

Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences

www.egejfas.org

ISSN 1300 - 1590

EgeJFAS

Su Ürünleri Dergisi

Volume 31 Number 3

2014



Ege University Faculty of Fisheries



Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences

Scope of the Journal

Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences (EgeJFAS) is an open access, international, peer-reviewed journal publishing original research articles, short communications, technical notes, reports and reviews in all aspects of fisheries and aquatic sciences including biology, ecology, biogeography, inland, marine and crustacean aquaculture, fish nutrition, disease and treatment, capture fisheries, fishing technology, management and economics, seafood processing, chemistry, microbiology, algal biotechnology, protection of organisms living in marine, brackish and freshwater habitats, pollution studies.

Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences (EgeJFAS) is published quarterly by Ege University Faculty of Fisheries since 1984.

Submission of Manuscripts

Please read these instructions carefully and follow them strictly to ensure that the review and publication of your paper is as efficient and quick as possible. The Editors reserve the right to return manuscripts that are not in accordance with these instructions. All manuscripts will be peer-reviewed by at least two referees.

Submission of manuscripts to this journal should be presented in electronic form via online submission system at <http://www.egefjas.org>. If your submission is not successful via online system, you can send the file via e-mail. The correspondence regarding editorial matters should be sent to editor@egefjas.org.

Please prepare your manuscript according to the instructions below. Work submitted for publication must be previously unpublished, not under consideration for publication elsewhere and, if accepted, it should not then be published elsewhere.

Preparation of Manuscripts

Papers must be clearly written in Turkish or English. Manuscripts should be typed double spaced on A4 size paper in 12-point Times New Roman font including the references, table headings and figure captions with standard margins (25 mm) all around. The author's name should appear centred under the title. Numbered (*) note should give the author's institutional address and an asterisked (*) note should indicate the correspondence author's e-mail address. Degrees and qualifications should not be included.

Please prepare your typescript text using a word-processing package (save in .doc or .docx).

The complete manuscript should be in a single file containing full text, references, figures and tables. Figures and tables should be at the end of the manuscript file and the locations should be indicated in the text.

- Research papers and reviews must not exceed 25 manuscript pages including tables and figures.
- Short communications, technical notes and reports which are results of brief but significant work, must not exceed 10 manuscript pages including tables and figures.

Title page

The title must be short and concise. The first name and surname of each author should be followed by department, institution, city with postcode, and country. The e-mail address of the corresponding author should also be provided. It is editorial policy to list only one author for correspondence.

It is important that authors ensure the following: (i) all names have the correct spelling and are in the correct order (first name and family name). Occasionally, the distinction between surnames and forenames can be ambiguous, and this is to ensure that the authors' full surnames and forenames are tagged correctly, for accurate indexing online.

Abstract

English and Turkish abstracts (contributors who are not native Turkish speakers may submit their manuscripts with an English abstract only) of maximum of 300 words should be included in all submissions. The Abstract should be comprehensible to readers before they have read the paper, and reference citations must be avoided. It is essential that the Abstract clearly states the legal importance of the work described in the paper. A list of keywords (maximum six) must be proposed.

Following pages

These should content the rest of the paper and should be organized into an Introduction, Material and methods, Results, Discussion, Acknowledgements and References. Short communication and technical notes both should follow the same layout, without the abstract. In writing of systematic papers, the International Codes of Zoological and Botanical Nomenclature must be strictly followed. The first mention in the text of any taxon must be followed by its authority including the year. The names of genera and species should be given in *italics*.

Acknowledgements

Acknowledgements should be kept brief and placed before the reference section.

References

Full references should be provided in accordance with the style of *EgeJFAS*.

The in-text citation to the references should be formatted as name(s) of the author(s) and the year of publication: (Kocataş, 1978 or Geldiay and Ergen, 1972-in Turkish article 'Geldiay ve Ergen, 1972). For citations with more than two authors, only the first author's name should be given, followed by "et al." –in Turkish article 'vd.'- and the date. If the cited reference is the subject of a sentence, only the date should be given in parentheses, i.e., Kocataş (1978), Geldiay et al. (1971). References should be listed alphabetically at the end of the text, and journal names should be written in full and in italics.

The citation of journals, books, multi-author books and articles published online should conform to the following examples:

Journal Articles

Öztürk, B., 2010. Scaphopod species (Mollusca) of the Turkish Levantine and Aegean seas. *Turkish Journal of Zoology*, 35(2):199-211.

doi:10.3906/zoo-0904-23

Gürkan, Ş., Taşkavak, E., 2011. Seasonal condition factors of Syngnathid species from Aegean Sea coasts (*in Turkish with English abstract*). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 28(1):21-24.

Books

Parsons, T.R, Matia, Y., Lalli, C.M., 1984. *A manual of chemical and biological methods for seawater analysis*. Pergamon Press, New York.

Chapter in Books

Gollasch, S., 2007. Is ballast water a major dispersal mechanism for marine organisms? In: *Biological Invasions*, W. Nentwig (Ed.), Springer, Berlin, pp 29-57.

Proceedings

Soultos, N., Lossifidou, E., Lazou, T., Sergedilis, D., 2010. Prevalence and antibiotic susceptibility of Listeria monocytogenes isolated from RTE seafoods in Thessaloniki (Northern Greece). In: *West European Fish Technologists Association Annual Meeting 2010*, İzmir, Proceedings Book, Ş. Çaklı, U. Çelik, C. Altinelataman (Eds.), pp 94-98.

Online Articles

Andrews, T., 2010. What vitamins are found in fish? <<http://www.livestrong.com/article/292999-what-vitamins-are-found-in-fish>> (27.11.2012).

Tables and Figures

All illustrations, except tables, should be labeled 'Figure' and numbered in consecutive Arabic numbers, and referred to as Table 1, Figure 1....in the text, unless there is only one table or one figure. Each table and figure, with a concise heading or with a descriptive statement written in English and Turkish-(only contributors who are native Turkish speakers) should be given at the end of the manuscript. Tables need not to exceed 175 x 227 mm. Figures, which are recommended for electronic formats such as JPEG, TIFF (min. 300 dpi) should be also arranged in available dimensions. When it is necessary, the original copies of the figures will be asked from author(s) as separate files, after the reviewing process being concluded.

Copyright and License

Upon receipt of accepted manuscripts at *EgeJFAS*, authors will be invited to complete a copyright license to publish form.

Please note that by submitting an article for publication you confirm that you are the corresponding/submitting author and that *EgeJFAS* may retain your email address for the purpose of communicating with you about the article. If your article is accepted for publication, *EgeJFAS* will contact you using the email address you have used in the registration process.

Proof Sheets and Offprints

Page proofs will be sent to the corresponding authors. These should be checked immediately and corrections, as well as answers to any queries, returned to the Editorial Office via e-mail within 3 working days (further details are supplied with the proof). It is the author's responsibility to check proofs thoroughly. No changes or additions to the edited manuscript will be allowed at this stage. The journal provides free access to the papers.

Page Charges and Reprints

No page charges are collected. Corresponding authors will receive one hardcopy of the journal. All authors/readers have free access to all papers.

Indexes

EgeJFAS is indexed in TUBITAK ULAKBIM TR Dizin, THOMSON REUTERS (Zoological Records), ASFA, CABI, GOOGLE SCHOLAR.

Corresponding Address

Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences
Ege University Faculty of Fisheries
35100 Bornova-İzmir, Turkey
Phone: +90 232 311 3838
Fax: +90 232 388 3685
E-mail: editor@egefjas.org

ISSN

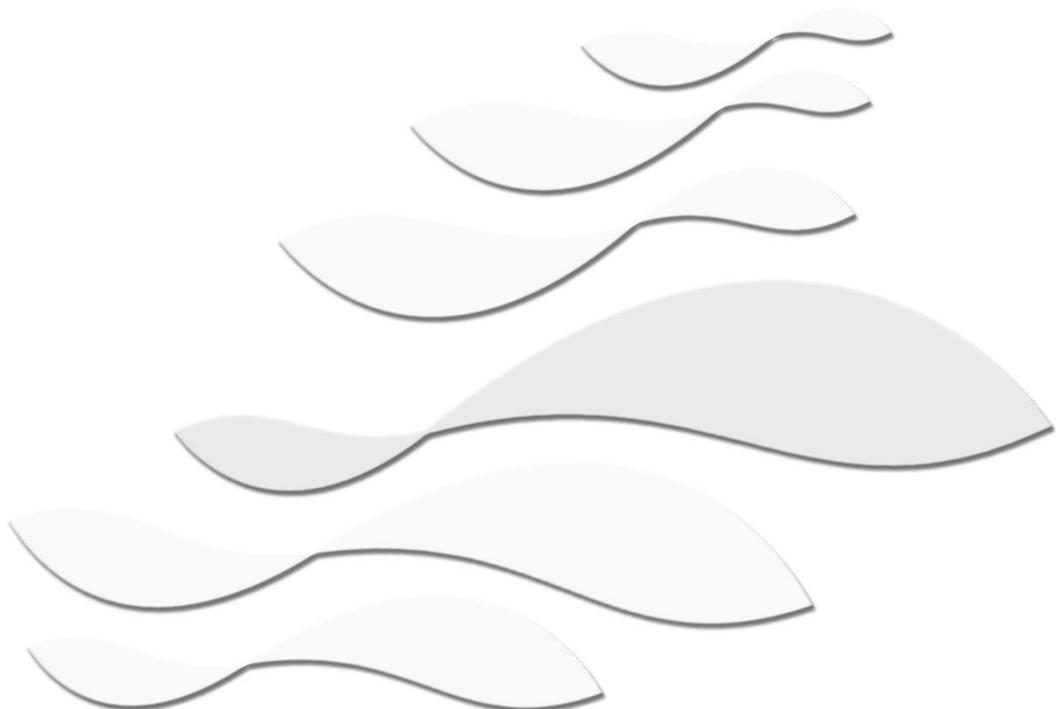
1300-1590 (Print)
2148-3140 (Online)

Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences

Volume 31 Number 3

ISSN 1300 - 1590

EgeJFAS
www.egejfas.org



Published by

Ege University Faculty of Fisheries, Izmir, Turkey



Su Ürünleri Dergisi
Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences

Sahibi Director

Ertan TAŞKAVAK **Dekan Dean**
Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Ege University Faculty of Fisheries

Yazı İşleri Müdürü Editor-in-Chief

Ufuk ÇELİK

Yazı İşleri Müdür Yardımcıları Co-Editors-in-Chief

Gürel TÜRKMEN Hasan M. SARI

Yardımcı Editörler Associate Editors

Okan AKYOL	Osman ÖZDEN
Bilal ÖZTÜRK	Haşmet ÇAĞIRGAN
Tufan KORAY	Zafer TOSUNOĞLU
Vahdet ÜNAL	

Yayın Kurulu

Meriç ALBAY İstanbul University, Turkey
M.Lütfi AVSEVER İzmir Vet. Cont. Inst., Turkey
Serap BİRİNCİOĞLU Adnan Menderes University, Turkey
Javier BORDERÍAS ICTAN-CSIC, Spain
Kurt BUCHMANN Universityof Copenhagen, Denmark
İbrahim CENGİZLER Çukurova University, Turkey
Semra CİRİK Ege University, Turkey
Şükran ÇAKLI Ege University, Turkey
Melih Ertan ÇINAR Ege University, Turkey
Yılmaz ÇİFTÇİ Ordu University, Turkey
M.Cengiz DEVAL Akdeniz University, Turkey
Mark DIMECH FAO Fish. Aqua. Dept., Greece
Özdemir EGEMEN Ege University, Turkey
Bella GALIL Nat. Inst. Ocean., Israel
Ercüment GENÇ Ankara University, Turkey
Ana GORDOA CEAB-CSIC, Spain
Mustafa ÜNLÜSAYIN Akdeniz University, Turkey
Arif GÖNÜLOL Ondokuz MayısUniversity, Turkey
Gertrud HAIDVOGL Uni. Nat. Res. Life Sci., Austria
Chiaki IMADA TokyoUni. Marine Sci. Tech., Japan
F.Saadet KARAKULAK İstanbul University, Turkey
Süphan KARAYTUĞ Mersin University, Turkey
Tuncer KATAĞAN Ege University, Turkey

Editorial Board

Murat KAYA Ege University, Turkey
Nilgün KAZANCI Hacettepe University, Turkey
Ferah KOÇAK Dokuz Eylül University, Turkey
Metin KUMLU Çukurova University, Turkey
Okan KÜLKÖYLÜOĞLU Abant İzzet Baysal University, Turkey
Marcelo de Castro LEAL University of Lavras, Brazil
Aynur LÖK Ege University, Turkey
K.Karal MARX Fisheries College and Research Institute, India
Jörg OEHLENSCHLÄGER Seafood Consultant, Germany
Hüseyin ÖZBİLGİN Mersin University, Turkey
Müfit ÖZULÜĞ İstanbul University, Turkey
Giuliana PARISI University of Florence, Italy
Şahin SAKA Ege University, Turkey
Hülya SAYGI Ege University, Turkey
Radu SUCIU Danube Delta National Institute, Romania
Cüneyt SÜZER Ege University, Turkey
Tamás SZABÓ Szent István University, Hungary
William W. TAYLOR Michigan State University, USA
Mümtaz TIRAŞIN Dokuz Eylül University, Turkey
Adnan TOKAÇ Ege University, Turkey
Sühendan Mol TOKAY İstanbul University, Turkey
M. Ruşen USTAOĞLU Ege University, Turkey
Hijran YAVUZCAN Ankara University, Turkey
Argyro ZENETOS Hellenic Centre for Marine Research, Greece

Yayın Ofisi

Levent YURGA

Editorial Office

Halise KUŞÇU

Tarandığı indeksler Indexed by TUBITAK-ULAKBIM TR Dizin, THOMSON REUTERS (Zoological Records), ASFA, CABI

Su Ürünleri Dergisi yılda dört sayı olarak yayınlanır. Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences is published in four issues annually.

T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Sertifika No: 18679
Ministry of Culture and Tourism Sertificate No: 18679

Basım Printing

Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir. Ege University Press, Bornova, İzmir.

Basım Tarihi Printing Date

2015

İletişim Contact

Ege Uni. Su Ürünleri Fakültesi, 35100, Bornova, İzmir. Ege Uni. Faculty of Fisheries, 35100, Bornova, Izmir, Turkey
Tel: +90 232 311 3838 Fax: +90 232 388 3685 <http://www.egefjas.org> info@egefjas.org

Length-weight relationship of cartilaginous fish species from Central Aegean Sea (İzmir Bay and Sığacık Bay)

Orta Ege Denizi'ndeki (İzmir Körfezi ve Sığacık Körfezi) kıkırdaklı balıkların boy-ağırlık ilişkisi

Elizabeth Grace Tunka Eronat* • Okan Özaydın

Ege University, Faculty of Fisheries, 35100, Bornova-İzmir, Turkey

*Corresponding author: tunkaeronat@hotmail.com

How to cite this paper:

Eronat, E.G.T., Özaydın, O., 2014. Length-weight relationship of cartilaginous fish species from Central Aegean Sea (İzmir Bay and Sığacık Bay). *Ege J Fish Aqua Sci* 31(3): 119-125. doi: 10.12714/egejfas.2014.31.3.01

Özet: Bu çalışmada Orta Ege Denizi'nden yakallanmış 30 kıkırdaklı balık türünün (11 köpekbalığı, 18 vatoz ve 1 Chimaera) 16'sının boy-ağırlık ilişkisi incelenmiş ve sunulmuştur. Örnekler bir araştırma gemisi ve bir ticari trol teknesi ile <500 m derinlikten 2008-2009 yılları arasında yakalanmıştır. Boy-ağırlık ilişkisi parametrelerinden b değeri 2.79 (*Torpedo marmorata*) ile 3.78 (*Scyliorhinus stellaris*), a değerleri 0.0002 (*Scyliorhinus stellaris*) ile 0.9713 (*Dasyatis pastinaca*) arasında değişmiştir. Bu çalışma doğu Akdeniz'de yapılmış çalışmalar arasında en yüksek tür sayısını elde etmiş ve incelemiştir.

Anahtar kelimeler: Boy-ağırlık ilişkisi, Kıkırdaklı balıklar, İzmir Körfezi, Sığacık Körfezi, Orta Ege Denizi.

Abstract: In this study, length-weight relationship parameters of 16 out of 30 caught cartilaginous fish species examined (11 Sharks, 18 Batoids and 1 Chimaera) from the Central Aegean Sea and presented. Samples were caught from depths of <500 m by research vessel and a commercial trawler, between 2008-2009. The values of the slope b in the length-weight relationship parameters ranged from 2.79 (*Torpedo marmorata*) to 3.78 (*Scyliorhinus stellaris*), a values from 0.0002 (*Scyliorhinus stellaris*) to 0.9713 (*Dasyatis pastinaca*). This study has obtained and examined the most chondrichthyan species among the studies in the eastern Mediterranean.

Keywords: Length-weight relationship, Cartilaginous fishes, Izmir Bay, Sığacık Bay, Central Aegean Sea.

INTRODUCTION

Cartilaginous fishes (Chondrichthyes) in Turkish seas, corresponds to 75% of the chondrichthyes fauna in Mediterranean (Bradai *et al.*, 2012) and 13% of the fish fauna of Turkey with 66 cartilaginous species and almost all (61 species) inhabits in the Aegean Sea (Bilecenoglu *et al.*, 2014). Even though Aegean Sea has the most diverse cartilaginous fish fauna after Turkish waters of Mediterranean due its unique oceanographic (physical, biological and chemical) features, unfortunately there is not enough information concerning their ecological role in the trophic chain or their biology and the knowledge; ones we have are mostly on a few species due to their commercial value. Some species that occurs in the area have a commercial value as food resource (such as *Mustelus mustelus*, *Raja clavata*) and after being processed exported to other countries or lately fished as an aquarium species (such as *Scyliorhinus canicula* or *Myliobatis aquila*) but they are usually bycatch species and are utilized by fish meal factories as an ingredient.

There are relatively few but increasing studies on chondrichthyan species biology in the Turkish waters. The studies are mostly on their morphology (Filiz and Taşkavak, 2006), length-weight relationship (LWR) (Filiz and Mater, 2002; Yeldan and Avsar, 2007) and some on their diets (Yigin and İşmen, 2010a; Eronat and Ozaydin, 2014) and reproduction biology (Saglam and Ak, 2012). The studies on their LWR main interest is mainly on bony species but there are few studies specifically on chondrichthyans (Filiz and Mater, 2002; Ismen *et al.* 2009; Yigin and Ismen, 2008).

Length and weight data are a useful and standard result of fish sampling programs. These data are needed to estimate growth rates, length and age structures, and other components of fish population dynamics (Kolher *et al.*, 1995). It also allows fisheries scientists to convert growth-in-length equations to growth-in-weight for stock assessment models (Pauly, 1993).

The aim of the study is to determine the cartilaginous fish fauna of Central Aegean Sea and to estimate the length and weight parameters for further studies.

MATERIALS AND METHOD

The study areas (Izmir Bay and Sığacık Bay) are positioned in central Aegean Sea and have different ecological features due to their geographical positions, bathymetry and human pressure (Figure 1). Where most parts of Izmir Bay are banned for commercial trawlers, Sığacık Bay is one of the most densely trawled area of the Central Aegean Sea.

The trawl operations were completed between 2008-2009 in Izmir and Sığacık Bay, Central Aegean Sea. One research vessel and a commercial trawler were used during the survey. During the operations, a traditional bottom trawl gear (48 mm mesh size in codend) and cover net were used and hauls were limited with 30 minutes and speed was an average of 2.5 knot.

Specimens were identified according to Compagno *et al.* (2005) and Fricke *et al.* (2007). The length and weight parameters were measured for statistical analysis. Except for large ones, specimens were brought fresh to the laboratory; abundant ones were put in 30 lt barrels with a 4-8 % concentration of formaldehyde solution and preserved. In laboratory, sex determinations were made macroscopically from outside by the existence of claspers. Total length (TL) and Pre-Supra caudal length (PSCL) measurements were made with a measuring board with sensitivity of 1 mm, and for weight measurements, during trawl operations a scale with sensitivity of 1 g for very large specimens and those which were brought to the laboratory an electronic scale with a sensitivity of 0.01 were used.

LWR are of power type, i.e., $W=a L^b$. In this equation, where (W) is the total weight (g), (L) is the total length (cm), a is the coefficient of body shape, and it gets values around 0.1 for fishes which are small sized and with a rounded body shape, 0.01 for streamlined-shaped fishes and 0.001 for eel-like shaped fishes. In contrast, b is the coefficient balancing the dimensions of the equation and its values can be smaller, larger or equal to. In the first two cases (i.e., $b<3$ and $b>3$) fish growth is allometric (i.e., when $b<3$ the fish grows faster in length than in weight, and when $b>3$ the fish grows faster in weight than in length), whereas when $b=3$ growth is isometric (Karachle and Stergiou, 2012).

LWR for species more than 5 individuals, mean lengths and weights, and size ranges were determined and for the species less than 5 individuals their LWRs were not taken into account due to insufficient data but length and weight measurements were given. LWR of species over 5 individuals, except only for *Chimaera monstrosa* where for (L) PSCL (cm) was used, for LWR parameters for (L) TL (cm) measurements were used.

Specimens were divided to male, female and total (φ , δ , and Σ) then; minimum, maximum and average lengths of females, males and total were calculated along with some descriptive statistical parameters and their growth types were identified and tested using Microsoft Office Excel and Statsoft Statistica 7.0 package programs.

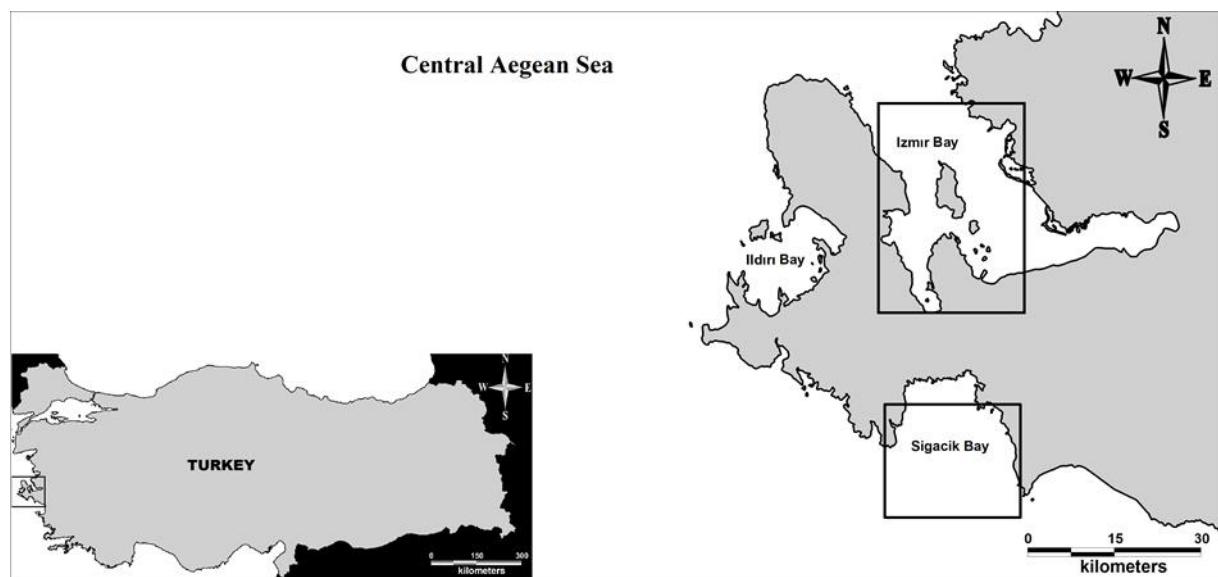


Figure 1. Map showing the study areas.

RESULTS

During the study from 2511 individual; 11 Shark species belonging to 3 Order, 8 Family; 18 Batoid species belonging to 2 Order, 5 Family and 1 Chimaera belonging to 1 Order, 1 Family were identified. In total 30 cartilaginous fish species from 6 Orders, 13 Family (from Sığacık Bay 15 species and from Izmir Bay 21 species) were captured.

One of the species (*Mustelus punctulatus*) LWR parameters were calculated and given in as a first for Turkish waters with the other 15 species in [Table 1](#).

The rest of species, which were under 5 individuals, only their minimum and maximum of the length and weight are shown in [Table 2](#).

Table 1. Length and weight relationships descriptive statistics and parameters of 16 cartilaginous fish species in the central Aegean Sea.

Species	Mesurment	Sex	n	Length Characteristics (cm)			Weight Characteristics (g)			Parameters of the Relationship				Growth Type
				Min	Max	Mean ± SE	Min	Max	Mean ± SE	a	B	R ²	SE (b)	
<i>Galeus melastomus</i>	TL*	♂	130	8,9	37,2	14.18±0.344	1,13	162,42	10.69±1.747	0,0019	3,15	0,952	0,062	(+) Allometry
		♀	105	9,2	45	14.57±0.466	1,94	278,77	13.32±3.281	0,0019	3,14	0,949	0,072	(+) Allometry
		Σ	235	8,9	45	14.35±0.282	1,13	278,77	11.86±1.754	0,0019	3,14	0,95	0,047	(+) Allometry
<i>Syliorhinus canicula</i>	TL*	♂	590	7,8	51,2	20.23±0.492	0,31	458	57.37±4.402	0,0012	3,25	0,973	0,022	(+) Allometry
		♀	620	7,8	50,9	20.18±0.478	0,63	461,66	59.67±4.391	0,0011	3,27	0,983	0,017	(+) Allometry
		Σ	1210	7,8	51,2	20.21±0.343	0,31	461,66	58.55±3.108	0,0012	3,26	0,978	0,014	(+) Allometry
<i>Syliorhinus stellaris</i>	TL*	♂	14	25,8	69,7	50.42±3.05	60,13	1685,6	609.99±136.07	0,0006	3,46	0,968	0,182	(+) Allometry
		♀	5	41,6	46,6	44.56±0.83	265,84	423,26	325.13±29.81	0,0002	3,78	0,658	1,573	Isometric
		Σ	19	25,8	69,7	48.88±2.31	60,13	1685,6	535.03±103.83	0,0006	3,46	0,964	0,161	(+) Allometry
<i>Mustelus mustelus</i>	TL*	♂	28	41,8	91,5	72.08±2.81	121,8	2690	1301.43±139.15	0,0006	3,39	0,981	0,093	(+) Allometry
		♀	13	42	113,3	72.74±6.50	190	4780	1732.76±431.54	0,0017	3,16	0,971	0,164	Isometric
		Σ	41	41,8	113,3	72.29±2.77	121,8	4780	1438.19±166.28	0,001	3,27	0,971	0,091	(+) Allometry
<i>Mustelus punctulatus</i>	TL*	♂	5	70,9	89,3	82.64±3.34	1104	2244	1738.14±212.15	0,0026	3,03	0,954	0,383	Isometric
		♀	1	-	-	55	-	-	451,91	-	-	-	-	-
		Σ	6	55	89,3	78.03±5.35	451,91	2244	1523.77±275.60	0,0012	3,21	0,991	0,157	Isometric
<i>Etmopterus spinax</i>	TL*	♂	62	8,9	26,4	16.73±0.591	2,71	81,01	25.78±2.713	0,0031	3,12	0,981	0,056	(+) Allometry
		♀	67	8,6	31,7	17.52±0.645	2,2	150,81	30.08±3.434	0,0039	3,04	0,978	0,056	Isometric
		Σ	129	8,6	31,7	17.14±0.439	2,2	150,81	28.01±2.209	0,0035	3,08	0,98	0,04	(+) Allometry
<i>Squalus blainvillei</i>	TL*	♂	149	17,8	60	27.22±0.867	16	881,18	127.78±15.641	0,0049	2,95	0,963	0,048	Isometric
		♀	159	16,2	70,5	26.15±0.878	5,18	1587,37	133.91±20.516	0,0046	2,98	0,94	0,06	Isometric
		Σ	308	16,2	70,5	26.67±0.617	5,18	1587,37	130.94±12.997	0,0048	2,96	0,95	0,039	Isometric
<i>Torpedo marmorata</i>	TL*	♂	48	10	27,9	16.10±0.68	24,57	413,29	104.54±13.77	0,0365	2,79	0,985	0,051	(-) Allometry
		♀	59	9,6	39,3	18.92±1.075	7,98	1310,42	235.36±43.444	0,0188	3,02	0,985	0,102	Isometric
		Σ	107	9,6	39,3	17.66±0.677	7,98	1310,42	176.68±25.44	0,023	2,96	0,939	0,066	Isometric
<i>Dipturus oxyrinchus</i>	TL*	♂	4	19	46,5	31,38	14,78	285,04	118,5	0,0038	-	-	-	-
		♀	4	18,1	44,5	29,9	15,37	227,11	103,68	0,0039	-	-	-	-
		Σ	8	18,1	46,5	30.64±4.286	14,78	285,04	111.09±37.816	0,0309	3,13	0,995	0,093	Isometric
<i>Torpedo nobiliana</i>	TL*	♂	8	9,7	22,3	12.7±1.52	19,41	218	58.09±24.15	0,0276	2,9	0,992	0,109	Isometric
		♀	2	11,9	13,6	12,75	35,13	47,99	41,56	-	-	-	-	-
		Σ	10	9,7	22,3	12.71±1.206	19,41	218	54.79±19.201	0,0284	2,89	0,989	0,108	Isometric
<i>Raja asterias</i>	TL*	♂	9	18,5	33	26.11±1.755	20,1	143,15	70.4±14.788	0,0008	3,46	0,992	0,116	(+) Allometry
		♀	8	19	41,5	30.84±2.289	19,28	311,5	124.82±30.558	0,0006	3,52	0,996	0,067	(+) Allometry
		Σ	17	18,5	41,5	28.34±1.497	19,28	311,5	96.01±17.212	0,0007	3,47	0,994	0,097	(+) Allometry
<i>Raja clavata</i>	TL*	♂	59	12,7	60,5	28.26±1.357	5,97	1200	140.2±26.443	0,0007	3,5	0,974	0,044	(+) Allometry
		♀	78	12,6	70,2	30.19±1.319	6,01	2160	192.83±38.396	0,0007	3,48	0,991	0,079	(+) Allometry
		Σ	137	12,6	70,2	29.4±0.951	5,97	2160	170.16±24.671	0,0006	3,52	0,963	0,049	(+) Allometry
<i>Raja radula</i>	TL*	♂	6	41,5	57,4	51.9±2.439	418,58	1160	891.43±118.897	0,0035	3,14	0,959	0,335	Isometric
		♀	10	43,2	61,2	54.03±1.696	480	1604	1115.41±107.263	0,0018	3,33	0,946	0,281	Isometric
		Σ	16	41,5	61,2	53.23±1.376	418,58	1604	1031.42±82.858	0,0017	3,33	0,94	0,226	Isometric
<i>Rostroraja alba</i>	TL*	♂	4	29,3	33	30.7±0.871	118,56	170,11	140.2±11.063	-	-	-	-	-
		♀	6	25,1	124	51.92±15.238	74	15000	2804.29±2444.288	0,0014	3,35	0,997	0,087	(+) Allometry
		Σ	10	25,1	124	43.43±9.46	74	15000	1738.65±1476.751	0,0016	3,32	0,997	0,063	(+) Allometry
<i>Dasyatis pastinaca</i>	TL*	♂	36	36,5	80	57.01±1.806	295,14	4000	1438.13±147.36	0,0021	3,29	0,954	0,124	(+) Allometry
		♀	42	33,4	138	64.77±3.519	191,38	21100	3309.24±713.501	0,9713	3,51	0,971	0,095	(+) Allometry
		Σ	78	33,4	138	61.19±2.104	191,38	21100	2445.65±402.264	0,0011	3,46	0,968	0,072	(+) Allometry
<i>Myliobatis aquila</i>	TL*	♂	14	41,1	87,5	60.09±4.47	67,65	2260	897.32±205.793	0,0009	3,29	0,776	0,51	Isometric
		♀	40	43,5	179,5	96.27±5.656	168,6	15800	4783.7±715.256	0,0004	3,5	0,963	0,111	(+) Allometry
		Σ	54	41,1	179,5	86.89±4.843	67,65	15800	3775.6±579.877	0,0005	3,42	0,946	0,114	(+) Allometry
<i>Chimaera monstrosa</i>	PSCL**	♂	40	7,8	43,3	14.73±1.195	4,9	557,6	53.56±18.413	0,0108	2,89	0,969	0,084	Isometric
		♀	57	8,2	45,5	14.69±1.154	4,79	1038,2	79.77±28.388	0,0062	3,11	0,984	0,053	(+) Allometry
		Σ	97	7,8	45,5	14.71±0.834	4,79	1038,2	68.96±18.297	0,0076	3,03	0,978	0,047	Isometric

* TL: Total Length

** PSCL: Pre-Supra Caudal Length

Table 2. Length and weight measurements of 14 cartilaginous fish species, which were less than 5 individuals.

Species	Sex	n	Length Characteristics (cm)		Weight Characteristics (g)	
			Min	Max	Min	Max
<i>Heptranchias perlo</i>	♀	1	99.6		4382	
<i>Galeorhinus galeus</i>	♀	1	99.8		3340	
<i>Mustelus punctulatus</i>	♂	5	70.9	89.3	7.47	1104
	♀	1		55		451.91
	Σ	6	55	89.3	13.12	451.91
<i>Oxynotus centrina</i>	♂	1	56.3		1180.84	
	♀	1	61.5		2845.36	
	♂	2	39	54.7	284.62	786.39
<i>Dalatias licha</i>	♀	3	32.1	36.6	151.68	195.69
	Σ	5	32.1	54.7	151.68	786.39
<i>Dipturus batis</i>	♂	1	47		880.26	
	♀	1	56.1		3125.75	
<i>Leucoraja fullonica</i>	♂	2	9.3	34.6	24.98	144.75
	♀	1		28		74.95
	Σ	3	9.3	34.6	24.98	144.75
<i>Leucoraja naevus</i>	♂	2	51.2	58	791.14	985.42
	♀	1		62		1497.32
	Σ	3	51.2	62	791.14	1497.32
<i>Raja miraletus</i>	♂	1	21.2		129.03	
	♀	1	31.8		141.13	
<i>Raja montagui</i>	♀	1	46.6		593.65	
<i>Raja polystigma</i>	♂	2	53.9	55.5	902.59	979.41
<i>Dasyatis tortonesei</i>	♀	1	41.7		385.3	
<i>Gymnura altavela</i>	♀	4	33	43.8	949.44	2005.32
<i>Pteromylaeus bovinus</i>	♀	2	73	106	720.84	2364.68

The most abundant species were *Scyliorhinus canicula* (n=1210), *Squalus blainvillei* (n=308), *Galeus melastomus* (n=235). In total the TL ranged from 7.8 (*Scyliorhinus canicula*) to 179.5 cm (*Myliobatis aquila*). The values of the slope b ranged from 2.791 (*Torpedo marmorata*) to 3.778 (*Scyliorhinus stellaris*). The a values ranged from 0.0002 (*Scyliorhinus stellaris*) to 0.226 (*Raja radula*).

Growth type according to b values of both sexes was identified as (+) allometry for 3 shark, 4 batoid, while 1 shark and 2 batoid was identified as isometric. Additionally, growth type difference was observed between sexes of 3 sharks, 4 batoid and 1 chimaera species. But when these differences were tested with ANCOVA it resulted as there were no growth

type difference between sexes of *Torpedo marmorata*, *Dasyatis pastinaca* (2 Batoid) and *Chimaera monstrosa*.

DISCUSSION

The other studies conducted in study areas (Izmir Bay and Sığacık Bay) mostly focus on bony fish of the areas but few have given some information on cartilaginous fish species. This study was compared with six studies from northern Aegean, three studies from central Aegean, four studies from Mediterranean and one from Black Sea and one from the Sea of Marmara. The LWR estimations and growth types for some of the other studies are given in Table 3.

Table 3. Length (L)-weight (W) relationships comparison with the studies from Turkish seas. *B: Black Sea; CA: Central Aegean; NA: Northern Aegean; M: Marmara; MED: Mediterranean. GT: growth type, + A: positive allometry, I: isometric, - A: negative allometry.

Species	n	W-L	GT	Authors	Study Areas*	Present Work		
						n	W-L	GT
<i>Raja clavata</i>	29	$W=0.0016L^{3.29}$	+ A	Filiz and Mater 2002	NA-CA			
	37	$W=0.0016L^{3.30}$		Filiz and Bilge 2004	CA			
	32	$W=0.0322L^{2.60}$	I	Yarmaz 2009	NA			
	112	$W=0.0132L^{3.12}$		Ismen <i>et. al.</i> 2007	NA			
	226	$W=0.00163L^{3.32}$		Yigin and Ismen 2008	NA	137	$W=0.0007L^{3.50}$	+ A
	77	$W=0.0037L^{3.08}$		Yeldan and Avşar 2007	MED			
	75	$W=0.023L^{2.64}$		Basusta <i>et. al.</i> 2012	MED			
	792	$W=0.0018L^{3.26}$	+ A	Saygu 2011	MED			
<i>Raja radula</i>	27	$W=0.0019L^{3.24}$	+ A	Demirhan and Can 2007	B			
	23	$W=0.0029L^{3.21}$	I	Yarmaz 2009	NA			
	25	$W=0.0030L^{3.21}$		Karakulak <i>et. al.</i> 2006	NA			
	49	$W=0.01131L^{3.25}$		Ismen <i>et. al.</i> 2007	NA	16	$W=0.0017L^{3.33}$	I
	204	$W=0.00205L^{3.32}$		Yigin and Ismen 2008	NA			
	295	$W=0.00121L^{3.36}$		Yeldan and Avşar 2007	MED			
<i>Rostroraja alba</i>	62	$W=0.0174L^{3.07}$	+ A	Saygu 2011	MED			
	11	$W=0.009L^{3.49}$		Ozaydin <i>et. al.</i> 2007	CA			
	43	$W=0.00662L^{3.20}$		Ismen <i>et. al.</i> 2007	NA	10	$W=0.0016L^{3.32}$	+ A
	126	$W=0.00194L^{3.27}$		Yigin and Ismen 2008	NA			
<i>Scyliorhinus canicula</i>	110	$W=0.0016L^{3.18}$	+ A	Filiz and Mater, 2002	NA-CA			
	637	$W=0.0012L^{3.26}$		Filiz and Bilge 2004	CA			
	187	$W=0.0006L^{3.44}$		Ozaydin <i>et. al.</i> 2007	CA			
	1501	$W=0.00169L^{3.17}$		Ismen <i>et. al.</i> 2007	NA	1210	$W=0.0012L^{3.26}$	+ A
	1888	$W=0.0017L^{3.17}$		Ismen <i>et. al.</i> 2009	NA			
	108	$W=8E-06L^{2.88}$	I	Yarmaz 2009	NA			
	189	$W=0.004L^{2.87}$		Demirel and Dalkara 2012	M			
<i>Scyliorhinus stellaris</i>	12	$W=0.0009L^{3.37}$		Ismen <i>et. al.</i> 2009	NA	19	$W=0.0006L^{3.46}$	+ A
	299	$W=0.00345L^{3.06}$		Ismen <i>et. al.</i> 2007	NA			
	27	$W=0.0030L^{3.07}$		Ismen <i>et. al.</i> 2009	NA	308	$W=0.0048L^{2.96}$	I
<i>Squalus blainvilliei</i>	22	$W=0.0139L^{3.10}$		Karakulak <i>et. al.</i> 2006	NA			
	20	$W=0.05920L^{2.64}$		Ismen <i>et. al.</i> 2007	NA			
	20	$W=0.0488L^{2.69}$	- A	Filiz and Mater 2002	NA-CA			
	37	$W=0.0273L^{2.91}$		Filiz and Bilge 2004	CA			
	12	$W=0.0535L^{2.39}$		Ozaydin <i>et. al.</i> 2007	CA	107	$W=0.023L^{2.95}$	I
<i>Torpedo marmorata</i>	9	$W = 0.1297L^{2.47}$	I	Yarmaz 2009	NA			
	22	$W=0.0139L^{3.10}$		Karakulak <i>et. al.</i> 2006	NA			
	20	$W=0.05920L^{2.64}$		Ismen <i>et. al.</i> 2007	NA			
	92	$W=0.015L^{3.06}$		Basusta <i>et. al.</i> 2012	MED	10	$W=0.028L^{2.89}$	I

The differences between LWR estimations of the other studies may caused by, especially for different regions, to ecological differences of the sampling areas. Also may be the result of lack or abundance of food, specimens age, reproductive stage (immature, maturing or mature), season of the sampling, differences between sampling depth and also to the fishing gears selectivity such as longlines could only sample specimens over some size when trawl can sample more diversely sized samples. On the subject of growth type there were difference with the result of this study and with [Bilge et al. \(2010\)](#), [Demirhan and Can \(2007\)](#), [Filiz and Mater \(2002\)](#), [Ismen \(2003\)](#), [Saygu \(2011\)](#) and [Yarmaz \(2009\)](#) studies which were conducted in Central Aegean Sea, Black Sea, North and Central Aegean Sea, Mediterranean Sea, Mediterranean Sea and North Aegean Sea, respectively. In general there were difference between sampling methodology (fishing gear and sampling season) but the differences can be the result of some other reasons listed in previous sentences.

In general, the results were similar to previous studies in other countries but there were few differences may have caused by insufficient number of species. A study from western Mediterranean by [Merella et al. \(1997\)](#) estimated *Scyliorhinus canicula* ($n=262$), *Squalus blainvilliei* ($n=27$), *Raja asterias* ($n=11$) and *Raja clavata* ($n=18$) species (a) values were 0.0016, 0.0012, 0.0018 and 0.0024, and (b) values were 3.16, 3.37, 3.27 and 3.20, respectively. The results in this study were close (*Scyliorhinus canicula* $n=1210$

$W=0.0012L^{3.26}$, *Squalus blainvilliei* $n=308 W=0.0048L^{2.96}$, *Raja asterias* $n=17 W=0.0007L^{3.48}$ and *Raja clavata* $n=187 W=0.0005L^{3.61}$). When comparing with a study from southern Portugal by [Santos et al. \(2002\)](#); estimated parameters (a) and (b) for species *Galeus melastomus* and *Scyliorhinus canicula* as 0.0022 and 3.056, 0.0017 and 3.180, respectively which were close to the findings of *Galeus melastomus* (0.0019 and 3.14) and *Scyliorhinus canicula* (0.0012 and 3.26) species from this study. Another study from eastern-central Atlantic estimated parameter (a) for species *Galeus melastomus* ($n=98$) as 0.00145 and for *Mustelus mustelus* ($n=14$) as 0.00162 and parameter (b) for *Galeus melastomus* as 3.161 and for *Mustelus mustelus* as 3.178 ([Ferreira et al. 2008](#)). [Ferreira et al. \(2008\)](#) also estimated the species parameter (a) by setting (b) to 3 because of insufficient number of *Rostroraja alba* (2 specimens) as 0.00638. When compared with this study the findings were also close but differed as a result of more sufficient sampling in this study (*Galeus melastomus* $n=235$, $a=0.0019$ and $b=3.14$; *Mustelus mustelus* $n=41$, $a=0.001$ and $b=3.27$; *Rostroraja alba* $n=10$, $a=0.0016$ and $b=3.32$).

In conclusion; this study obtained and examined the most chondrichthyan species (11 Sharks, 18 Batoids and 1 Chimaera) among the studies in the eastern Mediterranean and estimated LWR for 16 species. This study will be a valuable resource for future studies on the subject and for the study areas.

REFERENCES

- Bilecenoglu, M., Kaya, M., Cihangir, B., Cicek, E., 2014. An Updated Checklist of The Marine Fishes of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*. 38. doi:[10.3906/zoo-1405-60](https://doi.org/10.3906/zoo-1405-60)
- Bilge, G., Filiz, H., Tarkan, A. N., 2010. Length-Weight Relationship of Velvet Belly Lantern Shark *Etmopterus spinax* (Linnaeus, 1758) in Sigacik bay (Aegean Sea). *Istanbul University Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 25 (1):8.
- Basusta, A., Basusta, N., Sulikowski, J. A., Driggers, W. B., Demirhan, S. A., Cicek, E., 2012. Length-weight relationships for nine species of batoids from the İskenderun Bay, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, 28: 850–851. doi:[10.1111/j.1439-0426.2012.02013.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2012.02013.x)
- Brada M.N., Saidi B., Enajjar S., 2012. Elasmobranchs of the Mediterranean and Black sea: status, ecology and biology. Bibliographic analysis. Studies and Reviews. General Fisheries Commission for the Mediterranean, No. 91. Rome, FAO. 103 pp.
- Compagno, L., Dando, M., Fowler, S., 2005. Sharks of the World. Princeton Field Guides.
- Demirel, N., Dalkara, M., 2012. Weight-length relationships of 28 fish species in the Sea of Marmara. *Turkish Journal of Zoology*, 36(6): 785-791. doi:[10.3906/zoo-1111-29](https://doi.org/10.3906/zoo-1111-29).
- Demirhan, S. A., Can, M. F., 2007. Length-weight relationships for seven fish species from the southeastern Black Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 23, 282–283. doi: [10.1111/j.1439-0426.2007.00835.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2007.00835.x)
- Eronat, E., G., T., Ozaydin, O., 2014. Diet composition of the Thornback Ray, *Raja clavata* Linnaeus, 1758 (Elasmobranchii: Rajidae) in the Turkish Aegean Sea, Zoolgy in the Middle East. doi: [10.1080/09397140.2014.994312](https://doi.org/10.1080/09397140.2014.994312).
- Ferreira, S., Sousa, R., Delgado, J., Carvalho, D., Chada, T., 2008. Weight-length relationships for demersal fish species caught off the Madeira archipelago (eastern-central Atlantic. *Journal of Applied Ichthyology*, 24, 93–95. doi: [10.1111/j.1439-0426.2007.01027.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2007.01027.x).
- Filiz, H., Mater, S., 2002. A Preliminary Study on Length-Weight Relationships for Seven Elasmobranch Species from North Aegean Sea, Turkey. *Ege J Fish Aqu Sci* 19: 401-409.
- Filiz, H., Bilge, G., 2004. Length-weight relationships of 24 fish species from the North Aegean Sea, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, 20, 431-432 pp.
- Filiz, H., Taşkavak, E., 2006. Sexual dimorphism in the head, mouth and body morphology of the smallspotted catshark, *Scyliorhinus canicula* (Linnaeus, 1758) (Chondrichthyes: Scyliorhinidae) from Turkey. *Acta Adriatica*. 47(1), 37–47.
- Fricke, R., Bilecenoglu, M., Sari, H. S., 2007. Annotated checklist of fish and lamprey species (Gnathostomata and Petromyzontomorphi) of Turkey, including a red list of threatened and declining species. *Stuttgarter Beitr. Naturk. Ser. A Nr. 706*, 169 p.
- Ismen, A., 2003. Age, growth, reproduction and food of common stingray (*Dasyatis pastinaca* L., 1758) in İskenderun Bay, the eastern Mediterranean. *Fisheries Research* 60: 169–176. doi: [10.1016/S0165-7836\(02\)00058-9](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(02)00058-9).
- Ismen, A., Ozen, A., Altinagac, U., Ozekinci, U., Ayaz, A., 2007. Weight-length relationships of 63 fish species in Saros Bay, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology* 23: 707–708. doi: [10.1111/j.1439-0426.2007.00872.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2007.00872.x).

- Ismen, A., Yigin n, C. C., Altinagac, U., Ayaz, A., 2009. Length-weight relationships for ten shark species from Saros Bay (North Aegean Sea). *Journal of Applied Ichthyology*, 25: 109–112.
doi: [10.1111/j.1439-0426.2009.01263.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2009.01263.x).
- Karachle, P.K., Stergiou K.I., 2012. Morphometrics and allometry in fishes. p. 65-86. In: Morphometrics. Wahl, C (Ed.). In Tech. Available from: <http://www.intechopen.com/articles/show/title/morphometrics-and-allometry-in-fishes>. ISBN: 978-953-51-0172-7.
- Karakulak, F. S., Erk, H., Bilgin, B., 2006. Length-weight relationships for 47 coastal fish species from the northern Aegean Sea, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, 22: 274–278.
doi: [10.1111/j.1439-0426.2006.00736.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00736.x).
- Kolher, N., Casey, J., Turner, P., 1995. Length-weight relationships for 13 species of sharks from the western North Atlantic. *Fishery Bulletin*, 93: 412-418.
- Merella, P., Quetglas, A., Alemany, F., Carbonell, A., 1997. Length-weight relationship of fishes and cephalopods from the Balearic Islands (Western Mediterranean). Naga, The ICLARM Quarterly, 20(3-4), pp. 66-68.
- Ozaydin, O., Uçkun, D., Akalin, S., Leblebici, S., Tosunoglu, Z., 2007. Length-weight relationships of fishes captured from Izmir Bay, Central Aegean Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 23, 695–696 p.
- Pauly, D., 1993. Fishbyte section editorial. Naga ICLARM, Q. 16, 26.
- Saglam, H., Ak, O., 2012. Reproductive biology of *Raja clavata* (Elasmobranchii: Rajidae) from Southern Black Sea coast around Turkey. *Helgoland Marine Research*, 66:117–126.
doi: [10.1007/s10152-011-0252-5](https://doi.org/10.1007/s10152-011-0252-5).
- Santos, M. N., Gaspar, M. B., Vasconcelos, P., Monteiro, C. C., 2002. Weight-length relationships for 50 selected fish species of the Algarve coast (southern Portugal). *Fisheries Research*, 59: 289-295.
doi: [10.1016/S0165-7836\(01\)00401-5](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(01)00401-5).
- Saygu, I., 2011. Antalya Körfezi Dip Trol Balıkçılığında Hedef Dışı Avlanan Vatoz Balıkları ve Sağ Kalma Oranlarının Belirlenmesi. Akdeniz University, Faculty of Fisheries. Master Thesis.
- Yarmaz, A., 2009. Edremit Körfezi ve Çivarında Yaşayan Kıkıldaklı Balıklar ve Bazı Türlerin Biyolojik Özellikleri. Balıkesir University, Institute of Science, Department of Biology. Master Thesis.
- Yeldan, H., Avşar, D., 2007. Length-weight relationship for five elasmobranch species from the Cilician Basin shelf waters (Northeastern Mediterranean). *Journal of Applied Ichthyology*, 23: 713–714.
doi: [10.1111/j.1439-0426.2007.00858.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2007.00858.x).
- Yigin, C. C., Ismen, A., 2008. Length-weight relationships for seven rays from Saros Bay (North Aegean Sea). *Journal of Applied Ichthyology*, 25:106–108. doi: [10.1111/j.1439-0426.2008.01161.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2008.01161.x).
- Yigin, C. C., Ismen, A., 2010a. Diet of Thornback Ray (*Raja clavata* Linnaeus, 1758) in Saros Bay (The North Aegean Sea). *Rapp.Comm.Int. Mer. Medit.* (CIESM), 39.
- Yigin, C. C., Ismen, A., 2010b. Age, growth, reproduction and feed of longnosed skate, *Dipturus oxyrinchus* (Linnaeus, 1758) in Saros Bay, the north Aegean Sea *Journal of Applied Ichthyology*, 26 913–919.
doi: [10.1111/j.1439-0426.2010.01510.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2010.01510.x).

Halk akvaryumlarında sergilenen Türkiye deniz balıkları faunasına ait türler

The marine fish species belongs to Turkish fauna exhibited in public aquariums

Kemal Burak Gültekin¹ • Onur Karadal^{2*} • Gürel Türkmen³ • Okan Özaydin¹

¹ Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, 35100, Bornova, İzmir

² Yalova Üniversitesi, Armutlu Meslek Yüksekokulu, Su Ürünleri Bölümü, 77500, Armutlu, Yalova

³ Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, 35100, Bornova, İzmir

* Corresponding author: onukaradal@yalova.edu.tr

How to cite this paper:

Gültekin, K.B., Karadal, O., Türkmen, G., Özaydin, O., 2014. The marine fish species belongs to Turkish fauna exhibited in public aquariums. *Ege J Fish Aqua Sci* 31(3): 127-132. doi: 10.12714/egefias.2014.31.3.02

Abstract: The interest in public aquariums and marine species is increasing all over the world, dramatically. In parallel to this situation, the public aquariums began to more attract public attention in Turkey, as well. In this study, the public aquarium systems and exhibited species were examined and face to face interviews were conducted with officials of aquariums in İstanbul, Ankara, Bursa and Antalya, Turkey. At the end of the study, 8 fish species belongs to 4 order and 8 family from Chondrichthyes (Cartilaginous fishes) and 59 fish species belongs to 9 order and 24 family from Osteichthyes (Bony fishes), in total of 67 species of Turkish fauna were determined. Considering the habitat of determined species, it is seen that the benthic species are the most exhibited to the public aquariums with 57 species. Subsequently, 6 semipelagic, 3 epipelagic and 1 pelagic species were determined. Also examining the distribution of species in Turkish seas, 40 fish species from Black Sea, 48 species from Marmara Sea, 62 species from Aegean Sea and from Mediterranean Sea can be seen in the public aquariums of Turkey.

Keywords: Public aquariums, Marine fishes, Turkey.

Özet Dünya çapında halk akvaryumlara ve deniz canlılarına olan ilgi giderek artmaktadır. Bu duruma paralel olarak Türkiye'de de halk akvaryumları ilgi çekmeye başlamıştır. Çalışmada İstanbul, Ankara, Bursa ve Antalya'da bulunan halk akvaryumlarındaki sistemler ve sergilenen türler incelenmiş, yetkililer ile yüz yüze görüşmeler yapılmıştır. Çalışma sonucunda, Chondrichthyes (kıkırdaklı balıklar) grubundan 4 ordo ve 8 familyaya ait 8 tür, Osteichthyes (kemikli balıklar) grubundan ise 9 ordo ve 24 familya ait 59 tür olmak üzere toplamda 67 adet Türkiye sularından kayıt edilmiş balık türü tespit edilmiştir. Tespit edilen türlerin habitatları incelendiğinde 57 türle en çok bentik türlerin halk akvaryumlarda tercih edildiği görülmüştür. Bundan başka 6 adet semipelajik, 3 adet epipelajik ve 1 adet pelajik tür tespit edilmiştir. Ayrıca türlerin denizlerimizdeki dağılımı incelendiğinde Karadeniz'de bulunan 40, Marmara Denizi'nde bulunan 48, Ege Denizi'nde ve Akdeniz'de bulunan 62 türün halk akvaryumlarda sergilediği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Halk akvaryumları, Deniz balıkları, Türkiye.

GİRİŞ

Akvaryumlar, milyonlarca meraklısı olan popüler bir ilgi alanı olarak görülmektedir. Akvaryum sektörünün gelişmesiyle birlikte sucul canlıların daha sağlıklı bir şekilde yapay ortamlarda yaşatılabilmesi için pek çok ekipmana ihtiyaç doğmuştur. Bu ihtiyacın karşılanması amacıyla yeni teknolojiler geliştirilmiştir. Günümüzde akvaryum sektörü dünya çapında, yaklaşık olarak 4500 tür tatlısu balığını, 1450 tür deniz balığını ve 650 omurgasız türünü sergileyen küresel bir sanayi durumundadır ([Miller-Morgan, 2010](#)).

Akvaryumlarda tatlısu canlılarının popülerliği oldukça eskilere dayansa da, deniz canlılarının amatör ortamlarda değerlendirilmesi 1990 yılından sonra popüler hale gelmeye başlamıştır ([FAO, 1995](#)). Dünyada ilk halk akvaryumu İngiltere'de Londra Regent's Park'ta "Fish House" adı altında 1853 yılında açılmıştır ([Brunner, 2005](#)). Bunu hızlı bir şekilde

New York, Broadway'de açılan A.B.D.'nin ilk halk akvaryumu izlemiştir. Detroit, New York, Philadelphia ve San Francisco gibi A.B.D.'nin büyük şehirlerinin tamamında halk akvaryumları açılmıştır. Günümüzde dünyada farklı boyutlarda görsel, müze, eğitim, tür ve biyolojik çeşitliliği korumak amaçlı işlevleri olan ve ziyaret edilebilen 400'e yakın halk akvaryumu bulunmaktadır ([Türkmen vd., 2011](#)) ve bunların 100'den fazlası 1990 yılından sonra açılmıştır. Halk akvaryumları ve hayvanat bahçeleri dünya çapında yıllık yaklaşık olarak 450 milyondan fazla ziyaretçi çekmektedir. Bu anlamda büyük bir eğitim alanı özelliğinden ekonomik etkiye de sahiptirler ([Penning vd., 2009](#)). Son verilere göre dünya akvaryum sektörünün yaklaşık 6 milyar \$'lık bir paha sahip olduğu bildirilirken, bu sektörde halk akvaryumlarının, süs havuzlarının ve bunlara bağlı birimlerin de eklenmesi ile bu rakamın 15 milyar \$'a ulaşlığı bildirilmektedir ([Kumar vd., 2007](#)).

Türkiye'de deniz akvaryumlarına olan ilgi özellikle 2000'li yılların başında başlamış ve giderek artış göstermiştir. 2011 yılında gerçekleştirilen yaklaşık 3.500.000 \$'lık toplam tatlısu ve deniz balıkları ithalatının %60'lık kısmı tatlısu balıklarına, geri kalan %40'lık kısmı ise deniz balıklarına aittir ([TÜRK, 2012](#)). Ülkemizde ilk halk akvaryumu "Turkuazoo" adı altında Ekim 2009'da İstanbul'da açılmıştır. Turkuazoo Akvaryumu 1,5 yılda 90.000'i yabancı olmak üzere yaklaşık 1,5 milyon kişi ziyaret etmiştir ([Turkuazoo, 2012](#)). Turkuazoo gibi ülkemizde bulunan diğer halk akvaryumları da deniz canlılarına dokunabilecek kadar yaklaşmamızı sağlayan, gezi tünelleri ve birçok deniz türünü barındıran farklı temalar ile etkileyici boyut ve formlardadır. Halk akvaryumları ziyaretçiler için eğlence merkezi olmasının yanında, içerik zengini pano ve interaktif alanlar sayesinde insanların, denizler ve yaşayan canlılar açısından bilgilenesmesine ve özellikle çocuk ziyaretçilerin eğitimlerine büyük katkı sağlamaktadır.

Ülkemizde akvaryum sektörünün genel yapısını incelemeye yönelik bilimsel çalışmalar oldukça azdır. [Türkmen ve Alpbaz \(2001\)](#) ülkemize ithal edilen türlerin tespiti üzerinde çalışmışlardır. Halk bazında genel profili çıkarılması adına [Hekimoğlu vd. \(2005\)](#) İzmir, [Çelik vd. \(2010\)](#) İstanbul, [Kılıçerkan ve Çek \(2011\)](#) Hatay, [Kanyılmaz vd. \(2013\)](#) ile [Gümüş vd. \(2014\)](#) ise Antalya illerinde çalışmalar yapmışlardır. [Türkmen ve Karadal \(2012\)](#) akvaryumlarda bulunan eklembacaklı türleri üzerine bir çalışma yapmışlardır. Deniz akvaryumlarında genel profili belirlenmesi konusunda [Türkmen ve Aktuğ \(2011\)](#) İzmir için bir çalışma yapmışlardır. Halk akvaryumları hakkında en yeni çalışma ise [Türkmen vd. \(2011\)](#) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada Türkiye denizlerindeki bazı kemikli balık türlerinin deniz akvaryumlarına kazandırılması üzerinde durulmuştur. Ülkemizde konuya ilgili kapsamlı bilimsel çalışmaların yapılması sektörün daha yakından incelenmesi için önemlidir. Bu çalışma ile Türkiye'de bulunan halk akvaryumlarında sergilenen Türkiye deniz balıkları faunasına ait deniz balıkları türlerinin neler olduğu sorusuna cevap

aranmıştır. Ayrıca türlerin çeşitli biyolojik özellikleri de listelenmiş ve yerli türlerin sergilenmesi konusu tartışılmıştır.

MATERIAL VE YÖNTEM

Çalışmada, İstanbul'da iki (Turkuazoo, İstanbul Akvaryum), Ankara'da iki (Aqua Vega, Deniz Dünyası), Bursa'da bir (Kaplıkaya Cazibe Merkezi) ve Antalya'da bir (Antalya Aquarium) olmak üzere 6 adet halk akvaryumu incelenmiştir. Çalışma 2012-2013 yılları arasında gerçekleştirilmiştir. İşletmeler ziyaret edilerek sözlü ve yazılı bilgiler edinilmiştir. Bu bilgiler, işletmelerde bulunan Türkiye deniz balık türleri ve işletmelerde karşılaşılan genel sorunları içermektedir.

Araştırma konusunu oluşturan balık türleri, yapılan anket çalışması sonucunda tespit edildikten sonra literatüre dayalı çalışma yapılmış ve türler hakkında bilgiler listelenmiştir ([Türkmen ve Alpbaz, 2001](#)). Bu bilgiler doğrultusunda kıkırdaklı ve kemikli balık türleri, [Fricker vd. \(2007\)](#)'a göre yaşama alanları, denizlerimizdeki dağılımları, sistematikte yer aldığı ordo ve familya adları, tür adları ve Türkçe isimlerini gösteren tablolar halinde sunulmuştur ([Tablo 2, 3](#)). Ayrıca tespit edilen balık türlerinin habitat (bentik, semipelajik, epipelajik, pelajik) ve denizlerimizdeki dağılımları (Karadeniz, Marmara Denizi, Ege Denizi, Akdeniz) yüzdesel grafikler ile gösterilmiştir ([Şekil 1a, b](#)).

BULGULAR

Bu araştırma sonucunda ülkemizde faaliyet halinde İstanbul'da 2 (Turkuazoo, İstanbul Akvaryum), Ankara'da 2 (Aqua Vega, Deniz Dünyası), Bursa'da 1 (Kaplıkaya Cazibe Merkezi) ve Antalya'da 1 (Antalya Aquarium) olmak üzere 6 adet, Eskişehir'de yapım aşamasında 1 adet halk akvaryumu bulunduğu tespit edilmiştir. Ülkemizde faaliyyette olan akvaryumların bazı özellikleri [Tablo 1](#)'de belirtilmiştir.

Tablo 1. Türkiye'de aktif olarak faaliyet gösteren halk akvaryumları ve bazı özellikleri
Table 1. Public aquariums that is active in Turkey and some of the features

Akvaryumun Adı	Bulunduğu Şehir	Açılış Yılı	Su Kapasitesi (m ³)	Tank Sayısı (adet)	Canlı Sayısı (adet)	Tematik Grup Sayısı (adet)
Turkuazoo	İstanbul	2009	4.500	43	10.000	12
İstanbul Akvaryum	İstanbul	2011	6.800	64	15.000	17
Aqua Vega	Ankara	2012	5.000	40	12.000	18
Deniz Dünyası	Ankara	2010	1.150	18	4.000	3
Kaplıkaya Cazibe Merkezi	Bursa	2011	5.000	17	8.000	-
Antalya Aquarium	Antalya	2012	4.500	42	7.000	11

Çalışma sonucunda, Chondrichthyes (Kıkırdaklı balıklar) ve Osteichthyes (Kemikli balıklar) sistematik gruplarından toplamda 67 yerli balık türü tespit edilmiştir.

Chondrichthyes grubundan 4 ordo, 8 familya ve 8 yerli balık türü halk akvaryumlarda bulunmaktadır ([Tablo 2](#)). Bu grup içerisinde Scyliorhinidae, Carcharhinidae, Trakidae,

Squatinidae, Rhinobatidae, Rajidae, Dasyatidae ve Myliobatidae familyalarından birer tür tespit edilmiştir.

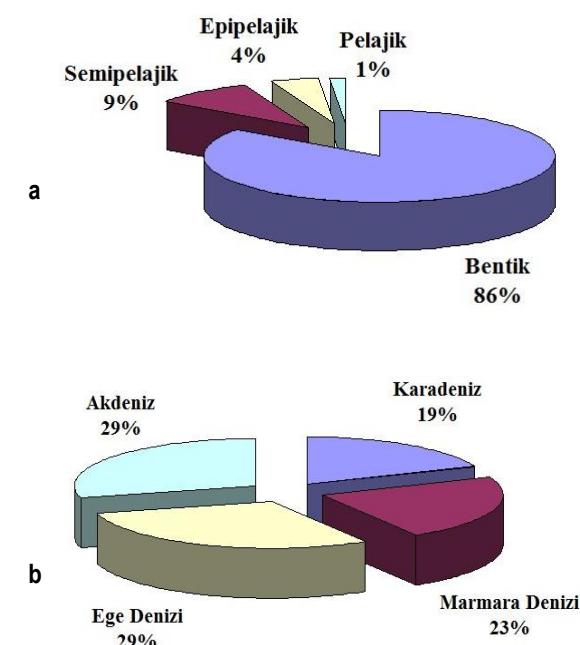
Osteichthyes grubundan ise 9 ordo, 24 familya ve 59 yerli balık türü halk akvaryumlarında bulunmaktadır. Bu grup içerisinde Sparidae familyasından 17, Serranidae familyasından 6, Labridae familyasından 6, Acipenseridae familyasından 4, Carangidae familyasından 3, Scorpidae familyasından 3, Mullidae familyasından 2, Triglidae familyasından 2, Salmonidae, Anguillidae, Muraenidae, Congridae, Syngnathidae, Moronidae, Apogonidae, Pomatomidae, Coryphaenidae, Pomacentridae, Siganidae, Gobiidae, Mugillidae, Scophthalmidae, Soleidae ve Balistidae familyalarından birer tür tespit edilmiştir.

Tespit edilen türlerin habitatları incelendiğinde 57 türle en çok bentik türlerin halk akvaryumlarında sergilendiği görülmüştür. Bunu takiben 6 adet semipelajik, 3 adet epipelajik ve 1 adet pelajik tür tespit edilmiştir. Habitatlara göre tür sayılarının yüzdesel dağılımı [Şekil 1a](#)'de gösterilmiştir.

Tespit edilen türlerin denizlerimizdeki dağılımı incelendiğinde Karadeniz'de bulunan 40, Marmara Denizi'nde bulunan 48, Ege Denizi'nde ve Akdeniz'de bulunan 62 türün halk akvaryumlarında sergilenebildiği görülmektedir. Denizlerimizdeki dağılımlarına göre tür sayılarının yüzdesel dağılımı [Şekil 1b](#)'de gösterilmiştir.

Çalışma süresince işletmelerle yapılan sözlü ve yazılı görüşmeler ile şirketlerin genel sorunlarına da değinilmiştir. Yurt dışındaki halk akvaryumlarına müze mantığı ile yaklaşıldığı, ülkemizde ise ticari açıdan yaklaşıldığı izlenimi kayıt edilmiştir. Projelerin yapımı aşamasında finansör şirket tarafından işler aceleye getirilmekte ve açılış tarihleri öne çekilmekte bunun sonucunda ise uyumları tamamlanamayan

canlıların ölüm riskinin arttığı belirtilmiştir. Halk akvaryumlarında ziyaretçilerin canlılarla iç içe olma konusundaki eğitsizliğinden kaynaklanan sorulardan bazıları ise açık tanklardaki canlılara dokunma, tanıtıcı broşürleri tankların içine atma ve yazılı uyarılara rağmen flaş fotoğraf çekimi yapma gibidir.



Şekil 1. a: Habitatlara göre tür sayılarının dağılımı, **b:** denizlerimize göre tür sayılarının dağılımı

Figure 1. a: The distribution of the number of species according to habitats, **b:** the distribution of the number of species according to our seas

Table 2. Halk akvaryumlarında bulunan Türkiye denizlerine ait kıkırdaklı deniz balıkları
Table 2. Cartilaginous marine fishes of the Turkish seas located in public aquariums

Tür Adı	Türkçe Adı	Ordo	Familya	Habitat	Denizlerimizdeki Dağılımı
<i>Scyliorhinus stellaris</i>	Kedibalığı	Carcharhiniformes	Scyliorhinidae	B	M, E, A
<i>Carcharhinus melanopterus</i>	Siyah Yüzgeçli Köpekbalığı	Carcharhiniformes	Carcharhinidae	B	DA
<i>Mustelus mustelus</i>	Adı Köpekbalığı	Carcharhiniformes	Trakidae	B	M, E, A
<i>Squatina squatina</i>	Keler	Squatatiniformes	Squatiniidae	B	K, M, E, A
<i>Rhinobatos rhinobatos</i>	Kemane Balığı	Rajiformes	Rhinobatidae	B	E, A
<i>Raja clavata</i>	Dikenli Vatoz	Rajiformes	Rajidae	B	K, M, E, A
<i>Dasyatis pastinaca</i>	İğneli Vatoz	Myliobatiformes	Dasyatidae	B	K, M, E, A
<i>Myliobatis aquila</i>	Çuçuna	Myliobatiformes	Myliobatidae	SP	M, E, A

B: Bentik, SP: Semipelajik, K: Karadeniz, M: Marmara Denizi, E: Ege Denizi, A: Akdeniz, DA: Doğu Akdeniz

Table 3. Halk akvaryumlarında bulunan Türkiye denizlerine ait kemikli deniz balıkları
Table 3. Bony marine fishes of the Turkish seas located in public aquariums

Tür Adı	Türkçe Adı	Ordo	Familya	Habitat	Denizlerimizdeki Dağılımı
<i>Acipenser gueldenstaedtii</i>	Rus Mersin Balığı	Acipenseriformes	Acipenseridae	B	K, M
<i>Acipenser stellatus</i>	Mersin Balığı	Acipenseriformes	Acipenseridae	B	K, M
<i>Acipenser sturio</i>	Kolan Balığı	Acipenseriformes	Acipenseridae	B	K, M, KE
<i>Huso huso</i>	Mersin Morinası	Acipenseriformes	Acipenseridae	SP	K, M
<i>Salmo trutta labrax</i>	Deniz Alası	Salmoniformes	Salmonidae	SP	DK

<i>Anguilla anguilla</i>	Yılanbalığı	Anguilliformes	Anguillidae	B	K, M, E, A
<i>Muraena helena</i>	Müren	Anguilliformes	Muraenidae	B	E, A
<i>Conger conger</i>	Migri	Anguilliformes	Congridae	B	K, M, E, A
<i>Hippocampus hippocampus</i>	Denizatı	Syngnathiformes	Syngnathidae	B	K, M, E, A
<i>Anthias anthias</i>	Berber Balığı	Perciformes	Serranidae	B	E, A
<i>Epinephelus aeneus</i>	Lahos	Perciformes	Serranidae	B	E, A
<i>Epinephelus costae</i>	Lahos	Perciformes	Serranidae	B	E, A
<i>Epinephelus marginatus</i>	Orfoz	Perciformes	Serranidae	B	E, A
<i>Serranus cabrilla</i>	Asıl Hani	Perciformes	Serranidae	B	K, M, E, A
<i>Serranus scriba</i>	Yazılı Hani	Perciformes	Serranidae	B	K, M, E, A
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Levrek	Perciformes	Moronidae	B	K, M, E, A
<i>Apogon imberbis</i>	Kardinal Balığı	Perciformes	Apogonidae	B	E, A
<i>Pomatomus saltator</i>	Lüfer	Perciformes	Pomatomidae	P	K, M, E, A
<i>Campogramma glaycos</i>	Çiplak	Perciformes	Carangidae	EP	E, A
<i>Seriola dumerili</i>	Sarıkuşuruk	Perciformes	Carangidae	SP	E, A
<i>Trachurus mediterraneus</i>	Sarıkuşuruk İstavrit	Perciformes	Carangidae	SP	K, M, E, A
<i>Coryphaena hippurus</i>	Lambuga	Perciformes	Coryphaenidae	EP	E, A
<i>Mullus barbatus</i>	Barbun	Perciformes	Mullidae	B	K, M, E, A
<i>Mullus surmuletus</i>	Tekir	Perciformes	Mullidae	B	K, M, E, A
<i>Boops boops</i>	Kupes	Perciformes	Sparidae	SP	K, M, E, A
<i>Dentex dentex</i>	Sınağırit	Perciformes	Sparidae	B	K, M, E, A
<i>Diplodus annularis</i>	İsparoz	Perciformes	Sparidae	B	K, M, E, A
<i>Diplodus puntazzo</i>	Sivriburun Karagöz	Perciformes	Sparidae	B	K, M, E, A
<i>Diplodus sargus</i>	Sargoz	Perciformes	Sparidae	B	K, M, E, A
<i>Diplodus vulgaris</i>	Karagöz	Perciformes	Sparidae	B	K, M, E, A
<i>Lithognathus mormyrus</i>	Mırmır	Perciformes	Sparidae	B	M, E, A
<i>Oblada melanura</i>	Melanur	Perciformes	Sparidae	B	K, M, E, A
<i>Pagellus acarne</i>	Yabani Mercan	Perciformes	Sparidae	B	E, A
<i>Pagellus bogaraveo</i>	Mandagöz Mercan	Perciformes	Sparidae	B	E, A
<i>Pagellus erythrinus</i>	Kırma Mercan	Perciformes	Sparidae	B	K, M, E, A
<i>Pagrus auriga</i>	Çizgili Mercan	Perciformes	Sparidae	B	E, A
<i>Pagrus caeruleostictus</i>	Antenli Mercan	Perciformes	Sparidae	B	E, A
<i>Pagrus pagrus</i>	Fangri	Perciformes	Sparidae	B	M, E, A
<i>Sarpa salpa</i>	Salpa	Perciformes	Sparidae	B	K, M, E, A
<i>Sparus aurata</i>	Çipura	Perciformes	Sparidae	B	K, M, E, A
<i>Spandyliosoma cantharus</i>	İskatarı	Perciformes	Sparidae	B	K, M, E, A
<i>Chromis chromis</i>	Papaz Balığı	Perciformes	Pomacentridae	B	K, M, E, A
<i>Coris julis</i>	Gelin Balığı	Perciformes	Labridae	B	K, M, E, A
<i>Labrus merula</i>	Lapin	Perciformes	Labridae	B	M, E, A
<i>Labrus viridis</i>	Lapin	Perciformes	Labridae	B	K, M, E, A
<i>Synodus mediterraneus</i>	Çırçıır	Perciformes	Labridae	B	M, E, A
<i>Synodus tinca</i>	Çırçıır	Perciformes	Labridae	B	K, M, E, A
<i>Thalassoma pavo</i>	Gün Balığı	Perciformes	Labridae	B	E, A
<i>Siganus rivulatus</i>	Sokar	Perciformes	Siganidae	B	E, A
<i>Gobius niger</i>	Kayabaklı	Perciformes	Gobiidae	B	K, M, E, A
<i>Mugil cephalus</i>	Topan Kefal	Mugilliformes	Mugillidae	EP	K, M, E, A
<i>Scorpaena notata</i>	Benekli İskorpit	Scorpaeniformes	Scorpaenidae	B	K, M, E, A
<i>Scorpaena porcus</i>	Lipsoz	Scorpaeniformes	Scorpaenidae	B	K, M, E, A
<i>Scorpaena scrofa</i>	Adabeyi	Scorpaeniformes	Scorpaenidae	B	M, E, A
<i>Trigla lucerna</i>	Kırlangış	Scorpaeniformes	Triglidae	B	K, M, E, A
<i>Trigloporus lastoviza</i>	Mazak	Scorpaeniformes	Triglidae	B	M, E, A
<i>Scophthalmus maximus</i>	Kalkan	Pleuronectiformes	Scophthalmidae	B	E, A
<i>Solea solea</i>	Dil Balığı	Pleuronectiformes	Soleidae	B	K, M, E, A
<i>Balistes carolinensis</i>	Çütre Balığı	Tetraodontiformes	Balistidae	B	K, M, E, A

B: Bentik, SP: Semipelajik, EP: Epipelajik, P: Pelajik, K: Karadeniz, M: Marmara Denizi, E: Ege Denizi, A: Akdeniz, KE: Kuzey Ege, DK: Doğu Karadeniz

TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışma bulgularına göre, halk akvaryumlarında en çok tercih edilen türlerin (17 tür ile) Sparidae familyasına ait olduğu bulunmuştur. Sparidae familyası üyelerinden çipura başta olmak üzere karagöz ve mercan gibi yetiştircilikte ve avcılıkta oldukça popüler türlerin sergilendiği görülmüştür. Halk akvaryumlarında bu anlamda halk tarafından tanıtan popüler türlerin çokça tercih edildiği anlaşılmıştır.

Türlerin habitatlarına göre yapılan sınıflandırma sonucunda halk akvaryumlarında en çok bentik türlerin sergilendiği tespit edilmiştir. Yetiştircilik işletmelerinde olduğu gibi halk akvaryumlarındaki sular da, kum filtresi, biyolojik filtre, protein szüzcü vb. gibi filtrelerden geçirilerek tekrar sisteme verilen bir kapalı devre sisteminde temizlenmektedir. Türlerin denizlerimizdeki dağılımları incelendiğinde en fazla

Ege Denizi ve Akdeniz'deki balıkların sergilendiği tespit edilmiştir. [Can ve Bilecenoglu \(2005\)](#) fauna benzerliği bakımından Karadeniz-Marmara ve Ege-Akdeniz olarak bir ortaklaşmanın söz konusu olduğunu, Karadeniz ile Marmara Denizi'nin barındırdıkları ortak tür bakımından %56 oranında ve Ege ile Akdeniz'in ise %83 oranında fauna benzerliğine sahip olduklarıını bildirmiştirlerdir. Yapılan çalışmada da Ege Denizi ve Akdeniz'de bulunan türlerden halk akvaryumlarda sergilenenlerinin sayıları eşit çıkmıştır. Bu sonuç fauna benzerlikleri ile de desteklenmektedir. [Türkmen vd. \(2011\)](#) ise ülkemizi çevreleyen denizlerin, birbirleriyle geniş alanlar ya da boğazlar yoluyla ilişki halinde olsalar da, her bir denizin sahip olduğu farklı hidrografik ve topografik özelliklerin, deniz canlılarını belirgin şekilde kontrol altında tuttuğunu belirtmişlerdir. Türkiye'de bulunan halk akvaryumlarda da tematik ayrımlar, türlerin bu özellikleri göz önüne alınarak yapılmaktadır. Biyo-ekolojik özelliklerine göre denizlerimizde yaşayan 70 kemikli balık türünün deniz akvaryumlarda ele alınabileceğini belirtmişlerdir. [Türkmen ve Aktuğ \(2011\)](#) ise yaptıkları çalışmalarında deniz akvaryumlarda ele alınan türlerin en fazla tang ve cerrah balıklarının (Acanthuridae) ve damsıl ve palyaço balıklarının (Pomacentridae) yer aldığı familyalara ait olduğunu bulmuşlardır. Bu familyalarda bulunan ve amatör deniz akvaryumlarda değerlendirilen türler genellikle renkli ve süs amaçlı bakımı yapılan türlerdir. Bu çalışmada ise halk akvaryumlarda bulunan 59 kemikli balık türü olduğu tespit edilmiştir. Ancak bu türler deniz akvaryumlarda ele alınan türlerin aksine daha genel yayılımlı ve halk arasında da bilinen türlerdir.

Dünya genelinde deniz akvaryumlarda sergilenen canlıların büyük bir bölümü özellikle resif bölgelerinden yasadışı yapılan avcılık yolu ile sağlanmaktadır. Günümüzde sayıca azalmış olan resif bölgelerinin ve barındırdığı tür çeşitliliğinin korunması amacıyla yerel türlerle yönelik artmaktadır ([Türkmen vd., 2011](#)). Ayrıca deniz akvaryumlarda ele alınan balıkların %95'i doğadan avcılık yoluyla temin edilirken sadece %5'inin yetişticiliği yapılmaktadır. Farklı familyalarda bulunan 84'ten fazla balık türünün yetişticiliğinin yapılabileceği ifade edilmektedir. Ancak bu türlerden sadece 26 tanesinin yer aldığı yetişticilik çalışmaları bulunmaktadır ([Olivotto vd., 2003](#)).

Çalışma bulgularına göre Türkiye halk akvaryumlarda 59 adet kemikli balık türünün sergilendiği görülmüştür. [Türkmen vd. \(2011\)](#) yaptıkları çalışmalarında ise Türkiye denizlerinde bulunan 70 adet kemikli balık türünün deniz akvaryumlara kazandırılabilmesini belirtmişlerdir. Mevcut çalışmamız [Türkmen vd. \(2011\)](#) ile karşılaşırıldığında 20 adet kemikli balık türünün ortak olduğu tespit edilmiştir. Bu türler, Labridae familyasından *Coris julis*, *Labrus merula*, *Syphodus mediterranus*, *S. tinca*, *Thalassoma pavo*, Gobidae familyasından *Gobius niger*, Sparidae familyasından *Diplodus vulgaris*, *Oblada melanura*, *Pagrus auriga*, *Sarpa salpa*, Serranidae familyasından *Anthias anthias*, *Serranus cabrilla*, *S. scriba*, Scorpidae familyasından *Scorpaena notata*, *S. porcus*, *S. scrofa*, Muraenidae familyasından *Muraena helena*,

Siganidae familyasından *Siganus rivulatus*, Apogonidae familyasından *Apogon imberbis* ve Pomacentridae familyasından *Chromis chromis* olarak bulunmuştur. Önerilen türlerin yalnızca % 28,5 gibi bir oranın halk akvaryumlarda değerlendirildiği ortaya konulmuştur. Gelişen sistemler ve insanların farklı türlere olan ilgisinin artması sonucunda bu oranın da artacağı düşünülmektedir.

Ülkemizde faaliyet halinde toplam 6 adet (ve yapım aşamasında ise 1 adet) halk akvaryumu bulunduğu belirlenmiştir. Türkiye'de halk akvaryumu algısının oturmasıyla birlikte bu alanlarda sergilenen canlıları tedarik eden firmaların da gelişmeye başladığı izlenmektedir. Ülkemizde halk akvaryumu sektörünün hakimi olan en önemli şirket, Okyanus Akvaryum'dur. Çalışmamıza konu olan halk akvaryumlardan 4 tanesi ve yapım aşamasında olan Eskişehir'deki akvaryum, Okyanus Akvaryum tarafından projelendirilmiştir. Şirket, Eskişehir'de kurduğu "Dekor Tasarım ve Üretim Atölyesi" ile sektörün gelişmesine ve yerleşmesine büyük bir katkı sağlamıştır. Balıkesir'in Altınoluk beldesinde ise "Balık Stoklama ve Karantina Tesisi" kuran şirket burada ise Ege ve Akdeniz türlerini bulundurmaktadır. 8 adet polyester ve 4 adet betonarme havuzdaki toplam stoklama kapasitesi 3000 kg'dır. Canlılar karantina süreçlerini tamamladıktan sonra özel araçlarla akvaryumlara nakledilmektedir ([Okyanus Akvaryum, 2013](#)).

Çalışma bulgularında da belirttiği üzere halk akvaryumlarda birçok sorunla karşılaşılabilirinmektedir. [Hekimoğlu vd. \(2005\)](#) hem akvaryumcuların hem de aracı kişilerin bakım ve üretim konusunda bilgisiz olmaları sebebiyle piyasaya düşük kalitede canlı sürüldüğünü ve bu durumun müşteri memnuniyetsizliğine neden olduğunu bildirmiştir. Ayrıca elektrik arızalarının sık olmasının, ekipmanların ömrlerini azalttığını not etmişlerdir. İşletmedeki hastalık durumlarında tedavi ve bakımların zor olması da maddi kayıplara yol açan diğer bir unsur olarak not edilmiştir. Bu sorunların hemen hepsiyle halk akvaryumlarda da sıkça karşılaşılmaktadır. Akuakültürdeki son otuz yıldaki gelişmeler deniz akvaryumlarının teknik alandaki karşılaşlıklarının problemlerinin çözümlerine büyük oranda katkı sağlamıştır. Modern tank dizaynı ve yapıları, pompa ve havalandırma sistemleri, dezenfeksiyonda ozon ve UV kullanımı, mekanik filtrasyon sistemleri, balık bakımı ve besleme teknikleri bu katkılardır. Teknolojik bu gelişmeler sayesinde deniz canlılarının akvaryumlara uyumları ve sergilenmelerinde başarı oranı artmıştır ([Hugurenin ve Colt, 1992; Goertemiller, 1993](#)). İşletmelerle yapılan görüşmeler sonucu belirtilen bu sorunların çözümü için ve genel eğitim amaçlı çalışmaların yapılmakta olduğu belirtilmektedir. Örneğin, küçük yaş gruplarından başlanarak okullar tarafından geziler düzenlemesinin teşvik edilmesi, dokunma havuzları ve gece kampları planlamalarının etkili olabileceği düşünülmektedir.

Sonuç olarak, dünya üzerinde gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde halk akvaryumları artık birer sosyal ihtiyaç haline gelmişlerdir. Görsel olarak eğitici ve öğretici bir vizyona da sahip olan akvaryumların ülkemizde de yerini almaya

başlamış olmaları ekoloji farkındalığını artırmaktadır. Halk akvaryumlarında sergilenen türlerin yerli türlerden seçilmesi oldukça büyük bir avantaj sağlamaktadır. Bu türlerinin halk akvaryumlarına kazandırılması ekonomik fayda sağlama yanında denizlerimizdeki çeşitliliğin yansıtılması açısından önemli görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Brunner B., 2005. The Ocean at Home: an illustrated history of the aquarium. Princeton Architectural Press, New York, 144p.
- Can, A., Bilecenoğlu, M., 2005. Türkiye Denizleri'nin Dip Balıkları Atlası, Arkadaş Yayınevi, Birinci Baskı, Ankara, 224s.
- Çelik, İ., Yılmaz, S., Çelik, P., Saygı, H., Önal, U., Başhan, T., 2010. The general profile of aquarium sector in İstanbul (Turkey). *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(23):2973-2978.
doi:10.3923/javaa.2010.2973.2978
- FAO., 1995. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, Italy, Fisheries circular No: 815 Review, 9:195p.
- Fricker, R., Bilecenoğlu, M., Sarı, H.M., 2007. Annotated checklist of fish and lamprey species (Gnathostomata and Petromyzontomorphi) of Turkey, including a Red List of threatened and declining species. Stuttgarter Beitr. Naturk. Ser. A Nr. 706 169 S., 3 Abb., 8 Tab. Stuttgart, 10. IV.
- Goertemiller, T.R., 1993. The aquarium technology: the science behind the fishtank-Introduction. *ZooBiology*, 12(3):411-412.
doi:10.1002/zoo.1430120503
- Gümüş, E., Kanyılmaz, M., Gülle, İ., Sevgili, H., 2014. Structural and technical analysis of ornamental fish farms in Antalya region: II. Technical features and marketing considerations (in Turkish with English abstract). *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 6(2):32-38.
- Hekimoğlu, M.A., Şenol, Ş., Saygı, H., 2005. A study about determining general profile of aquarium facilities at Izmir county's (in Turkish with English abstract). *Ege J Fish Aqua Sci* 22(1-2):119-123.
- Hugurenin, J.E., Colt, J., 1992. Design and operating guide for aquaculture seawater systems. Elsevier, Amsterdam, 264p.
- Kanyılmaz, M., Gümüş, E., Sevgili, H., Gülle, İ., 2013. Structural and technical analysis of ornamental fish farms in Antalya region: I. Structural features (in Turkish with English abstract). *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 6(2):56-61.
- Kılıçerkan, M., Çek, Ş., 2011. A research about reporting general profile of aquarium trading houses in Hatay borough's (in Turkish with English abstract). *Iğdır University Journal of the Institute of Science and Technology*, 1(4):77-82.
- Kumar, A.T.T., Jeniffer, P.N., Murugesan, P., Balasubramanian, T., 2007. Marine ornamentals in India: Challenges and opportunities for sustainability. *Fishing Chimes*, 27:44-51.
- Miller-Morgan, T., 2010. A Brief Overview of the Ornamental Fish Industry and Hobby. In: Fundamentals of Ornamental Fish Health. H.E. Roberts (Ed), Blackwell Publishing, USA, pp. 25-32.
- Okyanus Akvaryum., 2013. <www.okyanusakvaryum.com.tr> (05.03.2013).
- Olivotto, I., Cardinali, M., Barbaresi, L., Maradonna, F., Carnevali O., 2003. Coral reef fish breeding: the secrets of each species. *Aquaculture*, 224:69-78. doi:10.1016/S0044-8486(03)00207-2
- Penning, M., Reid, G., McG., Koldewey, H., Dick, G., Andrews, B., Arai, K., Garratt, P., Gendron, S., Lange, J., Tanner, K., Tonge, S., Van den Sande, P., Warmols, D., Gibson, C., 2009. Turning the Tide: A Global Aquarium Strategy for Conservation and Sustainability. World Association of Zoos and Aquariums, Bern, Switzerland, 78pp.
- Turkuazoo Akvaryum., 2012. <http://www.turkuazoo.com> (25.01.2013).
- TÜİK., 2012. The Statistics of International Trade. (in Turkish with English abstract). <http://www.tuik.gov.tr>, Türkiye İstatistik Kurumu.
- Türkmen, G., Aktuğ, A.M., 2011. The investigation on marine aquarium sector and imported fish species exhibiting in İzmir province (in Turkish with English abstract). *Ege J Fish Aqua Sci* 28(2):59-64.
- Türkmen, G., Alpbaz, A., 2001. Studies on Aquarium Fish Imported to Turkey and the Results (in Turkish with English abstract). *Ege J Fish Aqua Sci* 18(3-4):483-493.
- Türkmen, G., Bulguroğlu, S.Y., Aydoğan, G., 2011. Bring in some native osteichthyes marine fish species in Turkey to the marine aquarium (in Turkish with English abstract). *Ege J Fish Aqua Sci* 28(3):95-98.
- Türkmen, G., Karadal, O., 2012. The survey of the imported freshwater decapod species via the ornamental aquarium trade in Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 11(15):2824-2827.
doi:10.3923/javaa.2012.2824.2827

TEŞEKKÜR

Çalışmada verdikleri desteklerinden dolayı Turkuzoo'dan Nil Can, İstanbul Akvaryum'dan Nesligül Temizkan, Aqua Vega'dan Kağan Kaplan, Antalya Aquarium'dan Erkan Çağlar'a ve akvaryum işletmelerinde bize refakat eden tüm çalışanlara katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

Fogedia giffeniana (Foged) Witkowski, Lange-Bertalot, Metzeltin & Bafana a benthic diatom new to the Turkish Aegean Sea

Ege Denizinden yeni bentik diatom *Fogedia giffeniana* (Foged) Witkowski, Lange-Bertalot, Metzeltin & Bafana

Fatma Çolak Sabancı^{1*} • Andrzej Witkowski²

¹Ege University, Faculty of Fisheries, Department of Hydrobiology, Bornova 35100, Izmir, Turkey

²Institute of Marine Sciences, University of Szczecin, Mickiewicza 18, PL-70-383 Szczecin, Poland

*Corresponding author: sabanci.fatma@gmail.com

How to cite this paper:

Sabancı, Ç.F., Witkowski, A., 2014. *Fogedia giffeniana* (Foged) Witkowski, Lange-Bertalot, Metzeltin & Bafana a benthic diatom new to the Turkish Aegean Sea. Ege J Fish Aqua Sci 31(3): 133-136. doi: 10.12714/egejfas.2014.31.3.03

Özet: Bu çalışmada Homa lagünü'nden (Ege Denizi, Türkiye) toplanan materyalden bentik diatom türü *Fogedia giffeniana*'nın varlığı rapor edilmiştir. Türler ışık mikroskopu altında incelenerek, türün morfolojik karakteristikleri ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Orijinal fotoğrafların yanında, ayrıca türün coğrafik dağılımı ve bulunduğu substratum hakkında bilgi verilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Fogedia*, Morphometrik data, Homa Lagünü, Doğu Akdeniz

Abstract: The study documents the occurrence of benthic diatom *Fogedia giffeniana* collected in the Homa lagoon (Aegean Sea, Turkey). Specimens were examined under the light microscope and morphological characteristics of this species were given in detail. Apart from the photo documentation, some information on the species geographical distribution patterns and the type of the substratum are also provided.

Keywords: *Fogedia*, Morphometric data, Homa Lagoon, Eastern Mediterranean

INTRODUCTION

Coastal lagoon ecosystems are a particular type of estuarine systems which varies from freshwater media to excessive salty water media. The present study is conducted in Homa Lagoon, where there was a wide spectrum of ecologically different biotopes and this allows the formation of marine, brackish water and fresh water to form in the region. The taxonomic composition of phytoplankton community in the study area was examined only once during the last ten years (Cirik *et al.*, 1991) whereas benthic diatom surveys have been conducted recently (Çolak Sabancı 2010; 2011; 2012a, b; 2013). The studies on microphytobenthos are very limited in comparison to pelagic component, and especially the taxonomic literature on brackish water diatoms is quite scattered. The detailed description of the taxonomy, ecology and distribution of species obtained in this study will help both the correct species to be recognised for future studies and the development of a comprehensive diatom flora of the Aegean coast.

The genus of *Fogedia* was established towards the end of the 1990s based on the transfer of several taxa originally described as *Navicula* s.l. by e.g. Foged (1975) (cf. Witkowski *et al.*, 1997; 2000). In *Fogedia* the most important characters allowing it to be separated from *Navicula* s.str. include the internal raphe slit being straight vs. strongly oblique in *Navicula* s.str. and the presence of short, simple apical external raphe endings instead of strongly hooked in the same side as in *Navicula* s.str., e.g., Cox (1979), Lange-Bertalot (2001), Witkowski *et al.* (2010). In addition, the valve face of most *Fogedia* species bears a lateral area differing from those observed either in *Fallacia* A. J. Stickle & D. G. Mann in F. E. Round *et al.* (1990) or in *Lyrella* Karayeva (cf. Round *et al.*, 1990; Witkowski *et al.*, 1997).

MATERIALS AND METHODS

The study area is located in Gediz Delta region (38°30' N, 26°55' E). The samples originate from Izmir. Gediz Delta (20400 ha), which consists of fresh water and salt water

marshes (5000 ha), bays and salt pans (3300 ha) and the lagoonal areas which form the typical Mediterranean delta ecosystem. The average rainfall and temperature of the area are 544.2 mm and 16.8°C respectively. In the Gediz Delta region, which includes the study area, there are four lagoons: Homa (1800 ha), Çilazmak (725 ha), Tas (500 ha) and Kırdeniz (450 ha). Homa Lagoon ($38^{\circ} 33'$, $10^{\prime\prime}$ N, $26^{\circ} 49', 50''$, E) is located 25 km northwest of the Gulf of Izmir and bordered by the town of Menemen (Fig. 1). Located adjacent to Çamaltı Saltpan and Izmir Bird Sancturay, the lagoon has a surface area of 1800 hectares (ha) and its depth ranges between 0.5 and 1.5 meter. Homa lagoon is one of the most important lagoons on the Aegean coast of Turkey, being a biodiversity hotspot. Because of its enormous species diversity and natural habitats, the lagoon was included in the important wetlands list in the Ramsar Convention.

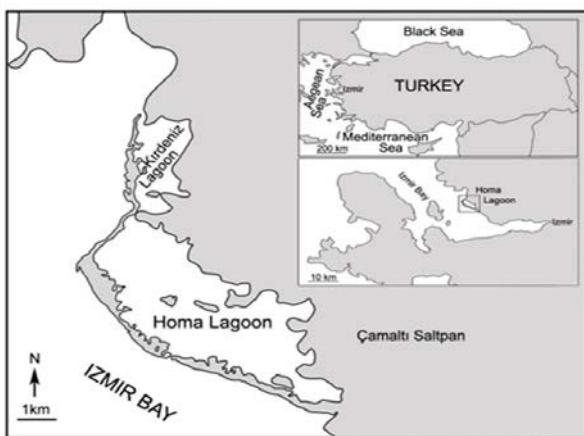


Figure 1. Map of the research area (Homa Lagoon, Turkey)

Periphyton sampling included epipellic algae, epiphytic algae, and epilithic algae. Epipellic diatom samples were taken by using cylindric plexiglas corers (13 cm long \times 6.1 cm i.d.). The sediment corers were left undisturbed for 24 h. During the exposure period, the corers were artificially illuminated for 2 h. After the waiting period, the sample from the upper part of 0–2 cm was taken and transferred to 250 ml polythene bottles containing distilled water (Ribeiro *et al.*, 2003). For the collection of epiphytic diatom samples, the macroalgae *Ulva lactuca* Linnaeus was chosen in the research region. Specimens of *Ulva lactuca* were placed in a large 1l sample container until it was about half full and 100–200 ml of distilled water was added. After that, the sealed container was shaken vigorously for ca. 60 seconds. The substrate was then brushed gently to remove the remaining attached diatoms and the suspension was decanted in a 250 ml bottle (Aligizaki and Nikolaidis, 2006). For the identification of epilithic diatoms, stones sized between 15–20 cm in diameter were collected. The stones were chosen as randomly as possible. From them, only those that were not smothered with filamentous algae and had an obvious diatom film were taken into consideration. The selected stones were placed in a plastic bath of 1l filled

with 200 ml of distilled water. The upper parts of the stones were brushed with a hard toothbrush and finally the mixture was decanted into the 250 ml polythene bottles (Winter and Duthie, 2000). Finally, all bottles containing epipellic, epiphytic and epilithic diatom samples were fixed with formaldehyde solution (4% final concentration). Permanent slides for the identification of diatoms were prepared from the same sample. The cleaning of the diatoms involved 10% HCl, 30% H₂SO₄, KMnO₄ and oxalic acid (Christiansen, 1988). Cleaned diatoms were mounted permanently on slides with Naphrax and identified at 1000 \times magnification by means of phase-contrast optics with OLYMPUS \times 100 Plan-apochromatic oil immersion objectives. Identification at species level was made following descriptions of Witkowski *et al.* (2000) and Witkowski *et al.* (2010).

RESULTS AND DISCUSSION

Fogedia giffeniana (N. Foged) Witkowski, Lange-Bertalot, Metzeltin & Bafana in Witkowski, Metzeltin, Lange-Bertalot & Bafana 1997

Original publication: Witkowski, A., Metzeltin, D., Lange-Bertalot, H. & Bafana, G. (1997). *Fogedia* gen. nov. (Bacillariophyceae), a new naviculoid genus from the marine littoral. Nova Hedwigia 65: 79–98, 92 figs, 2 tables.

Basionym: *Navicula giffeniana* Foged

Homotypic Synonym: *Navicula giffeniana* Foged 1975

Description: Valves broadly lanceolate with slightly protracted apices, 22.45 to 27.20 μ m long, 8.35 to 9.55 μ m wide (Fig. 2).

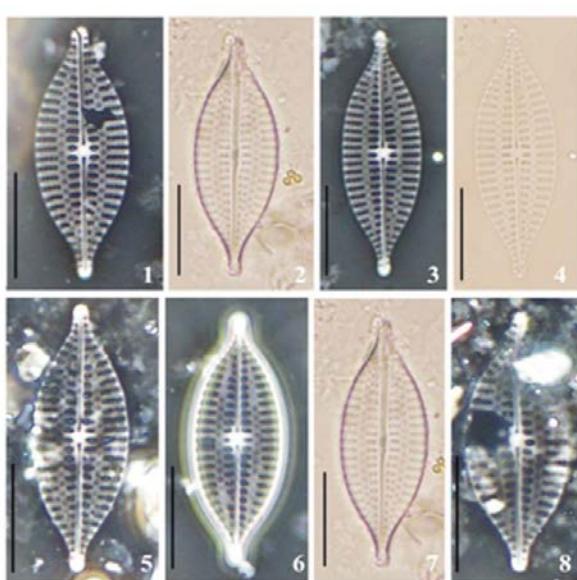


Figure 2. Micrographs of *Fogedia giffeniana* showing valve view. Scale bar = 10 μ m.

The transapical striae (11-12 in 10 µm) vary from parallel in the valve centre to strongly radiate at apices. Morphometric data determined for *F. giffeniana*, especially valve length and striae density (number of transapical striae in 10 µm) showed differences with Witkowski et al. (2000). The valve length for *F. giffeniana* was smaller in our samples than that reported by Witkowski et al. (2000) (26-37 µm long). Likewise, the stria density for this species in our samples was less in comparison to that given by Witkowski et al. (2000) (12-14 in 10 µm).

Ecology and Distribution: *Fogedias giffeniana* was found only in epipelagic and epiphytic diatom assemblages. It has not been reported from epilithic samples so far. When the distributions of this species according to the stations were examined, *F. giffeniana* occurred only at stations 1 and 2. The station 1 is the deepest station and throughout the sampling period the water depth is approximately 1.5 m. The station is exposed to the wave action and the sea floor is covered with gravel and sand. The station 2 is located in the region where the sea water is mixing with the lagoon water. This station is a little more sheltered than station 1 and has soft sediment substrate. Station 3 and 4 are less affected by sea water in comparison to the other stations and this species has not been reported there. This species originates from warm waters (Witkowski et al., 2010). It has been reported thus far from the western Indian Ocean (Oman, Yemen, Kenya) and from the Mediterranean Sea (Witkowski et al., 2000; Witkowski, A. unpubl.).

Fogedias giffeniana from Bacillariophyceae were reported for the first time from Turkish coastal waters. The species identified in this study is relatively uncommon species. Similarly, there have been no records of the genus *Fogedias* predominance in diatom assemblages in the entire world, only except in *F. geisslerae*, which was found in the North Sea at Rm Island, Denmark (Witkowski, unpubl.). So far, eight

species belonging to genus *Fogedias* were recorded and presently twelve *Fogedias* species are known (Park et al., 2013). Focusing on the worldwide distribution of species of the genus *Fogedias* examined, they found that (I) *F. acuta* England (Salah, 1955), Oregon (Witkowski et al., 2000); (II) *F. christensenii* Fiji (Witkowski et al., 1997); (III) *F. coreana* Korea (Park et al., 2013); (IV) *F. densa* China (Park et al., 2013), Korea (Park et al., 2013); (V) *F. elliptica* China (Park et al., 2013), Korea (Park et al., 2013); (VI) *F. finmarchia* Norway (Cleve and Grunow, 1880), England (Salah, 1955), Chile (Rivera, 1968), Greenland (Foged, 1973), Canary Islands (van den Heuvel and Prud'homme van Reine, 1985), Greek Island of Kos and Kalymnos (Foged, 1985), Fiji (Foged, 1987), Baltic Sea (Witkowski, 1994), North Croatia (Galović and Bajraktarević, 2006), Korea (Joh, 2013); (VII) *F. geisslerae* Baltic Sea (Witkowski, 1994); Wadden Sea (Witkowski et al., 1997); (VIII) *F. giffeniana* Tanzania (Foged, 1975), Fiji (Foged, 1987), Oman (Witkowski et al., 1997), Korea (Joh, 2013); (IX) *F. giffeniana* var. *yementica* Yemen (Witkowski et al., 1997); (X) *F. heterovalvata* Baltic Sea (Simonsen, 1959), Caribbean Sea (Witkowski et al., 2000), Korea (Joh, 2013); (XI) *F. krammeri* California (Witkowski et al., 2010), Korea (Joh, 2013); (XII) *F. lyra* Korea (Park et al., 2013), Japan (Park et al., 2013). While the species have been reported to inhabit many different places of the world, a majority of the recorded taxa were the only member of the genus found in one location studied. A genus *Fogedias* is distributed in tropical regions (Witkowski et al., 1997), temperate zone (Witkowski et al., 2000), cold water (Witkowski et al., 2010), however, rarely in the polar seas (Hendey, 1964; Witkowski et al., 2000). The occurrence of this species for the first time in this study may be related to the lack of adequate studies in this region. In addition, there is generally less scientific expertise and research conducted on benthic diatoms compared with corresponding studies in phytoplankton.

REFERENCES

- Aligizaki, K., Nikolaidis, G., 2006. The presence of the potentially toxic genera *Ostreopsis* and *Coolia* (Dinophyceae) in the North Aegean Sea, Greece. *Harmful Algae*, 5: 717-730. doi: 10.1016/j.hal.2006.02.005.
- Christiansen, T., 1988. Alger I naturen og I laboratoriet. Nørregade, Denmark: Københavns Universitets Institut for sporeplanter, 137 pp.
- Cirik, S., Alpbaz, A., Gökpınar, Ş., Metin, C., 1991. A study on phytoplankton of Homa (Süyo) Lagoon (İzmir bay). E.Ü. Faculty of Fisheries, Fisheries Symposium in the 10th year of education, Izmir. 590-600.
- Cleve, P. T., and Grunow, A., 1880. Beiträge zur kenntniss der arctischen Diatomeen. Kongliga Svenska vetenskaps-akademiens handlingar, 17: 1-121.
- Cox, E.J., 1979. Studies on the diatom genus *Navicula* Bory. The typification of the genus. *Bacillaria*, 2: 137-153.
- Çolak Sabancı, F., Koray, T., 2010. Four new records for the benthic diatoms (genera *Cocconeis*, *Seminavis*, *Synedra*, and *Trachysphenia*) from the Aegean Sea. *Turkish Journal of Botany*, 34(6): 531-540. doi:10.3906/bot-0912-285.
- Çolak Sabancı, F., 2011. Relationship of epilithic diatom communities to environmental variables in Homa lagoon (İzmir, Turkey). *Aquatic Biology*, 13: 233-241. doi: 10.3354/ab00367.
- Çolak Sabancı, F., 2012a. An Illustrated Survey On The Morphological Characters In Three Species Of The Diatom Genus *Mastogloia* (Bacillariophyceae). *Turkish Journal of Botany*, 36 (6): 727-737. doi: 10.3906/bot-1111-18.
- Çolak Sabancı, F., 2012b. Taxonomic Survey Of Benthic Diatoms On Natural Substrata From Coastal Lagoon (Aegean Sea, Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12(4): 841-849. doi:10.4194/1303-2712-v12_4_12
- Çolak Sabancı, F., 2013. Species of *Mastogloia* (Bacillariophyceae) new for the Aegean coast of Turkey. *Mediterranean Marine Science*, 14 (1): 129-140. doi:10.12681/mms.331.
- Foged, N., 1973. Diatoms from southwest Greenland. *Meddelelser om Grnland* 194: 1-84.
- Foged, N., 1975. Some littoral diatoms from the coast of Tanzania. *Bibliotheca Phycologica*, 16: 1-128.

- Foged, N., 1985. Diatoms in Kos and Kalymnos, two Greek islands in the Aegean. *Bibliotheca Diatomologica*, 10: 1-104.
- Foged, N., 1987. Diatoms from Viti Levu, Fiji Islands. *Bibliotheca Diatomologica* 14: 1-128.
- Galović, I., and Bajraktarević, Z., 2006. Sarmatian biostratigraphy of the Mountain Medvednica at Zagreb based on siliceous microfossils (North Croatia, Central Paratethys). *Geologica Carpathica*, 57 (3). 199-210.
- Hendey, N. I., 1964. An introductory account of the smaller algae of British coastal waters. Part V: Bacillariophyceae (Diatoms). Fishery Investigations, Series IV. Her Majesty's Stationery Office, London, 317 pp.
- Joh, G., 2013. Species diversity of the old genus *Navicula* Bory (Bacillariophyta) on intertidal sand-flats in the Nakdong River estuary, Korea. *Journal of Ecology and Environment*, 36(4): 371-390.
- Lange-Bertalot, H., 2001. *Navicula* sensu stricto, 10 genera separated from *Navicula* sensu lato, Frustulia. *Diatoms of Europe* 2: 1-526.
- Park, J., Khim, J. S., Ryu, J., Koh, C. H., Witkowski, A., 2013. An emended description of the genus *Fogedia* (Bacillariophyceae) with reports of four species new to science from a Korean sand flat. *Phycologia*, 52 (5): 437-446.
- Ribeiro, L., Brotas, V., Mascarell, G., Couté, A., 2003. Taxonomic survey of the microphytobenthic communities of two Tagus estuary mudflats. *Acta Oecologica*, 24: 117-123. doi: [10.1016/S1146-609X\(03\)00012-2](https://doi.org/10.1016/S1146-609X(03)00012-2)
- Rivera, P. R., 1968. Sinopsis de las diatomeas de la Bahia De Concepcion. *Gayana Botanica* 18: 1-11.
- Round, F. E., Crawford, R. M., Mann, D. G., 1990. The diatoms. Biology and morphology of the genera. Cambridge, England: Cambridge University Press, 760 pp.
- Salah, M. M., 1955. Some new diatoms from Blakeney Point (Norfolk). *Hydrobiologia*, 7: 88-102.
- Simonsen, R., 1959. Neue Diatomeen aus der Ostsee. I. *Kieler Meeresforschungen*, 15: 74-83.
- Van Den Heuvel, H. M. and Prud' Homme Van Reine, W. F., 1985. Marine, mainly benthic diatoms of the west coast of the Island La Palma (Canary Islands). *Vieraea*, 14: 11-31.
- Winter, J. G., Duthie, H. C., 2000. Stream epilithic, epipelic and epiphytic diatoms: habitat fidelity and use in biomonitoring. *Aquatic Ecology*, 34: 345-353.
- Witkowski, A., 1994. Recent and fossil diatom flora of the Gulf of Gdańsk, Southern Baltic Sea. *Bibliotheca Diatomologica*, 28: 1-313.
- Witkowski, A., Metzeltin, D., Lange-Bertalot, H., Bafana, G., 1997. *Fogedia* gen. nov. (Bacillariophyceae), a new naviculoid genus from the marine littoral. *Nova Hedwigia*, 65(1-4): 79-98.
- Witkowski, A., Lange-Bertalot, H., Metzeltin, D., 2000. Diatom flora of Marine Coasts I. *Iconographia Diatomologica* 7: 1-925.
- Witkowski, A., Lange-Bertalot, H., Kocielek, J. P., Kulikovskiy, M., Bak, M., Ruppel, M., 2010. Diatom flora of San Francisco Bay and vicinity. II. *Fogedia krammeri* sp. nov. *Polish Botanical Journal*, 55(1): 49-53.

Acute toxicity of several esential oils on *Daphnia magna* (Straus, 1816)

Uçucu yağıların *Daphnia magna* (Straus, 1816) üzerine akut toksisitesi

Özlem Çakal Arslan* • Hatice Parlak • Meltem Boyacıoğlu • Muhammet Ali Karaaslan

Ege University, Faculty of Fisheries, Department of Hydrobiology, 35100 Izmir, Turkey

*Corresponding author: ozlem.cakal@ege.edu.tr

How to cite this paper:

Arslan, Ç.O., Parlak, H., Boyacıoğlu, M., Karaaslan, A.M., 2014. Acute toxicity of several esential oils on *Daphnia magna* (Straus, 1816). Ege J Fish Aqua Sci 31(3): 137-143. doi: 10.12714/egejfas.2014.31.3.04

Özet: Bu çalışmada, beslenme, tıbbi tedavi ve kozmetik endüstrisinde kullanımı söz konusu olan 6 çeşit bitkisel yağın *Daphnia magna* akut hareketsizlik testi ile etkili konsantrasyonları (EC_{50}) belirlenmiştir. Toksisite testlerinde Biberiye, Okalıptüs, Üzüm Çekirdeği, Kekik, Çay Ağacı, Buğday özü yağları test maddesi olarak kullanılmıştır. Tüm yağların etki konsantrasyonları karşılaştırıldığında (EC_{50}) Kekik yağıının diğerlerine göre daha toksik olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Uçucu yağılar, Akut toksisite, *Daphnia magna*, Hareketsizlik testi.

Abstract: In this study, effective concentrations (EC_{50}) of six natural essential oils as Rosemary, Eucalyptus, Grape Seed, Thyme, Tea Tree, Wheat Germ Oil. These oils are used in supplement in diet, medical treatments and cosmetics industries. In this study, the aquatic toxicity of the oils were examined by using *Daphnia magna* acute immobilization test. According to the toxicity tests results, Thyme Oil were found to be more toxic among the other oils when comparing the EC_{50} values.

Keywords: Essential Oil, Acute toxicity, *Daphnia magna*, Immobilization test

INTRODUCTION

In this study, aquatic toxicity of the essential oils as Rosemary oil (RO), TeaTree oil (TTO), Wheat Germ Oil (WGO), Grape seed Oil (GSO), Thyme oil (TO) and Eucalyptus Oil (EO) were tested. Essential oils have been widely used for bactericidal, virucidal, fungicidal, antiparasitical, insecticidal, medicinal and cosmetic applications, especially recently in pharmaceutical, sanitary, cosmetic, and agricultural and food industries. Essential oils are volatile, natural, complex compounds and are formed by aromatic plants as secondary metabolites (Reuveni *et al.* 1984, Bakkali *et al.* 2008, Evandri *et al.* 2005).

Essential oils are extracted from various aromatic plants generally localized in temperate to warm countries like Mediterranean and tropical countries. They are liquid, volatile, limpid and rarely colored, lipid soluble and soluble in organic solvents with a generally lower density than that of water. They can be synthesized by all plant organs, i.e. buds, flowers, leaves, stems, twigs, seeds, fruits, roots, wood. (Bakkali *et al.* 2008, Miresmailli *et al.* 2006). Essential oils have been largely employed for their antibacterial, antifungal and insecticidal activities (Özcan and Arslan 2011). At

present, approximately 3000 essential oils are known, 300 of which are commercially important especially for the pharmaceutical, agronomic, food, sanitary, cosmetic and perfume industries. Essential oils or some of their components are used in perfumes and make-up products, in sanitary products, in dentistry, in agriculture, as food preservers and additives, in perfumes, creams, soaps, as flavor additives for food, as fragrances for household cleaning products and as industrial solvents and as natural remedies, (Bakkali *et al.* 2008, Perry *et al.* 2003). Moreover, essential oils are used in massages as mixtures with vegetal oil or in baths but most frequently in aromatherapy. Some essential oils appear to exhibit particular medicinal properties that have been claimed to cure one or another organ dysfunction or systemic disorder (Silva *et al.* 2003, Hajhashemi *et al.* 2003, Perry *et al.* 2003).

This literature knowledges shows that the essential oils used widely and discharged and accumulated in aquatic environment. The lack of information about the toxicity of these essential oils on aquatic organisms courage we to study and test of their toxicity using *Daphnia magna* immobilization test.

Daphnia magna is one of the most important fresh water species widely employed in ecotoxicity testing procedures through the world. Except for fish and more recently algae, chronic and acute tests with *D. magna* are among the most frequently performed standardized studies in aquatic toxicology (OECD 2004). *D. magna* has been used extensively to determine the toxicity of chemicals, effluents, and water and sediment samples and has been demonstrated to be sensitive to many environmental contaminants (Le Blanc 1980, Parlak et al. 2010). The choice of *D. magna* for use as a standard test species was strongly influenced by the following factors: reproduction is normally parthenogenetic, which allows the maintenance and testing of clones; it can be cultured in the laboratory; it represents the zooplankton community, a major element of the freshwater food chain; as a species of worldwide occurrence, the ecological relevance of the test results is recognized. Daphnids are important invertebrate species in aquatic food webs. Most daphnids are cyclic partheogenetic species capable of both asexual and sexual reproduction. Laboratory cultures of Daphnids are typically maintained in parthenogenetic state (Le Blanc 1980, Parlak et al. 2010).

Ecotoxicology can be loosely defined as the effects of pollutants on natural ecosystems. Although data from acute toxicity testing of single animal may be regarded as overly simplistic, they are often the starting point for assessing ecotoxicity (Hammer et al. 2006). Data describing the aquatic ecotoxicity of essential oils are very limited.

In our study, considering the knowledge above, we have attempted to determine the acute toxic effects of RO, TTO, WHO, GSO, TO and EO using *D.magna* and taking immobilized individual into account. As it is well known the toxicity of chemicals were ranged according to species. Although the toxic effects of six essential oils on some acari and bacteria species examined (Laborda et al. 2013), there are lack of information about the toxic effect on aquatic organisms and Daphnids.

MATERIAL AND METHODS

We used several essential oils which are Rosemary oil (RO), Tea Tree oil (TTO), Wheat Germ Oil (WGO), Grape seed Oil (GSO), Thyme oil (TO) and Eucalyptus Oil (EO) for tests. Stock solutions were prepared as 10 ppm of all essential oils by dissolving the chemicals with Dimethylsulphoxide (DMSO) (Sigma, Cat. No: 67-68-5). From the stock solutions, five experimental concentrations of five essential oils and four concentration of thyme oil (Table 1) were used by dilutions from stock solutions in order to determine the acute toxicity.

Controls accompanying the experiments consisted of untreated negative controls (Filtered Fresh Water: FFW), solvent control (DMSO: 1ml/10ml) and 10⁻⁴ M CdCl₂ (100µl/10ml: Sigma, Cat no: 7790-78-5) as a positive control.

Daphnia magna is one of the most important fresh water species employed in ecotoxicity testing for effluents, water and sediment samples, chemicals and complex mixture (Parlak et al., 2010). *D. magna* is a species of zooplankton. Due to its worldwide distribution and adaptability to laboratory culture, Daphnia has long been employed as a representative species for testing chemicals (OECD 2004).

The acute toxicity tests were carried out in accordance with the guidelines of the Organization for Economic Cooperation and Development (Test no. 202, *Daphnia* sp., Acute Immobilization Test) (OECD, 2004). *D. magna* cultures consisted of glass beakers containing culture medium and 20 daphnids. Culture medium was renewed and offspring produced discarded twice weekly. Brood daphnids were discarded after 4 weeks in culture and replaced with neonatal organisms. Cultures were maintained at 21 ± 0.5 °C under 18-h light: 6-h dark photoperiod. The Daphnia were fed 75x106/ml cells the unicellular green algae *Selenastrum copricornutum* was cultured in Bristol medium. These culture conditions maintained the daphnids in the parthenogenetic reproductive stage.

The primary objective of the 48-hour toxicity test using *Daphnia magna*. Is to evaluate the acute toxicity of essential oils on freshwater crustaceans. The test is conducted in small beakers or standard test tubes, and often incorporates replication (e.g., 5 organisms in each of 4 replicates). The measurement endpoints generally evaluated are the 48-hour LC₅₀ (for survival), and the 48-hour EC₅₀ (for immobility). The acute test was performed in accordance to the standard protocol for *D. magna* immobilization test (OECD 2004). 5 neonates aged less than 24 h, divided in to four groups were exposed to each concentration of essential oils for 48 h in a static test. The test containers used were 20-ml glass beakers filled with 10 ml of test solution. The test was performed at 20 ± 2°C under 18-h light: 6-h dark photoperiod. Numbers of mobile and immobile specimens were registered after 24 and 48 h; pH and oxygen were measured in the controls and at the highest test concentrations. During the experiments, these physical and chemical variables were measured daily. At the end of the acute toxicity tests, the organisms were observed under a stereomicroscope, and the number of dead neonates in the four replicates was counted and used to determine the 48-h LC₅₀.

The LC50's were calculated by probit analysis using Toxicologist 1.00 (1990) statistical software. All data were tested for statistical significance using a Student-t test.

RESULTS

Essential oil (RO, TTO, WHO, GSO, EO) bioassay with daphnia 5 concentration was used and 4 concentration was used for TO (Table 1). The summary of 24-h and 48-h acute toxicity of essential oils of 6 essential oils presented in Figures. In this study the 95% confidence limits overlap and dose-response relationship was defined.

Concentrations of Thyme oil (TO) were found to be more toxic in the test. The number of Immobilize Daphnids rates was increasing parallel to increasing concentrations in all test

medium. In the meantime, any death was found in the control group ([Table 2, Figure 3](#)).

Table 1. Concentrations of essential oils.

Essential Oils	Physical State and Appearance	Molecular Weight (d)	Concentrations (mg/L)
Rosemary Oil (RO)	Liquid	0.8015	4.01, 8.02, 20.04, 48.09, 100.19
Tea Tree Oil (TTO)	Liquid	0.8043	4.02, 8.041, 12.061, 20.1013, 40.205
Wheat Germ Oil (WGO)	Liquid	0.8057	4.03, 12.08, 20.1, 48.3, 100.7
Grape Seed Oil (GSO)	Liquid	0.7456	3.728, 11.184, 18.64, 44.74, 93.2
Thyme Oil (TO)	Liquid	0.8136	3.051, 5.085, 12.204, 54.425
Eucalyptus Oil (EO)	Liquid	0.8446	22.53, 33.78, 45.05, 56.31, 67.57

Table 2. Acute test results of essential oils.

Essential Oil Concentrations mg/L	Total Number of Individual	Number of Immobilization	% Number of observed Immobilization
Control	20	0	0
Negative (DMSO)		0	0
Positive (CdCl ₂)	20	20	100
Rosemary Oil (RO)			
4.01	20	4*	20
8.02	20	8*	40
20.04	20	13*	65
48.09	20	17*	85
100.19	20	20*	100
Tea Tree Oil (TTO)			
4.02	20	2*	10
8.041	20	3*	15
12.061	20	7*	35
20.1013	20	11*	55
40.205	20	15*	75
Wheat Germ Oil (WGO)			
4.03	20	7*	35
12.08	20	18*	90
20.1	20	18*	90
48.3	20	20*	100
100.7	20	20*	100
Grape Seed Oil (GSO)			
3.728	20	3*	55
11.184	20	6*	50
18.64	20	7*	60
44.74	20	14*	60
93.2	20	20*	75
Thyme Oil (TO)			
3.051	20	4*	20
5.085	20	5*	25
12.204	20	11*	55
54.425	20	20*	100
Eucalyptus Oil (EO)			
22.53	20	0	0
33.78	20	6*	30
45.05	20	11*	55
56.31	20	17*	85
67.57	20	20*	100

*p<0.005

Mobilized Daphnids was 100% in the control group, while in the solvent substance DMSO, which has no toxic effect, it was 100%. Percentage of immobilized daphnids, depending on the toxicant, began to increase from the first concentrations onwards (Figure 1-3), a 20 % increased being observed at the first concentration of 4.01mg-RO/L ($p<0.005$). At first concentrations of TTO containing 4.02 mg-TTO/L percentage of immobilize daphnids observed as 10% (Table 2, Figure 1).

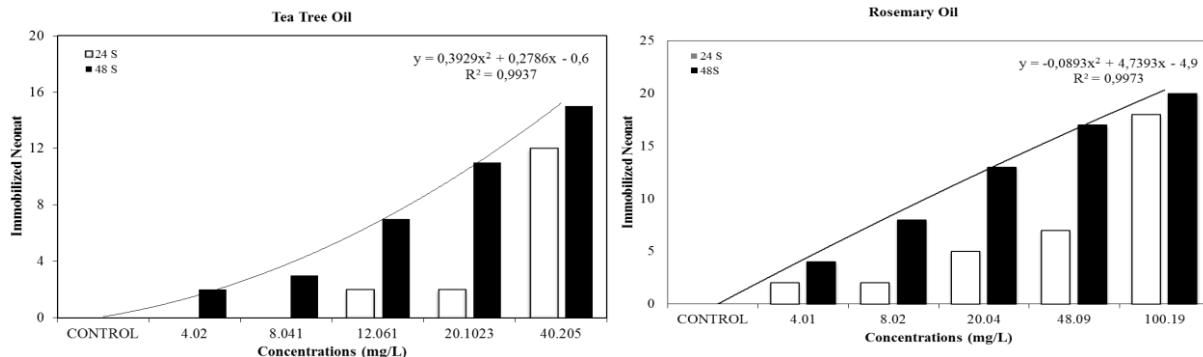


Figure 1. Dose response curve of Rosemary and Tea Tree Oil for immobilized neonate.

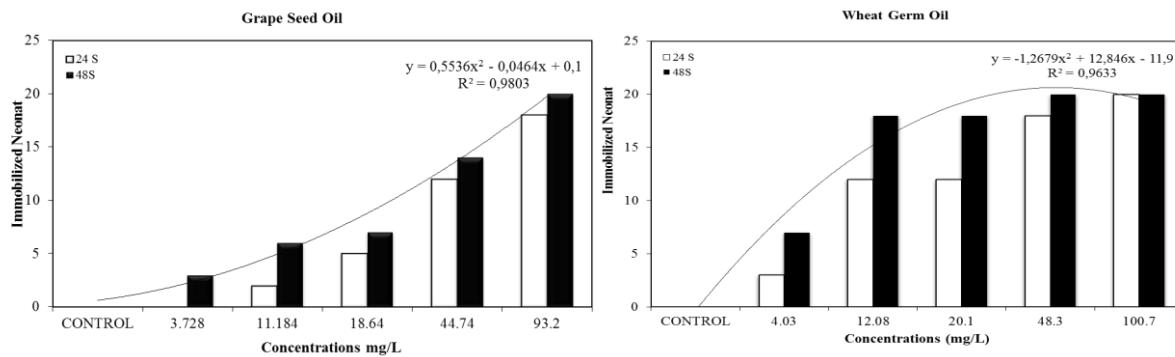


Figure 2. Dose response curve of Wheat Germ and Grape Seed Oil for immobilized neonate.

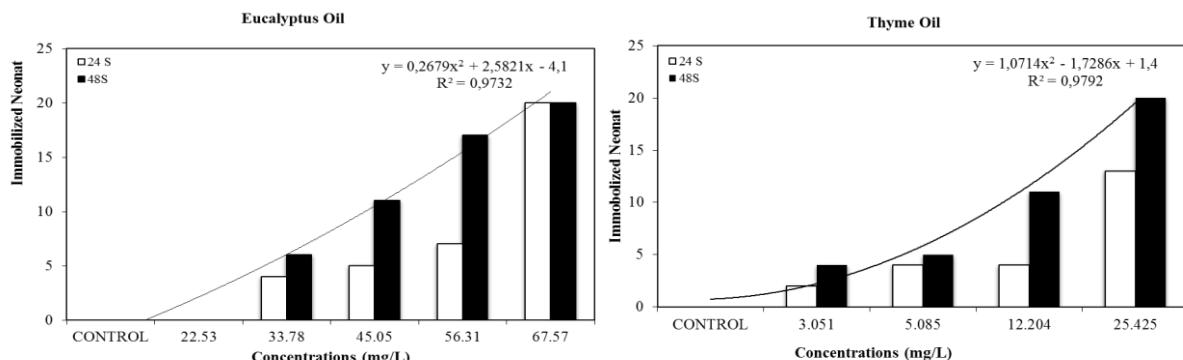


Figure 3. Dose response curve of Thyme and Eucalyptus Oil for immobilized neonate.

The impact of RO on mobilization of exposed neonate was determined as EC₅₀ 15.5875 mg/L RO concentration by probit analyses Table 3. The acute toxicity of TTO on mobilization are shown in Table 2. And EC₅₀ value of TTO was estimated as 18.614 mg/L (Table 3). The EC₅₀ values of other 5 essential

oils are shown in Table 3. It can be concluded that comparing EC₅₀ levels of the essential oils concentrations the toxicity order is Eucalyptus Oil < Grape Seed Oil < Tea Tree Oil < Rosemary Oil < Wheat Germ Oil < Thyme Oil (Table 3).

Table 3. Estimated LC/EC values and confidence limits for immobilized neonate.

Essential oil	Exposure Conc. (mg/L)	95% Confidence Limits		Probit Curve
Rosemary Oil	15.5875	9.965	22.775	$3.7984 + 1.007 \times \log(\text{conc.})$
Tea Tree Oil	18.614	7.937	30.144	$2.490 + 1.977 \times \log(\text{conc.})$
Wheat Germ Oil	15.059	10.66 3	20.401	$2.261 + 2.326 \times \log(\text{conc.})$
Grape Seed Oil	23.001	12.62 3	55.981	$2.689 + 1.697 \times \log(\text{conc.})$
Thyme Oil	11.787	7.342	169.844	$3.135 + 1.741 \times \log(\text{conc.})$
Eucalyptus Oil	83.8111	Too	wide	$2.194 + 1.459 \times \log(\text{conc.})$

DISCUSSION

Essential Oils contain a complex mixture of volatile aroma compounds from secondary plant metabolism. In general antifungal and insecticidal activity of essential oils are well documented (Reuveni *et al.*, 1984). Although researchers describe the in-vivo and in-vitro effects of some essential oil on various animal species. A limited data have been found on the acute toxicity of Rosemary, Tea Tree, Wheat Germ, Greap Seed, Thyme and Eucalyptus Oil, that makes difficult to have comparisons of data's.

However, the acute toxicity of some essential oils to aquatic organism has been assessed by a few researcher (Le Blanc, 1980, Stroh *et al.*, 1998, Park *et al.*, 2011). The lack of data on the acute toxic effects of essential oils on the physiology, reproduction and development is particularly evident in some aquatic invertebrate taxa, such as Cladoceran. In the study by Pavela (2014), using *Culex quinquefasciatus* and non-target organism *Daphnia magna*, in order to determine the acute toxicity of selected essential oil *Pimpinella anisum* fruits were used. LC50 for instar larvae was estimated as 15-19 µL and besides that essential oil were toxic for *D. magna* (62-92 % mortality) and significantly reduced fertility. The oil used in this study was not used in our study. But the *D. magna* mortality average were compared our study essential oil we tested are less toxic to *D. magna*.

The essential oil Tea Tree Oil is widely investigated as alternative antimicrobial, anti-inflammatory agent (Hammer *et al.*, 1999, 2006) limited data are available on safety and the toxicity of oil. The mutagenic activity of Tea Tree Oil was determined by Evandri *et al.*, (2005). This researcher reported that essential oils tea tree and lavender have no mutagenic activity either in the TA 98 and TA 100 *Salmonella typhimurium*. In the study of researcher tea tree oil dilutions were tested (0.80, 0.66, 0.50, 0.40, 0.25 and 0.13 mg/plate). According to test result of this study tea-tree oil proved toxic on both TA strains (at 0.28 mg/plate on TA98 and at 0.88 mg/plate on TA100): when the S9 mixture was added, tea-tree oil was less toxic (toxicity began at 2.78 mg/plate).

Although, Tea-tree oil, with and without metabolic activation, induced no antimutagenic activity, on TA98 or TA100. In our study, Tea Tree oil were toxic at 18.614 mg/L. Comparison of The test results of Evandri *et al.*, (2005) and present study showed that strains of Bacteria are more sensitive to Tea Tree oil.

Pimenta *et al.*, (2000) evaluated that acute toxicity of total samples of eucalyptus pyrolysis liquids and the phenolic compounds by *D. magna* bioassay and microtox assay. They are reported that total eucalyptus pyrolysis liquids were immobilize 50% of the *D. magna* population at concentrations 68- 170 mg/L and also showed that eucalyptus has no genotoxic effects. In this study, eucalyptus pyrolysis liquids tested while eucalyptus oil were tested in our study. There are no studies with Eucalyptus Oil to determine the effects on aquatic organisms. These results are compared with our study, eucalyptus oil is more toxic than eucalyptus pyrolysis (55% immobilize Daphnid at 45, 05 mg/L; 50% at 40, 95 mg/L).

The study of Pavela (2008) were determined the insecticidal activity of 34 essential oils, extracted from plants, was screened against the house fly, *Musca domestica* L. under laboratory conditions. Results of these study showed that Essential oils from *Pogostemon cablin* (Patchouli) proved to be the most efficient at a lethal dose of 3 µg/fly after topical application. Eight oils (*Pelargonium roseum*, *Origanum vulgare*, *Origanum compactum*, *Mentha pulegium*, *Oicum basilicum*, *Origanum majorana*, *Thymus vulgaris* and *Palergonium graveolens*) were lethal in doses ranging from 10 to 20 µg (µg/fly, respectively). The lethal doses of another 13 oils were ascertained in the range (including *Rosmarinus officinalis*) 20–50 µg/fly, nine oils had lethal doses of 50–100 µg. Results of these study showed that Thyme Oil and Rosemary Oil more toxic to house fly *Musca domestica* L. When comparing these results with our study similar effects were observed according to lethal concentrations.

Khater *et al.* (2011) using *Lucilla sericata* (Diptera) exposed essential oils lettuce, chamomile, rosemary and annise, at larval stage it was reported that lethal concentrations (LC50) of 0.57%, 0.85%, 2.74%, and 6.77% for lettuce, chamomile, anise, and rosemary oils, respectively. The Study by Seo *et al.*, (2012) were evaluated larvicidal activity of 20 plant essential oils and also tested the acute toxicity of five of these oils. According to their results, Peru balsam, ajowan balsam, benzyl benzoate and thymol were more toxic to *D. magna*. And also reported LC₅₀ value as 5.94 mg/L for thymol, 3. 89 mg/L for Peru balsam. Although in our study LC₅₀ value measured as 11,787 mg/L for Thyme oil. The acute toxicity of some Myrtaceae plant essential oils or their components to aquatic organisms has been assessed. Tea Tree Oil and Eucalyptus oils were classified as nontoxic (EC50 > 10 mg/L) (Stroh *et al.*, 1998, Park *et al.*, 2011). Duringer *et al.*, (2010) were evaluated acute aquatic toxicity of two essential oils (Western juniper and Port orford) using *Daphnia magna*, *Oncorhynchus mykiss* and *Selenastrum*

copricornutum in order to gauge the relative toxicological risk. Results of this study showed that Western juniper oil not toxic for *D. magna* and *O. mykiss* although toxic for *S. copricornutum* at 5.0 mg/L. Besides that researcher reported that Port orford oil EC₅₀ value (48 hour) for *D. magna* as 1.9 mg/L.

The purpose of Khalifa et al., (2011) study was to assess the antioxidant role of wheat germ oil (WGO) and grape seed oil (GSO) in chlorpyrifos-induced oxidative stress, biochemical and histological changes in liver in male albino rats. The results showed that the enzyme activities were significantly increased in rats administrated only by chlorpyrifos. Besides that Wheat germ oil and grape seed oil supplementation caused significant improvement in different biochemical parameters of all rat groups. Toxic effects of Wheat Germ and Grape Seed Oil on aquatic organisms are not available.

Our results and the results of the other related research studies showed that essential oils cause immobilization/mortality of daphnia at low concentrations. As with RO, TTO, WGO, GSO, TO and EO was determined according to Zucker's (1985) criteria that this chemical was slightly toxic for daphnia.

As it is well known that the effects of toxic chemicals on early developmental stages of aquatic organisms are of great importance in the protection of the natural population's health. This results bring us a conclusion that the essential oils has toxic effects on neonate and decreased mobilization percentage of exposed neonates became more important from the ecotoxicological point of view. Besides that considering the increasing use of this essential oils for personal care and another uses, their safety profile must be carefully determined.

REFERENCES

- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., Idaomar, M., 2008. Biological effects of essential Oils — a review. *Food Chem. Toxicol.* 46: 446–475. doi: [10.1016/j.fct.2007.09.106](https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106)
- Duringer, J.M., Swan, L.R., Walker, D.B., Craig, A.M., 2010. Acute aquatic toxicity of Western juniper (*Juniperus occidentalis*) foliage and Port Orford cedar (*Chamaecyparis lawsoniana*) heartwood oils. *Environ Monit Assess.* 170:585–598. doi: [10.1007/s10661-009-1259-0](https://doi.org/10.1007/s10661-009-1259-0)
- Evandri, M.G., Battinelli, L., Daniele, C., Mastrangelo, S., Bolle, P., Mazzanti, G., 2005. The antimutagenic activity of *Lavandula angustifolia* (lavender) essential oil in the bacterial reverse mutation assay. *Food and Chemical Toxicology.* 43: 1381–1387. doi: [10.1016/j.fct.2005.03.013](https://doi.org/10.1016/j.fct.2005.03.013)
- Hajhashemi, V., Ghannadi, A., Sharif, B., 2003. Anti-inflammatory and analgesic properties of the leaf extracts and essential oil of *Lavandula angustifolia* Mill. *J. Ethnopharmacol.* 89, 67–71. doi: [10.1016/S0378-8741\(03\)00234-4](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(03)00234-4)
- Hammer, K.A., Carson, C.F., Riley, T.V., 1999. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *Journal of Applied Microbiology.* 86(6): 985–990. doi: [10.1046/j.1365-2672.1999.00780.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.1999.00780.x)
- Hammer, K.A., Carson, C.F., Riley, T.V., 2006. A review of the toxicity of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil. *Nielsen Food and Chemical Toxicology,* 44: 616–625. doi: [10.1016/j.fct.2005.09.001](https://doi.org/10.1016/j.fct.2005.09.001)
- Khalifa, F.K., Khalil, F.A., Barakat, H.A., Hassan, M.M., 2011. Protective Role of Wheat Germ and Grape Seed Oils in Chlorpyrifos-Induced Oxidative Stress, Biochemical and Histological Alterations in Liver of Rats Australian. *Journal of Basic and Applied Sciences.* 5(10): 54–66.
- Khater, H.F., Hanafy, A., Abdel-Mageed, A.D., Ramadan, M.Y., El-Madawy, R.S. 2011. Control of the myiasis-producing fly, *Lucilia sericata* with Egyptian essential oils. *Inter. J. Dermatol.* 50: 187–194. doi: [10.1111/j.1365-4632.2010.04656.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-4632.2010.04656.x)
- Laborda, R., Manzanao, I., Gamon, M., Gavidiac, I., Perez-Bermudez, P., Boludac, R., 2013. Effects of *Rosmarinus officinalis* and *Salvia officinalis* essential oils on *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Industrial Crops and Products* 48: 106–110.
- Le Blanc, G.A., 1980. Acute toxicity of priority pollutants to water flea (*Daphnia magna*). *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 24: 684–691.
- Miresmailli, S., Bradbury, R., Isman, M.B., 2006. Comparative toxicity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil and blends of its major constituents against *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on two different host plants. *Pest Manag Sci* 62:366–371. doi: [10.1002/ps.1157](https://doi.org/10.1002/ps.1157)
- OECD - Organization for Economic Cooperation and Development, 2004. Guideline for testing of chemicals. *Daphnia sp., Acute Immobilisation Test* OECD 202, Paris.
- Özcan, M. M. and Arslan, D., 2011. Antioxidant effect of essential oils of rosemary, clove and cinnamon on hazelnut and poppy oils. *Food Chemistry.* 129:1, 171–174. doi: [10.1016/j.foodchem.2011.01.055](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.01.055)
- Park, H.M., Kim, J., Chang, K.S., Kim, B.S., Yang, Y.J., Kim, G.H., Shin, S.C., Park, I.K., 2011. Larvicidal activity of Myrtaceae essential oils and their components against *Aedes aegypti*, acute toxicity on *Daphnia magna*, and aqueous residue. *J. Med. Entomol.* 48: 405–410. doi: [10.1603/ME10108](https://doi.org/10.1603/ME10108)
- Parlak, H., Çakal Arslan, O., Boyacıoğlu, M., Karaslan, M.A., 2010. Acute and Chronic Toxicity of contaminated fresh water and sediment of Nif Brook on *Daphnia magna* (Straus, 1820). *Ege J Fish Aqua Sci.* 27 (4): 135–141.
- Pavela, R., 2008. Insecticidal Properties of Several Essential Oils on the House Fly (*Musca domestica* L.) *Phytother. Res.* 22, 274–278. doi: [10.1002/ptr.2300](https://doi.org/10.1002/ptr.2300)
- Pavela, R., 2014. Insecticidal properties of *Pimpinella anisum* essential oils against the *Culex quinquefasciatus* and the non-target organism *Daphnia magna*. *Journal of Asia-Pacific Entomology* 17: 287–293. doi: [10.1016/j.aspen.2014.02.001](https://doi.org/10.1016/j.aspen.2014.02.001)
- Perry, N.S., Bollen, C., Perry, E.K., Ballard, C., 2003. *Salvia* for dementia therapy: review of pharmacological activity and pilot tolerability clinical trial. *Pharmacol. Biochem. Behav.* 75, 651–659.
- Pimenta, A.S., Bayona, J.M., Garcí'a, M.T., Solanas, A.M., 2000. Evaluation of Acute Toxicity and Genotoxicity of Liquid Products from Pyrolysis of *Eucalyptus grandis* Wood. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 38: 169–175.
- Reuveni, R., Fleischer, A., Putievski, E., 1984. Fungistatic activity of essential oils from *Ocimum basilicum* chemotypes. *Phytopathol. Z.* 10: 20–22.
- Seo, S.M., Park, H.M., Park, I.K., 2012. Larvicidal activity of ajowan (*Trachyspermum ammi*) and Peru balsam (*Myroxylon pereira*) oils and

- blends of their constituents against mosquito, *Aedes aegypti*, acute toxicity on water flea, *Daphnia magna*, and aqueous residue. *J. Agric. Food Chem.* 60: 5909–5914. doi: [10.1021/jf301296d](https://doi.org/10.1021/jf301296d)
- Silva, J., Abebe, W., Sousa, S.M., Duarte, V.G., Machado, M.I.L., Matos, F.J.A., 2003. Analgesic and anti-inflammatory effects of essential oils of Eucalyptus. *J. Ethnopharmacol.* 89, 277–283.
doi: [10.1590/S0102-695X2010000200007](https://doi.org/10.1590/S0102-695X2010000200007)
- Stroh, J., Wan, M.T., Isman, M.B., Moul, D.J., 1998. Evaluation of the acute toxicity to juvenile pacific coho salmon and rainbow trout of some plant essential oils, a formulated product, and the carrier. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 60: 923–930.
- Zucker, E., 1985. Hazard evaluation division, Standard evaluation procedure: Acute toxicity test for freshwater invertebrates. EPA/540/9-85/005 (p. 12). Washington: US Environmental Protection Agency.

Mersin merkezindeki akvaryum sektörünün genel profilinin çıkarılması üzerine bir çalışma[#]

A research about reporting general profile of aquarium sector in Mersin Province

Arzu Özlüer Hunt* • Yüksel Koca

Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yetiştiricilik Bölümü, 33169 Mersin

*Corresponding author: huntarzu@hotmail.com

[#]Bu çalışma ikinci yazarın lisans bitirme tezi genişletilerek yapılmıştır.

How to cite this paper:

Hunt, Ö.A., Koca, Y., 2014. A research about reporting general profile of aquarium sector in Mersin Province. *Ege J Fish Aqua Sci*, 31(3): 145-150.
doi: [10.12714/egejfas.2014.31.3.05](https://doi.org/10.12714/egejfas.2014.31.3.05)

Abstract: The main objective of this study was to investigate general status of aquarium business at central Mersin. According to this research, total 23 aquarium business was determinate in Mersin city. Of these aquarium businesses were 11.5% trading partnership. While of these was determinate 88.5% individual aquarium company. 17 of these aquarium businesses registered at chamber of merchants and craftsmen, 4 of them registered chamber of commerce and industry and two aquarium business were not registered any chamber. Owner of aquarium business were graduated 12.5% from university, 47.5% from high school and 40% from primary school. The gender of the workers in aquarium business was 95% male and 5% female. 91.3% of aquarium business was cooperating with Veterinary but none of aquarium business was worked aquaculture engineering and none of aquarium owner was not aquaculture engineer. 70% of white spot and fungus disease were recorded in aquarium shops. 43.7% aquarium businesses were marketing aquarium plants also. 34.9% of aquarium shops had technical and economic problems. One of the biggest problems for them was illegal fish import and too much tax for this sector. Turkish government also limiting imports of aquarium fish species which have been proposed domestic production. Moreover they imply that, import fish and plant should controlled by government and If not they might be spread some diseases. Government should be supporting tax cuts growth by giving grants or the provision of low interest loans to ornamental fish and plant producers.

Keywords: Mersin, ornamental fish, aquarium plant, import

Özet Bu çalışmada, Mersin ili merkezindeki akvaryum işletmelerinin, profilleri çıkarılarak genel durumları hakkında değerlendirmeler yapmak amaçlanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, Mersin merkezinde kurulmuş olan toplam işletme sayısının 23 olduğu tespit edilmiştir. Akvaryum işletmelerinin %11,5'inin ticaret ortaklısı bulunmaktadır. %88,5'inin ise şahıs işletmesi olduğu belirlenmiştir. İşletmelerin 17 tanesi Esnaf ve Sanatkârlar Odası'na, 4 işletme Sanayi ve Ticaret Odasına kayıtlı ve 2 işletme ise herhangi bir odaya kayıtlı değildir. Akvaryum işletmelerin sahiplerinin %12,5'si üniversite mezunu iken, %47,5'i lise mezunu %40'i ise ilköğretim mezundur. Akvaryum işletmelerinde %95 erkek personel var iken bunların sadece %5'i kadın personeldir. Akvaryum işletmelerinin %91,3'ü anısmalı veterinerleri var iken 23 işletmenin hiç birinde Su Ürünleri Mühendisi çalışmamaktadır veya bu işi yapanların mesleği bu sektörden değildir. Akvaryum işletmelerinde %70 beyaz benek ve mantar hastalıkları görülmüştür. Akvaryum işletmelerinin %43,7'sinde akvaryum bitkisi de pazarlanmaktadır. Akvaryum işletmelerinin % 34,9'u teknik ve ekonomik sorunlarının bulunduğu belirtmiştir. Akvaryum sektörünün en büyük sorunlarından biri kaçak balık satışları ve vergilerin fazla olması olarak belirtilemiştir. İthal balık ve bitkiler karantinaya alınmadıkları için hastalık yarmaları, devletin süs balıkları ve bitkileri üreticilerini destekleyici vergi indirimleri hibeler ya da düşük faizli krediler vererek büyümelerinin sağlanması, Türkiye'de yetiştirciliği yapılabilen türlerin ithalatının sınırlandırılarak yerli üretimin desteklenmesi önerilmiştir.

Anahtar kelimeler: Mersin, süs balıkları, akvaryum bitkileri, ithalat

GİRİŞ

Akvaryum, çoğunlukla cam ya da yüksek dirençli plastik gibi saydam malzemelerden yapılan, balık başta olmak üzere suda yaşayan bitki ve hayvanların tutulduğu ve daha çok bu canlıların sergilelenmesi amacıyla kullanılan içi su dolu, küçük bir cam kavanozdan büyük su tanklarına kadar geniş bir yelpazede yer alan kap ve yapılardır. Akvaryum sahibi olmak dünya çapında yaklaşık 60 milyon kişi tarafından paylaşılan popüler bir hobidir ([Hekimoğlu, 2004](#)). Bu meraklı kitlenin

gereksinimlerini karşılayacak akvaryum balıkları yetişirme sektörü ve bu sektörde malzeme (balık yemleri, dezenfektanlar, ısıticilar, filtreler, hava motorları, hava taşları, dekorasyon araçları vb.) sağlayan pek çok iş kolu doğmuştur. Bunun sonucudur ki dünya ülkelerinde bu sektörden para kazanarak yaşamını sürdürün önemli bir kitle mevcuttur ve bunların sayısı yaklaşık bir milyon civarındadır ([Alpbaz, 1993](#); [Hekimoğlu vd., 2005](#)). Akvaryum balıkları sektörü bütün

dünyada milyar dolarlık bir endüstridir. Dünya genelinde sektörden her yıl elde edilen gelir 9 milyar dolar civarındadır ([FAO, 1996-2005](#)).

Tüm Avrupa Birliği ülkelerinde süs balıkları en büyük pazar olmakla birlikte Amerika Birleşik Devletleri dünyanın süs balığı ithalatı yapan tek ve en büyük ülkesidir ([Livengood ve Chapman, 2011](#)). Süs balığı endüstrisinin değeri ve ticaret hacminde kesin rakamlar olmama da farklı ülkelerden ithal edilen süs balıkları ve omurgasızları değeri dünya çapında yaklaşık 278.000.000 \$ civarındadır ([FAO, 1996-2005](#)).

Dünyada özellikle gelişmiş ülkelerde oldukça fazla sayıda akvaryum meraklısının var olduğu bilinen bir konudur. Örneğin, sadece ABD'de tatlı su akvaryumu bulunduranların sayısı 9,2 milyon, deniz akvaryumu bulunduranların sayısı ise 730.000 olarak bildirilmektedir. İngiltere'de ise 2003 yılında toplam 562.500 adet akvaryumun satıldığı bildirilmiştir. Sonuç olarak; bu meraklı kitlesinin gereksinimlerini karşılayacak akvaryum balıkları yetiştirmeye sektörü ve bu sektörde yan malzeme sağlayan pek çok iş kolu doğmuştur. ([Hekimoğlu, 2004](#)).

Türkiye'de akvaryum konusu yeni bir sektör olup, 40-50 senelik bir geçmişe sahiptir. Popüler anlamda akvaryum merakı, 1980'li yıllarda oldukça artmış ve bu dönemden sonra akvaryum balıklarının çok sayıda ve türde ithal edildiği görülmüştür. Daha önceleri sadece büyük şehirlerde görmeye alıştığımız akvaryumcular, son yıllarda her ilimizde hatta ilçe bazında yayılım gösterdikleri izlenmektedir. Ülkemizde 200 bin dolayında akvaryum meraklısı bulunduğu tahmin edilmektedir. Bu çalışmada, Mersin ili Merkez ilçelerinde bulunan akvaryum işletmelerinin sayısı, pazarladıkları ürünün belirlenmesi ve genel durumlarına bir bakış amacıyla envanter niteliğinde gerçekleştirılmıştır. Araştırma sonuçlarının, ülkemizde akvaryum dünyasına ilgi duyanlar ve bu konuda araştırma yapacaklara ışık tutacağını umuyoruz.

MATERIAL VE YÖNTEM

Bu araştırmada Mersin merkez ilçelerinde bulunan akvaryumcuların teknik ve ekonomik olarak değerlendirilmeleri yapılmıştır. Bu çalışma 2013 Şubat-Nisan aylarında toplam 23 işletmede yüz yüze görüşüerek yapılmıştır. Bu kapsamda yörede bulunan akvaryum işletmelerinde pazarlanan ürünler, bu ürünlerin nereden ve ne fiyatta pazarlandığı, sektörün başlıca problemleri ortaya konulmaya çalışılmıştır ve böylece tropik ve subtropik balıkların başında gelen bu balıkların bölgemizdeki potansiyel yetişтирilebilirlik ve sorunlarına genel bir bakış daha önce İzmir ilinde [Hekimoğlu \(2004\)](#), araştırması esas alınarak yapılmıştır. Verilerin grafiklendirilmesinde Excel paket programından yararlanılmıştır.

BÜLGULAR VE TARTIŞMA

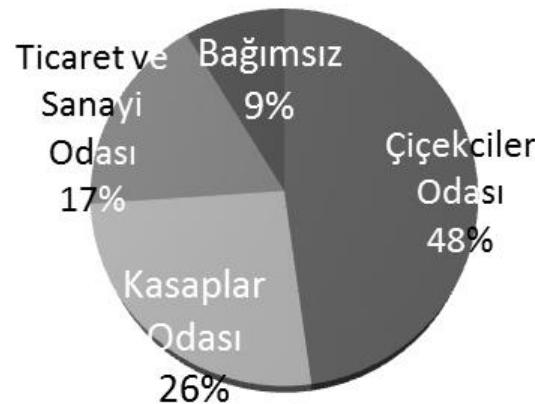
Araştırmaya temel olacak ana ölçütlerin saptanması amacıyla akvaryum konusunda aktif üretici dağıtıcı firmaların ve meslek odalarının kayıtları temel alınarak il bazında toplam 23 akvaryum balığı üreticisi saptanmıştır. [Çizelge 1](#).de Mersin ili merkez ilçelerindeki akvaryumcuların

sayıları verilmiştir.

Çizelge 1. Mersin ili merkez ilçelerindeki akvaryumcuların sayıları.
Table 1. Number of aquarium shops in Mersin province.

İlçeler	Sayı	(%)
Akdeniz	12	52
Yenişehir	7	30
Mezitli	3	13
Toroslar	1	5
Toplam	23	100.0

Akvaryum işletmelerinin %11,5'inin ticaret ortaklılığı bulunmaktadır. %88,5'inin şahıs işletmesi olduğu belirlenmiştir. İşletmelerin 17 tanesi Esnaf ve Sanatkarlar Odası'na 4 işletme Sanayi ve Ticaret Odasına kayıtlı ve 2 işletme ise herhangi bir odaya kayıtlı değildir. Esnaf ve Sanatkârlar Odasına kayıtlı olanlar arasında; 11 işletmenin Çiçekçiler Odası'na, 6 işletmenin ise Kasaplar Odası'na bağlı olduğu belirlenmiştir. Mersin'de yeterli sayıda akvaryumcu olmadığı için ve bazı akvaryum işletmeleri işletmelerinde çiçekte pazarladıkları için çiçekçiler odasına yönelmişlerdir. Kasaplar Odası ise işletmeyi açlıklarında Çiçekçiler Odasının da olmamasından dolayı Kasaplar Odasına yönlendirilmişlerdir ve halende Kasaplar Odasına kayıtlı bulunmaktadırlar. Bu durum sektörün ticari anlamda bir muhatabının dahi henüz oluşmadığı anlamını ortaya çıkarmaktadır. [Şekil 1](#).de Mersin ilindeki akvaryumcuların bağlı bulundukları birimler verilmiştir.



Şekil 1. Mersin ilindeki Akvaryumcuların bağlı bulundukları ticari birim.
Figure 1. Dependent of commercial union of aquarium shops in Mersin province.

Akvaryum işletmelerinde, işletme sahibinin ve çalışanının yaşları ve iş tecrübeleri ile ilgili veriler [Çizelge 2](#).de verilmiştir. İşverenlerin yaşı ortalama 33 ve çalışanların yaşı ortalama 27 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 2. Akvaryum sahibi ve çalışanlarının yaşları ve iş deneyimleri (yıl).
Table 2. Age of aquarium shop owners and workers and work experience (year).

Sahibi	Çalışanı			
	Yaşı	Deneyim	Yaşı	Deneyim
En az (min)	18	1	18	1
En çok (max)	56	37	45	17
Ortalama	33	11.4	27	5.3

Akvaryum işletmelerinde işletme sahibi ve çalışanların eğitimin durumları ve cinsiyetleri **Çizelge 3.**'de verilmiştir. Akvaryum işletmelerinin %12,5'inde üniversite mezunu var iken %47,5'i lise mezunu, %40'i ise ilköğretim mezunudur. Akvaryum işletmelerinde toplamda 40 personel var iken bunların sadece 2 tanesi kadındır.

Çizelge 3. Akvaryum İşletme sahibinin cinsiyeti ve eğitim durumu.
Table 3. Aquarium shops owner's gender and educational status.

	İlkokul	Lise	Üniversite	
Çalışan (E)	3	10	2	15
Sahibi (E)	12	8	3	23
Çalışan (K)	1	1		2
Sahibi (K)				
Toplam			40	

Kadın personel oranı ise sadece %5'dir. Akvaryum işletmelerinde çalışanların %95'i erkek personeldir (**Şekil 2**). Bu durum Hekimoğlu (2006), **Kılıçerkan ve Çek (2011)** tarafından yapılan çalışmalarda da benzer bulunmuştur.

Akvaryum işletmelerinin elde ettikleri gelirlerinin dışında %21,7'sinin başka bir geliri var iken (emekli ya da başka bir iş yeri sahibi) %78,3'ünün ise başka bir geliri bulunmamaktadır. Bir işletme sadece akvaryum balığı pazarlamaktadır. Diğer işletmeler ise çok çeşitli evcil hayvanları pazarlamaktadır. Bunlar arasında satılma oranlarına göre kuş, hamster, kedi, köpek, tavşan, civciv, ördek, iguana, sincap, maymun gibi hayvanlar pazarlanmaktadır. Ayrıca iki işletmede çiçekde pazarlanmaktadır.

23 işletmede sadece bir tanesi kuyu suyu kullanmakta diğer 22 işletme ise şebekeden suyunu sağlamaktadır. Akvaryumcuların %17,3'ü kendi mülkünde %82,4'ü ise kiracı olarak çalışmaktadır. Kiracı olanların kira tutarları ise 200-1500 TL/ay arasında değişmektedir. En fazla kiranın Yenişehir ilçesinde en az kiranın ise Akdeniz ilçesindedir.

İşletmelerde kullanılan akvaryumlar ortalama olarak 60-90 lt hacimli cam akvaryumlardır. Bu bağlamda en az 6 en çok 130 akvaryum vardır. Ortalama olarak da akvaryumcularda 15-25 adet akvaryum bulunmaktadır. Mersin merkez ilçelerinde akvaryum işletmelerinin en çok satış yaptıkları mevsimler ilçelere göre değişmektedir. Akdeniz ve Toroslar ilçelerinde en çok sırasıyla kış, ilkbahar, sonbahar ve yaz mevsimidir. **Çizelge 4.**'de akvaryum balığı satışlarının mevsimlere göre dağılımları verilmiştir. Genel olarak kışın Mersin ilinde balıkların daha çok kış aylarında satış yapıldığı belirlenmiştir. Bu bulgular **Çelik vd. (2010)** ile benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4. Akvaryum balığı satışlarının mevsimlere göre dağılımları.
Table 4. Sales of aquarium fish according to seasons.

Mevsimler	Sayı	Yüzde
İlkbahar	1	4.3
Yaz	4	17.4
Sonbahar	3	13
Kış	15	65.3
Toplam	23	100

Akvaryum işletmelerinde pazarlanan balıkların yurt içi olarak Mersin, Antalya, İzmir, Adana, Ankara gibi şehirlerden yurtdışından ise Suriye ve Uzakdoğu'dan Singapur, Tayland, Malezya'dan gelmektedir. Tatlı ve tuzlu su balıklarının yanı sıra bitkilerde bu işletmelerde pazarlanmaktadır. **Çizelge 5**'de akvaryum işletmelerinde en çok pazarlanan tuzlu su balık türleri verilmiştir. Tuzlu su balıkları açısından incelendiğinde balıkların daha çok herbivor ve omnivor balık türleri olduğu belirlenmiştir. Tang grubu balıklar herbivor beslenme alışkanlığına sahip ve yaklaşık %7,41 satış oranına sahip iken Damsel ve Palyaço grubu balıklar omnivor beslenme alışkanlığına sahip olan balıklardır ve satış oranı %92,59 oranındadır. Bu açıdan incelendiğinde Mersin ilinde Deniz akvaryumu sektöründe ele alınan İzmir ilinde yapılan çalışma ile karşılaştırıldığında sadece bir işletmede satışı yapıllıp daha sınırlıdır ve karnivor balıkların satışı yapılmamaktadır. İzmir ilinde satışı yapılan türlerin %40'ının omnivor, %37'sinin karnivor ve %23'ünün herbivor beslenme biçimine sahip türler olduğu belirlenmiştir (**Türkmen ve Aktuğ, 2011**).

Çizelge 5. Mersin İli akvaryumcularında en çok pazarlanan tuzlu su balık sınıfları.
Table 5. The most widely marketed salt water fish family in Mersin Provience aquarium shops.

Balık Türleri		Akv. İşletme Sayısı	Satış Adeti (Aylık)	Satış Fiyatı (Adet/TL)		Alış (Adet/TL)	Fiyatı
Latince Adı	Akv.'daki Adı	N	Ort.	Ort.		Ort.	
Acanthuridae	Tang balıkları	1	4	150		100	
Pomacentridae	Palyaço balıkları	1	10	40		30	
Pomacentridae	Damsel balıkları	1	40	50		30	

Tuzlu su balıklarının yanı sıra en fazla pazarlanan tatlı su balıkları da **Çizelge 6.**'da verilmiştir. Bu akvaryumcularda en fazla 16 türün bulunduğu belirlenmiştir. En fazla pazarlananların Japon balıkları olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 6. Mersin İli akvaryumcularında en çok pazarlanan tatlı su balık türleri.
Table 6. The most widely marketed fresh water fish in Mersin Provience aquarium shops.

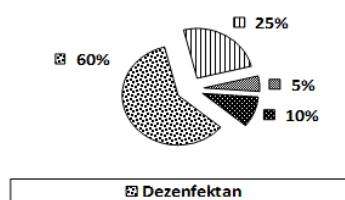
Balık Türleri		Akv. İşletme Sayısı	Satış Adeti (Aylık)			Satış Fiyatı (Adet/TL)			Alış Fiyatı (Adet/TL)		
Latince Adı	Akv.'daki Adı	N	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.
<i>Carassius auratus</i>	Japon b.	23	20	1500	290	1	25	4.75	0.40	20	5
<i>Poecilia reticulata</i>	Lepistes	18	10	600	157	1	3	1.88	0.55	1.25	0.90
<i>Cyrtocara moorii</i>	Yunus Çiklit	18	5	600	131	2	60	15	1	22	15
<i>Marullius chrysaphekadion</i>	Köpek b.	14	10	200	60	3	5	3.80	1	3	1.75
<i>Betta splendens</i>	Beta	14	5	100	35	3	7.5	5	1.55	3	1.72
<i>Corydoras sp.</i>	Çöpcü	13	10	600	61	1	3	1.22	0.45	1.25	0.65
<i>Colisa lalia</i>	Cüce gurami	12	10	200	72	3	7.5	4.60	1.25	3	1.55
<i>Urolophus jamaicensis</i>	Vatoz	12	10	100	40	2	7.5	4	0.75	3.95	1.85
<i>Pterophyllum scalare</i>	Melek	11	10	75	33	2.5	15	4.5	1	5	2.55
<i>Xiphophorus maculatus</i>	Plati	9	50	100	85	1.5	7.5	4.3	0.5	4.5	3.2
<i>Poecilia sp.</i>	Moly	9	30	200	42	2	6	3	0.5	2.55	1.65
<i>Paracheirodon innesi</i>	Neon tetra	7	20	150	60	2	6	3	0.85	2.75	1.55
<i>Astronotus ocellatus</i>	Astronot oskar	6	10	90	40	2	6	3	0.75	2.65	1.70
<i>Pygocentrus piraya</i>	Piranha	6	10	50	22	5	20	12.5	2	12	8
<i>Barbus tetrazona</i>	Tetrazon	5	5	75	32	2	5	3	0.85	2.25	1.30
<i>Poecilia velifera</i>	Velifera	4	20	100	50	3	5	3.50	1.45	2.25	1.85

Akvaryum işletmelerinde balıkların yanı sıra akvaryum bitkileri de pazarlanmaktadır. 23 işletmeden 10'unda (%43,7) akvaryum bitkisi pazarlanırken 13'ünde (%56,3) pazarlanmamaktadır. **Çizelge 7.**'de akvaryum işletmelerinde en çok pazarlanan bitki türleri verilmiştir.

Çizelge 7. Akvaryum İşletmelerinde en çok pazarlanan bitki türleri.
Table 7. The most widely marketed water plant in aquarium shops.

Bitki Türleri	Akv. İşletme Sayısı	Satış Adeti (Aylık)	Satış Fiyatı (Adet/TL)	Alış Fiyatı (Adet/TL)							
Latince Adı	Akv. İdaki Adı	N	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.
<i>Echinodorus bleheri</i>	Amazon	6	5	40	16	5	25	12.5	2	15	6
<i>Ludwigia repens</i>	Gül	5	10	60	25	1,5	7.5	5	0.75	5	2
<i>Vallisneria spiralis</i>	Saz	5	5	60	27.5	1.5	3	2	0.5	0.75	0.6
<i>Fontinalis sp.</i>	Yosun	4	10	50	22	2	2.5	2.25	1	1.25	1.1
<i>Anubias barteri v. nana</i>	Anubias	3	5	60	27	5	15	7.5	1.5	7.5	3
<i>Elodea sp.</i>	Elodea	2	10	60	37.5	1	10	3	0.5	1	0.75
<i>Anthurium sp.</i>	Filamingo	2	10	20	12.5	2.5	3	2.6	1	1.5	1.25
<i>Microsorum pteropus</i>	Java fern	2	50	60	52	5	5	5	2	3	2.5
<i>Hygrophila polysperma</i>	Limon	1	10	30	20	1.5	1.5	1.5	0.75	0.75	0.75
<i>Hygrophila difformis</i>	Çınar	1	10	30	20	3	3	3	1.25	1.25	1.25
<i>Cabomba sp.</i>	Kabomba	1	10	30	20	1.5	1.5	1.5	0.75	0.75	0.75

Akvaryum işletmelerinin hepsinde balık ve bitkinin yanı sıra akvaryum malzemesi (hava motoru, fanus, akvaryum, iç filtre, kum, hortum, kepçe, hava taşı, çeşitli dekorlar, ışıtıcı, aydınlatma ve dış filtreler) ve canlı yem satılmaktadır. Akvaryum işletmeleri balık hastalıklarına karşı koruma ve tedavide kullanılan kimyasallar satmaktadır. Bu kimyasallar çeşitli markaların ilaçları olup etken maddeleri; malahit yeşili, metilen mavisi, potasyum permanganat, vitamin vb.'dir. Bu malzemeler yurt içinde İstanbul, Ankara, İzmir şehirlerinden alınmaktadır. Yurtdışından ise dağıtıcılar aracılığıyla Almanya, Çin ve Singapur'dan getirilmektedir.. [Şekil 2](#)'de akvaryum işletmelerinde pazarlanan koruyucu kimyasalların oranları verilmiştir. Ayrıca en fazla (%70) beyaz benek hastalığı olduğunu bildirmiştirler. Bu sonuçlar daha önce İzmir ve Hatay'da yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir ([Hekimoğlu, 2005; Kılıçerkan ve Çek, 2011](#)). Ayrıca balık ölümlerinin küçük balıklarda olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgular Antalya ilinde yapılan farklı bir çalışmaya benzerlik göstermiştir ([Gümüş vd., 2014](#)).



Şekil 2. Akvaryum İşletmelerinde pazarlanan koruyucu kimyasalların oranları.

Figure 2. Rates of protective chemicals marketed in Aquarium shops.

Akvaryum işletmelerinin %91,3'ü anlaşmalı veterinerleri var iken 23 işletmenin hiç birinde Su Ürünleri Mühendisi çalışmamaktadır veya bu işi yapanların mesleği bu sektörden değildir. İşletmeler pazarladıkları ürünleri imal eden şirketlerin gönderdikleri tanıtıcı broşürleri zaman zaman müşterilerine dağıtmakta, bunun haricinde hiçbir bu meslekle ilgili tanıtıcı kitap satmamaktadırlar.

SONUÇ

Dünyada önemli sektörlerden biri olan akvaryum balıkçılığı pek çok alanda istihdam edinilebilecek bir kol olmasına karşın bölgemizde yeterince önemli bir sektör haline gelmediği anlaşılmıştır. Akvaryum işletmelerinin % 34,9'u teknik ve ekonomik sorunlarının bulunduğu belirtmişlerdir. İşletme sahiplerinin sektör hakkında istek ve görüşlerini şu başlıklarda toplamışlardır:

Akvaryum işletmeleri yasa gereği işletmelerinin Veteriner kontrolünde bulunmalı gerektiğini ancak Veteriner Hekimlerin kendilerine yeterince teknik desteği sağlayamadıklarını vurgulamışlardır. Açılan işletmelerin tam teşekküllü açılmaması, işletme sahiplerinin bilgisiz işe başlamaları en büyük sorun olarak görülmektedir. Mersin merkezinde park sorununun olması, müşterilerin rahatlıkla park bulamaması, bu sebeple başka yerlere yönelmeleri, elektrik kesintileri yüzünden balık kayıpları yaşamaları, kaçak yolla ülkeye balık girişinin olmasından dolayı hastalıkların artması diğer problemler arasındadır. Ayrıca özellikle İlkbahar ve yaz aylarında seyyar satıcıların satış yapmasını engellenmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Balık ve akvaryum

malzemeleri satışının az olmasına karşın, alış ve satış fiyatları ile vergilerin yüksek olması önemli bir sorundur. İthal balık ve bitkiler karantinaya alınmadıkları için hastalık yasmaları, balıkların hastalandıkları zaman tedavilerinin zor olması ve pahalı oldukları için ölümleri sonucu büyük sıkıntı yaşamaları ise diğer sorunlar arasında sayılabilir.

Akvaryum sektörünün Mersin ilinde tanıtılması gerektiğini, halka balık sevgisinin aşılanması için belirlenen bölgelerde büyük akvaryumların yapılmasını üreticiler önermişlerdir. Devletin süs balıkları ve bitkileri üreticilerini destekleyici vergi indirimleri, hibeler ya da düşük faizli krediler vermesi gerektiğini vurgulamışlardır.

KAYNAKLAR

- Alpbaz, A., 1993. Balık ansiklopedisi ve akvaryum teknikleri. MAS. Amb. Sanayi ve Ticaret. A.Ş. İzmir.
- Çelik, I., Yılmaz, S., Çelik, P., Saygı, H., Önal, U., Bashan, T., 2010. The general profile of aquarium sector in Istanbul (Turkey). *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(23): 2973- 2978.
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1996-2005. The numbers represent the average unit value of imports for 1994-2003. FAO Yearbooks 1996 to 2005, Fishery Statistics, Commodities, Volumes 83-97. FAO:Rome, Italy.
- Gümüş, E., Kanyılmaz, M., Gülle, İ., Sevgili, H., 2014. Antalya Bölgesindeki süs balığı üreten işletmelerin yapısal ve teknik analizi: II. teknik özellik ve pazarlama durumları. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 6 (2): 32-38.
- Hekimoğlu, M.A., 2004. Akvaryum balıklarının önemi ve sektörün dünyadaki ve Türkiye deki genel durumu. *Akvaryum Dünyası*, 1(4): 18-19.
- Hekimoğlu, M.A., Şenol, S., Saygı, H., 2005. İzmir merkez ilçelerindeki akvaryum işletmelerinin genel profilinin çıkarılması üzerine bir araştırma. *Ege J Fish Aqua Sci*, 22(1-2):119-123.
- Hekimoğlu M. A., 2005. Akvaryum sektörünün Dünyadaki ve Türkiye'deki genel durumu. *Ege J Fish Aqua Sci*, 23(1/2): 237-241.
- Kılıçerkan, M., Çek, Ş., 2011. Hatay ilçelerindeki akvaryum işletmelerinin genel profili'nin çıkarılması üzerine bir araştırma. *Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der.*, 1(4): 77-82.
- Livengood, E.J., Chapman, F. A., 2011. The Ornamental Fish Trade: An Introduction with Perspectives for Responsible Aquarium Fish Ownership (FA124). Department of Fisheries and Aquatic Sciences, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, FA124.
- Türkmen, G., Aktuğ, A.M., 2011. İzmir İli'nde Deniz Akvaryumu Sektorü ve Ele Alınan İthal Balık Türlerinin Araştırılması. *Ege J Fish Aqua Sci*, 28(2):59-64.

Türkiye'de yetiştirciliği yapılabilen türlerin ithalatının sınırlandırılarak yerli üretimin desteklenmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Üniversite ve Akvaryum İşletmelerinin yeterince iş birliği yapmadığını ve balık yetiştirciliğin bir ekip işi olduğu bilincinin aşılanması konusunda ciddi anlamda eksiklik olduğu belirlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleşmesini sağlayan anket sorularımızı içtenlikle cevaplayan akvaryum işletme sahiplerine ve çalışanlarına teşekkürlerimizi sunarız.

First report of *Eimeria sardinae* (Apicomplexa: Coccidia) from the Turkish coast of the Black Sea

Eimeria sardinae (Apicomplexa: Coccidia) türü parazitin Karadeniz'in Türkiye kıyısından ilk bildirimi

Ahmet Özer^{1*} • Türkay Öztürk¹ • Violetta Yurakhno² • Yulia M. Kornyychuk²

¹Sinop University, Faculty of Fisheries and Aquatic Sciences, 57000 Sinop, Turkey

²Institute of Biology of the Southern Seas, 2 Nakhimov Av., Sevastopol 299011, Russia

*Corresponding author: aozer@sinop.edu.tr

How to cite this paper:

Özer, A., Öztürk, T., Yurakhno, V., Kornyychuk, M.Y., 2014. First report of *Eimeria sardinae* (Apicomplexa: Coccidia) from the Turkish coast of the Black Sea. Ege J Fish Aqua Sci, 31(3): 151-153. doi: 10.12714/egejfas.2014.31.3.06

Özet: Karadeniz'in Sinop kıyılarından Mayıs 2011 – Mayıs 2013 tarihleri arasında yakalanan mezgit baliğının, *Merlangius merlangus* L., 1758, parazitleri araştırıldı ve incelenen 530 adet balıkta Mart 2012 tarihinde yakalanan 1 adedinin barsak içeriğinde çok sayıda *Eimeria sardinae* (Thélohan, 1890) Reichenow, 1921 oökindinin varlığı belirlendi. Bu parazit türü ne Karadeniz'in Türkiye kıyılarında ne de mezgit baliğında daha önce bildirilmedi. Dolayısıyla bu tür Türkiye parazit faunası için yeni bir kayittır, fakat mezgit baliği bu tür için gerçek bir konak olmamayıp. Mezgit baliğının bağırsak içeriğinde bulunan *E. sardinae* oöklərini bu parazitin konağı olduğu bilinen ve mezgit baliğının doğal besini oluşturan *Sprattus sprattus* ya da *Engraulis encrasicolus* gibi avarlar ile alınmış olabilir.

Anahtar kelimeler: *Eimeria sardinae*, *Merlangius merlangus*, *Sprattus sprattus*, *Engraulis encrasicolus*, Karadeniz

Abstract: Whiting *Merlangius merlangus* L., 1758 collected from the Black Sea coasts of Sinop, Turkey, during May 2011 – May 2013 period were examined for parasites and one of 530 examined fish specimens caught in March 2012 had numerous oocysts of *Eimeria sardinae* (Thélohan, 1890) Reichenow, 1921 in its intestinal content. The parasite has not been reported previously from the Turkish Black Sea coasts as well as from this fish. Hence this is a new record for the Turkish parasite fauna. Nevertheless, whiting might not be a true host of this parasite. *E. sardinae* oocysts found in the intestine content of whiting might have come from natural preys such as *Sprattus sprattus* or *Engraulis encrasicolus* that are known host of this parasite.

Keywords: *Eimeria sardinae*, *Merlangius merlangus*, *Sprattus sprattus*, *Engraulis encrasicolus*, Black Sea

INTRODUCTION

Eimeria sardinae (Thélohan, 1890) Reichenow, 1921 (syn.: *Coccidium sardinae* Thélohan, 1890, *Eimeria oxyphila* Dobell, 1919, *E. oxyspora* Dobell, 1919, *E. patagonensis* Timi and Sardella, 1998, *E. snijdersi* Dobell, 1920 and *Eimeria* sp. of Morrison and Marryatt, 1990) is a cosmopolitan coccidian has been reported from Clupeiformes, including twaite shad *Alosa fallax*, Pacific herring *Clupea harengus*, European anchovy *Engraulis encrasicolus*, European pilchard *Sardina pilchardus*, Spanish sardine *Sardinella aurita* and Madeiran sardine *S. maderensis*, South African sardine *Sardinops sagax* and European sprat *Sprattus sprattus* living in Atlantic and Pacific Oceans, Mediterranean Sea, Black Sea, Adriatic Sea, North Sea, Barent Sea, White Sea and it has been found only in male gonads (Pellerdy, 1965; Daoudi et al., 1989; Morrisson, 1991; Diouf, 1993; Diouf and Toguebaye, 1994; Tolonen and Karsbakk, 2003; Yurakhno and Gaevskaya, 2004; Reed et al., 2011). However, Dragoui et al., (1995)

reported several developmental stages of this parasite in both male and female gonads of *Sardinella aurita* and *Sardina pilchardus* near Tunisian shores. In the present study, a survey was conducted to determine the parasites of whiting from the Sinop coast of the Black Sea.

MATERIALS AND METHODS

During parasitological survey of 530 whiting, *Merlangius merlangus* L., 1758, specimens were collected by commercial fishermen from the Black Sea around Sinop Province in Turkey between May 2011 and May 2013. Common parasitological methods were used to examine all internal organs, including intestine. For this purpose, smears were prepared from all tissues and examined under a light microscope (Olympus BX51) by using phase-contrast. Whenever necessary, photographs were taken by DP-25 digital camera using data-processing software DP2-BSW

RESULTS

Out of 530 fish specimens examined, numerous coccidian oocysts (Figure 1A) were observed only in the intestinal smears of one female whiting (with a total length of 15.0 cm and weight of 19.6 gr) caught in March 2012. Oocysts were spherical and varied in size, from 41.4 μm to 42.9 μm (Figure 1B); the sporocysts were fusiform, sharply pointed and measured 26.9 to 29.5 μm by 3.5 – 4.0 μm (Figure 1C). Observed coccidians were identified as *Eimeria sardinae* according to methodology provided by Lom and Dykova (1992).

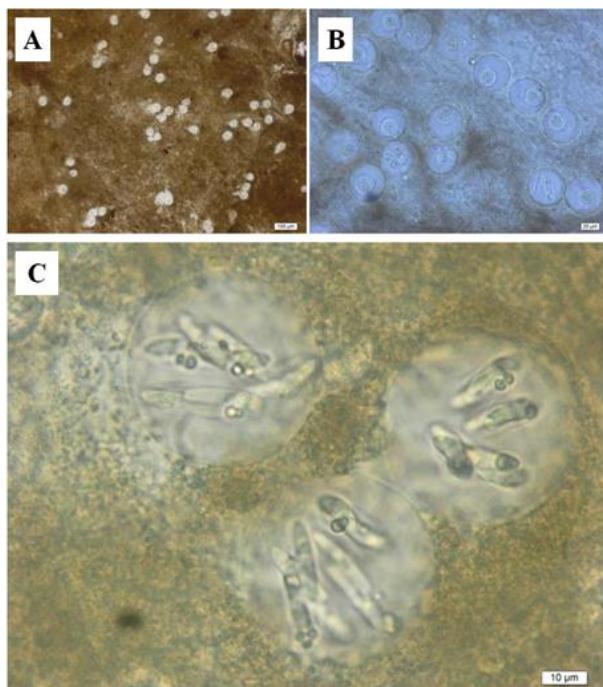


Figure 1. *Eimeria sardinae* oocysts and sporozoites. A. Numerous oocysts in intestinal smear of whiting, B. Developing sporozoites in oocysts, C. Mature sporozoites in oocysts.

DISCUSSION

A fish survey near Crimean Black Sea coast had shown that *E. sardinae* used *Sprattus sprattus* and *Engraulis encrasiculus* as hosts and it infests only the gonads of male

fish (Dogel, 1940; Pogoreltseva, 1964; Gaevskaya et al., 1975; Yurakhno and Gaevskaya, 2004). The most intensive sporulation of *E. sardinae* occurs during postspawning period of sprat (from May to September) when fish testes exempt from most of the sperm. This suggests a balanced host-parasite relationship in the system of "sprat – *Eimeria sardinae*". As *E. sardinae* prevalence in sprat population near Crimean Black Sea coasts ranged from 23 to 80 % and significantly varied in investigated sprat stocks, this parasite believed to be suitable biomarker for identification of local sprat stocks (Yurakhno and Gaevskaya, 2004; Kornychuk et al., 2007).

Morrison and Hawkins (1984) reported *E. sardinae* infesting host fish up to 90-100% and in heavy infestations as much as 19% of testis was found to be replaced by the parasite agglomerations. In those fish, spermatic cords were found to be distorted but still distinguishable and replacement of testicular tissue by *E. sardinae* reduced sperm production, thus detrimentally affected *Clupea harengus* stocks. It may also cause testes atrophy and reduce male fecundity where developed intensively in *Sardinella maderensis* (Diouf and Toguebaye, 1994). So, this parasite species has a potential for pathology and detrimental effects on fish host stocks. It could also be noted that *E. sardinae* infections in sprat and anchovy might be a factor influencing negatively the fecundity of *S. sprattus* or *E. encrasiculus* males, thus a research study to evaluate this assumption should be warranted – as well as using this parasite as a biomarker for the identification of local sprat and anchovy stocks around the Turkish coasts.

Our data and observations have led us to conclude that *Eimeria sardinae* oocytes present in the intestine of whiting due to ingestion of European sprat or European anchovy as food fish; so, *M. merlangus* is not a true host for the oocysts. Nevertheless, *E. sardinae* is a new parasite record for Turkish fauna.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported financially by Turkish Scientific and Technological Council (TÜBİTAK) in Turkey and National Academy of Sciences of Ukraine (NASU) with the project number 110O475. Authors are grateful to this support.

REFERENCES

- Daoudi, F., Radujkovic, B.M., Marques, A., Bouix, G., 1989. Parasites des poissons marins du Montenegro: Coccidies. *Acta Adriatica*, 30: 13-30.
- Diouf, J.N., 1993. Etude taxonomique, ultrastructurale et biologiques des Coccidies (Protozoaires, Apicomplexes) parasites de poissons des côtes sénégalaises. Ph.D. Thesis, University of Cheikh Anta Diop, Senegal.
- Diouf, J.N., Toguebaye, B.S., 1994. *Eimeria sardinae* Reichenow, 1921 (Apicomplexa, Coccidia) infection in *Sardinella maderensis* (Lowe, 1839) (Clupeidae) from the Senegal coast. *Bulletin of European Association for Fish Pathologists*, 14: 41-43.
- Dogel, V.A., 1940. Coccidia from testis of Clupeidae (In Russian). *Trudy Liningradskogo Obschestva Estestvoipratelyeley*, 48: 32 – 38.
- Dragoui, N., Coste, F., Marques, A., Romestand, B., Maamouri, F., Bouix, G., 1995. Presence of *Eimeria sardinae* Reichenow, 1921 in male and female specimens of *Sardina pilchardus* Regan, 1916 and of *Sardinella aurita* Valenciennes, 1847 from the Tunisian shores. *Bulletin of European Association for Fish Pathologists*, 15: 84-87.
- Gaevskaya, A.V., Gusev, A.V., Delyamure, S.L., Donets, Z.S., Iskova, N.I., Kornyushin, V.V., Kovaleva, A.A., Margaritov, N.M., Markevich, A.P., Mordvinova, T.N., Naidenova, N.N., Nikolaeva, V.M., Parukhin, A.M., Pogoreltseva, T.P., Smogorzhevskaya, L.A., Solonchenko, A.I., Shtain, G.A., Shulman, S. S., 1975. *Opredelitel' parazitov pozvonochnykh Chernogo i Azovskogo morey* (In Russian). – Kiev: Nauka dumka, 552 p.
- Kornychuk, Y.M., Yurakhno, V.M., Zavyalov, A.V., 2007. Regional differences of infection by core parasite species of sprat *Sprattus sprattus*.

- sprattus phalericus*, inhabiting at the Black Sea coast of Crimea (*In Russian*). Rybne Gospod Ukrainsi, 1/2: 32 – 35.
- Lom, J., Dykova, I., 1992. Protozoan parasites of fishes. Elsevier, The Nederlands
- Morrisson, C.M., 1991. Further observations on the sporogony of *Eimeria sardinae* in *Clupea harengus* L. *Canadian Journal of Zoology*, 69: 1017-1024. doi: [10.1139/z91-147](https://doi.org/10.1139/z91-147)
- Morrisson, C.M., Hawkins, 1984. Coccidians in the liver and testes of the herring *Clupea harengus* L. *Canadian Journal of Zoology*, 62: 480-493. doi: [10.1139/z84-073](https://doi.org/10.1139/z84-073)
- Pellerdy, L.P., 1965. Coccidia and coccidiosis. Akademiai kiado, Hungary
- Pogoreltseva, T.P., 1964. Materials for the study of parasitic protozoa of the Black Sea fish (*In Russian*). Problemy parasitologii: Trudy ukrainskogo respublikanskogo obschestva parasitologov. Nauka dumka, Kiev, pp. 16 – 29.
- Reed, C.C., MacKenzie, K., van der Lingen, C.D., 2011. Parasites as biological tags for South African Sardines (*Abstract only*). VIII. International Symposium of Fish Parasites, 26-30 September 2011, Chile.
- Tolonen, A., Karsbakk, E., 2003. The parasite fauna of the Norwegian spring spawning herring (*Clupea harengus* L.). *ICES Journal of Marine Sciences*, 60: 77-84. doi: [10.1006/jmsc.2002.1307](https://doi.org/10.1006/jmsc.2002.1307)
- Yurakhno, V.M., Gaevskaya, A.V., 2004. On the Black Sea sprat, *Sprattus sprattus phalericus*, infestation with a coccidian *Eimeria sardinae* (Coccidiida, Eimeriidae) (*In Russian*). *Vestnik Zoologii*, 18: 176-179.

DERLEME

REVIEW

Balıklarda ağır metal ve pestisitler tarafından induklenen oksidatif stres mekanizmaları

Oxidative stress mechanisms induced by heavy metals and pesticides in fish

Cansu Akbulut¹ • Güllü Kaymak^{1*} • Harika Eylül Esmer² • Nazan Deniz Yön¹ • Figen Esin Kayhan²

¹ Sakarya Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 54187 Esentepe, Sakarya, Türkiye.

² Marmara Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 34722 Göztepe, İstanbul, Türkiye.

*Corresponding author: gullukaymak@gmail.com

How to cite this paper:

Akbulut, C., Kaymak, G., Esmer, H.E., Yön, N.D., Kayhan, F.E., 2014. Oxidative stress mechanisms induced by heavy metals and pesticides in fish. *Ege J Fish Aqua Sci* 31(3): 155-160. doi: [10.12714/egejfas.2014.31.3.07](https://doi.org/10.12714/egejfas.2014.31.3.07)

Abstract: Aquatic organisms are exposed to significant amounts of heavy metals and pesticides due to many anthropogenic activities, particularly industrial and agricultural. Heavy metal and pesticide accumulation may cause an increase in Reactive Oxygen Species (ROS) leading to oxidative stress in fish. These environmental toxicants can promote oxidative damage by directly increasing the cellular concentration of ROS and by reducing the cellular antioxidant capacity. This paper reviews the studies on effects of heavy metals and pesticides exposure on the oxidative stress biomarkers and antioxidant defenses of fish.

Keywords: Oxidative stress, heavy metal, pesticide, fish

Özet Sucul organizmalar endüstriyel ve tarımsal başta olmak üzere birçok antropojenik aktivite nedeniyle önemli miktarlarda ağır metal ve pestisitlere maruz kalırlar. Ağır metal ve pestisitlerin balıklarda birikmesi oksidatif stresse neden olan reaktif oksijen türlerinin (ROT) artmasına sebep olur. Bu tip çevresel kirlilikler, reaktif oksijen türlerin hücrelerde direkt olarak artmasına neden olur ve antioksidan kapasiteyi azaltırlar. Bu derleme çalışmasının amacı ağır metal ve pestisitlere maruz kalan balıklarda oksidatif stres belirteçleri ve antioksidan savunma mekanizmalarını irdelemektir.

Anahtar kelimeler: Oksidatif stres, ağır metal, pestisit, balık

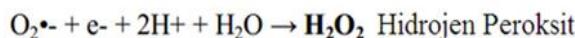
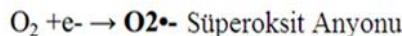
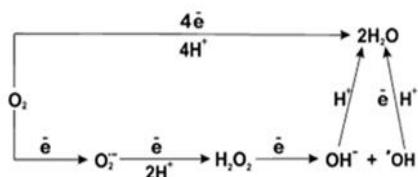
GİRİŞ

Biyolojik sistemlerde hastalık ve yaşlanmaya sebep olan serbest radikallerin varlığı ve bunların zararlı etkilerinin bazı spesifik antioksidan sistemler ile kontrol edilebilir olduğuelli yılı aşkın bir süredir bilinmektedir (Harman, 1956). Oksijen pek çok canlı için olduğu gibi balıklar için de yaşamsal bir elementtir. Oksijen, organizmalar için yaşamsal öneme sahip olmakla birlikte aynı zamanda çok tehlikeli toksik formlar olan serbest radikallere de dönüşebilmektedir. Serbest radikaller, dış halkalarında bir ya da daha fazla eşleşmemiş elektron bulunan, kısa ömürlü reaktif atom, iyon veya moleküllerdir. Serbest radikallerin büyük hücresel hasar, mutasyon, kanser ve biyolojik yaşlanmadan sorumlu olduğu bilinmektedir (Büyükgüzel, 2013). Balıklarda serbest radikallerin oluşumu, ağır metaller, pestisitler ve çevre kirliliği gibi nedenlerle başlamakta ve artmaktadır (Gökpınar vd., 2006). Tüm organizmalar, serbest radikallerin hücrelerde sebep olduğu hasarları önlemek amacıyla, serbest radikal seviyelerini kontrol altında tutmaya çalışırlar (Keleştemur Tuna, 2012; Valavanidis vd., 2006).

Su kütleleri özellikle son yıllarda artan oranda tarımsal ve endüstriyel kimyasallar içermektedir. Bu kimyasalların sucul canlılar tarafından bünyelerine alınması, su, sediment, suda asılı partikül madde ve besin yoluyla olmaktadır. Organizmalarca metabolizmaya alınan çevresel kirlilikler kimyasallar, serbest radikaller ile mücadelede rol oynayan metabolik süreçleri alt üst edebilirler. Bu nedenle sucul organizmalar, doku ve hücresel hasarın belirlenmesi, hastalık, yaşlanma gibi fizyolojik etkilere sebep olan serbest radikallerden korunma sürecinde model organizma olarak pek çok araştırmada kullanılmaktadır. Bu derlemede çevresel faktörler tarafından, sucul canlılarda oksidatif stresi induklediği iyi bilinen bazı mekanizmaları (örneğin; balıklarda reaktif oksijen türlerin (ROT) oluşum ve yok edilme mekanizmalarını, oksidatif stres yolaklarını) irdelemek amacıyla bir araya getirilmiştir.

Reaktif Oksijen Türleri ve Oksidatif Stres: Biyolojik sistemlerde serbest radikallerin metabolizması son yarıyılıda en çok araştırılan konular arasında yer almaktadır.

Serbest radikaller, eşleşmemiş elektron içeren atom, molekül ve iyonlardır (Halliwell ve Gutteridge, 1989). Bu eşleşmemiş elektronlar, genellikle kimyasal reaksiyonlarda görev alan yüksek oranda reaktif radikallerdir. Çoğu zaman singlet oksijen (O_2^{\cdot}) gibi moleküller, süperoksit anyon ($O_2^{\cdot-}$), hidrojen peroksit (H_2O_2), hidroksil radikalı ($\cdot OH$) ve bunların türevleri gibi bazı reaktif oksijen türleri (ROT) ile karıştırılır. Örneğin; O_2^{\cdot} yapısında eşleşmemiş oksijen içermediği için serbest radikal değildir. Bununla birlikte dönme yönlerinin farklılığından dolayı oksijenin yüksek reaktif formudur ve oksijenden daha hızlı bir biyolojik moleküldür. H_2O_2 radikal olmamasına rağmen, oksijenden daha yüksek aktiviteye sahip olduğu için reaktif türdür. Çeşitli ROT türleri arasındaki dönüşüm ve ilişkiler **Şekil 1**'de verilmiştir. ROT, moleküller oksijenin (O_2) kısmi indirgenmesi sonucu oluşan ürünlerdir. Genellikle O_2 , su (H_2O) oluşumuyla sonuçlanan mitokondriyal elektron taşıma zinciri tarafından dört elektron (4-e) mekanizması ile indirgenir. Ancak tek bir elektronun moleküller oksijene sıralı eklenmesi sonucu süperoksit anyonu oluştur. Ayrıca, hidrojen peroksiteme ve son olarak da hidroksil radikaline ve hidroksil anyonuna ($\cdot OH$) indirgenir. Zincir, hidroksil radikaline elektron ve proton eklenmesi sonucu su oluşumuyla tamamlanır.

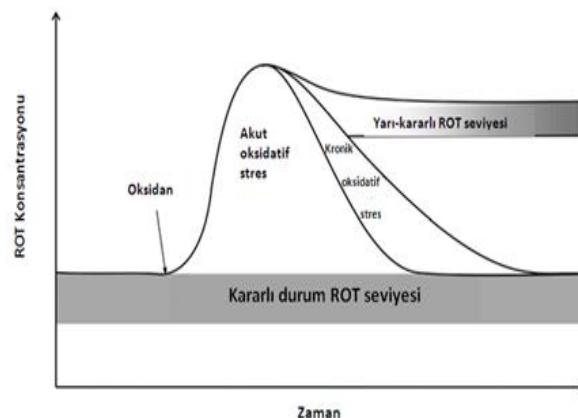


Şekil 1. Organizmalardaki oksijen metabolizması ve reaktif oksijen türlerini arasındaki dönüşüm.

Figure 1. Routes of oxygen metabolism and reactive oxygen species in organisms.

Yukarıda belirtildiği gibi, reaktif oksijen türleri çeşitli tipteki antioksidanlarla detoksifye edilebilir ya da hücre veya hücre dışı komponentlerle etkileşebilir. ROT metabolizması yüksek oranda zarar verme kapasitesi ve biyolojik aktivitesi nedeniyle hücre kontrolü altındadır ve hücre içi konsantrasyonları genellikle 10–8 molari geçmez (Foyer ve Noctor, 2009). Bazı durumlarda ROT konsantrasyonları değişebilir; çünkü ROT sürekli üretilir ve harcanır. Kararlı durum ROT konsantrasyonlarında genellikle üretilen ROT miktarı, harcanan ROT miktarına eşittir. Buna rağmen bazı nedenlerle ROT konsantrasyonu oksidatif ya da indirgeyiçi stres adı verilen redoks durumunun değişmesine böylece hücre, doku ve organların hasar görmesine yol açabilir. Oksidatif stresin kararlı durumu, ROT konsantrasyonunun değiştiği ya da

kronikleştiği, hücresel metabolizmayı zedeleyip hücre bileşenlerine zarar verdiği bilinen bir durumdur. İndirgenmiş stres de benzer şekilde tanımlanabilir ancak tek farkı, kararlı durum ROT konsantrasyonunun düşmesidir. Oksidatif stres gelişimi, hücresel ROT kaynakları ve antioksidan sistemler aşağıdaki bölümde açıklanmıştır (**Şekil 2**). Normal koşullar altında, ROT'un üretimi ve ortadan kaldırılması arasındaki denge ROT seviyesinin stabilize edilmesiyle sağlanır. Oluşan oksidatif hasar, kararlı durum ROT seviyesini artırır ve eğer antioksidan potansiyeli yeterli ise, ROT düzeyindeki geçici artış "akut oksidatif stres" olarak isimlendirilir. Antioksidan sisteminin verimliliği dengede olmadığı zaman hızlı bir şekilde ROT üretilir ve sistemde "kronik oksidatif stres" oluşur. Curcuminin, Gökkuşağı alabalığı'nda (*Oncorhynchus mykiss*) bazı antioksidan parametrelere etkisinin incelendiği bir çalışmada, karaciger, böbrek ve dalak dokularında malondialdehit (MDA) ve redükte glutatyon (GSH) ile glutatyon peroksidaz (GSH-Px), glutatyon redüktaz (GR) ve glutatyon S-transferaz (GST) enzim aktiviteleri incelenmiştir. Çalışmada, 21 gün süreyle curcuminin farklı dozları (10, 20, 40 mg/kg) uygulanan balıklarda MDA seviyesinin düşüğü, GSH-Px, GR ve GST aktiviteleri ile GSH düzeylerinin ise arttığı rapor edilmiştir (Mişe Yonar vd., 2014).



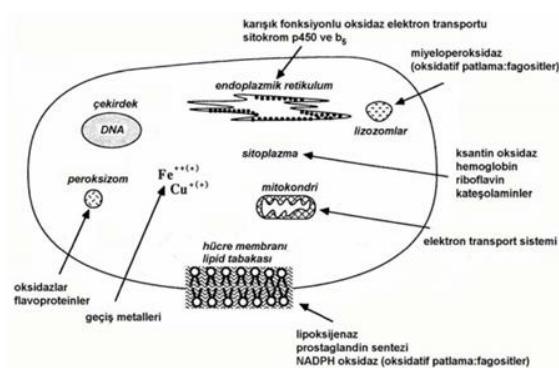
Şekil 2. Canlı organizmalarda reaktif oksijen türü seviyesinin dinamik yapısı (Lushchak, 2011'den).

Figure 2. The dynamics of level of reactive oxygen species in living organisms (from Lushchak, 2011).

Balıklarda Reaktif Oksijen Türlerinin Üretilmesi: İlginç bir şekilde hem hayvanlarda hem de insanlardaki antioksidan savunma sistemleri birbirine çok benzemektedir. Biyolojik sistemlerde ROT üretiminin pek çok mekanizması vardır ve genellikle oksijen metabolizmasının yan ürünleri olarak üretilir. Organizmalar tarafından tüketilen oksijenin %90'ından fazlası enerji üretimiyle ilgili elektron transportunun 4-e mekanizması ile kullanılır (Papa ve Skulachev, 1997). Ökaryotlarda mitokondriyal sistem bulunurken, prokaryotlarda elektron taşıma zincirleri plazma membranında bulunur. Koenzim Q ve kompleks III, elektronların moleküller oksijen ile etkileşerek süper oksit anyonunun oluşturduğu mitokondriyal elektron transport zincirinin en önemli bileşenleridir (Demin vd., 1998). Endoplazmik retikulumdaki (ER) elektron transport zinciri ikinci

en önemli ROT kaynağıdır (Malhotra ve Kaufman, 2007). Hücresel ve yabancı kimyasalların katabolizması sitokrom P450 ile redoks aşamalarını içerir ve ER'deki ROT üretiminden sorumludur. Belirli miktardaki ROT, sitozol ve peroksizomlarda çeşitli oksidazlar tarafından üretilir. Örneğin, triptofandioksijenaz (Li vd., 2007), ksantinoksidaz (Shmarakov ve Marchenko, 2008; Kelley vd., 2010), ve sitokrom P450 redüktaz (Cederbaum, 1989) gibi enzimler esas olarak süper oksit anyonunu üretirken bunlar gibi aminoasit ve glukozoksidazlar esas olarak hidrojen peroksit üretir (Bonnefont-Rousselot, 2002).

Belirli hücresel bileşenlerin ve ksenobiyotiklerin (açık havada oksijen ve/veya UV radyasyon varlığında peroksitler oluşturarak oluşan oksidasyon) otooksidasyonu önemli miktarda ROT üretiminden sorumlu olabilir. Organizmalarda doğal olarak oluşan katekolaminler ve bazı diğer bileşikler spesifik fizyolojik durumlar altında önemli ROT üreticileri olarak rol oynayabilirler ve hatta hastalık ve yaşlanmaya yol açabilirler (McAnulty vd., 2003). ROT'un ana grubunu oluşturan kirleticiler öncelikle ağır metaller, aromatik hidrokarbonlar, pestisitler, poliklorlubifeniller, dioksinler ve benzer formülasyonlu çevresel kirleticilerdir (Lushchak, 2008; Alak vd., 2013). ROT üretimine yol açan mekanizmalar çok çeşitli olabilir ancak reaktif türün üretimiyle birbirini tamamlamaktadır (Valko vd., 2007). Oksidatif stres gelişiminin, önemli herhangi bir stres bileşeni olduğunu belirtmek gereklidir. Pek çok súcuk organizma belirli reaktif türlerin kontrollü şekilde üretimi için özel tasarılmış sistemlere sahiptir. Örneğin, siyanür duyarsız oksidatif patlama ilk kez lökositlerde tanımlanmış (Dri vd., 1979), benzer işlemler, daha sonra hayvanların pek çok hücre tipinde ve bitkilerde de bulunmuştur (Asai vd., 2008; Foyer ve Noctor, 2009). ROT üretiminin düzenlenmiş moleküler mekanizmaları, NADPH oksidaz tarafından NADPH'ın enzimatik oksidasyonuna bağlıdır. Bu sistem mikroorganizmaları hedef olarak hücresel ROT seviyesini kontrol eder. Bir diğer reaktif türlerin üretimindeki özel sistem ise, nitrik oksit sentaz tarafından nitrik oksit (NO) üretilmesi yoluyla gerçekleşir (Agnisola, 2005).



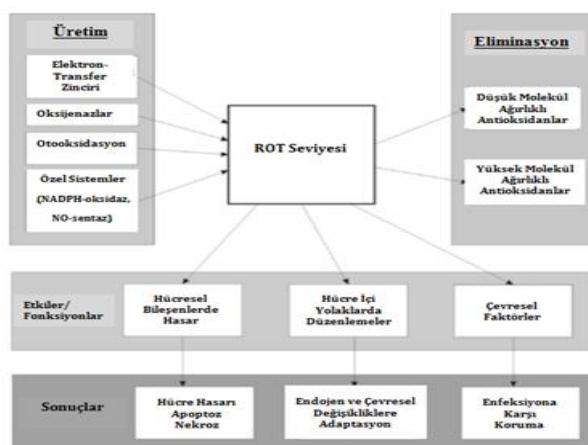
Şekil 3. Endojen kaynakların reaktif oksijen türlerinin üretimine etkisi.
Figure 3. Effects of endogenous resources on production of reactive oxygen species.

Hücresel fraksiyonlar kullanılarak yapılan çalışmalar hem

endojen kaynakların hem de çevresel kirleticilerin teşvikisiyle artan ROT üretimine ışık tutar. Örneğin, endojen kaynaklı NADPH bağımlı ROT üretim süreci Morina balığı (*Gadus morhua*) karaciğer, hava kesesi, solungaç ve kas dokularında incelenmiştir (Lemaire vd., 1994). Kirleticilerin redoks döngüsü üzerine etkilerinin araştırıldığı *in vitro* çalışmalar; O₂'nin alımında (Garcia Martinez vd., 1995), O₂- üretiminde (Lemaire ve Livingston, 1997), O₂-nın H₂O₂'ye dönüşümünde (Sjölin ve Livingston, 1997), H₂O₂'den OH- üretiminde (Kitamura ve Tatsumi, 1997) sitokrom P450 redüktazın katalitik rolüyle NADPH bağımlı katalizi üzerine yoğunlaşmıştır. Çevresel kirleticilerden olan herbisitlerin bazı balık türlerinin doku ve organlarında ROT üretimini artırarak oksidatif stres geliştirme potansiyeli bazı yönleriyle araştırılmıştır. Örneğin; yaygın kullanılan bir herbisit olan Diquat, sazan (*Cyprinus carpio*) karaciğer hücrelerinde (Wright vd., 2000) ve gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) solungaç dokularında (Hook vd., 2006) ROT üretimini uyarmıştır. Japon balığı (*Carassius auratus*) karaciğer ve böbreklerinde suda bulunan demirin serbest radikal sürecine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, protein karbonil grupları, proteinlerin oksidatif modifikasiyon belirteç seviyeleri artmış, fakat lipit peroksitlerin konsantrasyonu azalmıştır (Bagnyukova vd., 2006). Hibrid Amazon balığına (*Pseudoplatystoma* sp.) glikofosat herbisitinin farklı dozlarının 96 saat süreyle uygulandığı bir akut çalışmada balıkların oksidatif stres parametreleri ve antioksidan savunma mekanizmaları değerlendirilmiştir. Araştırmacılar, balıkların karaciğer ve beyin dokularında antioksidan aktivitenin arttığını, karaciğer ve kas dokularında TBARS seviyelerinin yükseldiğini rapor etmişlerdir (Sinhori vd., 2014). Potasyum dikromat maruziyeti Avrupa yılan balığı (*Anguilla anguilla*) solungaç ve böbrek dokularında oksidatif stresi oldukça artırmıştır (Ahmad vd., 2006). Bir insektisit grubu olan klorlu hidrokarbonlar, sazan'da deri tümör hücrelerinde (Ruiz-Leal ve George, 2004) ve kaplan balığı (*Hoplias malabaricus*) hepatositlerinde (Filipak Neto vd., 2008) oksidatif stresi artırmışlardır. Dioktil adipatin (DOA) çipura (*Sparus aurata*) karaciğer ve solungaç dokuları üzerinde etkilerinin araştırıldığı bir makalede, bir dizi hepatosellüler değişim beraberinde her iki dokuda da kimyasalın artan konsantrasyonuna bağlı olarak çoklu histolojik değişimler rapor edilmiştir (Üreten ve İsaçag Üçüncü, 2013). Halometan uygulanan *Goodea gracilis* türü balıklarda doza bağlı olarak ROT üretiminin artışı ve oksidatif stres oluştuğu gözlenmiştir (Dzul-Caamal vd., 2013). Zebra balığı beyin dokusunda düşük dozda arsenik trioksitin ROT üretimini artırarak oksidatif strese neden olduğu bildirilmiştir (Sarkar vd., 2014).

Reaktif Oksijen Türlerinin Yok Edilmesi ve Antioksidanlar: Súcuk organizmalardaki antioksidan sistemler hem düşük hem de yüksek moleküler ağırlıklı antioksidanlar içerirler (Livingstone, 2001). Düşük molekül ağırlıklı antioksidanlar, glutatyon, askorbik asit (C vitamini) gibi suda çözünen ve karotenoid (β -karotendahil), retinol (A vitamini), ve α -tokopherol (E vitamini) gibi yağıda çözünen bileşiklerde tanımlanmıştır. Bunlar genellikle serbest radikalleri ortamdan uzaklaştırmada görev alırlar. Örneğin; bu bileşikler GSH, GSH-Px ya da GST

gibi antioksidan ve detoksifikasyon enzimlerinin kofaktörü olarak rol oynar. Belirli bir grup olan antioksidan enzimler; süperoksit dismutaz (SOD), katalazlar (CAT), Se-bağımlı glutatyon peroksidazlar (Se-GPx), DT-diaforaz gibi enzimleri içerir ve glutatyon redüktaz (GR), glukoz-6-fosfat dehidrojenaz (G6PDH) gibi gereklili kofaktörleri sağlar. Metalotiyoneinler ve ferritin gibi spesifik olmayan yüksek moleküler ağırlıklı antioksidanlar, metal iyonlarına (özellikle demir ve bakır) bağlanarak ROT kaynaklı hasarı önleyen proteinlerdir. Antioksidanların kararlı durum seviyeleri, alım/sentez, ulaşırma, metabolizasyon, etkisiz hale gelme ve atılım arasındaki denge ile sağlanır. En çok üretilen tokoferol ve karotenoidler gibi bazı antioksidanlar ise beslenme yoluyla sucul organizmalar tarafından alınır. İlginç bir şekilde, antioksidan üretimi genellikle organizmaların ihtiyaçlarına karşılık gelir ve aktif düzenlemeye tabi tutulur (Kelley vd., 2010). Reaktif oksijen türlerinin ortadan kaldırılması ve üretilmesi arasındaki denge ile potansiyel biyolojik etki ve organizma fonksiyonundaki değişiklikler **Şekil 3**'de verilmiştir.



Şekil 4. Reaktif oksijen türlerinin oluşum ve eliminasyon dengesi ile potansiyel biyolojik etkileri (Lushchak, 2011'den).

Figure 4. Balance between production and elimination of reactive oxygen species and their potential biological effects (from Lushchak, 2011).

Çevresel kirleticilerin balıklarda oksidatif stres oluşturma yollarından biri antioksidan enzimleri inhibe etme şeklidir. SOD ve CAT gibi antioksidan enzimleri inhibe eden herbisitler çeşitli bileşik grupperinden oluşur. Hai vd. (1997) dieti dityo karbamatin (DDC) sazan dokularında pro/antioksidan sistemi modifiye etmesine rağmen, aynı zamanda kendi yapısında tiyol gruplarının varlığı nedeniyle antioksidan olarak görev

yaptığını belirlemiştir (Hai vd., 1997). Bir fungusit olan Prokloraz özellikle sitokrom P450 enzim aktivitelerini etkileyerek sucul organizmalar üzerinde olumsuz etkiler meydana getirebilir. Aynı madde üç dikenli balıkta (*Gasterosteus aculeatus*) glutatyon havuzunu tüketmiş ve antioksidan enzimlerde geçici bir artışı indüklemiştir (Sanchez vd., 2008). Sazan embriolarında 48 gün süreyle Cyfluthrin pestisitin subletal dozunun (10 µg/L) uygulandığı bir araştırmada balıkların beyin dokularında MDA düzeylerinin arttığı rapor edilmiştir (Sepici vd., 2009). Pestisitlere karşı akut ve kronik maruziyetin (7, 20, 30 gün) sebep olduğu değişikliklerin incelendiği bir çalışmada, Gökkuşağı alabalığına Propiconazole (PCZ)'nin farklı dozlarını (0,2, 50, 500 µg/l) uygulayan araştırmacılar, oksidatif stres göstergeleri olarak (LPO ve ROT) ve antioksidan (SOD, CAT, GR ve GPx) enzim aktivitelerini ölçümuşlardır. Çalışmaya göre; 7 gün sonunda antioksidan savunma sistemi, kimyasalın etkisine karşı adaptasyonla cevap vermiş, 20 ve 30 günlük sürelerde ise antioksidan enzimlerde inhibisyon görülmüş ve uzun süreli uygulamaların ciddi oksidatif hasarlara yol açtığı rapor edilmiştir (Li vd., 2010). Mieiro vd. (2010) civa bileşiklerine maruz kalmanın Altınbaş Kefal'de (*Liza aurata*) antioksidan aktivitesinin azaldığını belirlemiştir. Atrazinin, neotropikal balık türlerinde akut etkisinin belirlendiği bir çalışmada farklı hücre tiplerinde herbisitin antioksidan enzimleri inhibe ettiği gözlenmiştir (Santos ve Martinez, 2012). Kızılıgöz balığı (*Rutilus rutilus*) ile yapılan bir araştırmada, diazonin maddesi farklı süre ve dozlarda balıklara uygulanmıştır. 24 saat sonunda CAT aktivitesinin arttığı, 48 ve 96 saatlerde ise azaldığı gözlenmiştir (Keramatı vd., 2010). Farklı dozlarda uygulanan iz elementlerin *Prionace glauca* (Barrera-Garcia vd., 2013) ve *Isurus oxyrinchus* (Velez-Alavez vd., 2013) türü köpek balıklarında antioksidan enzimleri inhibe ettiği gözlenmiştir.

Sonuç olarak organizmaların sahip olduğu en önemli özelliklerden biri hücrelerinde enerji akışının kontrol edilmesidir. Reaktif oksijen türlerinin oluşması sonucunda gelişen oksidatif stres çeşitli mekanizmalar yoluyla biyomoleküllere zarar vermektedir. Sucul organizmalarda antioksidan savunma sistemleri, çevresel şartlara bağlı olarak değişmekte ve adaptif bazı yanıtlar geliştirmektedir. Sucul canlıların doku ve organlarında görülebilen yanıtlar, aslında ekosistemin tümüyle olumsuz etkilendığının de bir göstergesidir.

KAYNAKLAR

- Agnisola, C., 2005. Role of nitric oxide in the control of coronary resistance in teleosts. *Comp. Biochem. Physiol. A. Mol. Integr. Physiol.*, 142: 178-187. doi:[10.1016/j.cbpb.2005.05.051](https://doi.org/10.1016/j.cbpb.2005.05.051)
- Ahmad, I., Maria, V.L., Oliveira, M., Pacheco, M., Santos, M.A., 2006. Oxidative stress and genotoxic effects in gill and kidney of *Anguilla anguilla* L. exposed to chromium with or without pre-exposure to naphthoflavone. *Mutat. Res.*, 608: 16-28. doi: [10.1016/j.mrgentox.2006.04.020](https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2006.04.020)
- Alak, G., Atamanalp, M., Uçar, A., Arslan, H., Şensurat, T., Parlak, V., Kocaman, E.M., 2013. Investigation of humic acid effects versus cadmium toxicity on hematological parameters of Brown trout (*Salmo trutta fario*) (in Turkish with English abstract). *Ege J Fish Aqua Sci*, 29(4): 181-185. doi: [10.12714/egefias.2013.29.4.06](https://doi.org/10.12714/egefias.2013.29.4.06)
- Asai, S., Ohta, K., Yoshioka, H., 2008. MAPK signaling regulates nitric oxide and NADPH oxidase-dependent oxidative bursts in *Nicotiana benthamiana*. *Plant Cell*, 20: 1390-1406. doi: [10.1105/tpc.107.055855](https://doi.org/10.1105/tpc.107.055855)

- Bagnyukova, T.V., Chahrak, O.I., Lushchak, V.I., 2006. Coordinated response of goldfish antioxidant defenses to environmental stress. *Aquat. Toxicol.*, 78: 325–331. doi: [10.1016/j.aquatox.2006.04.005](https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2006.04.005)
- Barrera-Garcia, A., O'Hara, T., Galvan-Magana, F., Mendez-Rodriguez, L.C., Caterlini, J.M., Zenteno-Savin, T., 2013. Trace elements and oxidative stress indicators in liver and kidney of Blue shark (*Prionace glauca*). *Comp. Biochem. Physiol. A*, 165(4): 483–490. doi: [10.1016/j.cbpa.2013.01.024](https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2013.01.024)
- Bonneton-Rousselot, D., 2002. Glucose and reactive oxygen species. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care* 5: 561–568.
- Büyükgüzel, E., 2013. Biochemical and molecular mechanisms of protein oxidation (in Turkish with English abstract). *Karaelmas Science and Engineering Journal*, 3(1): 40–51.
- Cederbaum, A.I., 1989. Oxygen radical generation by microsomes: role of iron and implications for alcohol metabolism and toxicity. *Free Radic. Biol. Med.*, 7: 559–567. doi: [10.1016/0891-5849\(89\)90033-6](https://doi.org/10.1016/0891-5849(89)90033-6)
- Demin, O.V., Kholodenko, B.N., Skulachev, V.P., 1998. A model of O₂- generation in the complex III of the electron transport chain. *Mol. Cell. Biochem.*, 184: 21–33. doi: [10.1023/A:1006849920918](https://doi.org/10.1023/A:1006849920918)
- Dri, P., Bellavite, P., Berton, G., Rossi, F., 1979. Interrelationship between oxygen consumption, superoxide anion and hydrogen peroxide formation in phagocytosing guinea pig polymorphonuclear leucocytes. *Mol. Cell. Biochem.*, 23: 109–122.
- Dzul-Caamal, R., Olivares-Rubio, H.F., Lopez-Tapia, P., Vega-Lopez, A., 2013. Pro-oxidant and antioxidant response elicited by CH₂Cl₂ and CHCl₃ in Goodea gracilis using non-invasive methods. *Comp. Biochem. Physiol. A*, 165(4): 515–27. doi: [10.1016/j.cbpa.2013.03.005](https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2013.03.005)
- Filipak Neto, F., Zanata, S.M., Silva de Assis, H.C., Nakao, L.S., Randi, M.A., Oliveira Ribeiro, C.A., 2008. Toxic effects of DDT and methyl mercury on the hepatocytes from Hoplias malabaricus. *Toxicol. In Vitro*, 22: 1705–1713. doi: [10.1016/j.tiv.2008.07.006](https://doi.org/10.1016/j.tiv.2008.07.006)
- Foyer, C.H., Noctor, G., 2009. Redox regulation in photosynthetic organisms: signaling, acclimation, and practical implications. *Antioxid. Redox Signaling*, 11: 861–905. doi: [10.1089/ars.2008.2177](https://doi.org/10.1089/ars.2008.2177)
- Garcia Martinez, P., Winston, G. W., Metosh-Dickey, C., O'Hara, S. C. M. and Livingstone, D. R., 1995. Nitrofurantoin-stimulated reactive oxygen species production and genotoxicity in digestive gland microsomes and cytosol of the common mussel (*Mytilus edulis*). *Toxicology and Applied Pharmacology*, 131: 332–341. doi: [10.1006/taap.1995.1076](https://doi.org/10.1006/taap.1995.1076)
- Gökpinar, Ş., Koray, T., Akçicek, E., Göksan, T., Durmaz, Y., 2006. Algal antioxidants (in Turkish with English abstract). *Ege J Fish Aqua Sci*, 23(Suppl 1/1): 85–89.
- Hai, D.Q., Varga, S.I., Matkovics, B., 1997. Effects of diethyl-dithiocarbamate on antioxidant system in carp tissue. *Acta Biol. Hung.*, 48: 1–8.
- Halliwell, B., Gutteridge, J.M.C., 1989. Free Radicals in Biology and Medicine, second ed. Clarendon Press, Oxford, UK.
- Harman, D., 1956. Aging: a theory based on free radical and radiation chemistry. *J. Gerontol.*, 11, 298–300.
- Hook, S.E., Skillman, A.D., Small, J.A., Schultz, I.R., 2006. Gene expression patterns in rainbow trout. *Oncorhynchus mykiss*, exposed to a suite of model toxicants. *Aquat. Toxicol.*, 77: 732–785. doi: [10.1016/j.aquatox.2006.01.007](https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2006.01.007)
- Keleştemur Tuna, G., 2012. Phisiological effects created on fish of hypoxic waters (in Turkish with English abstract). *Turkish Journal of Scientific Reviews*, 5(1): 87–90.
- Kelley, E.E., Khoo, N.K., Hundley, N.J., Malik, U.Z., Freeman, B.A., Tarpey, M.M., 2010. Hydrogen peroxide is the major oxidant product of xanthine oxidase. *Free Radic. Biol. Med.*, 48 (4): 493–498. doi: [10.1016/j.freeradbiomed.2009.11.012](https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2009.11.012)
- Keramati, V., Shahla, J., Ramin, M., 2010. Effect of diazinon on catalase antioxidant enzyme activity in liver tissue of *Rutilus rutilus*. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 5(5): 368–376.
- Kitamura, S. and Tatsumi, K., 1997. Purification of NADPH-linked and NADH-linked quinone reductases from liver of sea bream, *Pagrus major*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 118B: 675–680. doi: [10.1016/S0305-0491\(97\)00274-5](https://doi.org/10.1016/S0305-0491(97)00274-5)
- Lemaire, P. And Livingstone, D.R., 1997. Aromatic hydrocarbon quinone-mediated reactive oxygen species production in hepatic microsomes of the flounder (*Platichthys flesus*). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 117C: 131–139. doi: [10.1016/S0742-8413\(97\)00060-1](https://doi.org/10.1016/S0742-8413(97)00060-1)
- Lemaire, P., Matthews, A., Forlin, L., Livingstone, D.R., 1994. Stimulation of oxyradical production of hepatic microsomes of flounder (*Platichthys flesus*) and perch (*Perca fluviatilis*) by model and pollutant xenobiotics. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 26: 191–200.
- Li, J.S., Han, Q., Fang, J., Rizzi, M., James, A.A., Li, J., 2007. Biochemical mechanisms leading to tryptophan 2,3-dioxxygenase activation. *Arch. Insect Biochem. Physiol.*, 64: 74–87. doi: [10.1002/arch.20159](https://doi.org/10.1002/arch.20159)
- Li, Z., Zlabecká, V., Grabica, R., Lia, P., Machovaa, J., Veliseka, J., Randak, T., 2010. Effects of exposure to sublethal propiconazole on the antioxidant defense system and Na⁺ - K⁺-ATPase activity in brain of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquatic Toxicology*, 98: 297–303.
- Livingstone, D.R., 2001. Contaminant-stimulated reactive oxygen species production and oxidative damage in aquatic organisms. *Marine Pollution Bulletin*, 42: 656–666. doi: [10.1016/S0025-326X\(01\)00060-1](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(01)00060-1)
- Lushchak, V.I., 2008. Oxidative stress as a component of transition metal toxicity in fish. In: Svensson, E.P. (Ed.), *Aquatic Toxicology Research Focus*. Nova Science Publishers Inc., Hauppauge, NY, USA, pp. 1–29.
- Lushchak, V.I., 2011. Environmentally induced oxidative stress in aquatic animals. *Aquatic Toxicology* 101: 13–30.
- Malhotra, J.D., Kaufman, R.J., 2007. Endoplasmic reticulum stress and oxidative stress: A vicious cycle or a double-edged sword. *Antioxid. Redox Signaling*, 9: 2277–2293. doi: [10.1089/ars.2007.1782](https://doi.org/10.1089/ars.2007.1782)
- McAnulty, S.R., McAnulty, L.S., Nieman, D.C., Morrow, J.D., Utter, A.C., Henson, D.A., Dumke, C.L., Vinci, D.M., 2003. Influence of carbohydrate ingestion on oxidative stress and plasma antioxidant potential following a 3 h run. *Free Radic. Res.*, 37: 835–840. doi: [10.1080/10715760303850](https://doi.org/10.1080/10715760303850)
- Mieiro, C.L., Ahmad, I., Pereira, M.E., Duarte, A.C., Pacheco, M., 2010. Antioxidant system breakdown in brain of feral golden grey mullet (*Liza aurata*) as an effect of mercury exposure. *Ecotoxicology*, 19 (6): 1034–1045. doi: [10.1007/s10646-010-0485-0](https://doi.org/10.1007/s10646-010-0485-0)
- Mişe Yonar, S., Yonar, M.E., Yöntürk, Y., 2014. The effect of Curcumin some antioxidant parameters in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss Walbaum, 1792*). (in Turkish with English abstract). *Fırat Univ. Journal of Science*, 26(1): 53–57.
- Papa, S., Skulachev, V.P., 1997. Reactive oxygen species, mitochondria, apoptosis and aging. *Mol. Cell. Biochem.*, 174: 305–319.
- Ruiz-Leal, M., George, S., 2004. An in vitro procedure for evaluation of early stage oxidative stress in an established fish cell line applied to investigation of PHAH and pesticide toxicity. *Mar. Environ. Res.*, 58: 631–635. doi: [10.1016/j.marenres.2004.03.054](https://doi.org/10.1016/j.marenres.2004.03.054)
- Sanchez, W., Piccini, B., Porcher, J.M., 2008. Effect of prochloraz fungicide on biotransformation enzymes and oxidative stress parameters in three-spined stickleback (*Gasterosteus aculeatus* L.). *J. Environ. Sci. Health, Part B* 43: 65–70. doi: [10.1080/03601230701735151](https://doi.org/10.1080/03601230701735151)
- Santos, T.G., Martinez, C.B.R., 2012. Atrazine promotes biochemical changes and DNA damage in a Neotropical fish species. *Chemosphere*, 89: 1118–1125. doi: [10.1016/j.chemosphere.2012.05.096](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2012.05.096)
- Sarkar, S., Sandip, M., Ansuan, C., 2014. Low dose of arsenic trioxide triggers oxidative stress in zebrafish brain: Expression of antioxidant genes. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 107: 1–8. doi: [10.1016/j.ecoenv.2014.05.012](https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2014.05.012)
- Sepici, D.A., Benli, A.C., Selvi, M., Sarıkaya, R., Şahin, D., Özkul, A., Erkoç, F., 2009. Sublethal cyfluthrin toxicity to Carp 66 (*Cyprinus carpio* L.) fingerlings: Biochemical, hematological, histopathological alterations. *Exotoxicology and Environmental Safety*, 72: 1433–1439.

- Shmarakov, I.O., Marchenko, M.M., 2008. Xanthine oxidase activity in the rat liver tissue in the process of oncogenesis. *Ukr. Biokhim. Zh.*, 80: 86-91.
- Sinhorin, V.D.G., Sinhorin, P.A., Santos Teixeria, J.M., Lazarotto Mileski, K.M., Hansen, P.C., Moreira, P.S.A., Honda Kowashita, N., Martins Bavieria, A., Loro, V.L., 2014. Effects of the acute exposition to glyposate-based herbicide on oxidative stress parameters and antioxidant responses in a hybrid Amazon fish surubim (*Pseudoplatystoma* sp). *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 106:181-187.
- Sjölin, A. M. and Livingstone, D. R., 1997. Redox cycling of aromatic hydrocarbon quinones catalysed by digestive gland microsomes of the common mussel (*Mytilus edulis* L.). *Aquatic Toxicology*, 38: 83–99.
doi: [10.1016/S0166-445X\(96\)00836-3](https://doi.org/10.1016/S0166-445X(96)00836-3)
- Üreten, M., İşısağ Üçüncü, S., 2013. The effects of Dioktol adipate (DOA) on liver and gill histology of *Sparus aurata* (Sea bream). (in Turkish with English abstract). *Ege J Fish Aqua Sci* 30(3): 115-122.
doi: [10.12714/egejfas.2012.30.03.05](https://doi.org/10.12714/egejfas.2012.30.03.05)
- Valavanidis, A., Vlahogianni, T., Dassenakis, M., Scoullos, M., 2006. Molecular biomarkers of oxidative stress in aquatic organisms in relation to toxic environmental pollutants. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 64: 178–189.
doi: [10.1016/j.ecoenv.2005.03.013](https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2005.03.013)
- Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Cronin, M.T., Mazur, M., Telser, J., 2007. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *Int. J. Biochem. Cell Biol.*, 39: 44–84.
doi: [10.1016/j.biocel.2006.07.001](https://doi.org/10.1016/j.biocel.2006.07.001)
- Velez-Alavez, M., Labrada-Martagon, V., Mendez-Rodriguez, L.C., Galvan-Magana, F., Zenteno-Savin, T., 2013. Oxidative stress indicators and trace element concentrations in tissues of mako shark (*Isurus oxyrinchus*). *Comp. Biochem. Physiol. A.*, 165(4):508-14.
doi: [10.1016/j.cbpa.2013.03.006](https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2013.03.006)
- Wright, J., George, S., Martinez-Lara, E., Carpene, E., Kindt, M., 2000. Levels of cellular glutathione and metallothionein affect the toxicity of oxidative stressors in an established carp cell line. *Mar. Environ. Res.*, 50: 503–508.

Gökova Körfezi (Ege Denizi) balık tür çeşitliliği üzerine bir değerlendirme

An evaluation on the fish diversity of Gökova Bay (Aegean Sea)

Tülin Çoker¹ • Okan Akyol^{2*}

¹ Mugla Sıtkı Koçman Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Muğla, Türkiye

² Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Urla, İzmir, Türkiye

* Corresponding author: okan.akyol@ege.edu.tr

How to cite this paper:

Çoker, T., Akyol, O., 2014. An evaluation on the fish diversity of Gökova Bay (Aegean Sea). *Ege J Fish Aqua Sci* 31(3): 161-166.

doi: [10.12714/egefias.2014.31.3.08](https://doi.org/10.12714/egefias.2014.31.3.08)

Abstract: In this review, updated check-list of marine fish in the Bay of Gökova, south-eastern Aegean Sea was presented. From the results of relevant studies, based on the coastal fisheries in Gökova Bay, we therefore determined totally 205 fish species, belonging to 95 families. Coastal fisheries in Gökova Bay consist of small scale such as gillnet, trammel net, longline and handline fisheries.

Keywords: Ichthyofauna, fish diversity, Gökova Bay, Aegean Sea

Özet Bu derlemede, Gökova Körfezi'nde (Güneydoğu Ege Denizi) deniz balıklarının güncellenmiş tür çeşitliliği sunulmuştur. Gökova Körfezi'nde kıyı balıkçılığı temelli çalışmalarдан toplanan sonuçlardan 95 familyaya ait 205 balık türü tespit edilmiştir. Gökova Körfezi'nde balıkçılık uzatma ağları, paraketa ve olta gibi küçük ölçekli balıkçılıktan oluşmaktadır.

Anahtar kelimeler: İchtiyofauna, balık çeşitliliği, Gökova Körfezi, Ege Denizi.

GİRİŞ

Gökova Körfezi, Türkiye'nin güneybatı ucunda Ege ve Akdeniz'in kesiştiği noktada yer alan Türkiye'nin büyük ve verimli körfezlerinden biridir. Doğu-batı ekseninde uzunluğu yaklaşık 92 km'dir. Ege Denizi'nin Muğla il sınırlarında yer alan Gökova Körfezi deniz alanı 1851 km², tüm kıyı uzunluğu yaklaşık 500 km'dir ([Kıraç vd., 2010](#)), Gökova Körfezi 24500 hektarı kara alanı olmak üzere toplam 52000 hektarlık alanı ile Türkiye'nin en önemli deniz koruma alanlarından biridir ([Cihangir vd., 1998](#)). Gökova Körfezi'nde balıkçılık küçük ölçekli yapıda olup, düşük av gücüyle uzatma ağları, paraketalar ve oltalarla sürdürülmektedir. Körfezde belirli sahalar ise gırırga ve trol avcılığına açıktır. Bununla beraber, kıyı kesimlerde yer yer orfoz ve lâhos için zipkin dalışları da gerçekleşmektedir. Balıkçılığa kapalı alanlar yaklaşımının Türkiye'deki ilk örneği de Gökova Körfezi'dir. 10 Temmuz 2010 tarihli ve 27637 Sayılı Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe giren 2/1 Numaralı Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen Tebliğ'de Gökova Körfezi için bir "Balıkçılığa Kapalı Alan" oluşturulmuştur. Burada Akbük Limanı, Akyaka, Çamlı Limanı, Boncuk Koyu, İngiliz Limanı (Değirmen Bükü) ve Bördübet Limanı'nda her türlü istihsal vasıtası ile su ürünlerini avcılığı yasaklanmıştır.

Ege ve Akdeniz sularının buluştuğu noktada yer alan

Gökova Körfezi biyolojik çeşitlilik bakımından oldukça zengindir. Süveyş Kanalı'ni geçerek Akdeniz'e yerleşen (Indo-Pasifik) türler körfezi de etkilemiş; körfez son 20 yılda Lesepsiyen göçün önemli bir durağı haline gelmiştir. Bu durum bazen balıkçılara önemli ekonomik avantaj sağlarken, bazı durumlarda sorunlar da ortaya çıkarmaktadır. Örneğin, Indo-Pasifik kökenli balıklarla yerli balıklar arasında, biyotik çevresel faktörlerden türler arası rekabet nedeniyle bazı önemli değişiklikler (av-avcı ilişkisi, besin rekabeti, habitat terk etme vb.) gündeme getirebilir. Yıllar içerisindeki tür değişimini izlemek üzere farklı tarihlerde rapor edilmiş balık tür listeleri, bu tip göç, istila ve rekabet olgusunun belirlenmesinde önemli birer ölçütür.

Bu çalışmada, Gökova Körfezi'nde daha önce çeşitli çalışmalarla saptanmış balık tür çeşitliliğinin ortaya konması amaçlanmıştır. Böylece, körfezde günümüzde dek saptanmış mevcut balık türlerinin tam bir listesi elde edilerek, konuya ilgili araştırcılara bir kaynak liste oluşturulmuştur.

MATERIAL VE YÖNTEM

Gökova Körfezi'nde balık ve balıkçılık üzerine bugüne kadar yürütülen tüm çalışmalar derlenerek listelenmiştir. Listeye esas olan balıklar, sırasıyla [Mater vd. \(1988\)](#), [Kaya vd.](#)

(1990), Meriç (1994), Buhan vd. (1997), Cihangir vd. (1998), Torcu ve Mater (2000), Bilecenoğlu vd. (2001), Öğretmen vd. (2005), Akyol vd. (2005, 2006, 2007a, 2007b), Filiz vd. (2005), Özci ve Yılmaz (2006), Bilecenoğlu ve Kaya (2006), Anonim (2006), Francour vd. (2007), Öz vd. (2007), Ünal vd. (2009), Ceyhan vd. (2009a, 2009b), Gülsahin ve Kara (2013), Akyol ve Ünal (2015), Bilecenoğlu vd. (2014), Akyol ve Ünal (yayınlanmamış veri) tarafından yapılan çalışmalarдан oluşturulmuştur. Bilimsel isimlendirmelerde ve türlerin dağılımlarının belirlenmesinde Bilecenoğlu vd. (2002), FishBase (Froese ve Pauly, 2014) ve Golani vd. (2006) temel alınmıştır. Balıkların orijinleri de kodlanmış olup, bu kodların açılımı: [A-M] Atlanto-Mediterran, [C] Kozmopolit, [R] Lesepsiyen ve [M] Akdeniz endemigi'dir.

BULGULAR

Gökova Körfezi'nde 1988–2014 yılları arasında yapılan çalışmaların derlenmesiyle elde edilen tür listesine göre, Gökova Körfezi'nde şimdide dek 95 familyaya ait toplam 205 balık türü tespit edilmiştir. Listeye dahil edilen balıkların orijinlerine göre dağılımı ise %75'i Atlanto-mediteran, %12'si Kozmopolit, %10'u Lesepsiyen ve %3'ü Endemiktir.

Phylum: Chordata
 Subphylum: Vertebrata
 Class: CHONDRICHTHYES
 FAM: SCYLIORHINIDAE
Scyliorhinus canicula (Linnaeus, 1758) [A-M]^{1,12,19}
Galeus melastomus Rafinesque, 1810 [A-M]¹⁹
 FAM: CARCHARHINIDAE
Carcharhinus plumbeus (Nardo, 1827) [C]¹
 FAM: TRIAKIDAE
Mustelus asterias Cloquet, 1819 [A-M]¹
Mustelus mustelus (Linnaeus, 1758) [A-M]^{1,12}
 FAM: SQUALIDAE
Squalus acanthias Linnaeus, 1758 [C]^{1,12}
Squalus blainvillei (Risso, 1827) [C]^{1,12,19}
Etmopterus spinax (Linnaeus, 1758) [A-M]^{19,21}
 FAM: DALATIIDAE
Dalatias licha (Bonnaterre, 1788) [C]^{12,19}
 FAM: HEXANCHIDAE
Heptranchias perlo (Bonnaterre, 1788) [C]¹²
 FAM: OXYNOTIDAE
Oxynotus centrina (Linnaeus, 1758) [A-M]¹²
 FAM: SQUATINIDAE
Squatina oculata Bonaparte, 1840 [A-M]^{12,15,21}
Squatina squatina (Linnaeus, 1758) [A-M]¹
 FAM: RHINOBATIDAE
Rhinobatos rhinobatos (Linnaeus, 1758) [A-M]¹
 FAM: TORPEDINIDAE
Torpedo marmorata Risso, 1810 [A-M]^{1,12}
 FAM: RAJIDAE
Dipturus oxyrinchus (Linnaeus, 1758) [A-M]^{12,19}
Leucoraja naevus (Müller and Henle, 1841) [A-M]¹²
Raja clavata Linnaeus, 1758 [C]^{1,12,19}

Raja miraletus Linnaeus, 1758 [C]¹²
 FAM: DASYATIDAE
Dasyatis pastinaca (Linnaeus, 1758) [A-M]^{1,12}
 FAM: MYLIOBATIDAE
Myliobatis aquila (Linnaeus, 1758) [A-M]¹
 Class: HOLOCEPHALI
 FAM: CHIMAERIDAE
Chimaera monstrosa Linnaeus, 1758 [A-M]^{12,21}
 Class: OSTEICHTHYES
 FAM: CLUPEIDAE
Alosa fallax (Lacep  de, 1803) [M]³
Sardina pilchardus (Walbaum, 1792) [A-M]^{1,2,7}
Sardinella aurita Valenciennes, 1847 [C]^{1,7}
Sprattus sprattus (Linnaeus, 1758) [A-M]¹
 FAM: ENGRAULIDAE
Engraulis encrasicolus (Linnaeus, 1758) [A-M]^{1,2}
 FAM: ARGENTINIDAE
Argentina sphyraena Linnaeus, 1758 [A-M]^{12,19}
 FAM: AULOPIDAE
Aulopus filamentosus (Bloch, 1792) [A-M]¹²
 FAM: CHAULIODONTIDAE
Chauliodus sloani Bloch and Schneider, 1801 [C]¹²
 FAM: SYNODONTIDAE
Saurida undosquamis (Richardson, 1848) [R]^{1,3,7,8,12}
Synodus saurus (Linnaeus, 1758) [A-M]¹
 FAM: CHOLOROPHTHALMIDAE
Cholorophthalmus agassizii Bonaparte, 1840 [C]^{12,21}
 FAM: ANGUILLIDAE
Anguilla anguilla (Linnaeus, 1758) [A-M]^{1,12}
 FAM: MURAENIDAE
Muraena helena Linnaeus, 1758 [A-M]¹
 FAM: CENTRISCIDAE
Macroramphosus scolopax (Linnaeus, 1758) [C]^{12,19}
 FAM: CONGRIDAE
Conger conger (Linnaeus, 1758) [A-M]^{1,7,8}
 FAM: OPHICHTHIDAE
Echelus myrus (Linnaeus, 1758) [A-M]^{1,12}
 FAM: BELONIDAE
Belone belone (Linnaeus, 1761) [A-M]¹
 FAM: CYPRINODONTIDAE
Aphanus fasciatus (Valenciennes, 1821) [M]¹
 FAM: SYNGNATHIDAE
Hippocampus hippocampus (Linnaeus, 1758) [A-M]¹
Hippocampus guttulatus Cuvier, 1829 [A-M]¹
Syngnathus acus Linnaeus, 1758 [A-M]¹
 FAM: GASTEROSTEIDAE
Gasterosteus aculeatus Linnaeus, 1758 [A-M]^{1,3}
 FAM: MERLUCCIDAE
Merluccius merluccius (Linnaeus, 1758) [A-M]^{1,6,8,12,18,19}
 FAM: GADIDAE
Gadicus argenteus argenteus Guichenot, 1850 [A-M]^{19,20}
Merlangius merlangus (Linnaeus, 1758) [M]¹
Micromesistius poutassou (Risso, 1826) [A-M]^{19,20}

FAM: PHYCIDAE	<i>Leiognathus klunzingeri</i> (Steindachner, 1898) [R] ¹
<i>Phycis blennoides</i> (Brünnich, 1768) [A-M] ^{19,20}	
<i>Phycis phycis</i> (Linnaeus, 1766) [A-M] ¹	
FAM: HOLOCENTRIDAE	
<i>Sargocentron rubrum</i> (Forsskal, 1775) [R] ^{1,12,16}	
FAM: CAPROIDAE	
<i>Capros aper</i> (Linnaeus, 1758) [A-M] ^{12,19,20}	
FAM: MACROURIDAE	
<i>Coelorhynchus coelorhynchus</i> (Risso, 1810) [A-M] ^{19,21}	
<i>Hymenocephalus italicus</i> Giglioli, 1884 [A-M] ^{19,20}	
<i>Nezumia sclerorhynchus</i> (Valenciennes, 1838) [A-M] ²⁰	
FAM: ZEIDAE	
<i>Zeus faber</i> Linnaeus, 1758 [C] ¹	
FAM: SERRANIDAE	
<i>Anthias anthias</i> (Linnaeus, 1758) [A-M] ^{1,12}	
<i>Epinephelus aeneus</i> (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817) [A-M] ^{1,3,8,18}	
<i>Epinephelus costae</i> (Steindachner, 1878) [A-M] ^{1,3,8,18}	
<i>Epinephelus marginatus</i> (Lowe, 1834) [A-M] ^{1,8,18}	
<i>Hyporthodus haifensis</i> (Ben-Tuvia, 1953) [A-M] ¹²	
<i>Serranus cabrilla</i> (Linnaeus, 1758) [A-M] ^{1,2,7,8,12}	
<i>Serranus hepatus</i> (Linnaeus, 1758) [A-M] ^{1,12}	
<i>Serranus scriba</i> (Linnaeus, 1758) [A-M] ^{1,2,12}	
FAM: MORONIDAE	
<i>Dicentrarchus labrax</i> (Linnaeus, 1758) [A-M] ^{1,2,6,7,8}	
FAM: STERNOPTYCHIDAE	
<i>Argyropelecus hemigymnus</i> Cocco, 1829 [A-M] ^{19,21}	
FAM: APOGONIDAE	
<i>Apogon queketti</i> Gilchrist, 1903 [R] ²³	
<i>Apogon imberbis</i> (Linnaeus, 1758) [A-M] ^{1,12}	
FAM: CEPOLIDAE	
<i>Cepola macrophthalmalma</i> (Linnaeus, 1758) [A-M] ¹	
FAM: GONOSTOMATIDAE	
<i>Cyclothona braueri</i> Jespersen and Taning, 1926 [C] ¹⁹	
FAM: TRACHICHTHYIDAE	
<i>Hoplostethus mediterraneus</i> Cuvier, 1829 [C] ^{19,20,21}	
FAM: POMATOMIDAE	
<i>Pomatomus saltatrix</i> (Linnaeus, 1766) [A-M] ^{1,2,3,7}	
FAM: CARANGIDAE	
<i>Alectis alexandrina</i> (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817) [A-M] ¹	
<i>Caranx cryos</i> (Mitchill, 1815) [A-M] ^{1,2}	
<i>Lichia amia</i> (Linnaeus, 1758) [A-M] ¹	
<i>Seriola dumerili</i> (Risso, 1810) [C] ^{1,3,6,8}	
<i>Trachinotus ovatus</i> (Linnaeus, 1758) [A-M] ¹	
<i>Trachurus picturatus</i> (Bowdich, 1825) [A-M] ²¹	
<i>Trachurus mediterraneus</i> (Staindachner, 1868) [A-M] ^{1,3,6,7}	
<i>Trachurus trachurus</i> (Linnaeus, 1758) [A-M] ^{1,2,3,19}	
FAM: CORYPHAENIDAE	
<i>Coryphaena hippurus</i> Linnaeus, 1758 [C] ^{1,7,8}	
FAM: EPIGONIDAE	
<i>Microichthys coccoi</i> Rüppell, 1852 [A-M] ²⁰	
FAM: HEMIRAMPHIDAE	
<i>Hemiramphus far</i> (Forsskal, 1775) [R] ¹³	
FAM: LEIognathidae	
	<i>Leiognathus klunzingeri</i> (Steindachner, 1898) [R] ¹
	FAM: SCIAENIDAE
	<i>Sciaena umbra</i> Linnaeus, 1758 [A-M] ¹
	<i>Umbrina cirrosa</i> (Linnaeus, 1758) [A-M] ^{1,3,8}
	FAM: MULLIDAE
	<i>Mullus barbatus barbatus</i> Linnaeus, 1758 [A-M] ^{1,3,7,12}
	<i>Mullus surmuletus</i> Linnaeus, 1758 [A-M] ^{1,2,3,6,12}
	<i>Upeneus moluccensis</i> (Bleeker, 1855) [R] ^{1,3,6,7,12,13,18}
	<i>Upeneus pori</i> (Ben-Tuviva and Golani, 1989) [R] ^{1,9}
	FAM: SPARIDAE
	<i>Boops boops</i> (Linnaeus, 1758) [A-M] ^{1,3,6,7,8}
	<i>Dentex dentex</i> (Linnaeus, 1758) [A-M] ^{1,2,3,6,18}
	<i>Dentex gibbosus</i> (Rafinesque, 1810) [A-M] ^{1,8}
	<i>Dentex macroptthalmus</i> (Bloch, 1791) [A-M] ¹
	<i>Dentex maroccanus</i> Valenciennes, 1830 [A-M] ^{1,3,6,8}
	<i>Diplodus annularis</i> (Linnaeus, 1758) [A-M] ^{1,2,3,7,8}
	<i>Diplodus puntazzo</i> (Walbaum, 1792) [A-M] ^{1,3,8}
	<i>Diplodus sargus sargus</i> (Linnaeus, 1758) [M] ^{1,3,6,8}
	<i>Diplodus vulgaris</i> (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817) [A-M] ^{1,3,8,18}
	<i>Lithognathus mormyrus</i> (Linnaeus, 1758) [A-M] ^{1,3,7,8}
	<i>Oblada melanura</i> (Linnaeus, 1758) [A-M] ^{1,3,8}
	<i>Pagellus acarne</i> (Risso, 1827) [A-M] ^{1,6}
	<i>Pagellus bogaraveo</i> (Brünnich, 1768) [A-M] ¹
	<i>Pagellus erythrinus</i> (Linnaeus, 1758) [A-M] ^{1,3,7,8,18}
	<i>Pagrus pagrus</i> (Linnaeus, 1758) [A-M] ^{1,2,8}
	<i>Sarpa salpa</i> (Linnaeus, 1758) [A-M] ^{1,3,6}
	<i>Sparus aurata</i> Linnaeus, 1758 [A-M] ^{1,3,7,8,18}
	<i>Spondyliosoma cantharus</i> (Linnaeus, 1758) [A-M] ¹
	FAM: CENTRACANTHIDAE
	<i>Spicara smaris</i> (Linnaeus, 1758) [A-M] ¹
	<i>Spicara maena</i> (Linnaeus, 1758) [A-M] ¹
	FAM: POMACENTRIDAE
	<i>Chromis chromis</i> (Linnaeus, 1758) [A-M] ^{1,2}
	FAM: LABRIDAE
	<i>Coris julis</i> (Linnaeus, 1758) [A-M] ^{1,2}
	<i>Syphodus roissali</i> (Risso, 1810) [A-M] ¹
	<i>Syphodus tinca</i> (Linnaeus, 1758) [A-M] ¹
	<i>Syphodus ocellatus</i> (Linnaeus, 1758) [M] ¹
	<i>Syphodus cinereus</i> (Bonnaterre, 1788) [A-M] ¹
	<i>Thalassoma pavo</i> (Linnaeus, 1758) [A-M] ^{1,2}
	<i>Xyrichtys novacula</i> (Linnaeus, 1758) [A-M] ¹
	<i>Pteragogus pelvus</i> Randall, 1981 [R] ¹
	<i>Labrus mixtus</i> Linnaeus, 1758 [A-M] ²
	FAM: SCARIDAE
	<i>Sparus cretense</i> (Linnaeus, 1758) [A-M] ¹
	FAM: FISTULARIIDAE
	<i>Fistularia commersonii</i> Rüppell, 1838 [R] ¹⁶
	FAM: TRACHINIDAE
	<i>Trachinus draco</i> Linnaeus, 1758 [A-M] ^{1,7,12}
	<i>Trachinus radiatus</i> Cuvier, 1829 [A-M] ^{1,12}
	<i>Echiichthys vipera</i> (Cuvier, 1829) [A-M] ¹
	FAM: URANOSCOPIDAE
	<i>Uranoscopus scaber</i> Linnaeus, 1758 [A-M] ^{1,2,3,12}

- FAM: SIGANIDAE
Siganus luridus (Rüppell, 1829) [R]^{1,3,6,16}
Siganus rivulatus Forsskal and Niebuhr, 1775 [R]^{1,3,6,16}
- FAM: PEMPHERIDAE
Pempheris vanicolensis Cuvier, 1831 [R]^{2,16}
- FAM: TRICHIURIDAE
Lepidopus caudatus (Euphrasen, 1788) [C]¹²
Trichiurus lepturus Linnaeus, 1758 [C]¹
- FAM: SCOMBRIDAE
Auxis rochei (Risso, 1810) [C]¹
Euthynnus alletteratus (Rafinesque, 1810) [A-M]¹
Katsuwonus pelamis (Linnaeus, 1758) [C]¹
Sarda sarda (Bloch, 1793) [A-M]¹
Scomber japonicus Houttuyn, 1782 [C]^{1,6,7}
Scomber scombrus Linnaeus, 1758 [A-M]^{1,2}
Scomberomorus commerson (Lacep  de, 1800) [R]^{1,3,17}
Thunnus thynnus (Linnaeus, 1758) [A-M]¹
- FAM: XIPHIIDAE
Xiphias gladius Linnaeus, 1758 [C]¹
- FAM: GOBIIDAE
Didogobius splechtnai Ahnelt and Patzner, 1995 [M]¹⁰
Gobius auratus Risso, 1810 [A-M]¹⁰
Gobius niger Linnaeus, 1758 [A-M]¹
Gobius vittatus Vinciguerra, 1883 [M]²²
Lesueurigobius friesii (Malm, 1874) [A-M]²⁰
Oxyurichtys papuensis (Valenciennes, 1837) [R]^{1,9}
Pomatoschistus minutus (Pallas, 1770) [A-M]²
Thorogobius macrolepis (Kolombatovic, 1891) [A-M]¹⁰
- FAM: SEBASTIDAE
Helicolenus dactylopterus (Delaroche, 1809) [A-M]¹²
- FAM: BLENNIIDAE
Salaria fluviatilis (Asso, 1801) [A-M]¹
Blennius ocellaris Linnaeus, 1758 [A-M]^{1,12}
Microlipophrys canevae (Vinciguerra, 1880) [A-M]¹
Parablennius gattorugine (Linnaeus, 1758) [A-M]¹
Blennius sanguinolentus (Pallas, 1814) [A-M]¹
- FAM: SPHYRAENIDAE
Sphyraena chrysotaenia Klunzinger, 1884 [R]^{1,6}
Sphyraena sphyraena (Linnaeus, 1758) [A-M]^{1,2,3,6,7}
Sphyraena viridensis Cuvier, 1829 [A-M]¹
- FAM: MUGILIDAE
Chelon labrosus (Risso, 1827) [A-M]¹
Liza aurata (Risso, 1810) [A-M]¹
Liza saliens (Risso, 1810) [A-M]^{1,3}
Liza ramada (Risso, 1827) [A-M]¹
Mugil cephalus Linnaeus, 1758 [A-M]¹
Oedalechilus labeo (Cuvier, 1829) [A-M]¹
- FAM: ATHERINIDAE
Atherina boyeri Risso, 1810 [A-M]¹
Atherinomorus lacunosus (Forster, 1801) [R]¹⁶
- FAM: SCORPAENIDAE
Scorpaena elongata Cadenat, 1943 [A-M]¹⁹
Scorpaena notata Rafinesque, 1810 [A-M]^{1,7,12}
- Scorpaena porcus Linnaeus, 1758 [A-M]^{1,8,12}
Scorpaena scrofa Linnaeus, 1758 [A-M]^{1,12,19}
- FAM: TRIGLIDAE
Chelidonichthys cuculus (Linnaeus, 1758) [A-M]¹⁹
Chelidonichthys lucerna (Linnaeus, 1758) [A-M]^{1,3,7,8,12}
Trigla lyra Linnaeus, 1758 [A-M]^{1,12,19}
Trigloporus lastoviza (Bonnaterre, 1788) [A-M]^{1,12}
- FAM: DACTYLOPTERIDAE
Dactylopterus volitans (Linnaeus, 1758) [A-M]^{1,12}
- FAM: CITHARIDAE
Citharus linguatula (Linnaeus, 1758) [A-M]^{1,12}
- FAM: PERISTEDIIDAE
Peristedion cataphractum (Linnaeus, 1758) [A-M]^{12,19}
- FAM: SCOPHTHALMIIDAE
Lepidorhombus boscii (Risso, 1810) [A-M]^{1,12,19,20}
Lepidorhombus whiffagonis (Walbaum, 1792) [A-M]²⁰
- FAM: BOTHIDAE
Arnoglossus laterna (Walbaum, 1792) [A-M]¹
Bothus podas (Delaroche, 1809) [A-M]^{1,2}
- FAM: PLEURONECTIDAE
Platichthys flesus (Linnaeus, 1758) [A-M]¹
- FAM: SOLEIDAE
Microchirus ocellatus (Linnaeus, 1758) [A-M]^{1,12}
Microchirus variegatus (Donovan, 1808) [A-M]¹
Monochirus hispidus Rafinesque, 1814 [A-M]¹
Pegusa impar (Bennett, 1831) [A-M]¹
Solea solea (Linnaeus, 1758) [A-M]^{1,2,7,18}
Solea lascaris (Risso, 1810) [A-M]⁷
- FAM: ECHENEIDAE
Echeneis naucrates Linnaeus, 1758 [C]¹
- FAM: BALISTIDAE
Balistes capriscus Gmelin, 1789 [A-M]¹
- FAM: LOPHIIDAE
Lophius budegassa Spinola, 1807 [A-M]¹²
Lophius piscatorius Linnaeus, 1758 [A-M]^{1,19}
- FAM: MONACANTHIDAE
Stephanolepis diaspros Fraser-Brunner, 1940 [R]^{1,12}
- FAM: CALLIONYMIDAE
Callionymus pusillus Delaroche, 1809 [A-M]²
Synchiropus phaeton (G  nther, 1861) [A-M]^{12,21}
- FAM: CENTROLOPHIDAE
Centrolophus niger (Gmelin, 1789) [A-M]²
- FAM: STERNOPTYCHIDAE
Maurolicus muelleri (Gmelin, 1789) [A-M]²
- FAM: LOPHOTIDAE
Lophotus lacepede Giorna, 1809 [A-M]⁴
- FAM: EPHIPPIDAE
Platax teira (Forsskal, 1775) [R]⁵
- FAM: TETRADONTIDAE
Lagocephalus sceleratus (Gmelin, 1789) [R]^{7,11}
Sphoeroides pachygaster (M  ller and Troschel, 1848) [A-M]¹²
- FAM: NEMIPTERIDAE
Nemipterus randalli Russell, 1986 [R]¹⁴

FAM: NOTACANTHIDAE

Notacanthus bonaparte Risso, 1840 [A-M]²⁴

FAM: NETTASTOMATIDAE

Nettastoma melanurum Rafinesque, 1810 [A-M]²⁴

FAM: STOMIIDAE

Bathophilus nigerrimus Giglioli, 1882 [C]²⁴

FAM: CHAMPSODONTIDAE

Champsodon nudivittis (Ogilby, 1895) [R]²⁵

1 Öğretmen vd. (2005); 2 Anon. (2006); 3 Akyol vd. (2007a); 4 Bilecenoğlu vd. (2001); 5 Bilecenoğlu ve Kaya (2006); 6 Ceyhan vd. (2009a); 7 Ceyhan vd. (2009b); 8 Akyol vd. (2007b); 9 Akyol vd. (2006); 10 Francour vd. (2007); 11 Akyol vd. (2005); 12 Özic ve Yılmaz (2006); 13 Torcu ve Mater (2000); 14 Gülsahin ve Kara (2013); 15 Filiz vd. (2005); 16 Öz vd. (2007); 17 Buhan vd. (1997); 18 Ünal vd. (2009); 19 Cihangir vd. (1998); 20 Mater vd. (1988); 21 Meric (1994); 22 Kaya vd. (1990); 23 Akyol ve Ünal (2015); 24 Bilecenoğlu vd. (2014); 25 Akyol ve Ünal (yayınlanmamış).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Gökova Körfezi sularında, şimdije dek yapılmış çalışmalarдан, toplam 205 balık türü derlenmiştir. Bölgeden elde edilen tür listesi Doğu Akdeniz geneline göre oldukça zayıf görülmektedir. Bölgede yapılmış çalışmaların azlığı, örnekleme sayısı, büyük öbekli balıkçılıktan ve derin deniz türlerinin tam olarak belirlenmemesi, örnekleme araçları ve bunların seçiciliği de göz önüne alındığında şüphesiz, elde edilen tür listesi körfezdeki mevcut balık türlerinin bir kısmını kapsıyor olmalıdır. Zira, *Golani* vd. (2006) Doğu Akdeniz için balık tür sayısını 470'in üzerinde bildirken; *Bilecenoğlu* vd. (2014) Türkiye deniz balıkları faunasını toplamda 512 tür olarak güncellemiştir; ancak bu güncellemede Gökova Körfezi için verilen balık çeşitliliğini gri literatür ve yayılmışlar hariç 42-57 tür arasında bildirmiştir. Oysa bu çalışmada toplam tür sayısının bunun yaklaşık dört katı kadar olduğu ortaya çıkmıştır.

Listede yer alan *Spicara flexuosa* ve *S. maena*'ya ait ayrı kayıtlar, FishBase'de kabul edilmiş (geçerli) tür ismi olan *S. maena*'da birleştirilmiştir. *Microichthys coccoi*, *Trachurus picturatus*, *Atherinomorus lacunosus* ve *Oedalechilus labeo* türleri bölge için şüpheli kayıtlar olarak görülmektedir. Ancak

listelerdeki söz konusu şüpheli türlerin doğruluğunu kontrol etmek, müze kayıtları bulunmaması sebebiyle mümkün olamamıştır.

Bu çalışmada, Gökova Körfezi'nde 21 Lesepsyen tür derlenmiş olup, Lessepssyen tür oranı tür sayısının %10'unu oluşturmaktadır. Bu türlerden *Nemipterus randalli*, *Apogon queketti* ve *Champsodon nudivittis* körfez balık faunasına en son eklenmiş Lesepsyen türlerdir. Lesepsyen türler içerisinde 8 tür (*Sphyraena chrysothaenia*, *Scomberomorus commerson*, *Siganus luridus*, *S. rivulatus*, *Saurida undosquamis*, *Nemipterus randalli*, *Upeneus molluccensis* ve *U. pori*) bölgede ekonomik olarak değerlendirilmekte birlikte, *S. commerson* ve *U. pori* türleri körfezde nadirdir.

Gökova Körfezi'nde biyolojik anlamda çeşitli canlı grupları üzerine gerek tür çeşitliliği, gerekse ekolojik etkileri üzerine az sayıda çalışma vardır. 2010 yılından bu yana ilan edilmiş balıkçılığa kapalı koruma alanında, kapalı sahaların doğal ortama etkileri ile ortamın doğrudan veya dolaylı kullanıcılarının sosyal ve ekonomik etkileri üzerine araştırma sonuçlarına ise henüz rastlanmamıştır.

Gökova Körfezi kıyı balıkçılığı fazla gelişmemiştir. Akyaka ve Akçapınar köylerinden sınırlı sayıda küçük öbekli balıkçının varlığı ve özellikle önemli bir koruma alanı dahilinde balıkçılık yapılıyor olması, bölgenin sürdürülebilir balıkçılığına katkı bakımından oldukça önemlidir. Buna ilaveten, son yıllarda körfezde belirli alanların balıkçılığa tamamen kapatılması da oldukça önemli bir gelişmedir. Kuşkusuz bundan sonra körfezin balık çeşitliliği açısından daha da zenginleşmesi, balıkçıların ekonomik girdilerinde daha fazla artış yaratması söz konusu olabilecektir. Körfezde bu durumun ve egzotik türlerin bölgeye etkileri ayrıntılı araştırılmalıdır. Sonuçta, Gökova Körfezi balık faunasının tam olarak belirlenmesi ve izlenmesi üzerine daha kapsamlı ve yeni araştırmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

- Akyol, O., Ünal, V., Ceyhan, T., Bilecenoğlu, M., 2005. First confirmed record of *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789) in the Mediterranean Sea. *Journal of Fish Biology*, 66:1183-1186.
doi: [10.1111/j.1095-8649.2005.00667.x](https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2005.00667.x)
- Akyol, O., Ünal, V., Ceyhan, T., 2006. Occurrence of two Lessepsian migrant fish, *Oxyurichthys petersi* (Gobiidae) and *Upeneus pori* (Mullidae), from the Aegean Sea. *Cybium*, 30 (4):389-390.
- Akyol, O., Ceyhan, T., İlkyaz, A., Erdem, M, 2007a. Investigations on the set net fishery in Gökova Bay (Aegean Sea) (in Turkish with English abstract). *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8 (1): 139-144.
- Akyol, O., Kınacigil, H.T., Sevik, R. 2007b. Longline fishery and length-weight relationships for selected fish species in Gökova Bay (Aegean Sea, Turkey). *International Journal of Natural and Engineering Sciences*, 1 (1):1-4.
- Akyol, O., Ünal, V., 2015. Additional record of the Lessepsian *Apogon queketti* Gilchrist, 1903 (Osteichthyes: Apogonidae) from the Aegean Sea (Gökova Bay, Turkey). *Journal of Applied Ichthyology*, 31(3):536-537.
- Anonim, 2006. Determination of bio-diversity of Gökova Marine Protected Area (in Turkish). T.C Çevre ve Orman Bakanlığı Özel Çevre Koruma Başkanlığı. Final Raporu. 238 s.
- Bilecenoğlu, M., Kaya, M., Irmak, E., 2001. A new mesopelagic fish for Turkish seas, *Lophotus lacepede* Giorna, 1809 (Pisces: Lophotidae). *Ege J Fish Aqua Sci*, 18 (3-4): 537-539.
- Bilecenoğlu, M., Taşkavak, E., Mater, S., Kaya, M., 2002. Checklist of the Marine Fishes of Turkey. *Zootaxa*, Magnolia Press 113:1-194.
- Bilecenoğlu, M., Kaya, M., 2006. A new alien fish in the Mediterranean Sea- *Platax teira* (Forsskål, 1775) (Osteichthyes: Ephippidae). *Aquatic Invasions*, 1 (2): 80-83.
- Bilecenoğlu, M., Kaya, M., Cihangir, B., Çiçek, E., 2014. An updated checklist of the marine fishes of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 38: 901-929.
doi: [10.3906/zoo-1405-60](https://doi.org/10.3906/zoo-1405-60)

- Buhan, E., Yılmaz, H., Morkan, Y., Büke, E., Yüksek, A., 1997. A new catch potential for Güllük Bay and Gökova Bay: *Scomberomorus commerson* (Lacepède, 1800) (Pisces: Teleostei) (in Turkish with English abstract). In: Akdeniz Balıkçılık Kongresi, 9-11 Nisan, İzmir, pp. 937-944.
- Ceyhan, T., Akyol, O., Erdem, M., 2009a. Length-weight relationships of fishes from Gökova Bay, Turkey (Aegean Sea). *Turkish Journal of Zoology*, 33: 69-72. doi: [10.3906/zoo-0802-9](https://doi.org/10.3906/zoo-0802-9)
- Ceyhan, T., Akyol, O., Erdem, M., 2009b. Prawn fishery in Gökova Bay (Aegean Sea) (in Turkish with English abstract). *Ege J Fish Aqua Sci*, 26 (3): 219-224.
- Cihangir, B., Benli, H.A., Cirik, Ş., Ünlüoğlu, A., Sayın, E., 1998. Bio-ecological properties of Gökova Bay (in Turkish with English abstract). Bodrum Yarımadası Çevre Sorunları Sempozyumu. 15-19 Şubat, Bodrum.
- Filiz, H., Irmak, E., Mater, S., 2005. Occurrence of *Squatina aculeata* Cuvier, 1829 (Elasmobranchii, Squatinidae) from the Aegean Sea, Turkey. *Ege J Fish Aqua Sci*, 22 (3-4): 451-452.
- Francour, P., Bilecenoglu, M., Kaya, M., 2007. In situ observations on new and rare gobies from the Eastern Mediterranean Sea. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 38:478.
- Froese, R., Pauly, D., 2014. FishBase. Worl Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (04/2014).
- Golani D., ÖzTÜRK B., Başusta N., 2006. Fishes of the eastern Mediterranean. Turkish Marine Research Foundation (Publication No. 24), İstanbul, Turkey. Pp. 1-259.
- Gülşahin, A., Kara, A., 2013. Record of *Nemipterus randalli* Russell, 1986 from the Southern Aegean Sea (Gökova Bay, Turkey). *Journal of Applied Ichthyology*, 29: 933-934. doi: [10.1111/jai.12187](https://doi.org/10.1111/jai.12187)
- Kaya, M., Benli, H.A., Mater, S., 1990. Note préliminaire sur la présence d'un gobie (*Gobius vittatus* Vin., 1893) dans les eaux Turques (in French). *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.* 32 (1): 249.
- Kıraç, C.O., Orkun, C., Toprak, A., Veryeri, N.O., Galli-Orsi, U., Ünal, V., Erdem, M., Çalca, A., Ergün, G., Suseven, B., Yalçiner, A.C. Manap, E., Kızılıkaya, Z., Battal, M.K., Savaş, Y., Dessane, D., Yıldırım, Z.D., Veryeri, N.G., Kaboğlu, G., Çağlayan, S., Özden, E., Güçlüsoy, H., 2010. Management planning of coastal and marine area of Gökova Marine Protected Area (in Turkish). In: VIII. Türkiye Kıyıları Ulusal Konferansı, 27 Nisan-1 Mayıs, Trabzon, pp.1-10.
- Mater, S., Kaya, M., Benli, H.A., 1988. An Investigation on the deep sea (Bathyal) fishes of Gökova Bay, Aegean Sea. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 31 (2): 276.
- Meriç, N. 1994. Rare fishes in Turkish seas (in Turkish). XII. Ulusal Biyoloji Kongresi, 6-8 Temmuz, Trakya Üniversitesi, Edirne, Bildiri Kitabı, pp. 295-299.
- Öğretmen, F., Yılmaz F., Torcu Koç, H., 2005. An investigation on fishes of Gökova Bay (Southern Aegean Sea). BAÜ Fen Bil. Enst. Dergisi, 7 (2): 19-36.
- Öz, M.I., Okuş, E., Yüksek, A., 2007. Notes on the Erythrean alien fishes of Datça-Bozburun Peninsula- a specially protected area in the south eastern Aegean Sea (Turkey). *Rapp. Comm. Int. Mer. Medit.* 38: 563.
- Özic, F., Yılmaz, F., 2006. An Investigation of Demersal Fishes of Gökova Bay in Aegean Sea (in Turkish with English abstract). *Ekoloji*, 15, 58: 16-20.
- Torcu, H., Mater, S., 2000. Lessepsian fishes spreading along the coasts of the Mediterranean and the Southern Aegean Sea of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 24: 139-148.
- Ünal, V., Erdem, M., Göncüoğlu, H., Güçlüsoy, H., Tosunoğlu, Z., 2009. Management paradox of groupers (Epinephelinae) fishing in the Gökova Bay (Eastern Mediterranean, Turkey). *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 7 (3-4): 914-917.

İÇİNDEKİLER CONTENTS

ARAŞTIRMA MAKALESİ RESEARCH ARTICLE

Length-weight relationship of cartilaginous fish species from Central Aegean Sea (Izmir Bay and Sığacık Bay) Orta Ege Denizi'ndeki (İzmir Köfezi ve Sığacık Köfezi) kıkırdaklı balıkların boy-ağırlık ilişkisi Elizabeth Grace Tunka Eronat, Okan Özaydin.....	119-125
Şehir akvaryumlarında ele alınan Türkiye deniz balıkları türlerinin araştırılması The marine fish species belongs to Turkish fauna exhibited in public aquariums Kemal Burak Gültekin, Onur Karadal, Gürel Türkmen, Okan Özaydin.....	127-132
Fogedia giffeniana (Foged) Witkowski, Lange-Bertalot, Metzeltin & Bafana a benthic diatom new to the Turkish Aegean Sea Ege Denizinden yeni bentik diatom <i>Fogedia giffeniana</i> (Foged) Witkowski, Lange-Bertalot, Metzeltin & Bafana Fatma Çolak Sabancı, Andrzej Witkowski.....	133-136
Acute toxicity of several esential oils on <i>Daphnia magna</i> (Straus, 1816) Uçucu yağlarının <i>Daphnia magna</i> (Straus, 1816) üzerine akut toksisitesi Özlem Çakal Arslan, Hatice Parlak, Meltem Boyacioğlu, Muhammet Ali Karaaslan.....	137-143
Mersin merkezindeki akvaryum sektörünün genel profili'nin çıkarılması üzerine bir çalışma A research about reporting general profile of aquarium sector in Mersin Province Arzu Özlüer Hunt, Yüksel Koca.....	145-150

KISA ARAŞTIRMA SHORT COMMUNICATION

First report of <i>Eimeria sardinae</i> (Apicomplexa: Coccidia) near Turkish coast of the Black Sea <i>Eimeria sardinae</i> (Apicomplexa: Coccidia) türü parazitin Karadeniz'in Türkiye kıyısından ilk bildirim Ahmet Özer, Türkay Öztürk, Violetta Yurakhno, Yulia M. Kornychuk.....	151-153
--	---------

DERLEME REVIEW

Balıklarda ağır metal ve pestisitler tarafından indüklenen oksidatif stres mekanizmaları Oxidative stress mechanisms induced by heavy metals and pesticides in fish Cansu Akbulut, Güllü Kaymak, Harika Eylül Esmer, Nazan Deniz Yön, Figen Esin Kayhan	155-160
Gökova Köfezi (Ege Denizi) balık tür çeşitliliği üzerine bir değerlendirme An evaluation on the fish diversity of Gökova Bay (Aegean Sea) Tülin Çoker, Okan Akyol	161-166