur GÖNÜLAL from Istanbul University Gökçeada Marine Research Department for sharing their sources based on the reports of Yazıcı (1974).

References

Aktan, Y., & Gümüsoğlu, A. (2014). Composition of the functional macroalgal groups on *Posidonia oceanica* (L.) Delile leaves. Proceedings of the 5. Mediterranean Symposium on Marine Vegetation, 27-28 October 2014. Portorož, Slovenia.

Aktan, Y., & Gümüsoğlu, A. (2010). An other threat on *Posidonia oceanica* beds: mucilage effect in Gökçeada Island, North Aegean Sea, Turkey. Proceedings of the 4. Mediterranean Symposium on Marine Vegetation, 2-4 December 2010. Yasmine, Hammamet, Tunis. El Asmi, S., Langar, H., Belgacem, W. Eds., RAC/spa publ., 251 p.

Aysel, V., Dural, B., Okudan, E.Ş., Alpaslan, M., & Uysal, İ. (2001). Gökçeada (Ege Denizi, Çanakkale, Türkiye) Deniz Florası. Pp 125-141. Turkish Marine Research Foundation. *Ulusal Ege Adaları Toplantısı*, 10-11 Ağustos 2001. Gökçeada, Turkey.

Chintiroglou, C., Antoniadou, C., Vafidis, D., & Koutsoubas, D. (2005). A review on the biodiversity of hard substrate invertebrate communities in the Aegean Sea. *Mediterranean Marine Science*, 6(2), 51-62.

Cirik, Ş., Zeybek, N., Aysel, V., & Cirik, S. (1990). Note preliminaire sur la végétation marine de l'île Gökçeada (Mer Egée-Nord, Turquie). *Thalassographica*, 13(1), 33-37.

Guiry, M.D., & Guiry, G. M. (2016). AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org> (Accessed 23 March 2016)

Güreşen, A., Aktan, Y., Keskin, Ç., & Orfanidis, S. (2015). Macroalgal assemblages on *Posidonia oceanica* rhizomes in the North-Eastern Aegean Sea (Eastern Mediterranean). Proceedings of the 4th Mediterranean Seagrass Workshop, 18-22 May. Sardinia, Italy.

Öztürk, M., & Güner, H. (1986). Türkiyenin Ege ve Akdeniz kıyılarındaki Ectocarpales (Phaeophyta) üyelerinin yayılımı ve taksonomisi, *Türk Biyoloji Dergisi*, 10, 459-472.

Piazzi, L., Balestrı, E., & Cinelli, F. (1994). Presence of *Caulerpa racemosa* in the Northwestern Mediterranean. *Cryptogamie Algologie*, 15, 183-189.

Piazzi, L., Balata, D., & Cinelli, F. (2004). Species composition and morphological groups of macroalgal assemblages around Gorgona Island (north-westernMediterranean Sea). *Cryptogamie Algologie*, 25, 19-38.

Siokou-Frangou, I., Bianchi, M., Christaki, U., Christou, E., Giannakourou, A., Gotsis, O., Ignatiades, L., Pagou, K., Pitta, P., Psarra, S., Souvermezoglou, E., Van Wambeke, F., & Zervakis, V. (2002). Carbon flow in the planktonic food web along a gradient of oligotrophy in the Aegean Sea (Mediterranean Sea). *Journal of Marine Systems*, 33-34, 335-353.

- Uçkaç, Ş. (2005). Sea surface variability in the Aegean Sea, *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 22, 129-135.
- UNEP MAP RAC/SPA. (1999). Action Plan for the Conservation of Marine Vegetation in the Mediterranean Sea. http://www.rac-spa.org/sites/default/files/action_plans/ap-veg2012en.pdf (Accessed 23 March 2016)
- Verlaque, M., Ruitton, S., Mineur, F. & Boudouresque, C-F. (2015). CIESM atlas of exotic species of the Mediterranean. Macrophytes. Many photograph and maps. Monaco: *CIESM Publishers*, 362 pp.
- WoRMS Editorial Board. (2016). World Register of Marine Species. <http://www.marinespecies.org> (Accessed 23 March 2016).
- Yazıcı, M. (1974). Researches on the algae populations around Gökçeada (North Aegean) and their hidrographical observations. Istanbul University Fisheries and Sponge-Fishing Research Institute. Report 2. Istanbul University Gökçeada Marine Research Department Library.
- Zeybek, N., Güner, H., & Aysel, V. (1986). The Marine Algae of Turkey. In: Proceedings 5th Optima Meeting Istanbul, 8-15 September, 1986. (Anon. Eds). Pp., 169-197.
- Zeybek, N., & Güner, H. (1973). Çanakkale Boğazı ve Bozcaada deniz algleri, Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, İlmi Raporlar Serisi 145, P. 19.

A REVIEW: APPLICATIONS OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS (GIS) IN MARINE AREAS

Şeyma Merve Kaymaz ORCID ID: [0000-0002-1936-0626](https://orcid.org/0000-0002-1936-0626), Murat Yabanlı ORCID ID: [0000-0002-9615-2222](https://orcid.org/0000-0002-9615-2222)

Muğla Sıtkı Koçman University, Fisheries Faculty Department of Aquatic Sciences, Muğla, Turkey

Received: 17.04.2017

Accepted: 26.07.2017

Published online: 30.09.2017

Corresponding author:

Şeyma Merve KAYMAZ, Muğla Sıtkı Koçman University, Fisheries Faculty Department of Aquatic Sciences, 48000, Mentese, Muğla, Turkey

E-mail: seyma.merve87@gmail.com

Abstract:

In this review, the focus is the research of scientists which studied different GIS applications in marine areas. Based on literature review, the scientists stressed the use of GIS to assess and predict effects on marine environment. Marine spatial data are fundamental for a sustainable environmental management of marine areas, largely surrounded by countries with borders to the sea. In modern age, known as ‘‘information age’’, data acquisition, analysis and management are essential for rapid, precise and economical resolutions. GIS applications were recommended to supply a principle from combining past and present circumstances in order to predict future for marine areas. This review provides an example to how GIS applications can be used in the monitoring, conservation, management, sustainable development and environmental protection stages of marine areas.

Keywords: GIS applications, Marine areas, Spatial data, Management, Decision support system

Introduction

Geographic Information Systems (GIS) for land usage were launched about 35 - 40 years ago, however it was only about 15 years that they were also applied to the sea (Goodchild, 2000). The assistance for study into universal Earth systems and the impacts of anthropogenic ecological change progressively increased, geographers started to develop their focus on research broader than previous traditional borders determined in the 1970 and 1980s. Marine GIS gained a substantial significance in the 1990s with the arrival and popularity of Earth System Science, an interdisciplinary initiative seeking to know the whole Earth system (atmosphere, oceans, seas, ice cover, environment, land etc.) world-wide (Nierenberg, 1992; Williamson, 1994).

Other factors boost the exposure of marine geography, and eventually marine GIS, comprise increasing global ecological understanding and apprehensions, increased comprehension of the part of marine life in preserving the global environment, new techniques for marine investigation beginning with the United Nations Convention on the Law of the Sea in 1994, and the designation of the International Year of the Ocean in 1998 (Psuty et al., 2002).

An understanding of the dynamics of marine area and living resources are essential for the explanation of the relationships between marine environment and species in any anthropogenic attempt to manage marine areas. Development of spatial thinking becomes very significant in several points throughout the study of methods in the marine environment using GIS, from collecting data to develop and to make decision by GIS. Many authors have studied spatial cognition in geographical environments (Slater 1982; Golledge and Stimson 1987; Blades 1991; Nyerges 1991; Golledge 1995; Nyerges and Golledge 1997; Lloyd 1997). Other main steps in developing spatial thinking are the understanding of various GIS data models (Blades 1991; Lloyd 1997) as well as the appreciation of spatial analysis in GIS (Cances et al. 2000).

Applications of GIS technology in several marine disciplines are versatile. Data acquired by different methods and integration of principles from different technological disciplines are joined with the aim to assist the determination of the changing aspects of the marine environment. GIS suggests solutions for an increasing number of problems in

the marine environment and at the same time deliver different visions to the unknown depths of the seas. Marine troubles (in the coastal zone and pollution) have inherent spatiotemporal characteristics. By means of GIS, it is possible to collect and use several environmental parameters and understand their effects on the marine environment (Valavanis, 2002).

GIS among the several technologies is developed to enable an integrated management assisting data assembly, combination and analysis processes on these features.

Oceanographic GIS is used in a variety of ways, such as data distribution tools, mapping tools and monitoring analysis tools and in a variety of disciplines, such as coastal zone assessment and management, ocean surface processes, marine geology and geomorphology, marine eutrophication, environmental and bio-economic characterisation of coastal and marine systems, submerged marine habitats and marine habitat assessment, marine oil spill and pollution, ocean policy and management, climate change and sea-level rise, deep ocean mapping, flooding and natural hazard assessment and development of environmental sensitivity indices maps (Charlier, 2000; Valavanis, 2002).

The understanding of negative effects harming marine and coastal environments is required to intervene. By means of monitoring and modelling, it is possible to improve successful marine policy design and sustainable marine practices. The use of marine and coastal area information provides a helpful tool for generating planning procedures and more (Earle, 1999). Through the use of GIS it is possible to better identify and understand the threats affecting the areas. Authorities can simply understand marine and coastal areas conditions through reports supported by the data of statistics, tables and maps. GIS also serves to get immediate access to updated data on exceeding parameters, the whole sample details, parameter difference trends, and yearly summary of marine water quality status. Moreover GIS assists in making better-informed decisions and increasing awareness on problems correlated to marine water quality and besides to develop sustainability with the focus on the country (ESRI, 2014).

Short Literature Review

Several authors stressed the importance of the use of GIS in marine field for the growth of a sound

marine GIS (Hamre, 1993) by describing some of the significant differences between terrestrial and marine applications of GIS, and presenting the results of an integrated system for the consideration and improvement of the protection area (Li and Saxena, 1993). Marine GIS evaluates important point of spatial data management for marine applications (Lucas et al., 1994) and it also joins time-dependent metadata with *in-situ* data for marine features and estimation of climate change (Wright et al., 1995). In the following years, development of new theoretical data model for sea bathymetry (Li et al., 1995), ocean discarding and monitoring of ecological impacts (Hall et al., 1995), finding of waste charging sites on the seafloor (Chavez Jr. and Karl, 1995), and new spatial data structure were included to marine GIS (Gold and Condal, 1995).

Beusen et al. (1995) developed a GIS-based model that integrated geohydrological data for the estimation of loads of nitrogen and phosphorus in the coastal seas of Europe.

Several authors have already introduced methods for the measurement of data uncertainty as well as that of model sensitivity analysis in studies using GIS (Hwang et al., 1998; Crosetto et al., 2000; Gahegan and Ehlers, 2000).

Li et al. (1998) created a monitoring and management GIS for Malaysia's shoreline together with an international and interdisciplinary team supported by the Asian Development Bank. The tool includes time series data (such as observations of wind and wave), spatial data (such as topography, shoreline and buoy locations, bathymetry, parcel) together with social and economic data and aerial photographs. The coastal GIS consists of three subsystems (coastal engineering management, shoreline erosion monitoring, coastal data inventory).

Van Zuidam et al. (1998) presented a research programme to the International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, in which remote sensing, GIS, modelling and *in situ* measurements were used to develop and evaluate the scenarios for coastal zone management. Methodologies included hypothesis generation based on optimum remote sensing datasets, parameter estimation, evaluation and validation and calculation of the coastal landscape development influenced by both human impacts and natural processes.

Neilson and Costello (1999) introduced basic information on seabed types accessible on Ireland

marine charts to label the high-tide mark shoreline in GIS according to the corresponding dominant seabed types. The application of this approach is suggested for all the coastal area for which basic seabed information exists and it could be used as basic information for research purposes and management.

Capobianco (1999) and Belfiore (2000) discussed the important role of new technologies in coastal management in Europe noting that many European Communities (EC) funded demonstration projects have reported the successful use of GIS for resource inventories, analysis and monitoring.

West (1999) developed a GIS-based decision support system for South Florida's coastal resources. The system uses a variety of datasets, GIS analyses and other embedded modelling and features a user interface for dynamic interaction. The tool was built for the Florida Department of Community Affairs to support a diverse set of decisions made by policy officials involved with Florida's coastal resources.

Stanbury and Starr (1999) developed a GIS for the Monterey Bay National Marine Sanctuary that allows manipulation of many terrestrial and marine datasets (land cover classification, benthic habitat types, fisheries, watersheds) aiming to create a broad spatiotemporal database for the evaluation of natural resources, permitting and monitoring coastal developments and assessing environmental impacts.

Garcia et al. (2000) incorporated the main physical components (marine processes, lithology, landforms and river discharge) with the main human-made components (population growth and urbanisation) in a GIS to develop a sensitivity index for the Costa del Sol coastline, Southern Spain.

MacDonald and Cain (2000) used GIS to rank the environmentally sensitive areas of the UK coastline based on assessments of pollution risks associated with shipping (description of different hazards, vessels routing patterns and historical frequencies of shipping accidents).

Li et al. (2001) applied various spatial modelling and analysis methods in high-resolution imagery to detect shoreline changes along the South shore of Lake Erie by representing the shoreline as a dynamically segmented linear model linked to a large amount of data describing shoreline changes.

The Use of Several GIS Applications in Marine Areas

Combined analyses of several datasets in a GIS environment provides meaningful information for natural processes. The depiction of the analysed data in some type of display such as maps, graphs, lists, reports or summary statistics provides for the communication media of GIS results or outputs.

Marine GIS is called upon to describe the intimate relations among the wind and sea currents that trigger certain oceanographic processes and explain the impact of these processes to the behaviour of marine organisms, behaviour of spatial temporal marine quality by taking species biology and ecology into consideration (Li and Saxena, 1993; Lockwood and Li, 1995).

GIS is also used for defining fish habitat and organising and executing living marine resources (the dynamics of marine objects), tracking marine mammals and analyzing their hunting and migrant lines, assessing the efficiency of marine protected areas, and answering to environmental ruins (Figure 1; Figure 2) (Meaden, 2000; NOAA, 2017).

Today, the integration of data within GIS is a routine task in marine GIS developments. The multi-disciplinary data are used in GIS analysis in a variety of tasks and studies, such as global change,

rectification and registration of satellite imagery, change detection of marine processes and visualisation of these processes (Figure 3) (Asrar, 1997; Ehlers, 1997; Faust and Star, 1997; Jensen et al., 1997).

Another integration between similar disciplines is represented by environmental modelling and GIS. Today, modelled output is routinely integrated into GIS applications, particularly for the study and forecasting of large-scale oceanographic, dynamic of ecological processes and atmospheric processes (Goodchild et al., 1993; Johnston et al., 1996).

GIS database enables the availability of data to achieve a synoptic status of the environment such as marine resources management, which includes the improvement of the productivity of marine ecosystems, the prevention of marine pollution, preservation of the quality of seafood and the protection of peculiar ecosystems like mangroves and corals (Aswathanarayana, 1999).

An interactive real time data delivery GIS system allowed the analysis and screening of satellite surface temperature (Figure 4) and visible imagery together with data overlays (for example gridded wind fields, bathymetry and observation data of marine) (Leshkevich and Liu, 2000).

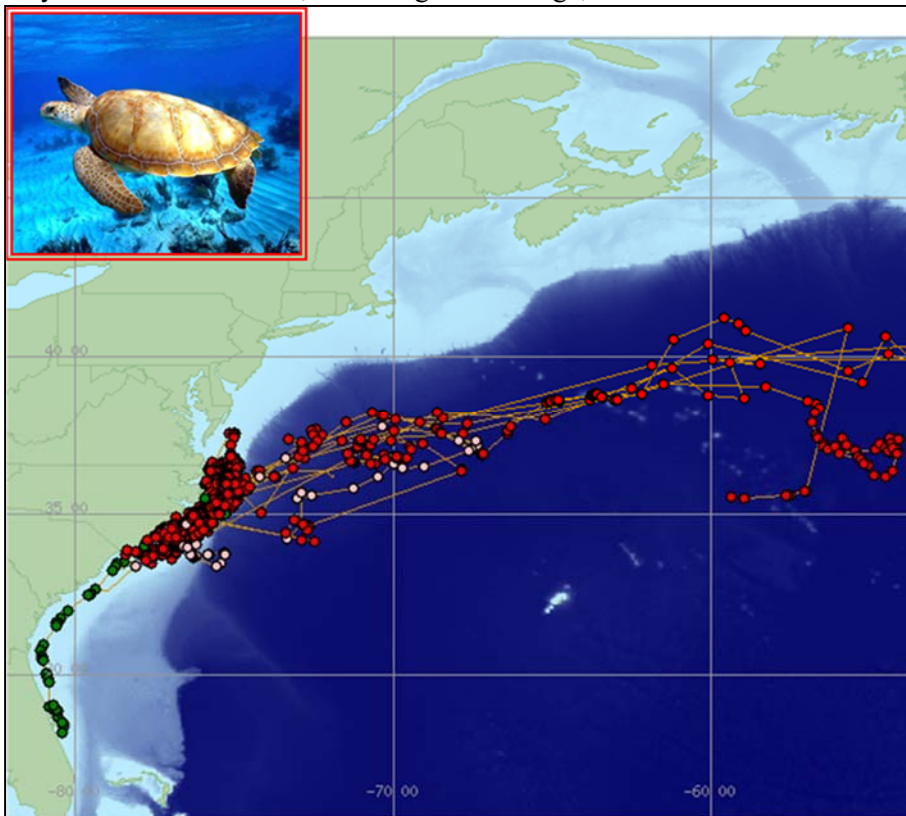


Figure 1. Sea Turtle Tracks (*Caretta caretta*) (McClellan et. al., 2011)

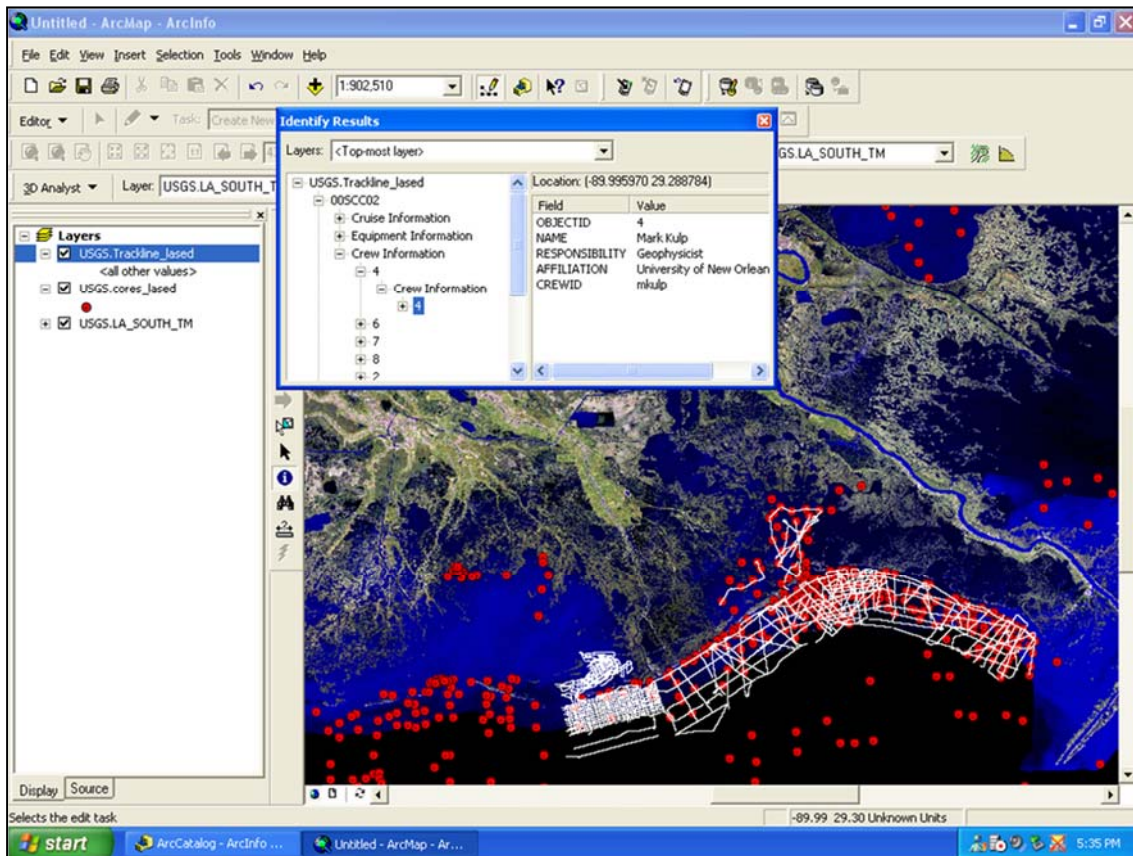


Figure 3. Implications of global warming, sea level rise by Heather Mounts (Wright et al., 2007)

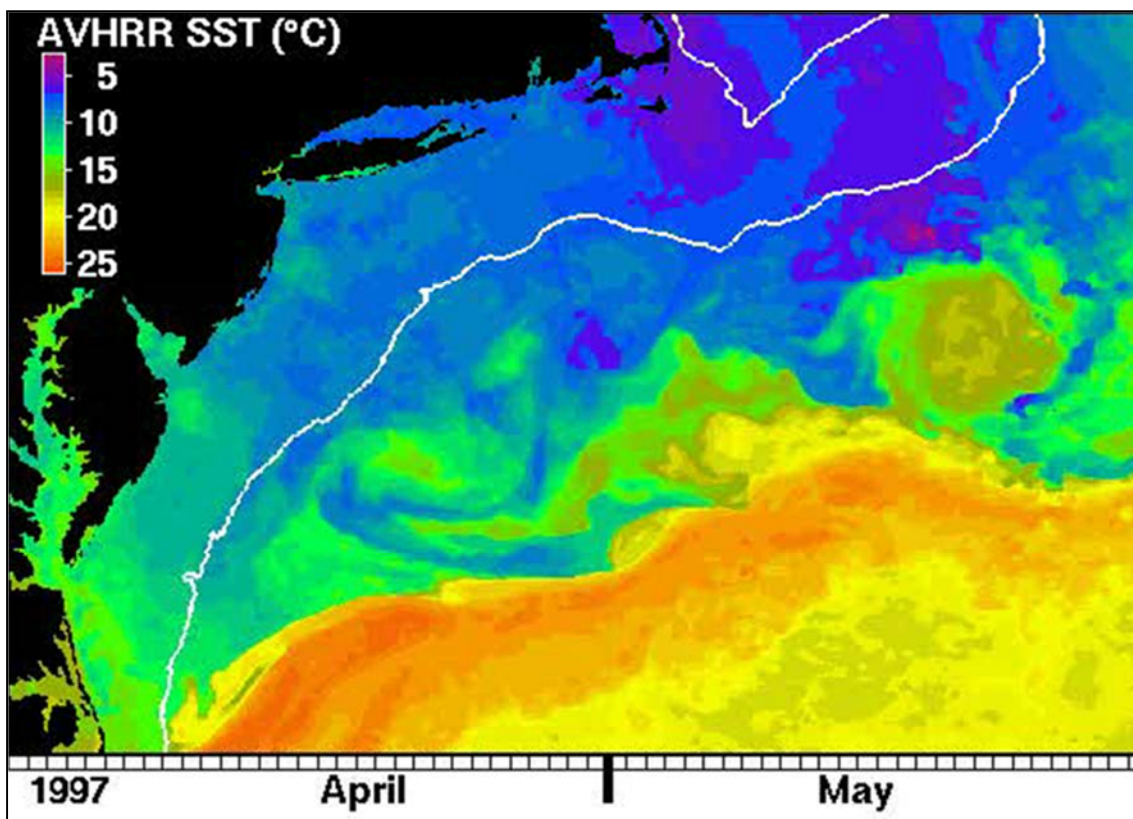


Figure 4. Sea Surface Temperature (<http://www.po.gso.uri.edu/SST/>)

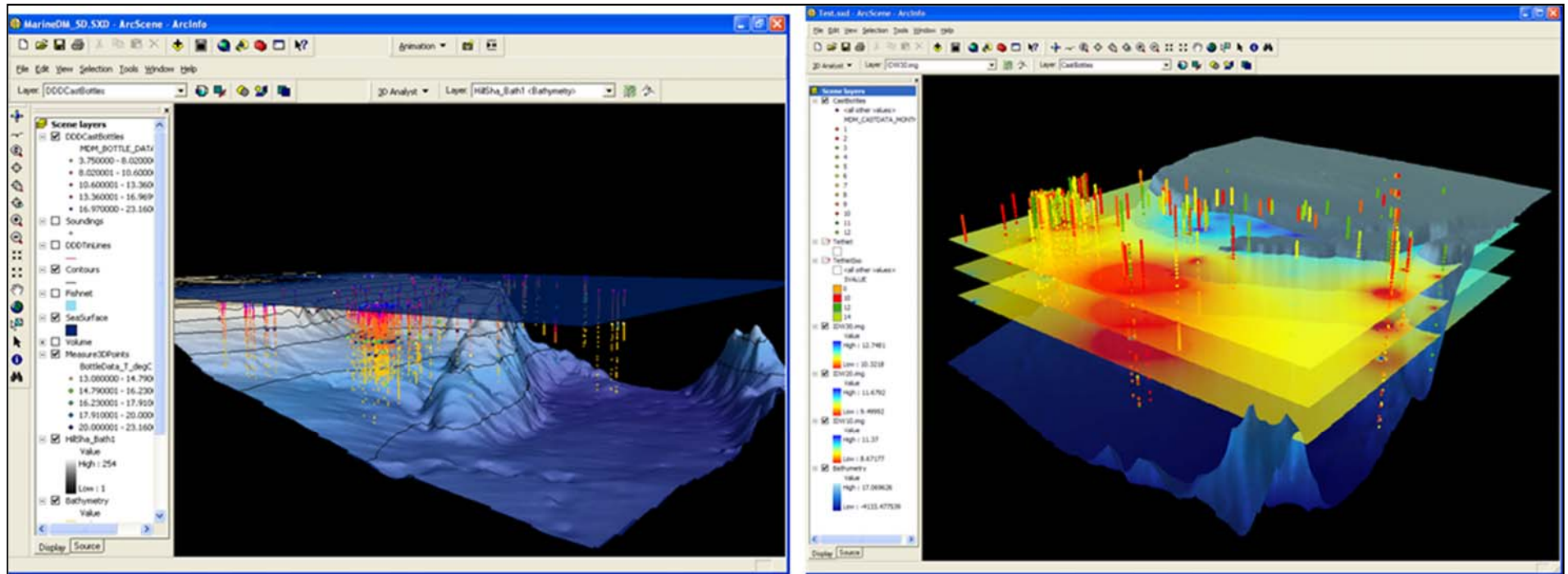


Figure 5. Multidimensional Visualisation (Wright et al., 2007)

Discussion and Conclusion

The use of GIS has long been a strong tool of government as well as business. Today, the marine geographical interpretation by means of GIS became a key tool in the field of marine policy making, planning and conservation. The important role that GIS plays to the cooperation of organisations in various international agreements for the management and the use of the marine areas include maritime transport, fisheries, recreation, disposal of waste, conservation and research. Additionally GIS as scientific discipline represents a significant tool for the management of coastal and marine areas particularly in providing the scientific basis for policy interventions through the development of integrated products that facilitate the lack of communication among decision makers and scientists. Carrying marine ecological data into GIS needs the understanding of causes related to these data and their features. The environmental spatio-temporal instability of the marine requirements obviously needs to be recognised and modelled. Applications of GIS technology in various oceanographic disciplines are multifaceted. They deal with data acquired with a variety of different methods and integration principles from different technological disciplines in an attempt to facilitate the resolution of the dynamics of the marine environment. GIS applications provide a significant opportunity in the management procedures, where the involvement of directors and administrators is essential for the use of GIS as a decision support system.

References

- Alyssa, A. (2004). *Hawaiian Reef Fish and Marine Protected Areas* [Figure 2]. Testing the ArcGIS Marine Data Model: Using Spatial Information to Examine Habitat Utilization Patterns of Reef Fish along the West Coast of Hawaii, *Master of Science (MS) Thesis*, p.76.
- Asrar, G.R. (1997). Global change research and Geographic Information Systems requirements. In J.L.Star, J.E.Estes and K.C.McGwire (Eds.), *Integration of Geographic Information Systems and Remote Sensing* (p.158-175). Cambridge: Cambridge University Press. ISBN: 9780521158800
- Aswathanarayana, U. (1999). Functions and organisational structure of the proposed Natural Resources Management Facility in Mozambique. *Environmental Geology*, 37(3), 176-180. doi:10.1007/s002540050375
- Belfiore, S. (2000). Recent developments in coastal management in the European Union. *Ocean Coastal Manage*, 43(1), 123-135.
- Beusen, A.H.W., Klepper, O. & Meinardi, C.R. (1995). Modelling the flow of nitrogen and phosphorus in Europe: from loads to coastal seas. *Water Science Technology*, 31(8), 141-145.
- Blades, M. (1991). The development of the abilities required to understand spatial representations. In D.M. Mark and A.U.Frank (Eds.), *Cognitive and Linguistic Aspects of Geographic Space: An Introduction* (p. 81-116), Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. ISBN: 978-3-642-34358-2
- Cances, M., Font, F. & Gay, M. (2000). Principles of Geographic Information Systems used for Earth Observation data. *Surveys in Geophysics*, 21(2), 187-199.
- Capobianco, M. (1999). Role and use of technologies in relation to ICZM. European Commission. Retrieved from <http://europa.eu.int/comm/dg11/iczm/themanal.htm> (Accessed 13.02.2017)
- Charlier, R.H. (2000). Integrated Coastal Zone Management and GIS, BSOC Leadership Seminar Using Today's Scientific Knowledge for the Black Sea Areas Development Tomorrow", A.S. Bologna and R.H.Charlier (Eds.), Proceedings, 2000, p. 97-108. ISBN 973-99312-9-4
- Chavez Jr. P.S. & Karl, H.A., (1995). Detection of barrels and waste disposal sites on the seafloor using spatial variability analysis on sidescan sonar and bathymetry images. *Marine Geodesy*, 18(3), 197-211.
- Crosetto, M., Tarantola, S. & Saltelli, A. (2000). Sensitivity and uncertainty analysis in spatial modelling based on GIS. *Agricultural Ecosystem Environment*, 81(1), 71-79.
- Earle, S. (1999). ESRI Special Ocean Exhibiton. Retrieved from <http://www.esri.com/news/arcuser/1099/oceangis.html> (Accessed 06.05.2016)

- Ehlers, M. (1997). Rectification and Registration. In J.L.Star, J.E.Estes and K.C.McGwire (Eds.), *Integration of Geographic Information Systems and Remote Sensing* (p. 13-36), Cambridge: Cambridge University Press. ISBN: 9780521158800
- ESRI (2014). Geoenabling Marine Water Quality Monitoring in Abu Dhabi. Retrieved from <http://www.esri.com/esri-news/arcnews/spring14articles/geoenabling-marine-water-quality-monitoring-in-abu-dhabi> (Accessed 10.01.2017)
- Faust, N.L. & Star, J.L. (1997). Visualisation and the Integration of Remote Sensing and Geographic Information. In J.L.Star, J.E.Estes and K.C.McGwire (Eds.), *Integration of Geographic Information Systems and Remote Sensing* (p. 55-81), Cambridge: Cambridge University Press. ISBN: 9780521158800
- Gahegan, M. & Ehlers, M. (2000). A framework for the modelling of uncertainty between remote sensing and geographic information systems. *ISPRS Journal Photogramme Remote Sensing*, 55(3), 176-188.
- Garcia, G.M., Pollard, J. & Rodriguez, R.D. (2000). Origins, management, and measurement of stress on the coast of Southern Spain. *Coastal Management*, 28(3), 215-234.
- Gold, C.M. & Condal, A.R. (1995). A spatial data structure integrating GIS and simulation in a marine environment. *Marine Geodesy*, 18(3), 213-228.
- Golledge, R.G. (1995). Primitives of Spatial Knowledge. T.L. Nyergers, M. Karwan, R. Laurini and M.J. Egenhofer (Eds.) *Cognitive Aspects of Human Computer Interaction for Geographic Information Systems*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p. 29-44. ISBN: 978-94-011-0103-5
- Golledge, R.G. & Stimson, R.J. (1987). *Analytic Behavioural Geography*, Beckenham: Croom Helms, p. 355, ISBN: 1572300493
- Goodchild, M. F. (2000). Foreword. In D. J. Wright and D. J. Bartlett (Eds.), *Marine and coastal geographical information systems* (p. 15), London: Taylor and Francis. ISBN: 9780748408627
- Goodchild, M.F., Parks, B.O. & Steyaert, L.T. (1993). *Environmental Modelling with GIS*, New York: Oxford University Press, p. 230, ISBN: 0195080076
- Hall, R.K., Ota, A.Y. & Hashimoto, J.Y. (1995). Geographical information systems (GIS) to manage oceanographic data for site designation and site monitoring. *Marine Geodesy*, 18(3), 161-171.
- Hamre, T. (1993). User requirement specification for a marine information system, *Nansen Environmental and Remote Sensing Center*, Technical Report 74.
- Hwang, D., Karimi, H.A. & Byun, D.W. (1998). Uncertainty analysis of environmental models within GIS environments. *Computer Geoscience*, 24(2), 119-130.
- Jensen, J.R., Cowen, D., Narumalani, S. & Halls, J. (1997). Principles of change detection using digital remote sensor data. In J.L.Star, J.E.Estes and K.C. McGwire (Eds.), *Integration of Geographic Information Systems and Remote Sensing* (p. 37-54), Cambridge: Cambridge University Press. ISBN: 9780521158800
- Johnston, C.A., Cohen, Y. & Pastor, J. (1996). Modelling of spatially static and dynamic ecological processes. In M.F.Goodchild, L.T.Steyaert, B.O. Parks, C.Johnston, D.Maidment, M.Crane and S.Glendingning (Eds.), *GIS and Environmental Modelling: Progress and Research Issues* (p. 149-154), Boulder: GIS World Books. ISBN: 978-0470236772
- Klemas, V.V. (2001). Remote sensing of landscape level coastal environmental indicators. *Journal Environmental Management*, 27(1), 47-57.
- Leshkevich, G.A. & Liu, S. (2000). Internet access to Great Lakes Coast Watch remote sensing information. *International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, 5, 2077-2079.
- Li, R. & Saxena, N. K. (1993). Development of an integrated marine geographic information system. *Marine Geodesy*, 16(4), 293-307.
- Li, R., Keong, C.W., Ramcharan, E., Kjerfve, B. & Willis, D. (1998). A Coastal GIS for Shoreline Monitoring and Management: Case Study in Malaysia. *Surveying and Land Information Systems*, 58(3), 157-166.

- Li, R., Liu, J.K. & Felus, Y. (2001). Spatial modelling and analysis for shoreline change detection and coastal erosion monitoring. *Marine Geodesy*, 24(1), 1-12.
- Li, R., Qian, L. & Blais, J. A. R. (1995). A hypergraph-based conceptual model for bathymetric and related data management. *Marine Geodesy*, 18(3), 173-182.
- Lloyd, R. (1997). *Spatial Cognition: Geographic Environments*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p. 221, ISBN: 978-94-017-3044-0
- Lockwood, M. & R. Li. (1995). Marine geographic information systems: What sets them apart, *Marine Geodesy*, 18(3), 157-159.
- Lucas, A., Abbedissen, M.B. & Budgell, W.P. (1994). A spatial metadata management system for ocean applications: Requirements analysis. In *ISPRS Working Group II/2 Workshop on the Requirements for Integrated GIS* (New Orleans, Louisiana), p. 1-13.
- MacDonald, A. & Cain, M. (2000). Marine environmental high risk areas (MEHRAs) for the UK. *International Maritime Technology*, 112(2), 61-70.
- Meaden, G.J. (2000). Applications of GIS to Fisheries Management. In B. A. Megrey and E. Moksness (Eds.), *Marine and Coastal Geographical Information Systems*. Philadelphia: Taylor and Francis, p. 205-226, ISBN: 978-1-4020-8635-9
- McClellan, C.M., A.J. Read, W.M. Cluse & M.H. Godfrey. (2011). *Sea Turtle Tracks (Caretta caretta)* [Figure 1]. Conservation in a complex management environment: the by-catch of sea turtles in North Carolina's commercial fisheries. *Marine Policy*, 35(2), 241-248.
- Neilson, B. & Costello, M.J. (1999). The Relative lengths of seashore substrata around the coastline of Ireland as determined by digital methods in a Geographical Information System. *Estuarine Coastal Shelf Science*, 49(4), 501-508.
- Nierenberg, W.A. (1992). *Encyclopedia of Earth System Science*, San Diego, California: Academic Press, pp. 2825, ISBN: 978-0122267192
- NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) (2017). Fisheries GIS. Retrieved from <http://www.nmfs.noaa.gov/gis/> (Accessed 27.02.2017)
- Nyerges, T.L. (1991). Analytical Map Use, Cartography and Geographic Information System, *Cartography and Geographic Information Systems*, 18(1), 22-28.
- Nyerges, T. L. & Golledge, R. G. (1997) *NCGIA core curriculum in GIS*, National Center for Geographic Information and Analysis, University of California, Santa Barbara, Unit 007. Retrieved from <http://www.ncgia.ucsb.edu/giscc/units/u007/u007.html> (Accessed 12.03.2017)
- Psuty, N.P., Steinberg, P.E. & Wright, D.J. (2002). Coastal and marine geography. Gaile, G.L. and Willmott, C.J. (Eds.), *In Geography in America at the Dawn of the 21st Century*, New York: Oxford University Press, p. 333. ISBN: 9780199295869
- Sea Surface Temperature [Figure 4.]. Retrieved from, <http://www.po.gso.uri.edu/SST/>
- Slater, F. (1982). *Learning through Geography*, Oxford: Heineman Educational Books, pp. 340, ISBN: 0435354108
- Stanbury, K.B. & Starr, R.M. (1999). Applications of Geographic Information Systems (GIS) to habitat assessment and marine resource management. *Oceanology Acta*, 22(6), 699-703.
- Valavanis, V. D. (2002). *Geographic Information Systems in Oceanography and Fisheries*, New York: Taylor and Francis Inc., pp.173, ISBN: 9780415284639
- Van Zuidam, R.A., Farifteh, J., Eleveld, M.A. & Cheng, T. (1998). Developments in remote sensing, dynamic modelling and GIS applications for integrated coastal zone management. *Journal Coastal Conservation*, 4(2), 191-202.
- West, L.A. (1999). Florida's Marine Resource Information System: A geographic decision support system. *Government Information Quarterly*, 16(1), 47-62.
- Williamson, P. (1994). Integrating Earth system science, *Ambio*, 23(1), 3. ISSN: 0044-7447
- Wright, D. J., Haymon, R. M. & Fornari, D. J. (1995). Crustal fissuring and its relationship

- to magmatic and hydrothermal processes on the East Pacific Rise crest (9°12' TO 54'N). *Journal of Geophysical Research*, 100(B4), 6097-6120.
- Wright, D.J., Fox, C.G. & Bobbitt, A.M. (1997). A scientific information model for deepsea mapping and sampline. *Marine Geodesy*, 20(4), 367-379.
- Wright, D.J., Blongewicz, M.J., Halpin, P.N. & Breman, J. (2007). *Implications of global warming, sea level rise by Heather Mounts*. [Figure 3]. Arc Marine: GIS for a Blue Planet, Chapter 3: Marine Survey (p. 21-44). USA: ESRI Press, p.202. ISBN: 9781589480179
- Wright, D.J., Blongewicz, M.J., Halpin, P.N. & Breman, J. (2007). *Multidimensional Visualization*. [Figure 5]. Arc Marine: GIS for a Blue Planet, Chapter 8: Multidimensional GIS (p.163-175). USA: ESRI Press, p.202. ISBN: 9781589480179

MICROSATELLITE AND ALLOZYME VARIATIONS IN STARLET STURGEON WILD BROODSTOCK AND HATCHERY-PRODUCED OFFSPRING, USED FOR RESTOCKING OF LOWER DANUBE RIVER

Petya P. Ivanova¹ ORCID ID: [0000-0001-5892-2479](https://orcid.org/0000-0001-5892-2479), Nina S. Dzhembekova¹ ORCID ID: [0000-0001-9620-6422](https://orcid.org/0000-0001-9620-6422), Velichka Kardjeva² ORCID ID: [0000-0003-3707-1438](https://orcid.org/0000-0003-3707-1438), Angel G. Tsekov³ ORCID ID: [0000-0002-4581-4484](https://orcid.org/0000-0002-4581-4484), Violin S. Raykov¹ ORCID ID: [0000-0003-4322-6352](https://orcid.org/0000-0003-4322-6352)

¹ Institute of Oceanology, BAS, Varna, Bulgarian

² Aquachim JSCo, Sofia, Bulgarian

³ Plovdiv University P. Hilendarski, Biological Faculty, Department of Ecology and Environmental Protection, Plovdiv, Bulgarian

Received: 05.06.2017

Accepted: 30.07.2017

Published online: 30.09.2017

Corresponding author:

Petya IVANOVA, Institute of Oceanology, 40 Parvi Mai str.,
P.O. Box 152, Varna 9000, Bulgaria

E-mail: pavl_petva@yahoo.com

Abstract:

The natural population of all sturgeon species has been seriously affected by overexploitation in combination with a substantial loss and degradation of habitats during the 20th century. Fish species undergoing to restocking require information about the genetic identity of the existing fish populations. The genetic pattern of sterlet (broodstock and offspring) were analyzed, using allozymes and seven microsatellite loci (LS19, LS34, LS39, LS54, LS68, Aox45 and Aox27) as markers for species identification. From the seven microsatellite loci three (LS57, Aox23 and Aox45) have shown a tetrasomic profile. The most polymorphic locus for the broodstock was LS-57 with 12 alleles in population, followed by Aox45, LS-68 and LS-54 with 10 alleles. For offspring, the most polymorphic locus was Aox 23 with 11 alleles. Other loci presented a lower level of polymorphism range between 2 to 8 alleles identified for the analyzed individuals. The average observed and expected heterozygosities were 0.429 and 0.413 in the broodstock and 0.500 and 0.423 in the offspring, respectively. The preliminary data showed that selected allozymes and microsatellite markers allow identification of the stellate sturgeon from Bulgarian farms and could be applied to test and control the broodstocks used for restocking programmes.

Keywords: Sterlet, Microsatellite, Allozymes, Identification, Restocking

Introduction

Most sturgeon species are near extinction and have been listed in the Appendices to CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (Raymakers, 2007). From six sturgeon species distributed in the Lower Danube River, five are supposed to be critically endangered and only one *Acipenser ruthenus* is classified as vulnerable according to IUCN Red List 2010.

Instead of the five year prohibition (2010-2015) of sturgeon catches in Bulgaria to protect the sturgeon biodiversity, illegal catches in combination with a substantial loss and degradation of habitats are the main causes of decreases in stellate sturgeons stocks and the number of adult spawners.

Genetic-biochemical markers for sturgeon identification (fillet and caviar) were applied for the Bulgarian part of the Lower Danube and the Black Sea (Dobrovolov et al., 2004, Dobrovolov et al., 2005). Sturgeon hybrids were determined on morphological and genetic level in Bulgarian Black Sea waters and the Danube River. Three different hybrids of various offspring generations with participation of *Acipenser ruthenus* were identified (Tsekov et al., 2008). The increasing presence of natural sturgeon hybrids in the Danube River and the Black Sea is another evidence for decreasing sturgeon stocks. Not only their reproduction is endangered, but also the genotypes of sturgeons are changed. The decreases of natural population and uncontrolled restocking resulting in production of hybrids will decrease natural genetic diversity of sturgeon species in their original distribution area (Havelka et al., 2011).

Today many molecular methods are available for studying various aspects of wild populations, captive brood stocks and interactions between wild and cultured stocks of fish and other aquatic species (Yudha et al., 2012). Use of molecular data to assess the genetic structure in Danube sturgeon individuals is necessary because a classification as pure species or as hybrids, based only on morphological data can be misleading and inaccurate (Dudu et al., 2011).

The population structure and relationships of sturgeon can be easily identified using microsatellite markers. The application of these methods will allow an appropriate broodstock management both in aquaculture and in sturgeon restocking programmes (Rosenthal et al., 2006).

Between seven and nine microsatellite loci variations were applied for species and hybrids (bester) identification in sterlet sturgeon (*Acipenser ruthenus*) from the Lower Danube (Dudu et al., 2013; Dudu et al., 2015).

In the case of conservation studies in sturgeons, the microsatellites are useful for the characterization of genetic diversity and structure of populations; selection of breeders introduced in assisted reproduction programmes with the aim of sustaining the wild population by releasing in the river of juveniles resulted in aquaculture conditions from wild genitors (Dudu et al., 2013).

The aim of this study was to examine the genetic variability of *Acipenser ruthenus* broodstock and offspring using seven microsatellite DNA markers and allozymes, considering its possible application for further restocking programs of the Bulgarian part of the Lower Danube.

Materials and Methods

Microsatellites

Fin clips were collected from 14 *Acipenser ruthenus* individuals (brood stock and offspring), captured in 2014-2015 from aquaculture (sturgeon farm "Fishinvest", Montana, Bulgaria), doing restocking of the Bulgarian part of Danube. Sterlet brood stock samples were caught in May 2014 from the Danube River (Belene region, river km 505-565) from the wild population and breed in a mentioned above sturgeon farm.

Total DNA was extracted from ethanol-preserved fin clips by using „Omega Bio-tek”, E.Z.N.A. Tissue DNA Kit (D3396-10, USA). For PCR amplification seven primer pairs: LS19, LS34, LS54, LS59, LS68, Aox23 and Aox45, tested for North-American sturgeons and sterlet in the Lower Danube (Dudu et al., 2013) were used (Table 1) for fragment analyses.

Two multiplex PCR reactions were performed: a 4-plex reaction for LS-19, LS-34, LS-57 and LS-68, and a 3-plex reaction for LS-54, Aox23 and Aox45. For microsatellite loci detection, we used the forward primers labeled with four different fluorescent dyes: PET, VIC, 6-FAM and NED.

Multiplex PCR reactions were carried out in a 20 µL final volume with the following reaction components: 10 µL PCR Mastermix (Bioneer), primers (1 µL from each primer), 2 µL target DNA and ultrapure water to reach the final volume.

PCR amplifications were performed in gradient PCR (Swift MaxPro Thermal Cycler), using the following program: a first denaturation step at 95°C for 10 minutes, 40 cycles of denaturation at 95°C for 30 seconds, annealing at 55°C for 30 seconds, and extension at 72°C for 60 seconds and a final extension step at 72°C for 20 minutes. After amplification the PCR products were tested on 2% agarose gel.

The length of amplified fragments were determined using an Applied Biosystems Genetic Analyzer AB 3130. The analyses of sample data were performed using the GeneMapper v.4 software. Calculation of the observed and expected heterozygosity and F_{ST} was prepared using Genalex software (Peakall & Smouse, 2012).

Allozymes: For electrophoretic analyses, the samples were stored at -20°C until the analyses in the laboratory. For analysis of the esterases (EC 3.1.1.1-EST) and general muscle proteins (PROT), a homogenate of white dorsal muscle was used. The proteins were separated by horizontal starch gel electrophoresis (Dobrovlov, 1973). The staining of different enzymes was performed as previously described (Shaw & Prasad, 1970). The buffer systems (Dobrovlov, 1976) were used for the electrophoresis. The nomenclature of loci and alleles used here followed essentially previously published recommendations (Shaklee et al., 1990).

Table 1. Primer sequences

Locus	Primer sequences (5'-3')
LS-19	F: 6 FAM catcttagccgctgtggtac R: caggtcctaataacaatggc
LS-34	F: VIC-tacataccttctgcaacg R: gatcccttctgttatcaac
LS-54	F: NED- ctctagtctttgtgattacag R: caaaggactgaaactagg
LS-57	F: PET-gcttggttctagtttgc R: gtacagtatgagaccacaggc
LS-68	F: NED-ttattgcatggttagctaaac R: agcccaacacagacaatc
Aox23	F: 6FAM-cagtgtgctagcttctcaata R: gttagcttaacctgaattgtg
Aox45	F: PET-tgtccaatagttccaacgc R: tgtgctctgctttactgtc

Results and Discussion

Restocking with sturgeon fishes has been fulfilled in the Bulgarian section of the Danube River since 1998 and continued to 2005 (data from MoEW). The species used for this purposes were *Acipenser guildenstaedti* (506 873 numbers, by weight of 19 to 280 grams), *Huso huso* (38 950 numbers, 5 to 350 grams) and *Acipenser ruthenus* (1 300 numbers, 50 to 180 grams) (Table 2).

Nowadays restocking programs were renewed with the introduction of the *Acipenser ruthenus* samples in 2014 and 2015 in the Lower part of the Danube River. According to this program in October 2014 on Danube river km 565, 10 523 samples were restocked. During June 2015 totally 40 660 samples were restocked on the 743 and 369 river km.

Genetic-Biochemical Data

The samples were tested for species identity using first biochemical genetical markers pointed for sturgeon species (Dobrovlov et al., 2005). Analyses of (PROT) showed ten monomorphic zones, species specific for sterlet (broodstock and offspring), (Figure 1A). Electrophoretical spectra on the samples analyzed were typical for sterlet described earlier (Dobrovlov et al., 2005; Tsekov et al., 2008). Esterases were polymorphic with two esterases zones, but they did not show species diversity (Figure 1B). The polymorphism observed could be used as a marker for identification of sterlet populations (*Acipenser ruthenus*).

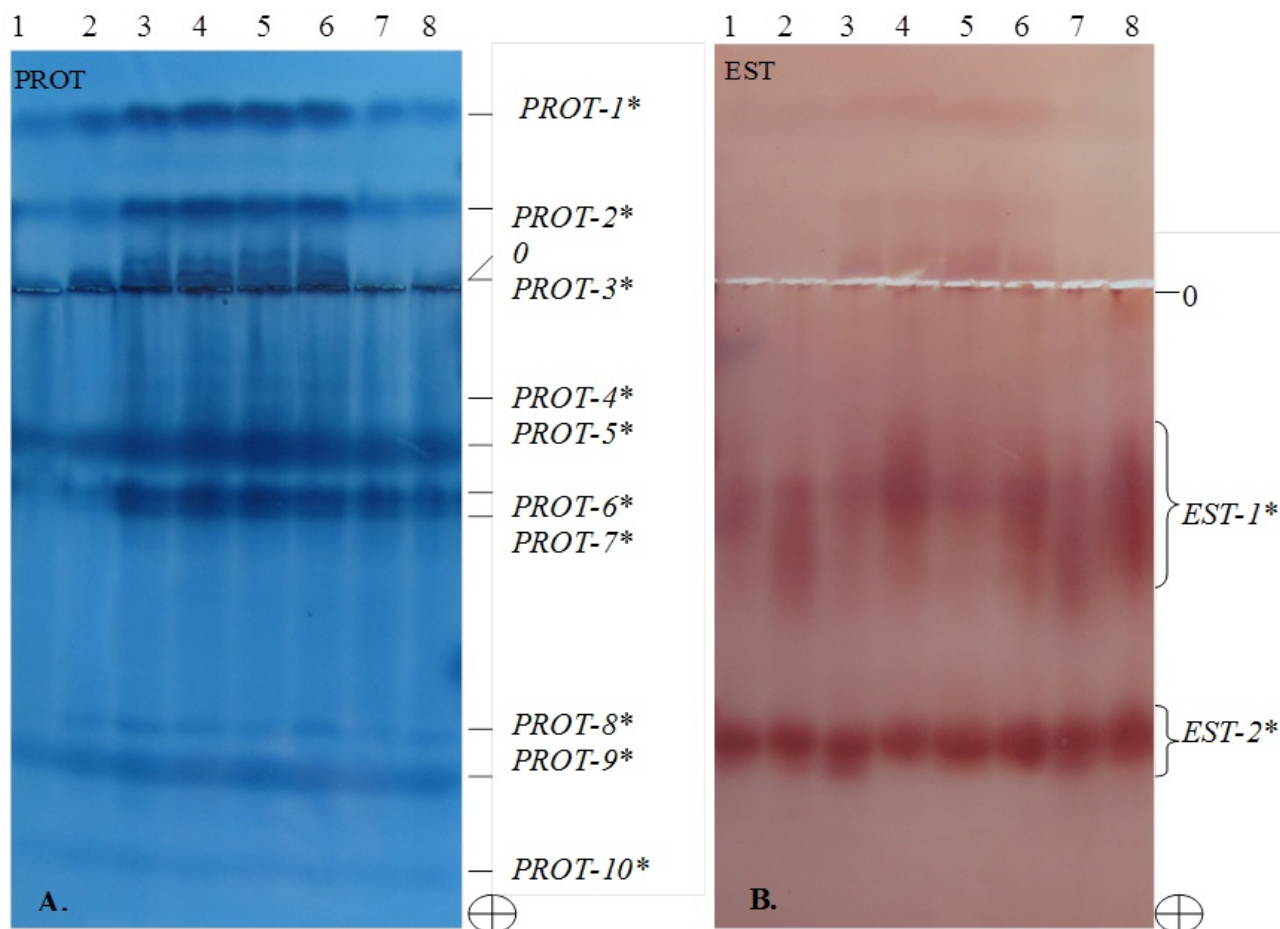


Figure 1. A. Electrophoregrams on general muscle proteins (PROT) and B. general unspecified esterases (EST) on *Acipenser ruthenus*, 1-4- broodstock, 5-8 – offspring, 0 – origin.

Table 2. Aquaculture produced sturgeon fingerlings released in Danube River for (1998-2005)

Year	Total number	<i>Acipenser gueldenstaedti</i>	Average weight (g)	<i>Huso huso</i>	Average weight (g)	<i>Acipenser ruthenus</i>	Average weight (g)
1	2	3	4	5	6	7	8
1998	1 500	1000	250	200	300	300	180
1999	30 100	27 400	230	2 700	320	-	-
2000	21 150	20 400	200	750	350	-	-
2001	28 100	28 100	200	-	-	-	-
2002	23 530	22 530	280	-	-	1 000	50
2003	166 617	161 317	82	5 300	5	-	-
2004	211 126	211 126	18,87	-	-	-	-
2005	65 000	35 000	15	30 000	15	-	-
Total	547 123	506 873	-	38 950	-	1 300	-

On the base of morphological and genetic data three different sturgeon hybrids with participation of sterlet (*Acipenser gueldenstaedti* x *Acipenser ruthenus*, *Acipenser stellatus* x *Acipenser ruthenus*, *Huso huso* x *Acipenser ruthenus*) were

described along the Bulgarian Black Sea coast and the Danube river (Tsekov et al., 2008). Electrophoretical data on the sterlet samples analyzed did not show hybrid spectra.

Microsatellite Data

In this study, we have successfully amplified all seven species specific microsatellite loci for *Acipenser ruthenus* (Figure 2A - D). The loci LS-57, Aox23 and AoX45 are considered to be

tetrasomic, while the loci LS-19, LS-34, LS-54 and LS-68 are considered to have a disomic profile (Fig 2A-D). The same pattern of each microsatellite locus were pointed for the sterlet species (Dudu et al., 2013).

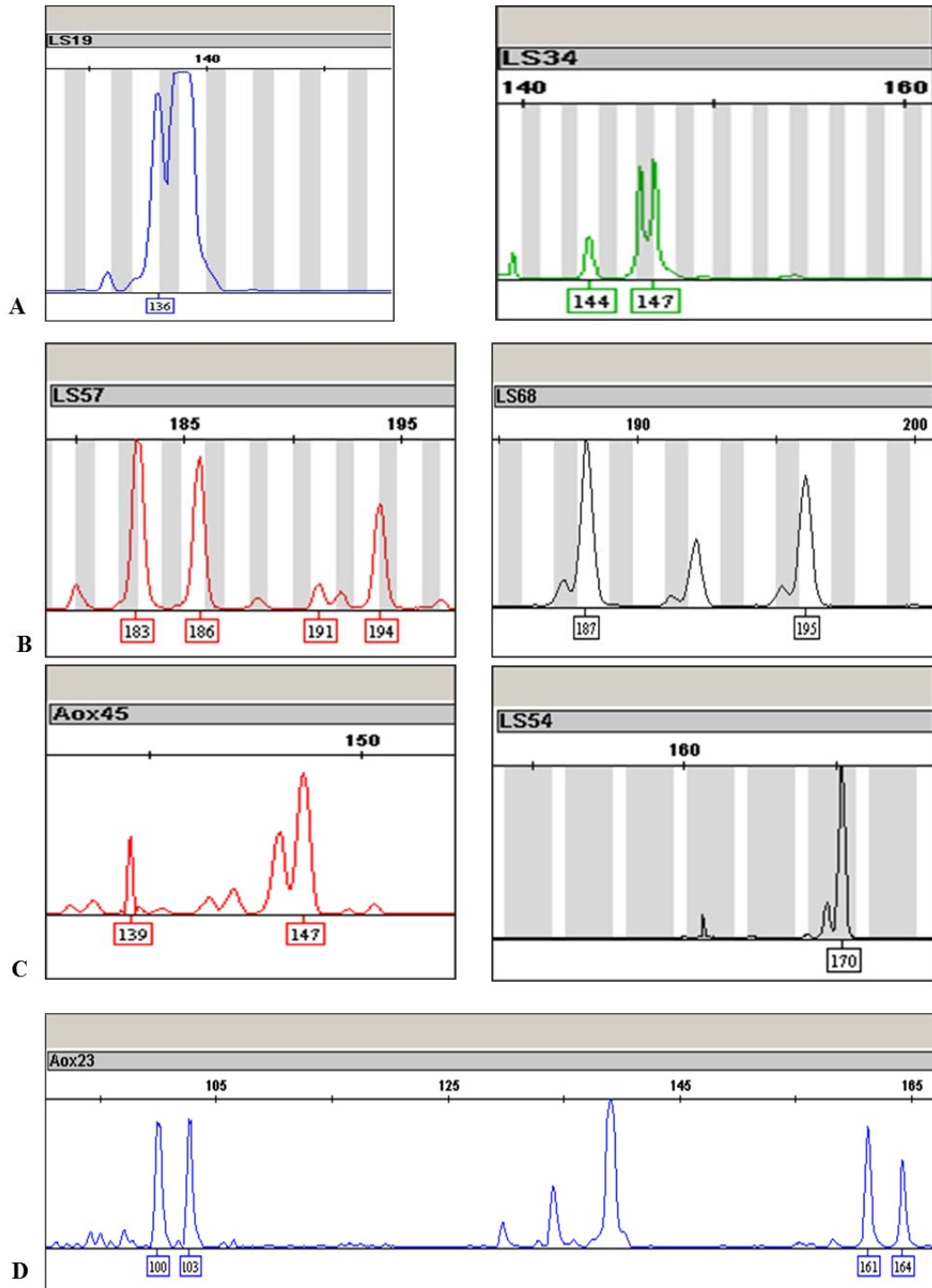


Figure 2. Electrophoretic profiles in *Acipenser ruthenus* for: A. LS-19 and LS-34; B. LS-57 and LS-68; C. Aox 45 and LS-54; D. Aox 23.

Genotypes were determined for all individuals. The number of allele peaks depends on the level of ploidity of the analyzed species and on whether the individual tested is heterozygote or homozygote.

All seven loci presented polymorphic profile. The size of the alleles at individual loci varied between 68 – 209 bp. For the broodstock a high level of polymorphism was observed for LS-57 - 12 alleles in range of 130-203 bp, 10 alleles of 125-209 bp for LS-54, LS-68 and Aox 45. For offspring a high level polymorphism was observed for Aox 23 - 11 alleles in range 100-185 bp. Other loci (LS-19, Aox23, LS-34 for broodstock and LS-19, LS-54, LS-68, LS-34, LS-57 and Aox 45 for offspring) present a lower polymorphism in population, only 2 to 8 alleles being identified for all individuals. The size of the alleles (bp) and the number of alleles of each locus are presented in Table 3.

The heterozygosity is among the most important statistical values that can offer essential information about the diversity and history of the population, stock or aquaculture strain. The loci LS-57, Aox23 and Aox45 are considered to be tetrasomic, while the loci LS-19, LS-34, LS-54 and LS-68 are considered to have a disomic profile (Dudu et al., 2013).

For the disomic loci the assessment of the genetic variability was realized by determining the values of observed (H_o) and estimated heterozygosity (H_e). The values of H_o for *Acipenser ruthenus* (broodstock and offspring) 0,429 and 0,500 were a little bit higher than these of expected heterozygosity (H_e) - 0,413 and 0,423 (Table 4). F_{ST} was calculated (- 0,002) and indicated no differentiation between the populations.

The analysis of a higher number of loci and individuals will provide more precise information of the genetic diversity by means of nuclear markers. Analyses of microsatellites and mtDNA could be used for identification of hybrids and the purestock of sturgeon species (Burcea et al., 2014). The application of these methodologies at fish farms would allow to precise species identification, avoiding the usage of hybrids in reproduction and repopulation programs, that might lead to the alteration of the native populations.

The multiplex PCR reaction is a good method for evaluation of intraspecific genetic diversity used for the first time in Bulgaria for this species and allow characterizing the genetic variation of the sturgeon.

Table 3. The size of the alleles (bp) and N (number of alleles of each locus) analyzed on *A. ruthenus* (broodstock and offspring).

Locus	Broodstock		Offspring	
	Size	N	Size	N
LS-19	130-139	5	130-139	2
Aox 23	100 -185	7	100 -185	11
LS-54	160-170	10	160-170	8
LS-68	162-209	10	162-209	8
LS-34	68-188	5	68-188	6
LS-57	130-203	12	130-203	7
Aox45	125-147	10	125-147	7

Table 4. Genetic diversity in sterlet broodstock and offspring

Locus	Broodstock		Offspring	
	Ho	He	Ho	He
LS 19	0,857	0,490	1,000	0,500
LS34	0,286	0,490	0,286	0,490
LS54	0,143	0,337	0,429	0,459
LS68	0,429	0,337	0,286	0,245
Mean	0,429	0,413	0,500	0,423

The one and same size of the alleles and number of the alleles in each locus for the two groups (broodstock and offspring) were visualized as an evidence for the origin of the offspring. They are included in the size range, marked for *Acipenser rhutenus* from the Lower Danube (Dudu et al., 2011, Dudu et al., 2013; Dudu et al., 2015), which proved the species identity used for restocking of the Danube River during the 2014-2015. Hybrids were not identified in the samples analyzed using allozymes.

Restocking of sturgeons (*Acipenser guildenstaedti*, *Huso huso* and *Acipenser rhutenus*) into natural populations in Bulgarian part of the Lower Danube River between 1998-2005 were not based on the genetical identification of broodstock and juveniles. Only in 2014 and 2015 introduction of the *A. rhutenus* samples was done after application of molecular markers (allozymes and microsatellites) for species identification to avoid uncontrolled restocking and to ensure the distribution of the native sterlet sturgeon progeny in the Lower Danube.

Microsatellite analysis is a useful method for species identification of sturgeons, which is confirmed with the data, received for *Acipenser rhutenus* and could be applied for species identification in restocking programs. Such analyses are necessary to issue a permission for restocking the local rivers (Fopp-Bayat et al., 2015).

Conclusions

Genetic identification on the base of microsatellites and allozymes of the parental samples and their progeny was applied for characterization of the genetic variation in *Acipenser rhutenus* samples used for restocking purposes of Bulgarian part of the Lower Danube. The data received is important to avoid hybridization and implementation of non-native for the river sturgeons' species as well as to protect the biodiversity of sturgeons in the Lower Danube River.

Acknowledgements

This study was funded by the project "Application on the activities from the National action plan for improvement of sturgeons state and their protection in Bulgaria", N 5103020-23-666, Operational programme "Environment", 2007-2013.

References

- Burcea, A., Florescu, I., Dudu, A., Georgescu, S., & Costache, M. (2014). Molecular methods for the detection of natural hybrids in sturgeon populations. *Transylvanian Review of Systematical and Ecological Research*, 16(1), 65-72.
- Dobrovlov I. (1973). Microelectrophoresis on starch gel. *Proceeding of Research Institute of Fisheries*, 12, 157-162.
- Dobrovlov, I. (1976). Multiple forms of lactate dehydrogenase in anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) from the Black Sea, Sea of Azov and the Atlantic Ocean. *Comptes rendus de*

- l'Académie bulgare des Sciences, 29, 877-880.
- Dobrovolev, I., Tsekov, A., Ivanova, P., & Yankova, M. (2004). Identification on the black caviar of great sturgeon *Huso huso* and sterlet *Acipenser ruthenus* (Acipenseridae, Pisces). *Journal of Animal Science*, XLI(3), 30-32.
- Dobrovolev, I., Ivanova, P., & Tzekov, A. (2005). Genetic-biochemical identification of some sturgeons and their hybrids (Pisces, Acipenseridae). *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*, 29(2), 917-921.
- Dudu, A., Suci, R., Paraschiv, M., Georgescu, S.E., Costache, M., & Berrebi, P. (2011). Nuclear markers of Danube sturgeons hybridization. *International journal of molecular Sciences*, 12, 6796-6809.
- Dudu, A., Georgescu, S., Burcea, A., Florescu, I., & Costache, M. (2013). Microsatellites variation in sterlet sturgeon, *Acipenser ruthenus* from the Lower Danube. *Animal sciences and Biotechnologies*, 46(1), 90-94.
- Dudu, A., Macarie, R.D., Burcea, A., & Georgescu, S.E., & Costache M. (2015). Identification of better hybrid and its parental species (♀ *Huso huso* Linnaeus, 1758 and ♂ *Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758) by nuclear markers. *Animal Science and Biotechnologies*, 48(1), 81-85.
- Havelka, M., Kašpar, V., Hulák, M., & Flajšhans, M. (2011). Sturgeon genetics and cytogenetics: a review related to ploidy levels and interspecific hybridization. *Folia Zoologica*, 60(2), 93-103.
- Fopp-Bayat, D., Kuciński, M., Liszewski, T., Teodorowicz, T., Łaczyńska, B., & Lebeda I. (2015). Genetic protocol of atlantic sturgeon *Acipenser oxyrinchus* (L.) fry for restocking the Vistula river, Poland. *Journal of Survey in Fisheries Sciences*, 2(1), 1-10.
- Peakall, R. & Smouse, P.E. (2012). GenA1Ex 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research-an update. *Bioinformatics*, 28, 2537-2539.
- Raymakers, C. (2007). CITES, the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora: its role in the conservation of Acipenseriformes. *Journal of Applied Ichthyology*, 22, 53-65.
- Rosenthal, H., Pourkazemi, M., & Bruch R. (2006). The 5th international Symposium on sturgeons. A conference with major emphasis on conservation, environmental mitigation and sustainable use of the sturgeon resources. *Journal of Applied Ichthyology*, 22, 1-4 .
- Shaw, C.H.R. & Prasad R. (1970). Starch gel electrophoresis of enzymes – a comparison of recipes. *Biochemical Genetics*, 4, 297-320.
- Shaklee, J.B., Allendorf, F.W., Morizot, D.C., & Whit, G.S. (1990). Gene nomenclature for protein-coding loci in Fish, *Transactions of American Fisheries Society*, 119, 2-15.
- Tsekov, A., Ivanova, P., Angelov, M., Atanasova, S., Bloesch, J. (2008). Natural sturgeon hybrids along the Bulgarian Black Sea coast and in the Danube River, *Acta Zoologica Bulgarica*, 60(3), 311-316.
- Yudha, T.A., Jan-Lung, C., & Jin- Chywan G. (2012). Genetic diversity of Indonesian milkfish (*Chanos chanos*) using Amplified Fragment Length Polymorphism (AFLP) analysis. *African Journal of Biotechnology*, 11(13), 3055 -3060.

MACROBENTHIC NEMATODES INHABITING MUSSEL BEDS: SEASONAL VARIABILITY IN THE POPULATION STRUCTURE OF *ENOPLUS QUADRIDENTATUS* BERLIN, 1853 AROUND SINOP PENINSULA (SOUTHERN BLACK SEA)

Derya Ürkmez ^{ORCID ID: [0000-0002-9572-9886](https://orcid.org/0000-0002-9572-9886)}

Sinop University, Scientific and Technological Research and Application Center, Sinop, Turkey

Received: 16.06.2017

Accepted: 18.08.2017

Published online: 30.09.2017

Corresponding author:

Derya ÜRKMEZ, Sinop University, Scientific and Technological Research and Application Center, TR57000, Sinop, Turkey

E-mail: durkmez@sinop.edu.tr

Abstract:

Spatio-temporal distribution and population structure of *Enoplus quadridentatus* Berlin, 1853 associated with mussel beds were investigated seasonally (October 2013, January 2014, May 2014 and July 2014) along the coasts of Sinop Peninsula, the northernmost point of Turkey located at the Black Sea. A 20x20 cm quadrat was used by scuba divers to collect samples at five stations, of which four of them were located on rocky substrata and one on a concrete pier pile. Nematode densities ranged between 0 – 996 ind.m⁻² and found high in October and May. A total of 1100 individuals and 9 species belonging to 8 families were recruited. *E. quadridentatus* Berlin, 1853 was the dominant species in most of the nematode assemblages inhabiting mussel beds and had a contribution of 74% to the total fauna. The density of the species varied among the seasons with peaks in May and October, consistent with the general nematode densities. Population composition revealed seasonal changes. In general, females were dominant in the population and ovigerous females were recorded only in January and May. Juveniles were found during all seasons, but formed dense populations in July and May. It seems that the reproduction of the species is continuous throughout the year.

Keywords: Black Sea, *Enoplus quadridentatus*, Freeliving marine nematodes, Population dynamics, Mussel beds

Introduction

Free-living marine nematodes are known to be the most diverse and most abundant group of metazoans living in the benthic zone of marine environments (Heip *et al.*, 1982). They can be found both in macrobenthic and in meiobenthic samples, although their diversity is so much low in macrobenthic samples with a general dominance of larger taxa such as the members of the order Enoplida.

The genus *Enoplus* Dujardin, 1845 is a large group of the marine family Enoplidae which has 36 valid species (Lee *et al.*, 2015). It is one of the dominant genera at the intertidal zone with a cosmopolitan distribution in the world seas. Species identification can be made based on several characteristics such as the shape of the tail, spicule, gubernaculum and morphometric ratios.

Enoplus quadridentatus Berlin, 1853 was originally described from the Mediterranean Sea. The species has three synonyms in literature (Gerlach *et al.*, 1974). A few years after its description, it was reported again as a new species under the name *Enoplostoma hirtum* Marion, 1870 from the Mediterranean Sea.

It has been described from Black Sea as a new species to science under the name *Enoplus euxinus* Filipjev, 1918. After that, several other authors (Paladian, 1965; Kisseleva and Slavina, 1964; Sergeeva, 1974) followed Filipjev and reported the species as *E. euxinus* Filipjev, 1918 from the Black Sea. The species has also been found in the Sea of Marmara (Turkey) (Allgen, 1941), however given under the name *Enoplus hirtus* (Marion 1870).

Only three species, *Enoplus quadridentatus* Berlin, 1853, *Enoplus littoralis* Filipjev, 1918 and *Enoplus maeoticus* Filipjev, 1916 have been reported up to now from the Black Sea (Gerlach and Riemann, 1974; Zaitsev and Alexandrov, 1998). In Turkish seas, two species of the genus *Enoplus* have been recorded so far. *E. quadridentatus* was found in the Sea of Marmara, Bosphorus and Black Sea coasts of Turkey (Allgen, 1941; Sergeeva, 1973; Ürkmez, 2015) and *E. meridionalis* was reported from the Aegean coast of Turkey (Çınar *et al.*, 2006).

Mussel beds may have influence on biodiversity by inhibiting or assisting the occurrence of some species by changing the environmental properties (Ragnarsson and Raffaelli, 1999). Mussels also clear the water by filter feeding in contrast to the

other organisms that change habitats, such as seagrasses (Kautsky and Wallentinus, 1980). Bio-deposition is also high in mussel beds providing food for deposit-feeders (Norkko *et al.*, 2001). Furthermore, the presence of mussels cause hydrodynamic changes at the bottom surface causing decrease in oxygen and increase in sulphide levels in the sediment (Ragnarsson and Raffaelli, 1999).

In the Black Sea, the free-living nematode fauna of the *M. galloprovincialis* and *M. phaseolina* facies have been previously studied in southern area of the Crimean Peninsula (Sergeeva, 1974). The role of *Mytilus galloprovincialis* in the formation of meiobenthic communities in the Black Sea with a special emphasis on free-living nematodes as the dominant group of free-living nematodes has been described for the first time in Sevastopol (Crimea, Russia) on the results of experimental studies in natural conditions (Sergeeva, 1985a, b). It has been established that this mussel acts as an ecological factor determining the development of the species composition, abundance and trophic structure of the nematode assemblages. The biodiversity and ecology of mussel beds have also been studied by scientists in Turkey (Topaloglu and Kihara, 1993; Çınar and Gönlügür-Demirci, 2005; Çınar *et al.*, 2008). However the species lists generally cover macrofauna and free-living nematode assemblages have never been examined.

The aim of this paper is to describe nematode assemblages and the spatial and temporal patterns of *Enoplus quadridentatus* Berlin, 1853 associated with mussel beds located along the coasts of Sinop Peninsula, Southern Black Sea.

Materials and Methods

Sinop Peninsula is a coastal region located at the northernmost point of Anatolia (Turkey) projecting towards the Black Sea. It lies in the middle of the eastern and western Black Sea basins of the Turkish coast. The peninsula is surrounded by the sea at its three sites. Four field studies were conducted at five stations in October 2013 and January, May and July 2014 around the peninsula. Stations M2, M3, M4 and M5 were natural rocky habitats whereas station M1 was a concrete pier pile at the city harbour (Figure 1). Mussel samples (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 and *Mytilaster lineatus* Gmelin, 1791) facies) were collected as three replicates at all the sampling stations using a 20x20 cm metal frame (quadrat) equipped with a bag made of a plankton net. On

board, samples were wet sieved through 0.5 mm mesh and obtained material was fixed in separate jars containing 4% seawater formaldehyde solution.

Temperature, salinity, pH, dissolved oxygen concentration, total dissolved solids (TDS) and conductivity were recorded in situ using a YSI 6600 V2 probe.

The material was wet sieved under fresh water in the laboratory and sorted into taxonomic groups under a stereo microscope, and preserved in 70% ethanol. Nematodes were transferred to anhydrous glycerol with slow evaporation method and mounted on glycerine slides. Specimens of *Enoplus* were examined and photographed using a LEICA

research microscope equipped with a software platform LAS V.4 (Leica Application Suite) and a NIKON Eclipse Ni-U research microscope with Nomarski differential interference contrast (DIC) optics. Specimens were also categorized as males, females, ovigerous females or juveniles. The material was deposited at the Sinop University.

Community parameters such as number of species, number of individuals, density (ind.m^{-2}), quantitative dominance index ($D\%$), Margalef species richness (R), Pielou's evenness index (J') and Shannon diversity index (H') were estimated for each station in each sampling period. PRIMER software was used for the calculation of diversity indices (Clarke and Warwick, 2001).



Figure 1. Map of the study area

Results and Discussion

Temperature showed variation during the study period. The lowest temperature was recorded in January 2014 (9.79 °C) and the highest in July 2014 (22.08 °C). Dissolved oxygen (DO) ranged between 7.9 and 10.4 mgL⁻¹. Salinity did not show high variation and recorded between 18.22 and 18.49. Total dissolved solids and pH revealed consistent levels throughout the study period (Table 1).

A total of 1100 individuals of free-living marine nematodes were counted and analysed from the 60 samples collected at five stations and four sampling seasons along the coasts of Sinop Peninsula. Nematode communities were present at all the months sampled. Highest mean densities were recorded at station M2, in May (996 ind.m⁻²) and October (626 ind. m⁻²). No nematodes were recruited at station M5 in January and at station M4 in July.

Identifications yielded 9 free-living marine nematode species (*Anticoma acuminata* (Eberth, 1863) Bastian, 1865; *Chromaspirina* sp., *Enoplus quadridentatus* Berlin, 1853; *Euchromadora* sp., *Linhomoeus* sp., *Oncholaimus dujardini* de Man, 1876; *Thoracostoma* sp., *Symplocostoma tenuicolle* (Eberth, 1863) Wieser, 1953; Unidentified species A) belonging to 8 families (Anticomidae, Desmodoridae, Enoplidae, Chromadoridae, Linhomoeidae, Oncholaimidae, Leptosomatidae, Enchelidiidae) and 4 orders (Enoplida, Desmodorida, Chromadorida, Monhysterida). All the identified genera were monospecific. In total, *Enoplus quadridentatus* Berlin, 1853 was the dominant species in mussel beds (74 % of total specimens). Its contribution to nematode assemblages was high at all stations except St. M1 (January and May) and St. M4 (January) (Figure 2).

Table 1. Depth, coordinates and seasonal environmental parameters of the sampling stations (S: station, D: depth (m), AD: abiotic data, T: temperature (°C), TDS: total dissolved solids, S: salinity (‰), DO: dissolved oxygen (mgL⁻¹)).

S	D	Coordinates	AD	Oct/13	Jan/14	May/14	Jul/14
			T	17.2	9.8	15.4	22.1
			TDS	19.1	19.5	19.1	19.2
5		42°1'19.2"N	S	18.3	18.5	18.2	18.3
		35°9'4.57"E	pH	6.7	6.6	6.8	7.0
			DO	8.7	9.8	9.5	8.2
			T	17.0	9.9	12.4	21.9
			TDS	19.2	19.5	19.3	19.2
4		42°1'18.26"N	S	18.3	18.5	18.4	18.3
		35°12'54.43"E	pH	6.9	6.8	6.9	7.0
			DO	8.7	9.7	9.5	8.1
			T	17.4	10.0	12.3	21.5
			TDS	19.1	19.4	19.3	19.2
5		42° 2'2.78"N	S	18.2	18.5	18.4	18.3
		35°11'50.05"E	pH	6.9	6.8	6.9	7.0
			DO	8.6	9.7	9.6	8.4
			T	17.0	10.0	12.4	23.3
			TDS	19.1	19.4	19.3	19.2
4		42°5'36.6"N	S	18.2	18.5	18.4	18.3
		34°58'57.79"E	pH	6.9	6.8	6.9	6.9
			DO	8.7	10.1	9.9	7.9
			T	16.9	9.9	12.1	23.5
			TDS	19.1	19.4	19.4	19.1
5		42°2'15.97"N	S	18.2	18.5	18.5	18.2
		35°9'49.57"E	pH	6.9	6.8	6.9	7.0
			DO	8.6	9.8	10.4	8.2

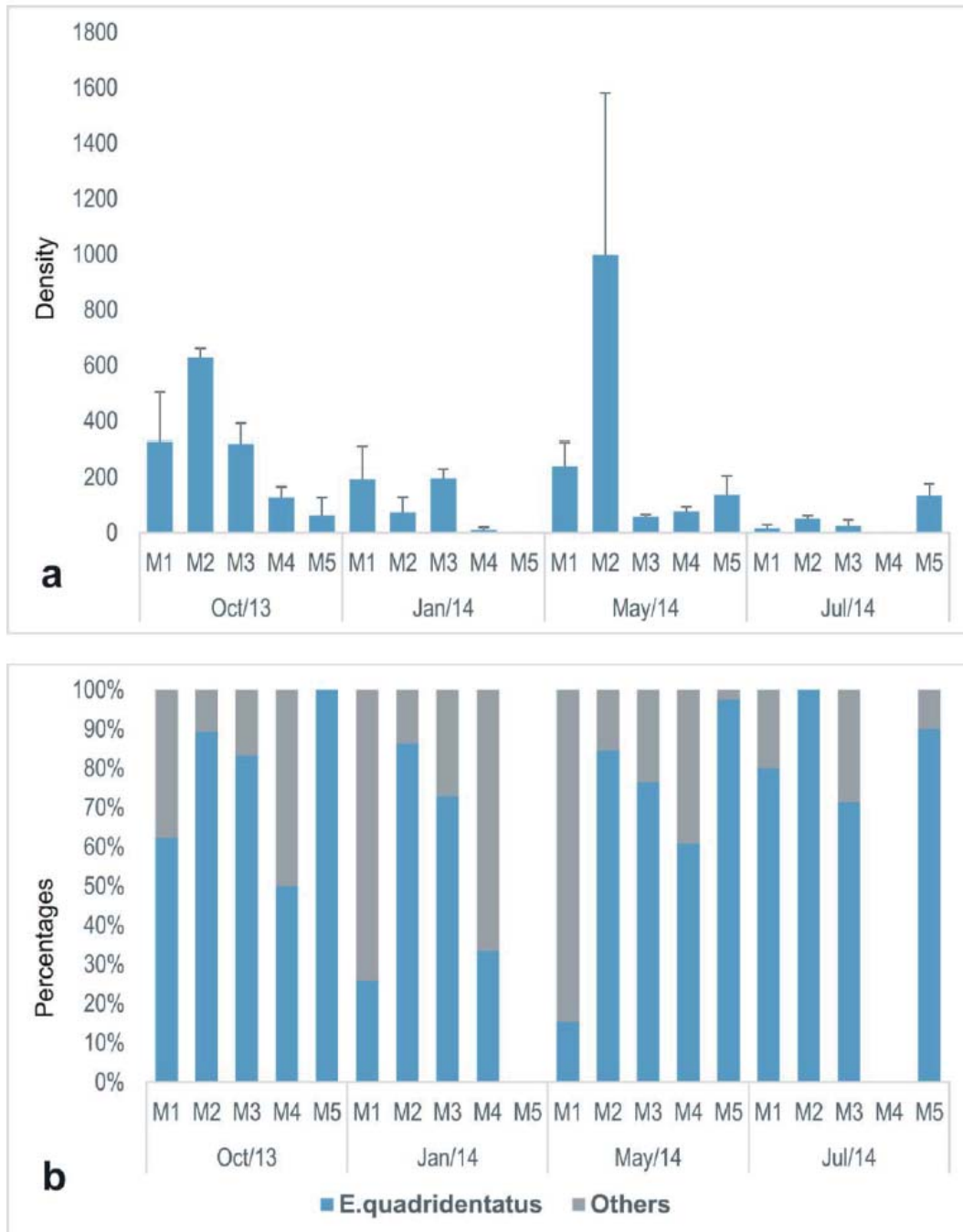


Figure 2. a) Spatio-temporal distribution of mean nematode densities (ind. m⁻²) with ±standard errors
 b) Contribution of *E. quadridentatus* to nematode assemblages at stations in each sampling month

According to Filipjev (1918) and Platt and Warwick (1983), general features of the species include a total body length of 3.1-4.8 mm with a maximum diameter of 110-60 μm ($a=23-35$), jaw length equal to $\frac{1}{2}$ head width (Figure 3a), tail a little over 3 anal body diameter, spicules 1.7 anal body diameter, precloacal supplement half the spicule length, with a characteristic tube lining the distal third (Figure 3b). Scales on spicules variable up to eight (Figure 3c). Body tapers very little anteriorly and seems truncated. The middle of the body is swollen, more in the females. The body tapers to the anus in the male very slightly. The body width increases with growth. *E. quadridentatus* Berlin, 1853 is very similar to *E. communis* Bastian, 1865 but it is smaller and has a relatively longer tail and a shorter spicule.

Systematic accounts:

Class Enoplea Inglis, 1983

Order Enoplida Filipjev, 1929

Family Enoplidae Dujardin, 1845

Genus Dujardin, 1845

Enoplus quadridentatus Berlin, 1853

Table 2 shows the total number of species and individuals, diversity and evenness indices as well as the dominant species at each occasion. *E. quadridentatus* had the highest percentage at most of the cases except two occasions: one with the dominance of *Oncholaimus dujardinii* de Man, 1876 at station M1 in May (39%) and in the other case *E. quadridentatus* shared the same percentage (33%) with *Symplocostoma tenuicolle* (Eberth, 1863) Wieser, 1953 and *O. dujardinii* de Man, 1876 at station M4 in January. Highest species diversity was found at station M1 in January 2014 (2.78) and the lowest at station M4 in July 2014 and station M5 in January 2014. Table 2 presents the other community parameters of the stations.

Temporal fluctuations were recorded in the mean densities of the species. In total, October and May revealed the highest values (1156 and 1103 ind.m^{-2}). Mean densities were considerably low in January and July (260 and 200 ind.m^{-2}). Spatial distribution showed that the highest number of individuals (1516 ind.m^{-2}) was found at station M2 when the total densities of four seasons were taken into consideration.

The population pattern of *E. quadridentatus* was consistent during the study period and individuals

were recorded during all the four sampling seasons in mussel beds. The density of the species varied among the seasons. Dense populations were recorded at station M2 in May 2014 (843 ind.m^{-2}) and October 2013 (560 ind.m^{-2}), showing a prominent seasonal fluctuation (Figure 4). No individuals were found at station M5 in January and at station M4 in July 2014.

When all the samples considered, 209 males (26%), 267 females (34%), 82 ovigerous females (10%) and 237 juveniles (30%) were analysed (Figure 5). In total, females shared the largest part in the population (44%) and the males had the smallest part (26%) during the study period. In general, male to female ratio was 0.59:1. Ovigerous females made up 76.5% of all females in the population examined and they were recorded only in January and May (Figure 6) at all the stations.

Consistent with the population density trends, highest number of adults were found in October and they more abundantly found at station M2 compared to the other stations. Juveniles were recorded during the four sampling months but they were dominant particularly in July (79%) and May (56%). Ovigerous females disappeared as the temperature rises from May towards July and they were not found in October samples. Seasonal fluctuations in the population structure of the species are presented in Figure 6.

The nematode diversity of the mussel beds around Sinop Peninsula was low with a total of 9 free-living nematode species. *Enoplus quadridentatus* Berlin, 1853 was found to be the dominant species at most cases. This species was also reported from mussel beds of Sevastopol, Crimea, under the name *E. euxinus* Filipjev, 1918. In recent years, it was found to be dominant in *Mytilus* spp. beds at Romanian coasts (Mihaela Muresan, pers. comm.). Muresan (2012) also reported it under the name *E. euxinus* Filipjev, 1918 and stated it to be one of the most common species below 50 m at the Romanian coasts and also reported it from periazotic waters (Muresan, 2014). *E. quadridentatus* was listed among the species of Ukrainian waters as well (Zaitsev and Alexandrov, 1998).

The species has been previously reported from soft bottoms of Turkish waters from the Bosphorus (Sergeeva, 1973) and from Sinop, central Black Sea coast (Ürkmez, 2015). Allgen (1941) reported it from algae samples he collected at shallow rocky shores of Bandırma (Sea of Marmara).

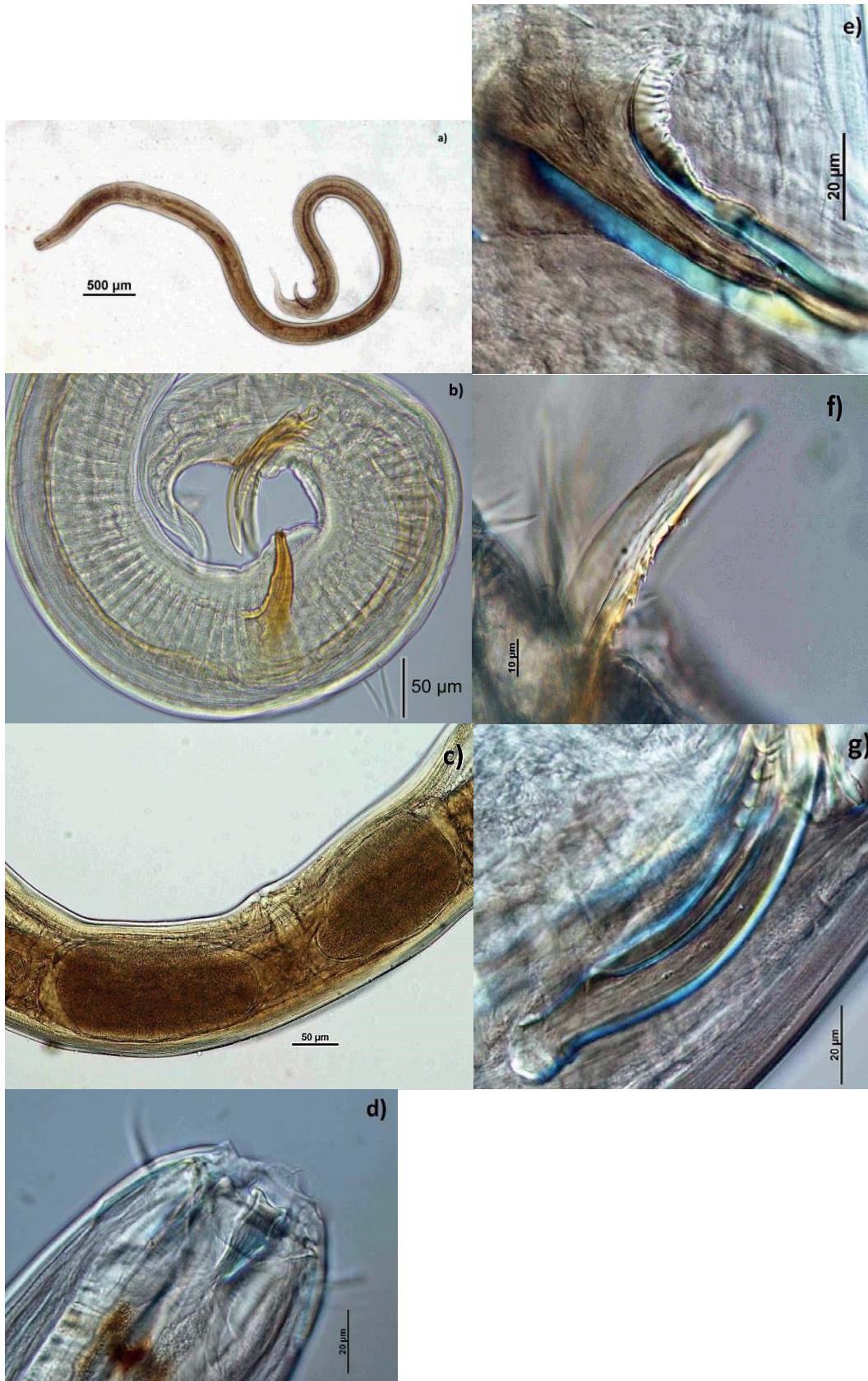


Figure 3. *Enoplus quadridentatus*, light microscopy photographs (a-c), DIC photographs (d-g) a. Total body of male b. Posterior region of male showing tail, spicules, gubernaculum and preloacal supplement c. Vulva region of female with eggs d. Head region e. Preloacal supplement in male f. Spicule plates in male g. Spicule of male

Table 2. Number of species (Sp), Density (D, ind.m⁻²), Margalef species richness (R), Pielou's evenness (J') and Shannon's diversity (H') indices of each station and season showing the dominant species (S: station).

S	Months	Sp	D	R	J'	H'	Dominant species (%)
	Oct/13	6	325	0.86	0.58	1.50	<i>Enoplus quadridentatus</i> (62)
	Jan/14	8	194	1.33	0.93	2.78	<i>E. quadridentatus</i> (26)
	May/14	7	241	1.09	0.88	2.47	<i>Oncholaimus dujardinii</i> (39)
	Jul/14	2	16	0.36	0.70	0.70	<i>E. quadridentatus</i> (80)
	Oct/13	7	627	0.93	0.26	0.74	<i>E. quadridentatus</i> (89)
	Jan/14	3	73	0.47	0.44	0.70	<i>E. quadridentatus</i> (86)
	May/14	4	997	0.43	0.40	0.80	<i>E. quadridentatus</i> (85)
	Jul/14	1	50	0.00	0.00	0.00	<i>E. quadridentatus</i> (100)
	Oct/13	6	321	0.87	0.40	1.02	<i>E. quadridentatus</i> (83)
	Jan/14	5	196	0.76	0.50	1.16	<i>E. quadridentatus</i> (72)
	May/14	4	56	0.75	0.56	1.12	<i>E. quadridentatus</i> (76)
	Jul/14	3	23	0.64	0.69	1.09	<i>E. quadridentatus</i> (71)
	Oct/13	3	127	0.41	0.90	1.42	<i>E. quadridentatus</i> (50)
	Jan/14	3	9	0.91	1.00	1.58	<i>E. quadridentatus</i> (33), <i>S. tenuicolle</i> (33)
	May/14	4	77	0.69	0.74	1.48	
	Jul/14	0	0	0.00	0.00	0.00	<i>E. quadridentatus</i> (60)
	Oct/13	1	63	0.00	0.00	0.00	<i>E. quadridentatus</i> (100)
	Jan/14	0	0	0.00	0.00	0.00	
	May/14	2	136	0.20	0.15	0.15	<i>E. quadridentatus</i> (98)
	Jul/14	3	133	0.41	0.34	0.54	<i>E. quadridentatus</i> (90)

Although *E. quadridentatus* was mostly the dominant species, station M1 showed different compositions and it was replaced by *Oncholaimus dujardinii* in May and by the second dominant species, *Thoracostoma* sp. in January. The difference may be due to the fact that station M1 was the only sampling area on a concrete pier pile with mussels attached as fouling organisms, while the other stations were mussel beds on natural rocky habitats. Another point was that, the size of the adults seemed to vary depending on the season and in females, depending on the number of eggs in the genital tract. This observation was also mentioned by Filipjev (1918) in the Crimean population of *E. quadridentatus*.

Seasonal dynamics and different spatial distribution patterns were observed in the density of this species associated with mussel beds along the coasts of Sinop Peninsula. *E. quadridentatus* seems to make denser populations in October and May in mussel beds. Oviparous females were recorded at three seasons from January and declining

towards July. Juveniles were found during each season with an increasing share beginning from October to July. These may indicate that the species have a continuous reproduction during the year.

Several other members of the order Enoplida have previously been studied in terms of their population structure at tropical sandy beaches. Venekey et al. (2011) found that *Mesacanthion hirsutum* Gerlach, 1953 may have a continuous reproduction and, certain species of the genus *Oncholaimus* have also been studied by Skoolmun and Gerlach (1971) and Smol et al. (1981). They reported one or two generations per year. It was also stated that the annual number of generations is more than one or two, with a continuous reproduction in many species (Heip et al., 1982). However seasonal sampling is a limiting factor in the present study to tell more about the life cycle of a species since many species complete their life cycle in very short periods (Tietjen and Lee, 1972; Moens and Vincx, 2000).

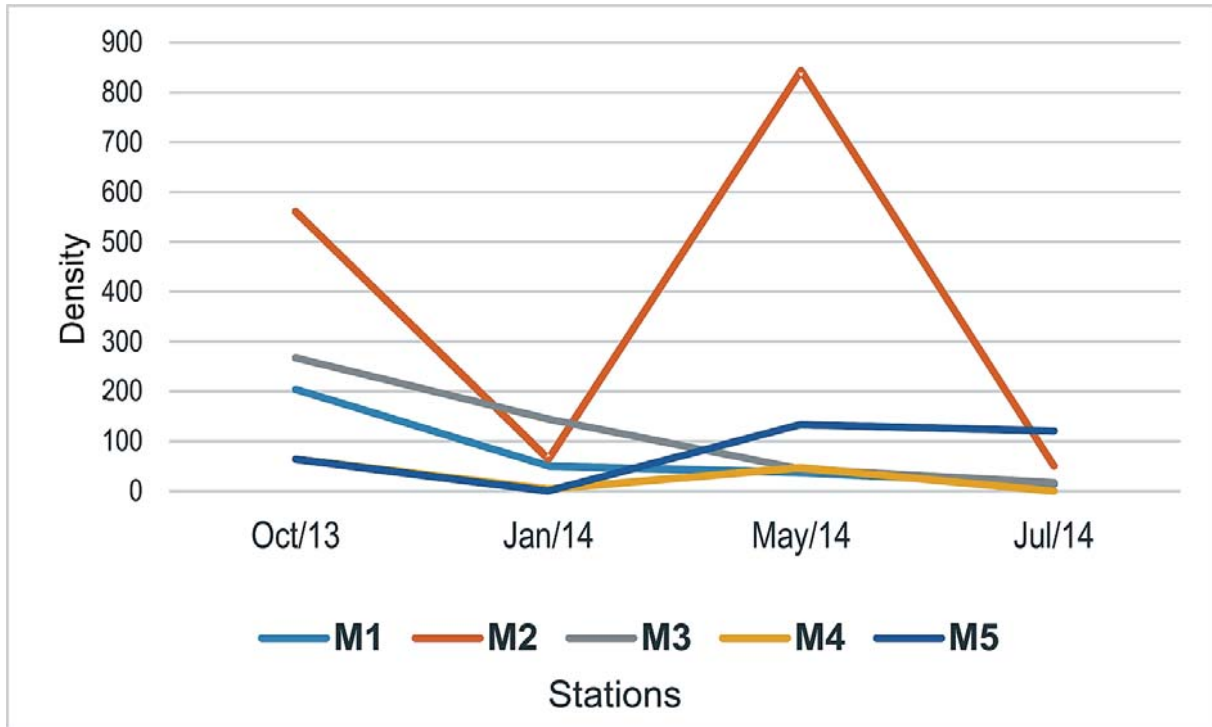


Figure 4. Variation in the seasonal densities (ind. m⁻²) of *Enoplus quadridentatus* at the sampling stations

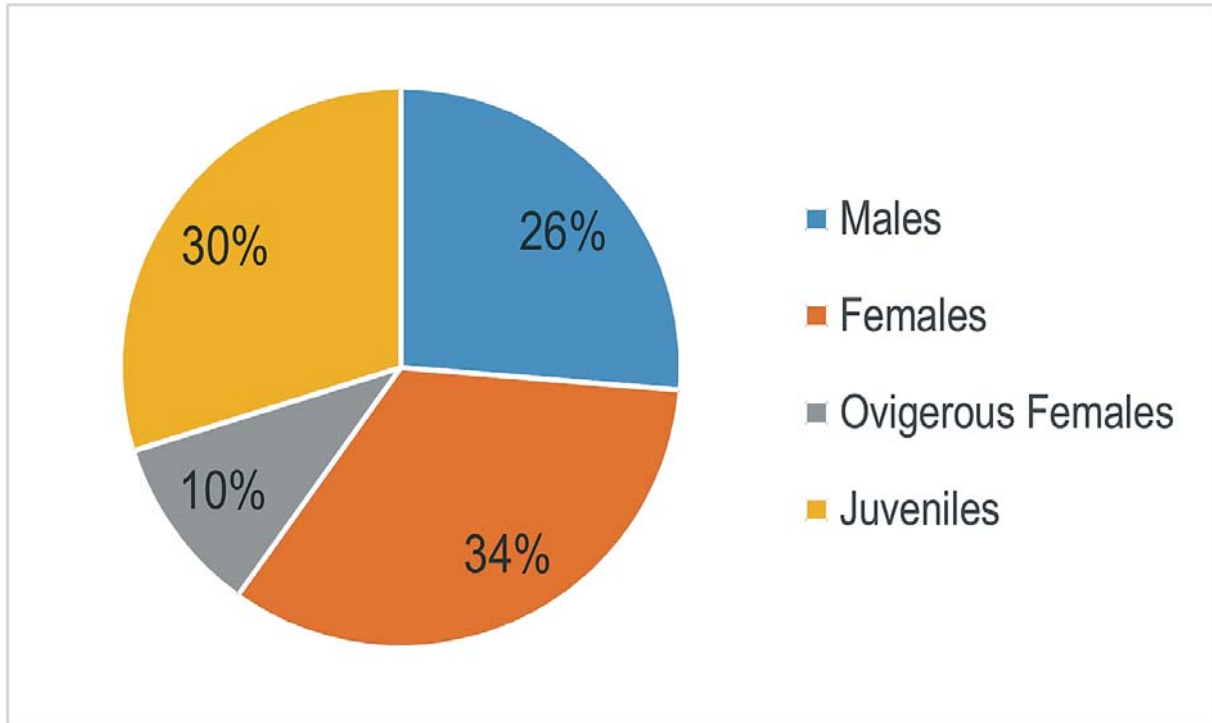


Figure 5. Percentage of population categories during the whole study period

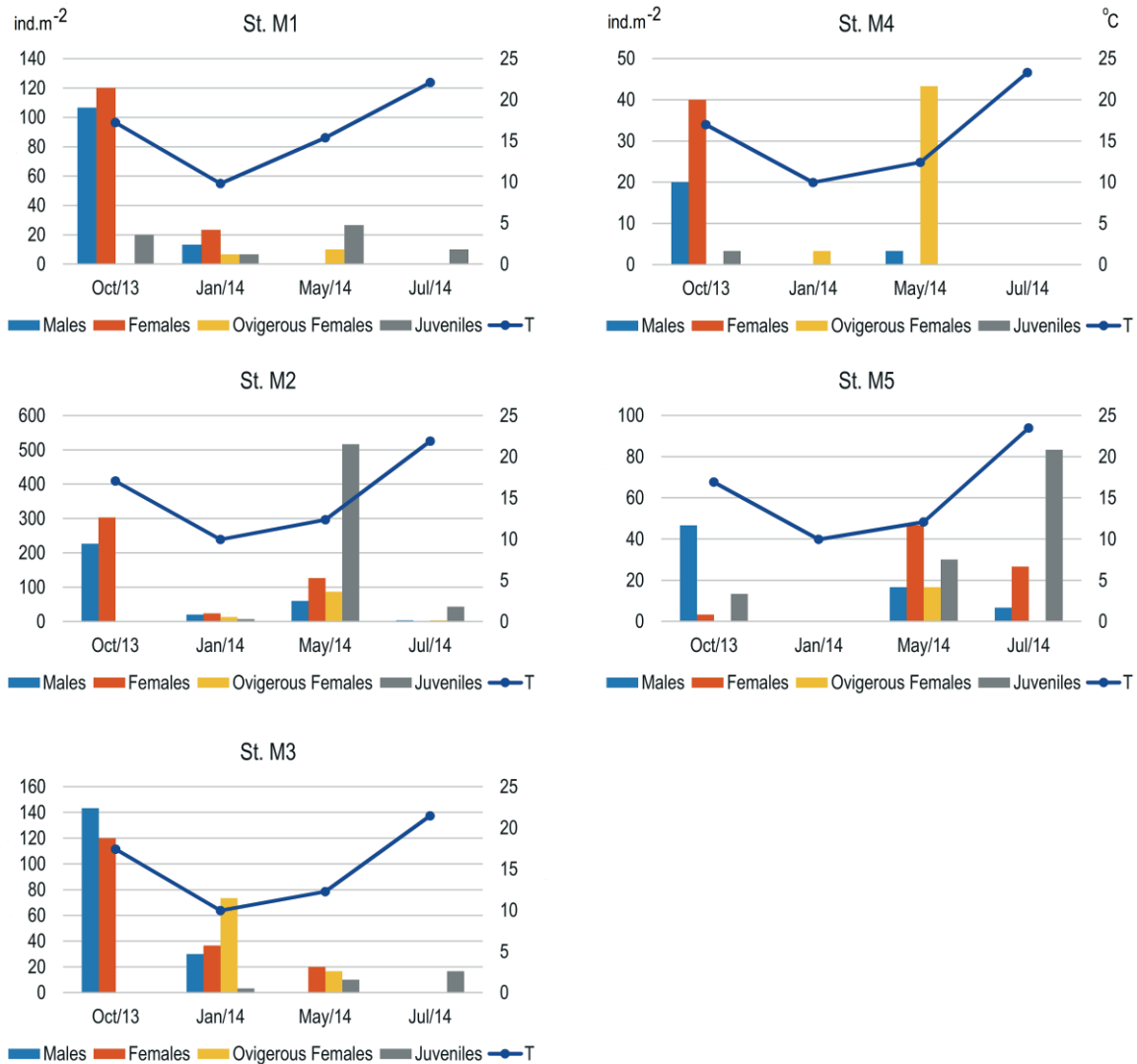


Figure 6. Seasonal population structure at sampling stations.

Conclusions

As a conclusion, the present paper contributes to the study of free-living marine nematodes in Turkey focusing on the mussel beds from the Turkish Black Sea coast. Although it may give an idea about the nematode composition of *Mytilus galloprovincialis* and *Mytilaster lineatus* facies, the macrobenthic sampling design using 0.5 mm mesh size is a limiting factor to examine the smaller meiobenthic nematodes and this may result in underestimation of nematode density and diversity of the habitat in focus. However, this study stands as the first paper about population structure of a marine nematode in Turkish Seas. *E. quadridentatus* Berlin, 1853 and it seems to have a continuous reproduction cycle throughout the year. On the other hand, it is not possible to obtain all the necessary information on reproductive cycles of free-living

nematodes by taking samples from their natural environment. Laboratory experiments are also needed to clearly specify the reproduction cycle of a marine nematode species.

Acknowledgements

The author would like to thank cordially to Professor Nelli G. Sergeeva (Institute of Marine Biological Research of Russian Academy of Sciences, Sevastopol, Russia) for valuable discussions on the species.

The author would like to acknowledge the team who collected and sorted the benthic material. This study was financially supported by Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK) with the project number 113Y312.

References

- Allgen, C. (1941). Über einige freilebende Nematoden aus Bandırma an der Nordküste Kleinasiens (Marmarameer, Türkei). *Zoologischer Anzeiger*, 135, 281-294.
- Clarke, K.R., Warwick, R.M. 2001. Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation, 2nd edition. PRIMER-E, Plymouth.
- Çınar, M. E., Katağan, T., Öztürk, B., Egemen, Ö., Ergen, Z., Kocataş, A., Önen, M., Kırkım, F., Bakır, K., Kurt, G., Dağlı, E., Kaymakçı, A., Açıık, Ş., Doğan, A., & Özcan, T. (2006). Temporal changes of soft-bottom zoobenthic communities in and around Alsancak Harbor (Izmir Bay, Aegean Sea), with special attention to the autecology of exotic species. *Marine Ecology*, 27(3), 229-246.
- Çınar, M.E. & Gönlügür-Demirci, G. (2005). Polychaete assemblages on shallow-water benthic habitats along the Sinop Peninsula (Black Sea, Turkey). *Cahiers de Biologie Marine*, 46, 253-263.
- Çınar, M.E., Katağan, T., Koçak, F., Öztürk, B., Ergen, Z., Kocataş, A., Önen, M., Kırkım, F., Bakır, K., Kurt, G., Dağlı, E., Açıık, Ş., Doğan, A., & Özcan, T. (2008). Faunal assemblages of the mussel *Mytilus galloprovincialis* in and around Alsancak Harbour (Izmir Bay, Eastern Mediterranean) with special emphasis on alien species. *Journal of Marine Systems*, 71, 1-17.
- Filipjev, I.N. (1918). Freelifving marine nematodes of the Sevastopol area, Issue I, Russian Academy of Sciences, Petrograd; 1-350, (Translated 1968, I.P.S.T., Jerusalem).
- Gerlach, S.A. & Riemann, F. (1974). The Bremerhaven checklist of aquatic nematodes. A catalogue of Nematoda Adenophorea, excluding Dorylaimida. Part 2. Veroeff. Inst. Meeressforsch. Bremerhaven, Suppl. 4, No.2, 405-734.
- Heip, C., Vincx, M., Smol, N. & Vranken, G. (1982). The systematics and ecology of free-living marine nematodes. *Helminthological Abstracts*, 51, 1-31.
- Kautsky, N. & Wallentinus, I. (1980). Nutrient release from a Baltic *Mytilus*-red algal community and its role in benthic and pelagic productivity. *Ophelia*, 1, 17-30.
- Kisseleva, M.I. & Slavina, O.J. (1964). Bottom biocoenoses off the West shore of the Krim. Characteristic of the area Tarchankut – Sevastopol. *Trudy Sevastopol Biological Station*, 15, 152-188.
- Lee, H.J., Rho, H.S. & Jung, J. (2015). New Record of Three Nematode Species of Genus *Enoplus* (Nematoda: Enoplidae) from Korea. *Korean Journal of Environmental Biology*, 33(2), 160-169.
- Moens, T. & Vincx, M. (2000). Temperature and salinity constraints on the life cycle of two brackish-water nematodes species. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 243, 115-135.
- Muresan, M. (2012). Assessment of free-living marine nematodes community from the NW Romanian Black Sea shelf. *Geo-Eco Marina*, 18, 133-145.
- Muresan, M. (2014). Diversity and distribution of free-living nematodes within periazotic level on the Romanian shelf of the Black Sea. *Geo-Eco-Marina* 2014; No.20, 19-28.
- Norkko, A., Hewitt, J.E., Thrush, S.F., & Funnell, G.A. (2001). Benthic pelagic coupling and suspension-feeding bivalves: linking site-specific sediment flux and biodeposition to benthic community structure. *Limnology and Oceanography*, 46, 2067–2072.
- Paladian, G. (1965). Some Chromadoridae (free Nematoda) from the rocky facies of the Black Sea (Romanian shore). *Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle "Grigore Antipa"*, 35, 19-24.
- Platt, H.M. & Warwick, R.M. (1983). Free-living marine nematodes. Pt.1. British Enoplids. Pictorial key to world genera and notes for the identification of British species. Cambridge University Press: Cambridge, 307 pp.
- Ragnarsson, S.A. & Raffaelli, D. (1999). Effects of the mussel *Mytilus edulis* L. on the invertebrate fauna of sediments. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 241, 31-43.

- Sergeeva, N.G. (1973). Fauna and some questions of ecology of free-living nematodes of the Black Sea. PhD thesis, Sevastopol.
- Sergeeva, N.G. (1974). Qualitative composition and quantitative distribution of free-living nematodes near the southern coast of Crimea /Biology Morya, Kiev, Iss.32, P.: 22-42 (In Russian).
- Sergeeva, N.G. (1985a). The Formation of meiobenthic communities under experimental conditions. Communication 1 / Ecologiya Morya. №21. – P. 78–84. (In Russian).
- Sergeeva N.G. (1985b) The Formation of meiobenthic communities under experimental conditions. Communication 1 / Ecologiya Morya., №21. – P. 84–89. (In Russian).
- Skoolmun, P., Gerlach, S.A. (1971). Jahreszeitliche fluktuationen der nematodenfauna in Gezeitenbereich des Weser-Astuars. Veröffentlichungen des Instituts für Meeresforschung in Bremerhaven, 13, 119-138.
- Smol, N., Heip, C. & Govaert, G. (1981). The life cycle of *Oncholaimus oxyuri* (Nematoda) in its habitat. *Annales de la Socie.te. Royal Zoologique de Belgique*, 110, 87-103.
- Tietjen, J.H. & Lee, J.J. (1972). Life cycles of marine nematodes. Influence of temperature and salinity on the development of *Monhystera denticulata* Timm. *Oecologia*, 10, 167-176.
- Topaloglu, B. & Kihara, K. (1993). Community of Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 in the Bosphorus Strait. *Journal of Tokyo University of Fisheries* 1993; 80, 113–120.
- Ürkmez, D. (2015). Dynamics of the meiobenthic nematode fauna of Sinop Bay and the taxonomy and ecology of Chromadoridae. PhD thesis, Sinop University.
- Venekey, V., Fonseca-Genovois, V.G. & Santos, P.J.P. (2011). Influence of the tidal and rainfall cycles on the population structure and density of *Mesacanthion hirsutum* Gerlach (Nematoda, Thoracostomopsidae) on a tropical sandy beach (Tamandaré Bay, Pernambuco, Brazil). *Brazilian Journal of Oceanography*, 59, 3, 253-258.
- Zaitsev, Y. P. & Alexandrov, B.G. (1998). Black Sea Biological Diversity, Ukraine; Ukrainian National Report, United Nation Publication: New York, 351 pp.

NAZİK GÖLÜ (BİTLİS, TÜRKİYE) FİTOPLANKTONUNUN MEVSİMSSEL DEĞİŞİMLERİ

Feray Sönmez¹ ORCID ID: [0000-0003-4732-7919](https://orcid.org/0000-0003-4732-7919), Seçil Güneş² ORCID ID: [0000-0002-4966-6845](https://orcid.org/0000-0002-4966-6845),
Nurten Özbey² ORCID ID: [0000-0002-4364-4063](https://orcid.org/0000-0002-4364-4063), Tunay Şeker² ORCID ID: [0000-0002-0382-1192](https://orcid.org/0000-0002-0382-1192),
Gülden Arısoy² ORCID ID: [0000-0002-6980-0204](https://orcid.org/0000-0002-6980-0204)

¹ Fırat Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, İç sular Biyolojisi Anabilim Dalı, Elazığ, Türkiye

² Elazığ Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Elazığ, Türkiye

Corresponding author:

Feray SÖNMEZ, Fırat Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi,
Temel Bilimler Bölümü, İç sular Biyolojisi Anabilim Dalı,
Elazığ, Türkiye

E-mail: feravsonmez@gmail.com

Received: 17.02.2017

Accepted: 18.08.2017

Published online: 01.10.2017

Öz:

Bu çalışma, Nazik Gölü fitoplanktonunun mevsimsel değişimlerinin belirlenmesi amacıyla, 3 istasyonda ve Ocak 2014-Şubat 2015 tarihleri arasında mevsimsel su ve fitoplankton örnekleri alınmıştır. Nazik Gölü'nden alınan su örneklerinde sıcaklık, pH, çözümlü oksijen, oksijen doygunluğu, elektriksel iletkenlik ölçümleri ve klorür, sülfat, nitrat, toplam azot, toplam fosfor ve klorofil *a* analizleri yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda, Nazik Gölü'nün genel şartlar bakımından I. sınıf su kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Gölde Bacillariophyta'ya ait 46, Charophyta'ya ait 3, Chlorophyta'ya ait 2, Cyanophyta'ya ait 5 ve Dinophyta'ya ait 1 olmak üzere toplam 57 takson kaydedilmiştir. Bu gruplara ait alglerden en fazla türle temsil edilenler Bacillariophyta'dan *Cymbella*, *Fragilaria*, *Navicula* ve *Nitzschia* (4'er takson) olmuştur. İstasyonlarda tespit edilenlere göre bakıldığında takson sayısı, en fazla 52 taksonla III. istasyonda, en az 37 takson olarak I. istasyonda kaydedilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Nazik gölü, Fitoplankton, Mevsimsel değişim, Bitlis, Türkiye

Abstract:

THE SEASONAL VARIATIONS OF PHYTOPLANKTON OF NAZİK LAKE (BİTLİS, TURKEY)

This study was carried out to determine phytoplankton and water quality of Nazik Lake within the boundaries of Bitlis province. The study was conducted between January 2014 and February 2015, and surface water samples were taken at seasonality intervals from three sampling stations on the lake. The measurements of temperature, pH, dissolved oxygen, saturation of oxygen, electrical conductivity and analysis of chloride, sulfate, nitrate, total nitrogen, total phosphorus and chlorophyll *a* were performed in water samples. Nazik Lake has first class quality of water regarding the results of the surface water measurements and analysis. A total of algal taxa have been recorded; 46 taxa from Bacillariophyta, 3 from Charophyta, 2 from Cyanophyta and 1 from Dinophyta. Among these algae, *Cymbella*, *Fragilaria*, *Navicula* ve *Nitzschia* (4 taxa) were the noticeable genera represented in higher numbers of species. With respect to the stations, the highest number of the taxa was recorded in station III with 52 taxa and least taxa in the station I (37 taxa).

Keywords: Nazik lake, Phytoplankton, Seasonal distribution, Bitlis, Turkey

Giriş

Dünyadaki hızlı nüfus artışına paralel olarak ortaya çıkan besin ihtiyacını karşılamak ve protein açığını kapatmak amacıyla tatlı su balıkçılığı giderek önem kazanmaktadır. Bu nedenle de birçok balık türünün özellikle larval dönemlerindeki besin kaynaklarından birini oluşturan, besin zincirinin birinci ve en önemli halkası olan fitoplanktonik organizmalar ile ilgili çalışmalara hız verilmiştir.

Göllerdeki fitoplanktonlarla ilgili çalışmaların sayısında son yıllarda önemli artışlar kaydedilmiştir (Şen vd, 1994; Elmacı & Obalı (1998); Koçer & Şen, 2012, 2014; Yılmaz & Aykulu, 2010). Göllerde fitoplankton tür çeşitliliği ve kompozisyonu değişen ortam şartlarına bağlı olarak yıllara göre değişim göstermekte ve göllerin trofik seviyesi hakkında önemli bilgiler vermektedir (Reynolds, 1984). Su Çerçeve Direktifi'ne göre, göllerde fitoplankton kompozisyonu, bolluğu ve biyokütlesi izlenmesi gereken biyolojik kalite unsurlarından biridir ve düzenli aralıklarla izlenmesi gerekmektedir (WFD, 2000). Ayrıca su kütlelerinde trofik seviyenin belirlenmesi için fitoplanktonik canlılar, gösterge organizma grubu olarak değerlendirilmektedir (OECD, 1982).

Bu araştırmada, Bitlis il sınırları içerisinde bulunan ve daha önce herhangi bir bilimsel çalışmanın yapılmadığı tespit edilen Nazik Gölü'nün fitoplankton kompozisyonu ve mevsimsel değişiminin gölün bazı fiziksel ve kimyasal su kalitesi parametreleri ile ortaya konulması

Materyal ve Metot

Van Gölü'ne 25 km uzaklıkta bulunan ve Ahlat'ın 16 km kuzeybatısında yer alan Nazik Gölü, 44.5 km² yüzölçümüne ve 30 km² alana sahiptir. Deniz seviyesinden yüksekliği 1816 m olup, ortalama 40-50 m derinliğe sahiptir Nazik Gölü, ilkbaharda eriyen kar suları, yağmur suları ve çevresindeki küçük akarsu kaynaklarıyla beslenmektedir. Gölün fazla suları güneydoğu ucundan Karmış Çayı'na doğru akmaktadır. Bu akıntı üzerinde kurulan bir regülatörle fazla sular kontrole alınmış olup, Ahlat Ovası ile Adabağ ve Sarıkum Köyleri arazisinin sulamasında kullanılmaktadır. Gölün en önemli özelliklerinden birisi kış mevsiminde göl yüzeyinin tamamen kalın bir buz tabakası ile kaplanmasıdır. Nazik göl sularının tatlı olması ve besin bakımından zengin olması sebebiyle bu gölde sazangiller familyasına ait balıklar yaşamakta ve bol miktarda aynalı sazan üretimi yapılmaktadır.

Ocak 2014-Şubat 2015 tarihleri arasında belirlenen üç istasyondan (I. istasyon 42 13 43.87 D, 38 51 20.84 K; II. istasyon 42 18 33.94 D, 38 53 25.27 K; III. istasyon 42 18 50.58 D, 38 50 55.49 K) mevsimsel olarak alınan su ve plankton numuneleri incelenmek üzere Elazığ Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Laboratuvarlarına getirilmiştir (Şekil 1) (URL-1, 2017).



Şekil 1. Nazik Gölü ve örnekleme istasyonları (URL-1, 2017)

Figure 1. Location of sampling sites (URL-1, 2017)

Araziye çıkılmadan önce örnekleme malzemeleri hazırlanmış ve 1 L hacimli polipropilen şişeler herhangi bir temizlik maddesi kullanılmadan yıkama fırçası ve musluk suyu ile yıkanıp distile sudan geçirilmiştir. Su numuneleri kıyıda elle daldırma yöntemi ile 1 L hacimli polipropilen şişelere konularak alınmış, koruma maksatlı herhangi bir kimyasal madde eklenmemiştir. Numune şişeleri, üzerine tarih ve örnekleme noktası bilgilerini içeren etiketler yapıştırılarak en kısa sürede laboratuvara ulaştırılmıştır.

Sıcaklık, pH, çözülmüş oksijen, % oksijen doygunluğu, elektriksel iletkenlik YSI profesyonel plus marka 13A101246 seri nolu cihazla arazide yerinde ölçülmüştür.

Toplam Sertlik, EDTA metodu kullanılarak titrimetrik olarak tayin edilmiştir. (APHA, 1995). Sülfat, klorür ve nitrat analizleri ise Dionex ICS Model iyon kromatografi cihazı kullanılarak kromatografik metotla tayin edilmiştir (APHA, 1995). Yine toplam azotasitle ayrıştırma işleminin ardından askorbik asit metodu ile, toplam fosfor persülfat ayrıştırma işleminin ardından 2,6-dimetilfenol metodu ile Hach-Lange DR 6000 spektrofotometre cihazında tayin edilmiştir (ISO, 1986).

Klorofil *a*, örneğin geçirildiği filtrelerin (0,45 µm gözenek açıklığına sahip nitroselüloz yapıda membran filtre) sulu alkali asetonla ekstraksiyonu ardından çift ışın yollu Helios-α model UV-Vis spektrofotometrede 750 ve 665 nm dalga boylarında absorbansı ölçülerek (Wetzel and Likens, 1991) ve monokromatik metotla hesaplanarak (Lorenzen, 1967) tayin edilmiştir.

Plankton örnekleri gözenek açıklığı 55 µm olan plankton ağıyla beş tekrarlı olarak alınıp 250 ml'lik kavanozlara konularak laboratuvara getirilmiştir. Tür teşhisleri Olympus marka CX21FS1 model mikroskop ile sayımları ise

Olympus marka CKX41 model inverted mikroskop ile yapılmıştır. Her istasyona ait numune şişesinden homojen bir dağılım sağlandıktan sonra 1 mL su örneği alınmış ve mL'deki birey sayıları tespit edilmiştir (Round, 1953). Her plankton numunesi için beş tekrarlı sayım işlemi yapılmış ve bu sayımların ortalaması alınarak sonuçlar değerlendirilmiştir. Sonuçlar "mL'deki birey sayısı" olarak verilmiştir.

Fitoplankton tür teşhisleri için başlıca Krammer ve Lange-Bertalot (1986,1988,1991a,b), John vd. (2003)'den faydalanılmış ve türlerin güncel isimleri Guiry ve Guiry (2017)'den kontrol edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Nazik Gölü'nde yapılan bu araştırmada mevsimsel olarak ölçülen su kalitesi parametrelerine ait değerler Tablo 1'de verilmiştir. Tablodan da görüldüğü üzere, Nazik Gölü yüksek pH değerlerine sahip alkali bir göl özelliği göstermektedir. Göl yüksek çözülmüş oksijen miktarı ve oksijen doygunluğu (%) ile dikkat çekmektedir. Nazik Gölü CaCO₃/L değerleri dikkate alındığında, orta sert su özelliğine sahip bir göl durumundadır. Chlorophyll *a* miktarları gölün oligotrofik özelliğini ortaya koymaktadır. Tablo 1 'deki diğer parametrelere ait değerler de Nazik Gölü'nün "Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği"nde belirtilen göl, gölet ve baraj göllerinde trofik sınıflandırma sistemine" göre oligotrofik göl sınıfında yer aldığını desteklemektedir (Anonim, 2012). Bütün istasyonlarda yıl boyunca ölçülen değerler Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nde bildirilen kıta içi su kalite standartlarına (URL-2, 2017) göre değerlendirildiğinde; Nazik Gölü'nün sıcaklık ve iletkenlik bakımından I. sınıf, pH bakımından IV. sınıf, oksijenlendirme parametreleri bakımından (çözülmüş oksijen, oksijen doygunluğu) I. sınıf ve nutrient parametreleri bakımından incelendiğinde toplam fosfor dışındaki (III. sınıf) parametrelere ait değerlerin I. sınıf su kalitesinde olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 1. Nazik Gölü'nün fizikokimyasal özelliklerinin istasyonlara göre mevsimsel dağılımı**Table 1.** Seasonal changes in physical and chemical properties of Lake Nazik at stations

Parametreler	1. İstasyon			2. İstasyon			3. İstasyon		
	Min	Max	Ortalama	Min	Max	Ortalama	Min	Max	Ortalama
Su Sıcaklığı(°C)	7.5	27.6	16.4	8.7	28.2	16.9	9.1	28.6	17.2
pH	9.1	9.3	9.2	9	9.4	9.2	9.1	9.6	9.4
Çözünmüş Oksijen (mg/L)	7.54	10.4	9.05	8.03	10.4	9.58	7.62	10.2	9.30
Oksijen doygunluğu (%)	89	107	100.67	92	101	97	85	101	95
Elektriksel İletkenlik(µS/cm)	243	296	265.67	238	265	247.33	236	274	250
Toplam sertlik(mg CaCO ₃ /L)	108	133	123.67	108	181	138	120	182	141
Klorür(mg/L)	8.48	10.52	9.7	9.20	9.56	9.37	9.60	12.06	10.72
Sülfat(mg/L)	9.42	10.21	9.91	9.26	12.20	10.70	9.20	10.69	10.09
Nitrat(mg/L)	1.054	1.120	1.09	1.095	1.739	1.41	1.093	1.781	1.42
Toplam azot(mg/L)	1.57	2.64	2.25	2.06	2.66	2.35	1.82	2.87	2.38
Toplam fosfor(mg/L)	0.185	0.405	0.284	0.121	0.423	0.260	0.181	0.456	0.295
Klorofil a (µg/L)	1.28	2.81	2.10	1.33	2.62	1.82	1.36	2.65	2.02

Çalışma süresince Nazik Gölü'nde Bacillariophyta'ya ait 46, Charophyta'ya ait 3, Chlorophyta'ya ait 2, Cyanophyta'ya ait 5 ve Dinophyta'ya ait 1 olmak üzere toplam 57 takson kaydedilmiştir. Bu gruplara ait alglerden en fazla türle temsil edilen genuslar Bacillariophyta'dan *Cymbella*, *Fragilaria*, *Navicula* ve *Nitzschia* (4'er takson) olmuştur. İstasyonlarda tespit edilen takson sayısı, en fazla III. istasyonda (52 takson), en az I. istasyonda (37 takson) kaydedilmiştir. Kaydedilen takson ve mL'deki birey sayıları (30 takson ve 189 birey/mL) bakımından III. İstasyon en zengin, II. İstasyon (24 takson ve 132 birey/mL) ise en fakir olmuştur.

Bu çalışma sonucunda yapılan Shannon-Weaver (H') indeksi sonuçlarına göre tür zenginliğinin en yüksek olduğu istasyon III. istasyondur (H'=2,53). En düşük olduğu istasyon I. istasyondur (H'=2,48) (Shannon & Weaver, 1949). Çalışmada da ilkbahar ve yaz ayları fitoplanktonun ortaya çıkış sıklığı bakımından çok verimli bir dönem olarak kaydedilmiştir (Tablo 2).

Ayrıca çalışmamızda istasyonlardaki tür çeşitliliği ve zenginliğini ortaya koymak amacıyla Margalef tür zenginliği (Margalef, 1968) ve Evenness indeksi (Pielou, 1969) uygulanmıştır (Tablo 2). Margalef ve Evenness indekslerine göre en yüksek tür zenginliği III. istasyonda ve sonbaharda (12.72

ve 0.70) hesaplanırken en düşük Margalef tür zenginliği ise I. istasyonda (8.69), Evenness indeksine göre ise II. istasyonda (0.51) yaz mevsiminde hesaplanmıştır.

İstasyonlar arasındaki benzerliklere bakıldığında, Sorensen benzerlik indeksine göre en yüksek benzerlik 0.83 ile II. ist. ile III. ist. arasında kaydedilmiştir (Sorensen, 1948)(Tablo 3).

Nazik Gölü fitoplanktonunda kaydedilen alglerin istasyonlara göre dağılımları Tablo 4'te, gruplara göre dağılımı ise Şekil 2'de verilmiştir.

Çalışma boyunca tüm istasyonlarda kaydedilenler algler Bacillariophyta'dan *Amphora ovalis*, *Aneumastus tuscula*, *Aulacoseira granulata var. angustissima*, *Ctenophora pulchella*, *Cymatopleura elliptica*, *Cymbella affinis*, *C. cymbiformis*, *Diatoma vulgare*, *Epithemia turgida*, *Fragilaria acus*, *F. brevistriata*, *Gomphonema truncatum*, *Gyrosigma acuminatum*, *Navicula reinhardtii*, *Rhopalodia gibba*, *Stephanodiscus hantzschii*, *Surirella ovalis*, *Tabularia fasciculata*, *Ulnaria delicatissima var. angustissima* ve *U. ulna*, Charophyta'dan *Closterium aciculare*, Chlorophyta'dan *Microspora tumidula*, Cyanophyta'dan *Aphanizomenon flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa*, *Nostoc caeruleum* ve Dinophyta'dan *Ceratium hirundinella* olmuştur (Tablo 4).

Tablo 2. Fitoplanktona göre istasyonlardaki tür çeşitliliği ve zenginliği indeksleri

Table 2. Phytoplankton species diversity index

Istasyon	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
I.istasyon				
Shannon-Weaver	2.49	2.14	2.73	2.56
Margalef	9.13	8.69	11.50	8.96
Evenness	0.61	0.52	0.66	0.63
II.istasyon				
Shannon-Weaver	2.69	2.06	2.73	2.59
Margalef	10.05	8.87	10.85	9.76
Evenness	0.66	0.51	0.68	0.64
III.istasyon				
Shannon-Weaver	2.23	2.34	2.83	2.74
Margalef	10	10.41	12.72	10.68
Evenness	0.55	0.58	0.70	0.68

Tablo 3. Fitoplanktona göre istasyonların benzerlikleri

Table 3. Sorensen similarity index for phytoplankton

İstasyonlar	I.istasyon	II.istasyon	III.istasyon
I.istasyon	1	0.70	0.76
II.istasyon		1	0.83
III.istasyon			1

Tablo 4. Nazik Gölü fitoplanktonunun istasyonlara göre dağılımları

Table 4. Distribution of algae in the phytoplankton at stations

Bacillariophyta	I	II	III
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	+	+	+
<i>Aneumastus tuscula</i> (Ehrenberg) D.G.Mann & A.J.Stickle	+	+	+
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> (O.F.Müller) Simonsen	+	+	+
<i>Campylodiscus noricus</i> Ehrenberg ex Kützing	-	+	+
<i>Craticula ambigua</i> (Ehrenberg) D.G.Mann	-	+	+
<i>Ctenophora pulchella</i> (Ralfs ex Kützing) D.M.Williams & Round	+	+	+
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	+	-	+
<i>Cymatopleura elliptica</i> (Brébisson) W.Smith	+	+	+
<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W.Smith	-	+	+
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	+	+	+
<i>Cymbella cistula</i> (Ehrenberg) O.Kirchner	+	-	+
<i>Cymbella cymbiformis</i> C.Agardh	+	+	+
<i>Cymbella helvetica</i> Kützing	-	+	+
<i>Diatoma vulgare</i> Bory de Saint-Vincent	+	+	+
<i>Epithemia sorex</i> Kützing	-	+	+
<i>Epithemia turgida</i> (Ehrenberg) Kützing	+	+	+
<i>Fragilaria acus</i> (Kützing) Lange-Bertalot	+	+	+
<i>Fragilaria brevistriata</i> Grunow	+	+	+
<i>Fragilaria capucina</i> subsp. <i>rumpens</i> (Kützing) Lange-Bertalot	-	+	+
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	+	-	+

<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	+	+	+
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst	+	+	+
<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kützing) Rabenhorst	-	-	+
<i>Handmannia comta</i> (Ehrenberg) Kociolek & Khursevich	-	+	-
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg)	-	+	+
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	+	-	+
<i>Navicula digito-radiata</i> (Gregory) Ralfs	-	+	+
<i>Navicula reinhardtii</i> (Grunow) Grunow	+	+	+
<i>Navicula rhynchocephala</i> Kützing	-	+	+
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith	-	+	+
<i>Nitzschia rostellata</i> Hustedt	-	-	+
<i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) W.Smith	+	-	+
<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) W.Smith	+	+	-
<i>Pinnularia mesolepta</i> (Ehrenberg) W.Smith	-	+	-
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot	+	-	+
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) Otto Müller	+	+	+
<i>Rhopalodia gibba</i> var. <i>ventricosa</i> (Kützing) H.Peragallo & M.Peragallo	-	-	+
<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkovsky	+	-	+
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow in Cleve & Grunow	+	+	+
<i>Surirella ovalis</i> Brébisson	+	+	+
<i>Surirella robusta</i> Ehrenberg	-	+	+
<i>Tabularia fasciculata</i> (C.Agardh) D.M.Williams & Round	+	+	+
<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) Frenguelli	+	-	-
<i>Tryblionella levidensis</i> W.Smith	-	-	+
<i>Ulnaria delicatissima</i> var. <i>angustissima</i> (Grunow) M.Aboal & P.C.Silva	+	+	+
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère	+	+	+
Charophyta			
<i>Closterium aciculare</i> T.West	+	+	+
<i>Cosmarium formosulum</i> Hoff in Nordstedt	-	-	+
<i>Staurastrum cingulum</i> (West & G.S.West) G.M.Sithm	-	+	+
Chlorophyta			
<i>Microspora tumidula</i> Hazen	+	+	+
<i>Scenedesmus arcuatus</i> (Lemmermann) Lemmermann	-	+	+
Cyanophyta			
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> Ralfs ex Bornet & Flahault	+	+	+
<i>Lyngbya patealis</i> C. Sheaths	+	-	-
<i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenberg) Kützing	+	-	+
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	+	+	+
<i>Nostoc caeruleum</i> Lyngbye ex Bornet & Flahault	+	+	+
Dinophyta			
<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.Müller) Dujardin	+	+	+
Takson Sayısı	37	42	52



Şekil 2. Nazik Gölü fitoplanktonunun gruplara göre dağılımı

Figure 2. Distribution of phytoplankton groups in Lake Nazik

Çalışma süresince Nazik Gölü'nde I. istasyonda Bacillariophyta'ya ait 29, Charophyta'ya ait 1, Chlorophyta'ya ait 1, Cyanophyta'ya ait 5 ve Dinophyta'ya ait 1 olmak üzere toplam 37 takson kaydedilmiştir (Tablo 5). Takson sayısı, en fazla sonbahar (27 takson), en az yaz mevsiminde (17 takson) kaydedilmiştir. I. istasyonda *Stephanodiscus hantzschii* ilkbahar (%27.40) sonbahar (%60.87) ve kış (%6.80) mevsimlerinde en yüksek birey sayılarıyla kaydedilen diyatome olmuştur. *Ulnaria ulna*, *U. delicatissima* var. *angustissima* ve *Aulacoseira granulata* var. *angustissima* kış mevsiminde yüksek birey sayılarıyla *S. hantzschii*'e eşlik etmişlerdir. *Aulacoseira granulata* var. *angustissima* ise yaz fitoplanktonunda yüksek birey sayılarıyla dikkat çeken diyatome olmuştur (Tablo 3). Diyatomelerden *Aulacoseira granulata* var. *angustissima*, *Ctenophora pulchella*, *Epithemia turgida*, *Fragilaria acus*, *Gomphonema truncatum*, *Navicula reinhardtii*, *Nitzschia sigma*, *Rhopalodia gibba*, *Stephanodiscus hantzschii*, *Surirella ovalis*, *Ulnaria delicatissima* var. *angustissima* % 75 lik ortaya çıkış sıklığına sahip olmuştur. Diyatomelerden hiç bir takson tüm yıl boyunca alınan bütün örneklerde kaydedilmemesine rağmen karşın, mavi yeşil alglerden *Aphanizomenon flos-aquae* ve *Microcystis aeruginosa* %100 ortaya çıkış sıklıklarıyla dikkat çekmişlerdir. Ancak, mavi-yeşil alglerin birey sayıları diyatomelere oranla çok düşük olmuştur. Dinoflagellardan *Ceratium hirundinella*

bu istasyonda ortaya çıkış sıklığı bakımından dikkat çekmesine rağmen, düşük birey sayılarıyla fitoplanktonda önemsiz kalmıştır (Tablo 5).

Çalışma süresince Nazik Gölü'nde II. istasyonda Bacillariophyta'ya ait 34, Charophyta'ya ait 2, Chlorophyta'ya ait 2, Cyanophyta'ya ait 3 ve Dinophyta'ya ait 1 olmak üzere toplam 42 takson kaydedilmiştir (Tablo 6). En fazla takson (24) sonbahar, en az (19) yaz mevsiminde kaydedilmiştir. II. istasyonda *Stephanodiscus hantzschii* ilkbahar (%24.74), yaz (%11.32)sonbahar (%27.27) ve kış (%13.39) mevsimlerinde tüm fitoplankterler arasında en yüksek birey sayılarıyla kaydedilen takson olmuştur. Buna karşılık *F. brevistriata* yaz mevsiminin hakim organizması olmuştur (%47.17). *Aulacoseira granulata* var. *angustissima* ilkbahar ve kış mevsimlerinde yüksek birey sayılarıyla önemli diğer bir diyatome olmuştur. Zıt olarak bu diyatome diğer iki mevsimde birey sayısı bakımından önemsiz olmuştur (Tablo 6). *S. hantzschii* ve *C. affinis* %100 ortaya çıkış sıklıklarıyla dikkat çekerken, *A. ovalis*, *C. pulchella* ve *N. reinhardtii* yüksek ortaya çıkış sıklıklarıyla bu istasyonun diğer önemli diyatomeleri olmuşlardır. Bu istasyonda mavi-yeşil algler arasında yalnızca *Nostoc caeruleum* ortaya çıkış sıklığı bakımından dikkat çekmiştir (%100). Mavi-yeşil algler kış mevsimi dışındaki tüm mevsimlerde fitoplanktonda gözlenmişlerdir. Dinoflagellat *C. hirundinella* ise bu istasyonda yalnızca sonbahar ve kış mevsiminde fitoplanktonda kaydedilmiştir (Tablo 6).

Table 5. Nazik Gölü fitoplankton türlerinin I. istasyonda mevsimsel değişimi (birey/mL)**Table 5.** Seasonal succession of phytoplankton species at station I (individual/mL)

Bacillariophyta	İLKBAHAR	YAZ	SONBAHAR	KIŞ
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	-	1	-	5
<i>Aneumastus tuscula</i> (Ehrenberg) D.G.Mann & A.J.Stickle	-	3	-	1
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> (O.F.Müller) Simonsen	-	30	10	20
<i>Ctenophora pulchella</i> (Ralfs ex Kützing) D.M.Williams & Round	4	-	2	4
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	-	4	-	-
<i>Cymatopleura elliptica</i> (Brébisson) W.Smith	2	-	-	3
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	-	-	3	5
<i>Cymbella cistula</i> (Ehrenberg) O.Kirchner	3	-	-	12
<i>Cymbella cymbiformis</i> C.Agardh	-	5	4	-
<i>Diatoma vulgare</i> Bory de Saint-Vincent	-	-	10	-
<i>Epithemia turgida</i> (Ehrenberg) Kützing	2	-	2	5
<i>Fragilaria acus</i> (Kützing) Lange-Bertalot	4	3	7	-
<i>Fragilaria brevistriata</i> Grunow	10	-	12	-
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	-	-	-	1
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	2	3	4	-
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst	-	-	1	-
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	5	-	2	-
<i>Navicula reinhardtii</i> (Grunow) Grunow	-	3	4	5
<i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) W.Smith	1	1	2	-
<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) W.Smith	-	1	-	-
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot	-	-	4	1
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) Otto Müller	4	2	5	-
<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkovsky	-	3	1	-
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow in Cleve & Grunow	20	-	42	7
<i>Surirella ovalis</i> Brébisson	1	3	2	-
<i>Tabularia fasciculata</i> (C.Agardh) D.M.Williams & Round	1	-	-	-
<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) Frenguelli	-	1	-	-
<i>Ulnaria delicatissima</i> var. <i>angustissima</i> (Grunow) M.Aboal & P.C.Silva	5	-	4	13
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère	-	-	9	11
Charophyta				
<i>Closterium aciculare</i> T.West	-	-	2	1
Chlorophyta				
<i>Microspora tumidula</i> Hazen	2	-	3	-
Cyanophyta				
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> Ralfs ex Bornet & Flahault	3	1	10	2
<i>Lyngbya patealis</i> C. Sheaths	-	-	-	1
<i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenberg) Kützing	-	-	32	-
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	1	2	3	1
<i>Nostoc caeruleum</i> Lyngbye ex Bornet & Flahault	-	1	2	-
Dinophyta				
<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.Müller) Dujardin	3	-	2	5
<i>H'</i>	2.49	2.14	2.73	2.56
mL'deki birey sayısı	73	69	184	103
Takson Sayısı	18	17	27	19

Tablo 6. Nazik Gölü fitoplankton türlerinin II. istasyonda mevsimsel değişimi (birey/mL)**Table 6.** Seasonal succession of phytoplankton species at station I (individual/mL)

Bacillariophyta	İLKBAHAR	YAZ	SONBAHAR	KIŞ
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	2	-	3	1
<i>Aneumastus tuscula</i> (Ehrenberg) D.G.Mann & A.J.Stickle	-	3	-	1
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> (O.F.Müller) Simonsen	10	-	-	12
<i>Campylodiscus noricus</i> Ehrenberg ex Kützing	-	-	-	2
<i>Craticula ambigua</i> (Ehrenberg) D.G.Mann	-	1	4	-
<i>Ctenophora pulchella</i> (Ralfs ex Kützing) D.M.Williams & Round	3	-	5	4
<i>Cymatopleura elliptica</i> (Brébisson) W.Smith	-	2	-	6
<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W.Smith	-	-	2	-
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	2	1	5	1
<i>Cymbella cymbiformis</i> C.Agardh	-	1	-	18
<i>Cymbella helvetica</i> Kützing	5	-	3	-
<i>Diatoma vulgare</i> Bory de Saint-Vincent	-	-	-	5
<i>Epithemia sorex</i> Kützing	-	4	3	-
<i>Epithemia turgida</i> (Ehrenberg) Kützing	3	-	-	2
<i>Fragilaria acus</i> (Kützing) Lange-Bertalot	2	3	-	-
<i>Fragilaria brevistriata</i> Grunow	-	50	6	-
<i>Fragilaria capucina</i> subsp. <i>rumpens</i> (Kützing) Lange-Bertalot	7	-	8	-
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	-	3	3	-
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst	2	-	1	-
<i>Handmannia comta</i> (Ehrenberg) Kociolek & Khursevich	-	2	-	-
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg)	1	-	-	-
<i>Navicula digito-radiata</i> (Gregory) Ralfs	-	3	-	1
<i>Navicula reinhardtii</i> (Grunow) Grunow	1	-	3	12
<i>Navicula rhynchocephala</i> Kützing	-	-	-	3
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith	3	-	7	-
<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) W.Smith	-	4	3	-
<i>Pinnularia mesolepta</i> (Ehrenberg) W.Smith	-	-	-	1
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) Otto Müller	3	1	4	2
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow in Cleve & Grunow	24	12	36	15
<i>Surirella ovalis</i> Brébisson	4	-	4	-
<i>Surirella robusta</i> Ehrenberg	-	2	-	7
<i>Tabularia fasciculata</i> (C.Agardh) D.M.Williams & Round	-	-	6	-
<i>Ulnaria delicatissima</i> var. <i>angustissima</i> (Grunow) M.Aboal & P.C.Silva	2	-	3	-
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère	5	-	-	6
Charophyta				
<i>Closterium aciculare</i> T.West	3	-	-	2
<i>Staurastrum cingulum</i> (West & G.S.West) G.M.Sithm	-	2	3	-
Chlorophyta				
<i>Microspora tumidula</i> Hazen	4	-	-	-
<i>Scenedesmus arcuatus</i> (Lemmermann) Lemmermann	-	8	4	-
Cyanophyta				
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> Ralfs ex Bornet & Flahault	7	-	12	-
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	-	3	-	3
<i>Nostoc caeruleum</i> Lyngbye ex Bornet & Flahault	4	1	3	-
Dinophyta				
<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.Müller) Dujardin	-	-	1	8
<i>H'</i>	2.69	2.06	2.73	2.59
mL'deki birey sayısı	97	106	132	112
Takson Sayısı	21	19	24	21

Çalışma süresince Nazik Gölü'nde III. istasyonda Bacillariophyta'ya ait 42, Charophyta'ya ait 3, Chlorophyta'ya ait 2, Cyanophyta'ya ait 4 ve Dinophyta'ya ait 1 olmak üzere toplam 52 takson kaydedilmiştir (Tablo 7). Takson sayısı, 30 takson olarak en fazla sonbaharda, en az ise 20 takson olarak ilkbahar mevsiminde kaydedilmiştir.

III. istasyonda *Stephanodiscus hantzschii* ilkbahar (%45.00) sonbahar (%28.57) ve kış (%10.43) mevsimlerinde en yüksek birey sayılarıyla kaydedilen diyatome olmuştur (Tablo 7). *Aulacoseira granulata* var. *angustissima* kış (%20.87), *Navicula rhynchocephala* ise yaz (%10.49) fitoplanktonunun hakim diyatome olmuştur. *N. rhynchocephala*'nın üç mevsim fitoplanktonda kaydedilmezken, yalnızca yaz mevsiminde ve yüksek birey sayılarıyla ortaya çıkması dikkat çekici olmuştur. Zıt olarak, *S. hantzschii* yazın kaydedilmemesine rağmen, diğer üç mevsimde (ilkbahar %45.00, sonbahar %28.57 ve kış %10.43) fitoplanktonda en yüksek birey sayılarıyla kaydedilmiştir. *Cymbella affinis*, *Rhopalodia gibba*, ve *Ulnaria ulna* % 100 ortaya çıkış sıklıklarıyla dikkat çekmişlerdir. Ancak bu diyatomeelerin birey sayıları yıl boyunca çok düşük olmuştur. *Epithemia turgida*, *Navicula cryptocephala* ve *Stephanodiscus hantzschii* daha düşük ortaya çıkış sıklığına sahip olmalarına rağmen, birey sayıları bakımından bu istasyonun en önemli algleri olmuştur. Mavi yeşil alglerden *Aphanizomenon flos-aquae* ve *Microcystis aeruginosa* yüksek ortaya çıkış sıklıklarıyla dikkat çekmelerine rağmen birey sayıları bakımından önemsiz kalmışlardır. Dinoflagellat *Ceratium hirundinella* ortaya çıkış sıklığı bakımından önemli olmasına rağmen, düşük birey sayılarıyla fitoplanktonda önemli olamamıştır (Tablo 7).

Nazik Gölü'nde kaydedilen fitoplanktonun mevsimlere göre dağılımı Tablo 8'de verilmiştir. Çalışma boyunca her mevsimde kaydedilen algler Bacillariophyta'dan *Amphora ovalis*, *Aulacoseira granulata* var. *angustissima*, *Cymbella affinis*, *Navicula reinhardtii*, *Rhopalodia gibba*, *Stephanodiscus hantzschii* ve *Ulnaria ulna*, Cyanophyta'dan *Aphanizomenon flos-aquae* ve *Microcystis aeruginosa* olmuştur (Tablo 8). Bu taksonlardan tüm çalışma boyunca her istasyonda kaydedilenler ise Bacillariophyta'dan *Amphora ovalis*, *Aneumastus tuscula*, *Aulacoseira granulata* var. *angustissima*, *Ctenophora pulchella*, *Cymatopleura elliptica*, *Cymbella affinis*, *C. cymbiformis*, *Diatoma vulgare*, *Epithemia turgida*, *Fragilaria acus*, *Fragilaria brevistriata*, *Gompho-*

nema truncatum, *Gyrosigma acuminatum*, *Navicula reinhardtii*, *Rhopalodia gibba*, *Stephanodiscus hantzschii*, *Surirella ovalis*, *Tabularia fasciculata*, *Ulnaria delicatissima* var. *angustissima* ve *U. ulna*, Charophyta'dan *Closterium aciculare*, Chlorophyta'dan *Microspora tumidula*, Cyanophyta'dan *Aphanizomenon flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa* ve *Nostoc caeruleum* ve Dinophyta'dan *Ceratium hirundinella* olmuştur.

Çalışma süresince Nazik Gölü'nde ilkbahar mevsiminde Bacillariophyta'ya ait 29, Charophyta'ya ait 1, Chlorophyta'ya ait 1, Cyanophyta'ya ait 3 ve Dinophyta'ya ait 1 takson olmak üzere toplam 35 takson, yaz mevsiminde ise Bacillariophyta'ya ait 35, Charophyta'ya ait 2, Chlorophyta'ya ait 1 ve Cyanophyta'ya ait 4 takson olmak üzere toplam 42 takson kaydedilmiştir (Tablo 8). Sonbahar fitoplanktonunda Bacillariophyta'ya ait 29, Charophyta'ya ait 2, Chlorophyta'ya ait 2, Cyanophyta'ya ait 4 ve Dinophyta'ya ait 1 takson olmak üzere toplam 38 takson kaydedilirken, kış mevsiminde Bacillariophyta'ya ait 22, Charophyta'ya ait 1, Cyanophyta'ya ait 3 ve Dinophyta'ya ait 1 takson olmak üzere toplam 27 takson belirlenmiştir (Tablo 8).

Nazik Gölü'nde kaydedilen takson sayıları bakımından en zengin III. İstasyon (23 takson) en fakir ise I. İstasyon (19 takson) olmuştur. Mevsimsel olarak bakıldığında takson sayısı, en fazla yaz mevsiminde (42 takson), en az kış mevsiminde (27 takson) kaydedilmiştir (Tablo 8).

Çalışma süresince Nazik Gölü'nde Bacillariophyta'ya ait 46, Charophyta'ya ait 3, Chlorophyta'ya ait 2, Cyanophyta'ya ait 5 ve Dinophyta'ya ait 1 olmak üzere toplam 57 takson kaydedilmiştir. Bu gruplara ait alglerden en fazla türle temsil edilen genuslar Bacillariophyta'dan *Cymbella*, *Fragilaria*, *Navicula* ve *Nitzschia* olmuştur. Yurdumuzda gerçekleştirilen pek çok araştırmada da, göl fitoplanktonunda diyatomeelerin hem takson sayısı hem de birey sayıları bakımından en önemli grup oldukları rapor edilmiştir (Obalı vd, 1989, Şen vd., 1994; Kılınç, 1998; Akbulut & Yıldız, 2002; Akköz vd, 1998; Atıcı & Obalı 2002; İşbakan Taş vd. 2002; Karacaoğlu vd, 2004; Maraşlıoğlu vd. 2005; Çelikli & Külköylüoğlu, 2006; Yılmaz, 2007; Yılmaz & Aykulu 2010; Yılmaz & Güleçal 2012). Fitoplanktonda yer alan diyatomeelerin büyük bir kısmı pennaid formlar olurken, sentrik diyatomeeler çok az sayıda türle (*Aulacoseira granulata*, *Cyclotella meneghiniana*, *Hadmannia compta* ve *Stephanodiscus hantzschii*) temsil edilmiştir.

Tablo 7. Nazik Gölü fitoplankton türlerinin III. istasyonda mevsimsel değişimi (birey/mL)

Table 7. Seasonal succession of phytoplankton species at station III (individual/mL)

	İLKBAHAR	YAZ	SONBAHAR	KIŞ
Bacillariophyta				
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	1	-	-	3
<i>Aneumastus tuscula</i> (Ehrenberg) D.G.Mann & A.J.Stickle	-	-	-	2
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> (O.F.Müller) Simonsen	-	-	8	24
<i>Campylodiscus noricus</i> Ehrenberg ex Kützing	2	-	-	-
<i>Craticula ambigua</i> (Ehrenberg) D.G.Mann	-	1	-	-
<i>Ctenophora pulchella</i> (Ralfs ex Kützing) D.M.Williams & Round	-	-	3	3
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	1	5	-	-
<i>Cymatopleura elliptica</i> (Brébisson) W.Smith	-	-	-	8
<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W.Smith	-	1	1	-
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	1	1	5	2
<i>Cymbella cistula</i> (Ehrenberg) O.Kirchner	3	-	-	1
<i>Cymbella cymbiformis</i> C.Agardh	-	-	3	6
<i>Cymbella helvetica</i> Kützing	-	5	2	-
<i>Diatoma vulgare</i> Bory de Saint-Vincent	-	-	8	3
<i>Epithemia sorex</i> Kützing	-	9	7	-
<i>Epithemia turgida</i> (Ehrenberg) Kützing	1	-	6	4
<i>Fragilaria acus</i> (Kützing) Lange-Bertalot	5	-	5	-
<i>Fragilaria brevistriata</i> Grunow	-	9	-	-
<i>Fragilaria capucina</i> subsp. <i>rumpens</i> (Kützing) Lange-Bertalot	-	4	4	-
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	2	-	-	2
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	-	1	2	-
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst	-	1	-	-
<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kützing) Rabenhorst	2	-	-	-
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg)	-	1	-	-
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	5	10	3	-
<i>Navicula digito-radiata</i> (Gregory) Ralfs	-	4	-	1
<i>Navicula reinhardtii</i> (Grunow) Grunow	3	-	5	9
<i>Navicula rhynchocephala</i> Kützing	-	17	-	2
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith	-	1	2	-
<i>Nitzschia rostellata</i> Hustedt	3	7	-	-
<i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) W.Smith	-	-	3	-
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot	-	-	3	1
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) Otto Müller	2	1	2	3
<i>Rhopalodia gibba</i> var. <i>ventricosa</i> (Kützing) H.Peragallo & M.Peragallo	-	3	-	-
<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkovsky	-	3	2	-
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow in Cleve & Grunow	36	-	54	12
<i>Surirella ovalis</i> Brébisson	4	-	-	-
<i>Surirella robusta</i> Ehrenberg	-	-	-	3
<i>Tabularia fasciculata</i> (C.Agardh) D.M.Williams & Round	-	-	2	-
<i>Tryblionella levidensis</i> W.Smith	-	3	-	-
<i>Ulnaria delicatissima</i> var. <i>angustissima</i> (Grunow) M.Aboal & P.C.Silva	-	-	-	12
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compere	1	6	8	7
Charophyta				
<i>Closterium aciculare</i> T.West	2	-	4	-
<i>Cosmarium formosulum</i> Hoff in Nordstedt	-	4	-	-
<i>Staurastrum cingulum</i> (West & G.S.West) G.M.Sithm	-	1	-	-
Chlorophyta				
<i>Microspora tumidula</i> Hazen	1	-	2	-
<i>Scenedesmus arcuatus</i> (Lemmermann) Lemmermann	-	-	2	-
Cyanophyta				
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> Ralfs ex Bornet & Flahault	-	-	15	3
<i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenberg) Kützing	-	64	16	-
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	3	-	5	2
<i>Nostoc caeruleum</i> Lyngbye ex Bornet & Flahault	2	-	4	-
Dinophyta				
<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.Müller) Dujardin	-	-	3	2
<i>H'</i>	2.23	2.34	2.83	2.74
mL'deki birey sayısı	80	162	189	115
Takson Sayısı	20	24	30	23

Tablo 8. Nazik Gölü’nde kaydedilen fitoplankterlerin mevsimlere göre dağılımı

Table 8. Seasonal distribution of phytoplankton species in Lake Nazik

	İLKBAHAR	YAZ	SONBAHAR	KIŞ
Bacillariophyta				
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	+	+	+	+
<i>Aneumastus tuscula</i> (Ehrenberg) D.G.Mann & A.J.Stickle	-	+	-	+
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> (O.F.Müller) Simonsen	+	+	+	+
<i>Campylodiscus noricus</i> Ehrenberg ex Kützing	+	-	-	+
<i>Craticula ambigua</i> (Ehrenberg) D.G.Mann	-	+	+	-
<i>Ctenophora pulchella</i> (Ralfs ex Kützing) D.M.Williams & Round	+	-	+	+
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	+	+	-	-
<i>Cymatopleura elliptica</i> (Brébisson) W.Smith	+	+	-	+
<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W.Smith	-	+	+	-
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	+	+	+	+
<i>Cymbella cistula</i> (Ehrenberg) O.Kirchner	+	-	-	+
<i>Cymbella cymbiformis</i> C.Agardh	-	+	+	+
<i>Cymbella helvetica</i> Kützing	+	+	+	-
<i>Diatoma vulgare</i> Bory de Saint-Vincent	-	-	+	+
<i>Epithemia sorex</i> Kützing	-	+	+	-
<i>Epithemia turgida</i> (Ehrenberg) Kützing	+	-	+	+
<i>Fragilaria acus</i> (Kützing) Lange-Bertalot	+	+	+	-
<i>Fragilaria brevistriata</i> Grunow	+	+	+	-
<i>Fragilaria capucina</i> subsp. <i>rumpens</i> (Kützing) Lange-Bertalot	+	+	+	-
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	+	-	-	+
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	+	+	+	-
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst	+	+	+	-
<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kützing) Rabenhorst	+	-	-	-
<i>Handmannia comta</i> (Ehrenberg) Kociolek & Khursevich	-	+	-	-
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg)	+	+	-	-
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	+	+	+	-
<i>Navicula digito-radiata</i> (Gregory) Ralfs	-	+	-	+
<i>Navicula reinhardtii</i> (Grunow) Grunow	+	+	+	+
<i>Navicula rhynchocephala</i> Kützing	-	+	-	+
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith	+	+	+	-
<i>Nitzschia rostellata</i> Hustedt	+	+	-	-
<i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) W.Smith	+	+	+	-
<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) W.Smith	-	+	+	-
<i>Pinnularia mesolepta</i> (Ehrenberg) W.Smith	-	-	-	+
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot	-	-	+	+
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) Otto Müller	+	+	+	+
<i>Rhopalodia gibba</i> var. <i>ventricosa</i> (Kützing) H.Peragallo & M.Peragallo	-	+	-	-
<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkovsky	-	+	+	-
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow in Cleve & Grunow	+	+	+	+
<i>Surirella ovalis</i> Brébisson	+	+	+	-
<i>Surirella robusta</i> Ehrenberg	-	+	-	+
<i>Tabularia fasciculata</i> (C.Agardh) D.M.Williams & Round	+	-	+	-
<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) Frenguelli	-	+	-	-
<i>Tryblionella levidensis</i> W.Smith	-	+	-	-
<i>Ulnaria delicatissima</i> var. <i>angustissima</i> (Grunow) M.Aboal & P.C.Silva	+	-	+	+
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère	+	+	+	+
Charophyta				
<i>Closterium aciculare</i> T.West	+	-	+	+
<i>Cosmarium formosulum</i> Hoff in Nordstedt	-	+	-	-
<i>Staurastrum cingulum</i> (West & G.S.West) G.M.Sithm	-	+	+	-
Chlorophyta				
<i>Microspora tumidula</i> Hazen	+	-	+	-
<i>Scenedesmus arcuatus</i> (Lemmermann) Lemmermann	-	+	+	-
Cyanophyta				
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> Ralfs ex Bornet & Flahault	+	+	+	+
<i>Lyngbya patealis</i> C. Sheaths	-	-	-	+
<i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenberg) Kützing	-	+	+	-
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	+	+	+	+
<i>Nostoc caeruleum</i> Lyngbye ex Bornet & Flahault	+	+	+	-
Dinophyta				
<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.Müller) Dujardin	+	-	+	+
Takson Sayısı	35	42	38	27

Bacillariophyta'dan *Cymbella affinis*, *Stephanodiscus hantzschii*, *Ulnaria ulna*, Cyanophyta'dan *Microcystis aeruginosa*, *Aphanizomenon flos-aquae* ortaya sıklığı bakımından diğer bütün alglerden çok daha önemli olmuştur. Bu alglerin araştırma boyunca alınan bütün örneklerde kaydedilmiş olması, bu alglerin mevsimlere bağlı olarak Nazik Gölü'nde değişen fiziksel ve kimyasal şartlara karşı sergiledikleri yüksek toleransa dikkat çekmektedir. Özellikle *Stephanodiscus hantzschii* her üç istasyonda da ortaya çıkış sıklığının yanısıra birey sayıları bakımından da fitoplanktonun en önemli üyesi olmuştur. Küçük bir sentrik diyatome olan, *Stephanodiscus hantzschii* dünyadaki pek çok akarsu ve rezervuarlarda iyi çoğalmalar gösterdiği rapor edilmiştir. (Kilham vd, 1986; Kobanova & Genkal 1989; Leita 1995; Jung vd, 2003). *S. hantzschii*'nin Nazik Gölü'nde olduğu gibi, Kore'de Han ve Nakdong nehirlerinde de her yıl bloom oluşturması bu diyatomenin iyi çoğalma özelliğine dikkat çekmektedir (Cho vd, 1998; Hong vd, 2002).

Microcystis aeruginosa ve *Aphanizomenon flos-aquae* ortaya çıkış sıklığı bakımından önemli algler olmalarına rağmen fitoplanktondaki birey sayıları bakımından hiçbir mevsimde ve istasyonda fazla çoğalamamışlardır.

İstasyonlardaki fitoplankton biyomaslarının birbirine yakın olması dikkat çekmiştir. Nazik Gölü'nde örnekleme yapılan istasyonlarda yıl boyunca belirlenen fiziksel ve kimyasal şartların birbirine benzemesi, bu istasyonlardaki fitoplankton biyomaslarının birbirine yakın olması (Klorofil *a* 1.82-2.10 µg/L) üzerinde etkili olmuş görünmektedir. Gerçekten istasyonlarda belirlenen elektriksel iletkenlik değerleri 250-265 µS/cm; yüzey su sıcaklığı 16.4-17.2 °C; pH 9.2-9.4; sülfat 9.9 -10.7mg/L; nitrat 1.09-1.42mg/L; toplam azot 2.25-2.66 mg/L; toplam fosfor 0.26-0.29 mg/L gibi çok dar aralıklarda değişim göstermiştir.

Nazik Gölü, yüksek alkali su ve oligtrof bir göl özelliğine sahip olduğundan araştırmanın bulgularının benzer özelliklere sahip Hazar Gölü fitoplanktonuyla karşılaştırılmasının yararlı olacağını düşünülmüştür. Her iki gölün fitoplankton topluluğu arasında önemli benzerlikler göze çarpmaktadır.

Hazar Gölünde yapılan ilk çalışmada Şen (1988), littoral bölge planktonik ve epilimnetik alglerini incelemiştir. Çalışma süresince tespit edilen alg türleri, birkaç mavi-yeşil alg türü hariç genellikle

diyatomelerden ibaret olmuştur. Bu özellikler Hazar Gölü fitoplanktonu ile Nazik Gölü fitoplanktonu arasındaki benzerliği ortaya koymaktadır. Şen çalışmasında *Cyclotella meneghiniana*, *Cymbella helvetica*, *C. ventricosa* ve *Gomphonema olivaceum*'u en yoğun populasyonlara sahip diyatomeler olarak kaydedmiştir. Hazar Gölünün Sivrice İlçesi tarafındaki koyun temiz ve kirli kesimindeki fitoplankton ve bentik alg florasını araştıran Yıldırım (1995), fitoplanktona ait 31 takson tespit etmiştir. Çalışmasında diyatome gelişmeleri ile su sıcaklığı ve silisyumun etkili olduğunu belirten Yıldırım (1995), özellikle fitoplanktonda *Gomphonema olivaceum*, *Cymbella helvetica*, *C. ventricosa* ve *Navicula cryptocephala* türlerinin en dikkat çekici türler olduğunu belirlemiştir. Bu türlerin dışında *Cocconeis placentula*, *Cyclotella meneghiniana*, *Cymbella affinis*, *C. cuspidata*, *Epithemia turgida*, *Hantzschia amphioxys*, *Navicula gracilis*, *N. reinhardtii*, *Nitzschia linearis*, *N. palea*, *N. sigma*, *N. sigmaidea*, *Rhopalodia gibba* ve *Ulnaria ulna* türlerini yoğun olarak tespit etmiştir. Bu diyatomeler daha düşük birey sayılarıyla da olsa Nazik Gölü fitoplanktonunda da tespit edilmişlerdir. Şen vd. (1995)'nin Hazar Gölü alglerinin trofik düzeyi ile ilgili yaptıkları çalışmada *Cymbella*, *Epithemia*, *Fragilaria*, *Gomphonema* ve *Navicula*'ya ait türlerin gölün trofik düzeyinin belirlenmesinde önemli diyatomeler olduklarını tespit ettikleri bulgu çalışmamızın bulgularını desteklemektedir.

Alp (2002), Hazar gölü'nün DSİ eğitim tesisleri ile Gezin Beldesi arasında kalan kısmın kıyı (littoral) alglerini incelediği çalışmasında *Cymbella*, *Epithemia*, *Gomphonema* ve *Navicula* türlerine ait bireylerin araştırılan bölgede bol ve yaygın olarak ortaya çıktığını belirlemiştir. Hazar Gölü'nün Sivrice İlçesi ile Behrimaz Çayı arasında kalan kısmının littoral alglerini inceleyen Sönmez & Şen (2011) tespit ettikleri 94 taksonun büyük çoğunluğunun diyatomelerden oluştuğunu ve en iyi diyatome gelişmelerinin yaz aylarında gözlemlendiğini belirtmişlerdir. Çalışmalarında *Cocconeis placentula* var. *lineata*, *Cyclotella meneghiniana*, *Cymbella affinis*, *C. cymbiformis*, *C. parva*, *Epithemia argus*, *E. sorex*, *Fragilaria brevistriata*, *Gomphonema constrictum* var. *capitata*, *Navicula lanceolata*, *N. reinhardtii*, *N. tuscula*, *N. viridula* var. *rostellata*, *Rhoicosphenia abbreviata* ve *Rhopalodia gibba* türlerinin sürekli hem fitoplankton hem de epilimnetik ve epipsammik örneklerde kaydetmeleri Hazar Gölü fitoplankton kompozisyonuyla Nazik Gölü fitoplanktonu arasındaki benzerlikleri desteklemektedir.

Koçer & Şen (2012, 2014), çalışmalarında Hazar Gölü açık bölgesinde su kalitesi ve fitoplankton dağılımını incelemiş ve diğer çalışmalarda da olduğu gibi fitoplankton üyelerinin çoğunluğunun diyatomelerden oluştuğunu (50 takson) rapor etmişlerdir. Diyatomelerden *Cocconeis placentula*, *Cyclotella meneghiniana*, *Cymbella affinis*, *C. cymbiformis*, *Epithemia turgida*, *Ulnaria ulna*, *F. ulna var. acus*, *Gomphonema clavatum* ve *G. olivaceum* türlerini araştırma süresince sürekli kaydetmişlerdir. Koçer & Şen (2012, 2014)'in, önemli olarak kaydettikleri *Cocconeis placentula*, *Cocconeis placentula var. lineata*, *Cyclotella meneghiniana*, *Cymbella affinis*, *C. cymbiformis*, *C. helvetica*, *C. leptoceros*, *Epithemia turgida*, *Fragilaria capucina var. rumpens*, *Gomphonema clavatum*, *Gomphonema olivaceum* ve *Rhopalodia gibba* Nazik Gölü fitoplanktonunda da yer almış ve önemli olmuşlardır. Buna karşılık, Nazik Gölü fitoplanktonunda *Aulacoseira granulata var. angustissima* ve *Stephanodiscus hantzschii* tüm istasyonlarda ve mevsimlerde diğer alglerle oranla çok daha yüksek nispi yoğunluklarla kaydedilmiş ve ortaya çıkış sıklıkları diğer fitoplankton üyelerine oranla daha yüksek olmuştur. Bu husus her iki göl fitoplanktonundaki ender farklılıklardan biri olarak değerlendirilmiştir.

Sönmez & Şen (2011), Hazar Gölü littoral bölgesi epilitik diyatomelerinin gelişmeleri ile ilgili çalışmalarında 67 takson tespit etmişlerdir. Diyatomelerin en çok *Cymbella*, *Epithemia*, *Gomphonema* ve *Navicula* cinslerine ait türlerden oluştuğunu ve *Gomphonema truncatum*, *Navicula reinhardtii*, *N. trivialis* ve *Rhoicosphenia abbreviata* türlerinin çalışma süresince en yüksek birey sayılarıyla kaydedildiğini belirtmişlerdir. Nazik Gölü fitoplanktonunda sürekli kaydedilen *Epithemia turgida*, *E. sorex*, *Gomphonema truncatum* ve *Rhopalodia gibba* Sönmez & Şen (2011)'in çalışmalarında kaydedilen türler arasında yer almıştır.

Göllerdeki fitoplanktonun gelişmesinde fiziksel ve kimyasal faktörlerin, özellikle ışık, sıcaklık, azot ve fosforun önemli olduğu vurgulanmaktadır (Lund, 1965; Hutchinson, 1967; Odum, 1971; Round, 1984; Moss, 1998; Reynolds, 1984; Wetzel, 2001). Ayrıca göllerde en iyi gelişme gösteren diyatomelerin *Cymbella*, *Epithemia*, *Fragilaria*, *Gomphonema* ve *Navicula* cislerine ait türler

olduğu bildirilmiştir (Reynolds, 1984). Bu bulgular Nazik Gölü fitoplanktonu için de geçerli olmuştur.

Sonuç

Bu çalışmada elde edilen fizikokimyasal parametrelere ait bulgular Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nde belirtilen kıta içi yerüstü su kaynaklarının sınıflandırılmasına göre değerlendirildiğinde, genel olarak Nazik Gölü sularının I. sınıf yani yüksek kaliteli su sınıfında yer aldığı görülmektedir (Anonim, 2012). Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nde I. sınıfa dahil olan suların dezenfeksiyon ile içme suyu yanında rekreasyonel amaçlar, alabalık ve diğer hayvan üretimleri, çiftlik ihtiyacı ve başka amaçlar için kullanılmasının uygun olduğu bildirilmektedir. Dolayısıyla Nazik Gölü'nün su kalite özelliğinin korunması önemlidir. Bu çalışma genel olarak iyi bir su kalitesine sahip olan Nazik Gölü'nün, tatlı su ekosistemlerinin korunması, akılcı kullanılması ve sürdürülebilir gelişmenin sağlanabilmesi, özellikle azot ve fosfor yükünün azaltılması ve göle giren kirleticilerin miktar ve niteliğinin kontrol edilebilmesi için önleyici tedbirlerin alınması gerekliliğini ortaya koymuştur.

Nazik Gölü fitoplanktonu tür kompozisyonu bakımından değerlendirildiğinde çoğunlukla diyatomelerden oluştuğu belirlenmiştir. Diyatomeler takson zenginliklerinin yanısıra birey sayıları bakımından da en önemli fitoplankterler olmuşlardır. Diğer alg grupları (mavi-yeşil algler, yeşil algler ve dinoflagellatlar) hem takson sayısı hem de birey sayıları bakımından diyatomelerle rekabet edememişlerdir. Nazik Gölü fitoplankton biyomasının oldukça düşük olduğu belirlenmiştir. Bunun başlıca nedeni alglerin çoğalması için gerekli olan nutrientlerin miktarlarını düşük olmasıdır.

Teşekkür

Bu çalışma, TAGEM/HAYSÜD/A11/P-02/2 numarası ve "Nazik Gölü Su Kalitesi ve Zooplankton ve Fitoplankton Dağılımı" başlığıyla desteklenen projenin çıktıları arasında yer aldığından projeyi destekleyen TAGEM'e teşekkür ederim. Makalemi tekrar gözden geçirip yaptığı katkılardan dolayı Prof. Dr. Bülent ŞEN'e de ayrıca teşekkür ederim.

References

- Anonim (2012). Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği 30 Kasım 2012 tarih 28483 sayılı Resmi Gazete, Ankara.
- APHA (1995). *Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 19th edition. America Public Health Association, Washington, DC. 1075 pp.
- Akbulut, A. & Yıldız, K. (2002). The planktonic diatoms of Lake Çıldır (Ardahan-Turkey). *Turkish Journal of Botany*, 26, 55-75.
- Akköz, C., Demiryürek, E. & Küçüködük, M. (1998). Beşgöz Gölünün (Sarayönü, Konya) alg florası. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Dergisi*, 15, 32-40.
- Atıcı, T. & Obalı, O. (2002). Yedigöller ve Abant Gölü (Bolu) fitoplanktonunun mevsimsel değişimi ve klorofil-a değerlerinin karşılaştırılması. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 19(3-4), 381-389.
- Alp, M.T. (2002). Hazar gölü'nün DSİ eğitim tesisleri ile Gezin Beldesi arasında kalan kısmın kıyı (littoral) algleri ve mevsimsel değişimleri. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi. 130 s. Elazığ.
- Cho, K.J., Shim, J.K., Kwak, S.K. and Lee, O.H. (1998) Diatom genus *Stephanodiscus* as eutrophication indicator for water quality assessment. *Korean Journal of Environmental Biology*, 31, 204-210.
- Çelekli, A. & Köylüoğlu, O. (2006). Net planktonic diatom (Bacillariophyceae) composition of Lake Abant (Bolu). *Turkish Journal of Botany*, 30, 331-347.
- Elmacı, A. & Obalı, O. (1998). The algal flora of the littoral region in Lake Akşehir. *Turkish Journal of Biology*, 22, 81-98.
- Guiry, M.D. & Guiry, G.M. (2017). AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org/search/species/detail> (Ziyaret 1 Mart 2017).
- Hong, S.-S., Bang, S.-W., Kim, Y.-O. and Han, M.-S. (2002). Effects of Rainfall on the Hydrological Conditions and Phytoplankton Community Structure in the Riverine Zone of the Pal'tang Reservoir, Korea. *Journal of Freshwater Ecology*, 17, 507-520.
- Hutchinson, G.E. (1967). *A Treatise on Limnology. I. Introduction to lake Biology and Limnoplankton*. Vol. 2, John Wiley and Sons, New York, pp: 1115.
- ISO (1986). *Water Quality. Determination of Nitrate, Part 1: 2, 6-Dimethylphenol Spectrometric Method*, International Organization for Standardization, ISO 7890-1, Geneva.
- İşbakan Taş, B., Gönüloğlu, A. & Taş, E. (2002). Study on the seasonal variation of the phytoplankton of Lake Cernek (Samsun-Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2, 121-128.
- John, D.M., Whitton, B.A. & Brook, A.J. (2003). *The Freshwater Algal Flora of the British Isles, An identification guide to freshwater and terrestrial algae*. Cambridge University Press, 702 p. Cambridge UK. ISBN 0 521 77051 3
- Jung, S.W., Lee, J.H. & Yoo, J.S. (2003). Environmental studies of the lower part of the Han River V: blooming characteristics of phytoplankton communities. *Algae* 18, 255-262.
- Karacaoğlu, D., Dere, Ş. & Dalkıran, N. (2004). A taxonomic study on the phytoplankton of Lake Uluabat (Bursa). *Turkish Journal of Botany*, 28, 473-485.
- Kılınç, S. (1998). A study in the seasonal variation of phytoplankton in Hafik Lake (Sivas, Turkey). *Turkish Journal of Botany*, 22, 35-41.
- Kilham, P., Kilham, S. & Hecky, R.E. (1986) Hypothesized resource relationships among African planktonic diatoms. *Limnology and Oceanography*, 31, 1169-1181.
- Koçer, M.A.T. & Şen, B. (2012). The seasonal succession of diatoms in phytoplankton of a soda lake (Lake Hazar, Turkey). *Turkish Journal of Botany*, 36(6), 738-746.
- Koçer, M.A.T. & Şen, B. (2014). Some factors affecting the abundance of phytoplankton in an unproductive alkaline lake (Lake Hazar, Turkey). *Turkish Journal of Botany*, 38, 1-10.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1986). *Bacillariophyceae. I. Teil: Naviculaceae*. in Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds) Süßwasser flora von Mitteleuropa, Band 2/1. Gustav Fischer Verlag: Stuttgart, New York. 876 pp.

- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1988). *Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae.* in Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds) Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/2. VEB Gustav Fischer Verlag: Jena. 596 pp.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1991a). *Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae.* in Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds) Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/3. Gustav Fischer Verlag: Stuttgart, Jena. 576 pp.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1991b). *Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnantheaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema, Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1-4.* in Ettl, H., Gärtner, G., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds) Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/4. Gustav Fischer Verlag: Stuttgart, Jena. 437 pp.
- Kobanova, G.I. & Genkal, S.I. (1989) Representatives of the genus *Stephanodiscus* Grun. (Bacillariophyta) in the Angara River reservoirs and their ecological features. *Biol Vnutr Vod* 81, 29-32.
- Leitao, M. (1995) Eutrophication du Loir et son incidence sur l'usine d'eau potable de la Fleche (Sarthe). *Techniques Sciences Méthodes*, 1, 31-37.
- Lorenzen, C.J. (1967). Determination of chlorophyll and pheo-pigments: spectrophotometric equations. *Limnology and Oceanography*, 12, 343-346.
- Lund, J.W.G. (1965). *The Ecology of Freshwater Phytoplankton. Biological Reviews*, 40, 231-293.
- Maraşlıoğlu, F., Soylu E.N. & Gönülol, A. (2005). Seasonal variation of the phytoplankton of Lake Ladik Samsun, Turkey. *Journal of Freshwater Ecology*, 20(3), 549-553.
- Margalef, R. (1968). *Perspective in Ecological Theory.* Uni. of Chicago. Press. pp112.
- Moss, B. (2009). *Ecology of Freshwaters, Man and Medium, Past to Future.* Wiley-Blackwell, 3rd Edition, Oxford, UK, 572 p. ISBN: 978-1-4443-1342-0
- Obalı, O., Gönülol, A. & Dere, Ş. (1989). Mogan Gölü Kıyı Bölgesi Alg Florası. *Ondokuzmayıs Üniversitesi Fen Dergisi*, 1(3), 33-53.
- Odum, E.P. (1971). *Fundamentals of Ecology.* 3rd. Edn. W.B.Saunders Company, Philadelphia, pp: 574. ISBN-13:978-0534420666 ISBN-10:0534420664
- OECD (1982). *Eutrophication of waters. Monitoring, assessment and control.* OECD Cooperative programme on monitoring of inland waters (Eutrophication control). *Environment Directorate*, OECD, Paris, 154p.
- Pielou, E.C. (1969). *An introduction to Mathematical Ecology.* John Wiley and Sons, New York.
- Reynolds, C.S. (1984). *The Ecology of Freshwater Phytoplankton.* Cambridge University Press, Cambridge, 384p.
- Round, F.E. (1953). An investigation of two Bentic Algal Communities in Malharm Tarn, Yorkshire, *Journal of Ecology*, 41, 97-174.
- Round, F.E. (1984). *The Ecology of Algae,* Cambridge University press, 664 p., USA.
- Shannon, C.E. & Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication.* Univ. Of Illinois Press, Urbana 177 pp.
- Sorensen, T. (1948). "A method of establishing groups of equal amplitude in plant society based similarity of species content." *Kongelige Danske Videnskabernes Selskab*, 5, 1-34.
- Sonmez, F. & Şen, B. (2011). Seasonality and Distribution of Epilithic Diatoms in an Alkaline Lake (Lake Hazar, Elazığ, Turkey). *Fresenius Environmental Bulletin*, 20(6), 1458-1464.
- Şen, B. (1988). Hazar Gölü (Elazığ) alg florası ve mevsimsel değişimi üzerine gözlemler. Kısım I. Litoral Bölge. *IX. Ulusal Biyoloji Kongresi* 3, 289-298, Sivas.
- Şen, B., Yıldız, K., Akbulut, A. & Atıcı, T. (1994). Karamuk Gölü planktonundaki Bacillariophyta üyeleri ve su kalitesinin değerlendirilmesi. *XII. Ulusal Biyoloji Kongresi Bildiriler Kitabı*, 166-172.
- Şen, B., Topkaya, B. & Nacar, V. (1995). Hazar Gölü algleri ve trofik düzeyi. *I. Hazar Gölü ve Çevresi Sempozyumu*, 149-152, Elazığ.

- Wetzel, R.G. (2001). *Limnology: Lake and River Systems*. 3rd. Edn. Academic Press, San Diego, USA. ISBN-13:978-0-12-744760-5 ISBN-10:0-12-744760-1
- Wetzel, R.G. & Likens G.E. (1991). *Limnological analyses*. Second Edition, Springer-Verlag, New York, pp:391. <https://doi.org/10.1007/978-1-4757-4098-1>
- WFD (2000). EU *Water Framework Directive* (WFD) 2000/60/EC, 23.10.2000.
- Yıldırım, V. (1995). Hazar Gölü (Gölcük) Sivrice İlçesi tarafındaki koyun temiz ve kirli kesimlerdeki fitoplankton ve bentik alg florasının araştırılması. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi 110 s., Elazığ.
- Yılmaz N (2007). A taxonomic study on the phytoplanktonic algal flora on the littoral region in the west part of Lake Sapanca. *Istanbul University Journal of Fisheries*, 23, 47–57.
- Yılmaz, N. & Aykulu, G. (2010). The Seasonal variation of the phytoplankton density on the surface water of Sapanca Lake, Turkey. *Pakistan Journal of Botany*, 42(2), 1213-1224.
- Yılmaz, N. & Güleçal, Y. (2012). Phytoplankton community of Terkos Lake and its influent streams, Istanbul, Turkey. *Pakistan Journal of Botany*, 44(3), 1135-1140.
- URL-1, 2017. <https://www.google.com.tr/maps/place/Nazik> (Ziyaret 1 Mart 2017).
- URL-2,2017. <http://mevzuat.basbakanlik.gov.tr> (Ziyaret 1 Mart 2017).