

Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences

www.egejfas.org

ISSN 1300 - 1590

EgeJFAS

Su Ürünleri Dergisi

Volume 30 Number 2

2013



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.egejfas.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@egejfas.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 Work submitted for publication must be previously unpublished, not under consideration for publication elsewhere and, if accepted, it should not then be published elsewhere.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 (1) 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 contain 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

Soultsos, N., Lossilidou, 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. Altınelataman (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 ASFA, BIOSIS, CABI, FishLIT and ULAKBIM.

Corresponding Address

Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences
Ege University Faculty of Fisheries
35100 Bornova-Izmir, Turkey
Phone: +90 232 311 5229
Fax: +90 232 388 3685
E-mail: editor@egejfas.org

ISSN

1300-1590 (Print)
2147-4303 (Online)

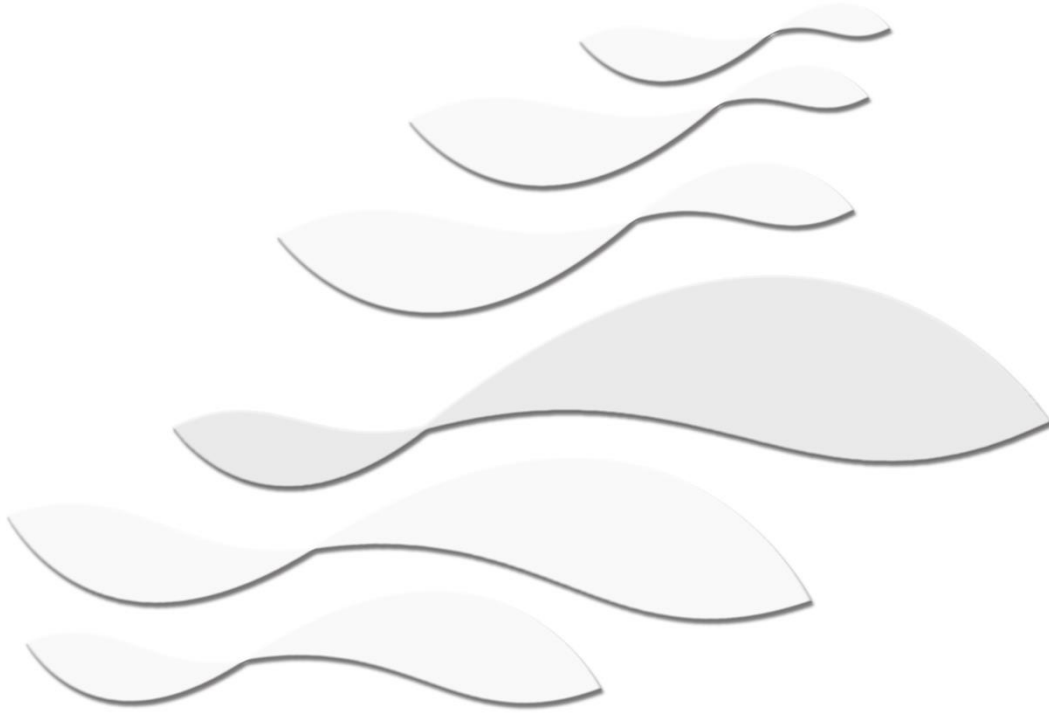
Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences

Volume 30 Number 2

ISSN 1300 - 1590

EgeJFAS

www.egejfas.org



Published by

Ege University Faculty of Fisheries, İzmir, 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 Editorial Board

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 University of 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 GALİL Nat. Inst. Ocean., Israel
Ercüment GENÇ Ankara University, Turkey
Ana GORDOA CEAB-CSIC, Spain
Nalan GÖKOĞLU Akdeniz University, Turkey
Arif GÖNÜLÖL Ondokuz Mayıs University, Turkey
Gertrud HAIDVOGL Uni. Nat. Res. Life Sci., Austria
Chiaki IMADA Tokyo Uni. Marine Sci. Tech., Japan
F.Saadet KARAKULAK İstanbul University, Turkey
Süphan KARAYTUĞ Mersin University, Turkey
Tuncer KATAĞAN Ege University, Turkey
Murat KAYA Ege University, Turkey
Nilgün KAZANCI Hacettepe University, Turkey
Ferah KOÇAK Dokuz Eylül University, Turkey
Metin KURLU 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 ÖZULUĞ 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 Editorial Office

Levent YURGA Halise KUŞÇU

Tarandığı indeksler Indexed by ASFA, BIOSIS, CABI, FishLIT, TUBITAK-ULAKBIM

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 Certificate No:18679

Basım Printing

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

Basım Tarihi Printing Date

27.12.2013

İletişim Contact

Ege Üni. Su Ürünleri Fakültesi, 35100, Bornova, İzmir Ege Üni. Faculty of Fisheries, 35100, Bornova, Izmir, Turkey
Tel: +90 232 311 5229 Fax: +90 232 388 3685 <http://www.egejfas.org> info@egejfas.org

Setlining for European Seabass (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus, 1758); Technical features and bait preference

Bırakma oltası ile levrek (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus, 1758) avcılığı; Teknik özellikler ve yem tercihi

Ozan Soykan* • Hasan Tuncay Kınacıgil

Ege University, Fisheries Faculty, 35100 Bornova, İzmir – Turkey
*Corresponding author: ozansoykan@hotmail.com

Özet: Bu çalışma 2008 yılının Haziran ve Eylül ayları arasında bırakma oltası ile levrek avcılığının teknik özelliklerini belirlemek amacıyla Çeşme'de (Orta Ege Denizi) yürütülmüştür. İsparoz (*Diplodus annularis*), kefal (*Mugil cephalus*) türleri canlı yem, izmarit (*Spicara sp.*) ve dikensiz sübye (*Sepia elegans*) türleri de ölü yem olarak kullanılmış olup toplamda 4 farklı yem ile denemeler gerçekleştirilmiştir. Çalışma boyunca kullanılan oltaların %19'unda levrek, %9'unda hedef dışı av yakalandığı, %27'sinin ise koptuğu tespit edilmiştir. Oltaların %45'inde ise herhangi bir birey yakalanmamıştır. Yakalanan türlerin toplam ağırlıklarının dağılımında levreğin %79 ile çoğunluğu oluşturduğu bulunmuştur. Bununla beraber yakalanan levreklerin ağırlık bazında %70'inin orta Ege Denizi'nde kullanılan bırakma oltası ile levrek avcılığındaki en verimli yem olan kefal ile avlandığı tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Levrek, bırakma oltası, Orta Ege Denizi

Abstract: This study was conducted between June and September of 2008 to determine the technical characteristics of setlining for European seabass in the central Aegean Sea, Çeşme. Experiments were carried out by 4 different baits; Annular sea bream (*Diplodus annularis*) and flathead grey mullet (*Mugil cephalus*) were used as the live baits while picarel (*Spicara sp.*) and elegant cuttlefish (*Sepia elegans*) were used as the dead baits. During the study it was observed that 19% of the tackles captured European seabass, 9% of them captured by-catch species and 27% of those were detached. Finally 45% of the tackles didn't catch any individuals. Among the weight based distribution of captured species European seabass composed the majority with 79%. On the other hand it was found that 70% of the European seabasses were captured with flathead grey mullet as being the most efficient bait for European seabass setlining in the central Aegean Sea.

Keywords: European seabass, setlining, middle Aegean Sea

INTRODUCTION

Fisheries have been performed for centuries by various fishing methods and hand lining is one of the oldest techniques among those. Nowadays angling is performed for both commercial and recreational purposes. Fishing line is composed of hook, main line and auxiliary material by appropriate design and techniques (Hoşsucu, 2003). Recreational fishery, commonly performed by angling has become an individual sector and showed significant economic growth in the last few years (Dilon, 2004). EAA (2003) reported that within the European Union (EU) there are 2900 companies, manufacturers and wholesalers trading in recreational fishing tackle and representing 60.000 jobs and making an annual turnover of 5.000.000.000 Euros. In addition to this amount generated by these businesses there are also an estimated 25.000.000 recreational fisherman who spend estimated minimum 25.000.000.000 Euros per year on equipment, transportation and lodgings in 15 EU countries.

Although angling is a very common fishing technique in coastal regions, there are very few studies regarding to this

method. Kaykaç et al. (2003) studied the catch efficiency of straight and kirbed hooks in İzmir Bay, Ünal (2003) analysed the socio-economic patterns of part time small scale fishery in Foça (middle Aegean Sea), Ceyhan and Akyol (2005) reported bluefish angling and the tackles used in this fishery in Marmara region. In addition to this Akyol et al. (2009) studied the inshore fishery as well as the fisheries resources in Marmara Island. Also, effects of different baits on length and condition of fish in the recreational fishery were investigated by Aydın (2011) for İzmir Bay. Carps (*Cyprinus carpio*), trouts (*Salmo trutta*), mackerels (*Scomber spp.*), bluefish (*Pomatomus saltator*), brown meagre (*Sciaena umbra*), sea bass (*Dicentrarchus labrax*), bonitos (*Sarda sarda*), sea breams (*Diplodus spp.*, *Sparus aurata*), common Pandora (*Pagellus erythrinus*), bogue (*Boops boops*), blotched picarel (*Spicara maena*) and squids (*Loligo vulgaris*) are known as the main species captured by angling in Turkey. Among those the fishing of European sea bass which is also intensively cultured in Turkey and Europe has been performed commercially and recreationally.

Dicentrarchus labrax known as European seabass is a member of family Moronidae and has a high commercial value which has been cultured and captured. It spreads through the Eastern Atlantic from Norway to Morocco, the Canary Islands and Senegal, also known from the Mediterranean and Black Sea except from White, Barents, Baltic and Caspian Seas (Kottelat and Freyhof, 2007). It is commonly distributed over sea grass, sand, mud and rocks to depths of 100 m (Frimodt, 1995). The world aquaculture production is 333.412 tonnes in 2010 (FAO, 2010) and 50.796 tonnes production was performed in Turkey by the same way in 2010 according to TÜİK (2010). Furthermore there has been no data about the capture production of the species for Turkey. The main fishing gears used in seabass capturing are gill nets, longlines, fish weirs, hand lines (angling) and spears. In this study, it is aimed to determine the seabass angling with set lines which is not performed intensively by local fishermen and can be considered as a new and efficient method in the central Aegean Sea.

MATERIALS AND METHOD

Study was conducted between June and September 2008 in Dalyanköy, Çeşme (Figure 1). Samplings were carried out by PE material boat (3.75 m length, 9.9 HP engine). Technical plan of the fishing set used in the experiments is given in Figure 2.



Figure 1. Study area

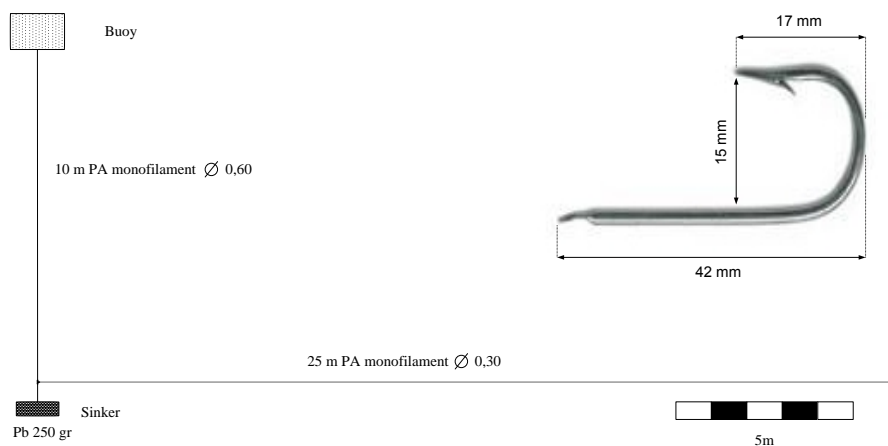


Figure 2. Technical plan of the set line used in the study

A total of 213 experiments were performed in 24 trials at depths of 2-10 m during the study. Annular sea bream (*Diplodus annularis*) and flathead grey mullet (*Mugil cephalus*) were used as live baits while picarel (*Spicara sp.*) and elegant cuttlefish (*Sepia elegans*) were used as dead baits which of all four species have been traditionally used in this fishery in the mentioned area. Furthermore live baits and the picarels were collected by hand lines and traps and the elegant cuttlefish samples were obtained from discarded part of the commercial trawling. Regarding the experiments, 80 hooks were baited with annular sea bream, 60 of them were baited with flathead grey mullet and finally 43 and 30 of them were baited with picarel and elegant cuttlefish respectively. Baits except the elegant cuttlefish were fitted to hooks called as “the sewing method” by the local fishermen. Total and mantle lengths of baits are given in Table 1.

Table 1. Lengths of the baits.

	n	LT	min	max	mean	std.err.
Annular sea bream	80	TL	7,0	10,0	8,2	0,1
Flathead grey mullet	60	TL	10,0	16,0	13,6	0,2
Picarel	43	TL	7,2	11,2	8,9	0,1
Elegant cuttlefish	30	ML	2,2	6,2	3,9	0,1

*LT:Length type, TL:Total length, ML:Mantle length

Baited set lines were left to the water during the sunset and taken back in the following day during the sun rise corresponding 10 hours of fishing time. Results were recorded on boat and the total length (TL) of captured individuals was measured to the nearest 0.1 cm using a 100 cm ruler, while the weight (W) of them were taken by a digital balance with a precision of 10 gr. Data were evaluated by the MS office Excel 2007 and Statistica 7.0 software. Furthermore the effect of 2 baits, flathead grey mullet and annular sea bream, on the length of seabass individuals was examined with analysis of variance (one way anova).

RESULTS

A total of 213 fishing operations were carried out. As a result of those, 60 individuals belonging to 3 species; seabass (*Dicentrarchus labrax*), (38915.5 gr, n=40), European conger (*Conger conger*) (9280 gr, n=19) and common smooth hound (*Mustelus mustelus*) (770 gr, n=1) were captured. Weight based distribution of the catch composition is shown in Figure 3. Nevertheless it was found that 57 angles were detached from anywhere on the snood and 96 of the attempts did not catch any fish. Moreover 29 of them were observed with the bait on the hook after the catch period but 67 of them were baitless among these 96 experiments. It was determined that the baitless setlines were baited with picarel and elegant cuttlefish (Figure 4).

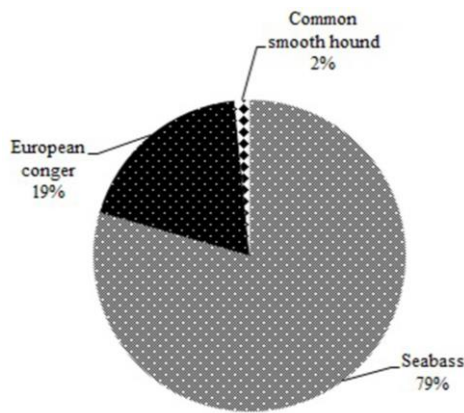


Figure 3. Weight based distribution of the catch composition

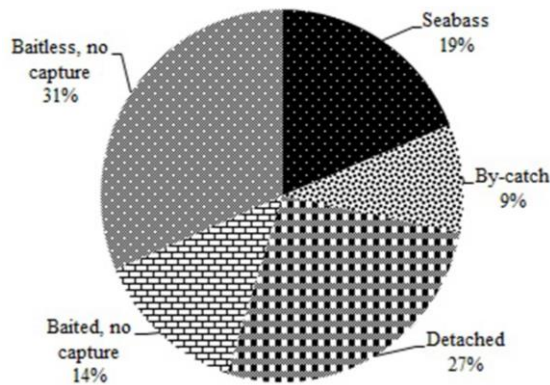


Figure 4. General capture situation of the setlines.

It was determined that catch efficiencies of the tackles differed according to different baits. The target species of the study, European seabass was mostly captured by flathead grey mullet and the data regarding to other species are given in Figure 5. 35.4 cm and 69.5 cm total lengths belonged to the minimum and maximum sizes of sea bass captured by flathead grey mullet while 31.8 cm and 58.6 cm sizes were determined for the set lines baited with annular sea bream. According to bait type, weight distribution of 40 seabasses is shown in Figure 6. Furthermore the greatest and the smallest

seabass individuals were captured with flathead grey mullet and annular sea bream respectively. Another finding regarding the European conger is that the majority of the individuals and the greatest one were captured with annular sea bream. In addition, the only one common smooth hound which was 63 cm in total length and weighed 770 gr was also tackled with annular sea bream during the study.

Mean lengths of captured species depending on the bait type are given in Table 2. Nevertheless the difference between the lengths of European seabass belonging to different baits, flathead grey mullet and annular sea bream was found statistically insignificant ($p > 0.05$).

Table 2. Mean lengths and weights of captured species related to bait type

Bait type	Seabass			European conger		
	n	TL (cm)	W (gr)	n	TL (cm)	W (gr)
Flathead grey mullet	25	45,8±1,9	1088,5±136,4	5	59,8±1,9	318,0±35,5
Annular sea bream	13	40,5±1,8	754±108,4	10	72,1±2,7	630,0±81,0
Picarel	1	44,1	900	4	61,8±2,2	347,5±37,5
Elegant cuttle fish	1	45,8	1000	-	-	-
Total	40	44,1±1,4	972,8±94,4	19	66,7±2,0	488,4±55,6

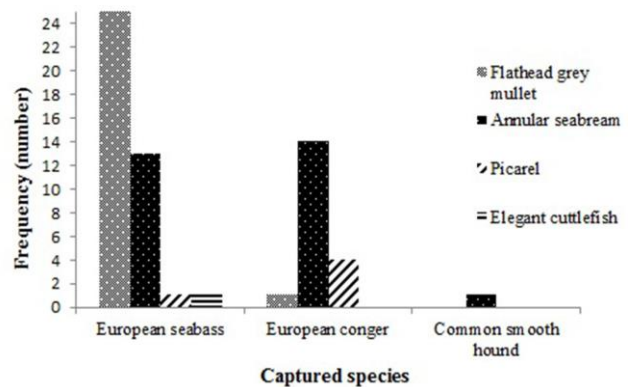


Figure 5. Catch composition of the baits

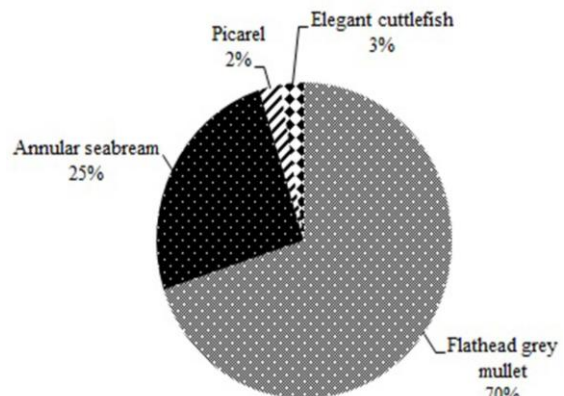


Figure 6. Weight distribution of European seabass according to bait type

DISCUSSION

In recent years hand lining has become very popular especially for recreational fishing. [Dilon \(2004\)](#) reported the number of anglers for 2002 as 2 million in United Kingdom while 361.000 people were assessed to fish only for European seabass in 1992. Nevertheless the author also added that 18.300.000 £ was spent by European seabass fishermen in 1992 and 28% of this cost belonged to on boat bass angling. Furthermore there has been no data for Turkey regarding the subjects mentioned above.

As a result of 213 setlining experiments, 60 individuals belonging to 3 species which totally weight 48965.5 gr were obtained. Fishing for European seabass as having high commercial value has been conducted by gill nets, longlines, fish weirs, spears and fishing lines (angling) in Turkish coasts. Nevertheless, scientific studies on European seabass angling are scarce. [Pasiner \(1998\)](#) reported 5 methods for bass angling which are bottom trolling, natural baited handline, artificial baited handline, vertical longline and setline. Despite bass angling has been performed by on shore fishery, this method has been applied by local fishermen for long time in the study area. Technical features, catch composition and the baits of this technique were determined for the first time in this study for Turkey. Flathead grey mullet has been found as the most efficient bait and followed by annular sea bream. Furthermore tackles baited with picarel and the elegant cuttlefish captured less bass in comparison to live baited setlines. European sea bass has been reported as a predator species and the predation of adult individuals focused on fish ([Kottelat and Freyhof, 2007](#)). This situation shows that results of our study are compatible with the findings of the authors. In addition to this, mean length of all bass individuals was calculated as 44.1 ± 1.4 cm and this length is above the minimum landing size (MLS) for Turkey which has been declared as 25 cm ([Anonymous 2012](#)). [Eaton \(1996\)](#) clarified the MLS as 36 cm total length in the covering waters from north of Shetlands to the Straits of Gibraltar. Nevertheless information taken from Central Fisheries Board website of Republic of Ireland declared the MLS as 40 cm and only 2 basses are allowed to capture per day. In addition sexual maturity length of European sea bass has been reported as 20 and 29 cm (TL) for males and females respectively ([Wassef ve El Emary, 1989](#)) in the Mediterranean. It was observed that all seabass individuals obtained from the present study are above the mentioned sizes. Therefore, bass setlining is considered to be a size selective method by capturing individuals above the minimum reproduction length. Furthermore catch composition also indicated the selectivity at

species level. According to the findings it was determined that 69% of the total catch was targeted. Another case regarding the catch composition is discarding of European congers by local fishermen in the study area. Nevertheless [Soykan \(2011\)](#), reported commercial evaluation of European congers from bottom trawl fishery in Middle Aegean Sea. It is assumed that discard ratio of this fishery can decrease by adding the European congers into the commercial part of the catch composition if it is possible to market.

Another situation related to operations was more than 1/4 of the tackles detached from anywhere on the snood. While some of those had a very clear detachment like an incision, the others seemed to detach by damaging or bruising of the snood. Clear detachments of the snoods may belong to sharp operculum movement of a bass or an outside agent (screw, human activity, etc.) and the damaged detachments are assumed to happen because of the movement of live bait or any captured individual according to observations and interviews with experienced anglers. They are considered to be entangled to the rocks or hard structures at the bottom during their reaction after being caught or baited. This case was supported by [Pasiner \(1998\)](#). He stated the behaviour of European seabass after being captured as moving the line into its operculum and cuts it like a blade.

The present work, as being the first about setlining for European seabass, investigated the basic features of this method in Çeşme Peninsula, central Aegean Sea. According to obtaining results, setlining for European seabass can be considered as a cheap and efficient way of capture and it is not a very common technique compared to other sea bass capturing methods. This tackle which targets the European sea bass, a high commercial species, is considered to be sustainable regarding the sizes of individuals and the by-catch characteristics. On the other side, more reliable results can be obtained by increasing the number of samplings concerning the catch composition and bait preference of seabass. Therefore more detailed studies are required on the behaviour, bait preference and the fishery of the species. Recently, catch pressure on European seabass has been increasing with commercial and recreational purposes equipped with high technology gears. Hereby seabass populations locating in the Turkish coasts should be determined and all fishing methods for the species should be managed under scientific criteria.

ACKNOWLEDGEMENT

We would like to thank Efdal GENCER for his assistance in setlining experiments and data gathering.

REFERENCES

Akyol, A., Ceyhan, T., Ertoşluk, O., 2009. Coastal fisheries and fishing resources of Marmara Island (in Turkish with English abstract), *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 26(2): 143-148.

Anonymous, 2012. Fisheries regulation for marine and fresh waters for commercial fishery, 2008-2012 fishing period No: 2/1, Ministry of Agriculture and Rural Affairs of Turkey, Protect and Control General Office, Ankara, p. 85. (in Turkish).

- Aydın, İ., 2011. Is natural bait type a stochastic process for size and condition of fishes in the recreational fishery of İzmir Bay?, *Mediterranean Marine Science*, 12(2): 390-400. doi:10.12681/mms.39
- Ceyhan, T., Akyol, O., 2005. The hand lines, used in bluefish (*Pomatomus saltatrix* L., 1766) fishery in Marmara Region (in Turkish with English abstract), *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 22(3-4): 351-355
- Dillon B., 2004. A bio-economic review of recreational angling for Bass (*Dicentrarchus labrax*). Scarborough Centre for Coastal Studies, University of Hull.
- Eaton, D.R., 1996. The identification and Separation of wild caught and cultivated sea bass (*Dicentrarchus labrax*). Fisheries Research Technical Report no. 103, Directorate of Fisheries Research, Lowestoft.p.5.
- EAA (European Anglers Alliance), 2003. Press Release form the European Anglers Alliance (n.d), Europe's 25 million anglers demand equal rights to commercial fishermen. Retrieved June 15 2012 from http://www.eaa-europe.org/fileadmin/templates/eea/docs/EAA_News_Jan_2003_EN%20Correct.pdf
- FAO,2010.http://www.fao.org/figis/servlet/SQServlet?file=/usr/local/tomcat/FI/5.5.23/figis/webapps/figis/temp/hqp_6014.xml&outtype=html.
- Frimodt, C., 1995. Multilingual illustrated guide to the world's commercial warmwater fish. Fishing News Books, Osney Mead, Oxford, England.
- Hoşsucu, H., 2003. Fishing I (in Turkish). Ege University Faculty of Fisheries Publications No: 55, Lecture Book Index No: 24. E.U. Printery, Bornova, İzmir.
- Kaykaç, H., Ulaş, A., Metin, C., Tosunoğlu, Z., 2003. A study on catch efficiency of straight and kirbed hooks at hand line fishing (in Turkish with English abstract), *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 20(1-2): 227-231.
- Kottelat, M. Freyhof, J., 2007. Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat, Cornol, Switzerland.
- Pasiner, A., 1998. Fish and hand line (in Turkish). Remzi Kitabevi, Cağaloğlu, İstanbul.
- Soykan, O., 2011. Seasonal distribution of by-catch species in Sığacık Bay by demersal trawl (in Turkish with English Abstract), Ph.D. thesis, Ege University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, 111p.
- TUIK (Turkish Statistical Institute), 2010. Fishery statistics 2010, Ankara.
- Ünal, V., 2003. Socio-economic analysis of part time small-scale fishery, Foça (Aegean Sea) (in Turkish with English Abstract), *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 20(1-2): 165-172.
- Wassef, E., El Emary, H., 1989. Contribution to the biology of bass, *Dicentrarchus labrax* L. in the Egyptian Mediterranean waters off Alexandria, *Cybius*, 13(4): 327-345.

Kazanlı Kumsalı'na (Mersin) yuva yapan *Chelonia mydas* ve *Caretta caretta* populasyonlarının 2006 üreme sezonunda araştırılması

The research on the population of *Chelonia mydas* and *Caretta caretta* nesting on Kazanlı Beach (Mersin) in 2006 nesting season

Serap Ergene¹ • Cemil Aymak^{2*} • Aşkın Hasan Uçar¹ • Yasemin Kaçar¹

¹Mersin Üniversitesi Deniz Kaplumbağaları Uygulama ve Araştırma Merkezi, 33290, Mersin, Türkiye.

²Bulancağ Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi, 28300, Giresun, Türkiye

*Corresponding author: cemil.aymak@gmail.com

Abstract: In this study, the population of *Chelonia mydas* and *Caretta caretta* nesting on Kazanlı Beach (Mersin) was investigated for the 2006 nesting season. A total of 385 *C. mydas* nests and 11 *C. caretta* nests were recorded during our study. The density rank of nests, the average clutch size, the hatching success rate, the success rate of hatchlings reached the sea, The rate of hatchlings reached the sea to total clutch size was calculated for both species on the 4.5 km beach. In addition, stranded 22 *C. caretta* and 4 *Trionyx triunguis* individuals were founded on Kazanlı beach.

Keywords: *Chelonia*, *Caretta*, 2006 Nesting Season, Kazanlı, Mersin

Özet: Bu çalışmada, 2006 üreme sezonunda Mersin ilinde bulunan Kazanlı Kumsalı'na yuva yapan *Chelonia mydas* ve *Caretta caretta* populasyonları incelenmiştir. Yapılan çalışmada 385 *C. mydas* ve 11 *C. caretta* yuvası tespit edilmiştir. 4.5 km uzunluğundaki kumsalda her iki tür için yuva yoğunluğu, ortalama yumurta sayısı, yuvadaki yavru başarı oranı, denize ulaşan yavru başarı oranı, denize ulaşan yavru sayısının toplam yumurta sayısına oranı hesaplanmıştır. Ayrıca kumsalda 22 ölü *C. caretta* ve 4 ölü *Trionyx triunguis* bireyi bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: *Chelonia*, *Caretta*, 2006 Üreme Sezonu, Kazanlı, Mersin

GİRİŞ

Ülkemiz kumsallarında *Caretta caretta* (Linnaeus 1758) ve *Chelonia mydas* (Linnaeus 1758) olmak üzere iki tür deniz kaplumbağası yuvalamaktadır (Hathaway, 1972; Başoğlu, 1973; Geldiay ve Koray 1982; Geldiay vd., 1982, Baran ve Kasperek, 1989; Canbolat, 2004a). Nesli tehlike altında olan türler arasında değerlendirilen bu iki türün (IUCN, 2012), Akdeniz'de bulunan *C. caretta* populasyonunun yaklaşık % 25'ini, *C. mydas* populasyonunun % 50'sinden fazlasını Türkiye oluşturmaktadır (Oruç vd., 2003). 2006 üreme sezonunda Kazanlı Kumsalı'nda tespit edilen en fazla yuva sayısına sahip olan *C. mydas*, Türkiye'nin Doğu Akdeniz'deki Kazanlı, Akyatan ve Samandağ kumsallarına yuvalamak için çıkmaktadır (Baran ve Kasperek, 1989). Türkiye'deki *C. mydas* populasyonunun % 12'sini kapsayan (Kasperek vd., 2001) Kazanlı Kumsalı, yuvalama yoğunluğu açısından tüm Akdeniz'de üçüncü, Türkiye'de ise ikinci sırada yer almaktadır (Canbolat, 2004a). Bu çalışmada 2006 üreme sezonunda Kazanlı Kumsalı'na yuvalayan deniz kaplumbağalarının yuva verilerinin elde edilmesi ve kumsala vuran ölü bireylerin kayıtlarının tutulması amaçlanmıştır.

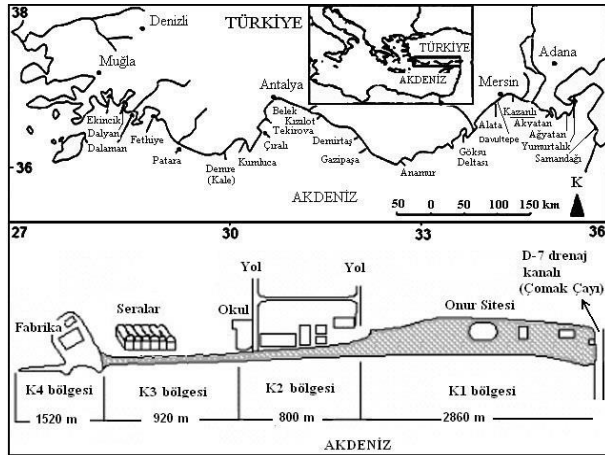
MATERYAL VE YÖNTEM

Kazanlı Kumsalı, doğusunda D-7 drenaj kanalı, batısında Soda Sanayii A.Ş. ve Kromsan bulunan 6100 m

uzunluğundaki bir sahildir. Deniz kaplumbağalarının yuvalaması için uygun olmayan kumsal kesimi çıkarıldığında geriye 4580 m'lik kumsal kesimi kalmaktadır. Daha önce kumsalda diğer araştırmacılar tarafından yapılmış olan çalışmalarda kumsalın uzunluğu 4.5 km olarak verilmektedir. Yuva yoğunluğu (yuva/km) hesaplanırken önceki çalışmalardaki 4.5 km'lik uzunluk dikkate alınmıştır. Kumsal daha önceki çalışmalarda (Durmuş, 1998; Oruç vd., 2003; Elmaz ve Kalay, 2006) olduğu gibi doğudan batıya doğru K1, K2, K3, K4 olmak üzere dört kısma ayrılarak incelenmiştir (Şekil 1).

Kazanlı Kumsalı'nda araştırmalar 05.07.2006 - 04.10.2006 tarihleri arasında sürekli olarak gece ve gündüz çalışmalarıyla (05:00-10:00, 14:00-17:00 ve 22:00-01:00) 4-6 kişilik bir ekiple devam ettirilmiştir. Sahilde yapılan gece kontrollerinde, ergin dişi deniz kaplumbağası tarafından yeni yapılmış yuvaların yeri belirlenerek yuvanın yuva çemberinden denize olan uzaklığı ölçülmüştür. Gerek 05.07.2006 tarihinden önce gerçekleşmiş anaç çıkışlarından kalan izler yardımıyla gerekse yavru çıkışları sayesinde bulunan yuvaların denizden uzaklık ölçümleri kontrol açılışları esnasında alınabilmiştir. Bu sebeple genel olarak kumsaldaki yuvaların denize olan uzaklık ölçümlerinin alınıp zamanları arasında farklılıklar olmuştur.

Kumsal denizden uzaklığa göre 0.00-5.00 m ile 35.01 m ve üstü arasında fark aralığı 5 m olacak şekilde gruplara ayrılmış ve buna göre yuvaların dağılımı yapılmıştır. Yuvaların koordinatları GPS ile belirlenmiştir. Saha kontrolleri esnasında su baskınına maruz kalma ihtimali olan 5 *C. mydas* yuvasından, 1 yuva yapıldığı ilk gün içerisinde, 2 yuva 24. günde, 1 yuva 25. günde ve 1 yuvada 26. günde yumurta sayılarında bir kayıp olmadan kumsalda uygun bir yere taşınmıştır. Yuvalarda predatörlere karşı kumaltı kafesler kullanılırken, kafeslenmeden predasyona uğramış yuvalarla karşılaşıldığında predasyona uğrayan yumurta ve yavru sayıları tespit edilmeye çalışılmış ve yuva predasyonunun yapıldığı şekli ve yuvaya zarar veren predatörün bıraktığı izlerden predatörün hangi tür olduğu belirlenmiştir. Yuvalardan çıkan yavru izlerinin köpek (*Canis familiaris*), yengeç (*Ocypode cursor*) gibi predatör izleri ile kesildiğinde yavruların bu predatörlerce yok edildiği kabul edilmiştir.



Şekil 1. Türkiye'deki önemli deniz kaplumbağası yuvalama alanları ve Kazanlı Kumsalı'nın genel görünüşü ve bölümleri (Elmaz ve Kalay, 2006'dan değiştirilerek)

Figure 1. The important nesting areas in Turkey and a general view and sectors of Kazanlı Beach (adapted and changed from Elmaz and Kalay, 2006)

Kumsal'da maruz kaldıkları olaylara göre yuvaların genel durumu tanımlanmaya çalışılmıştır. İlk yavru çıkışının gerçekleşmesinden yaklaşık 5-10 gün sonra yuvalar elle kazılmak suretiyle kontrol açılışı yapılmıştır. Yuvaların kontrol açılışı esnasında yuva ile ilgili ölçümler şerit metre yardımı ile ölçülmüştür. Yumurta tip ve sayıları, yavru sayıları ile ilgili veriler saptanmıştır. Yuvada bulunan toplam ölü yavru sayısı; yuva açılışında bulunan gerek yumurta dışında ve gerekse bir kısmı yumurta içinde bulunan toplam ölü yavru sayısı + Yuva yüzeyinde bulunan ölü yavru sayısı şeklinde hesaplanırken, yumurta tiplerinden birisi olan tanımsız yumurta tanımı ile bozuk yumurtaların ve döllenme durumu tam olarak tespit edilemeyen yumurtaların toplamı kastedilmektedir. Kontrol açılışında yumurtaya kadar yükseklik, kuru kum yüksekliği, ıslak kum yüksekliği, yuva derinliği ve yuva çember çapı gibi veriler metre yardımı alınmıştır. *C. mydas*'a ait 38 normal yuvada kuluçka süresi, ergin dişi bireyin kumsala yumurtladığı tarih ile yuvadan yavru çıkışının ilk defa gerçekleştiği tarih arasındaki süre farkının hesaplanması ile bulunurken, *C.*

caretta için kuluçka süresi çalışma başladığında yuvalama olmadı için hesaplanamamıştır.

Yumurta ve yavru sayıları hem veri açısından güvenilir ve herhangi bir etkene maruz kalmamış (predasyon veya deniz etkisi) olan normal yuvalar için hemde bir etkene maruz kalmış ancak yumurta ve yavru sayısı kısmen de olsa araştırmacılarca tespit edilebilmiş yuvalar için de tablo şeklinde verilmiştir. Son olarak yumurta sayısı açısından güvenilir olan normal yuvalardan hesaplanan ortalama yumurta sayılarından faydalanılarak kontroller neticesinde yumurta verisi olmayan veya yumurta verilerine güvenilemeyen yuvaların (kısmi predasyona uğrayan veya tam predasyona maruz kalan yuvalar, su altında kalan yuvalar, kayıp yuvalar) da dahil olduğu yuvalardaki toplam yumurta sayısı hesaplanmıştır.

Yuva başarı oranı, en az bir yavru çıkışı olan yuva sayısının toplam yuva sayısına oranının yüz ile çarpılmasıyla, kumsalın yuva yoğunluğu toplam yuva sayısının kumsal uzunluğuna bölünmesiyle bulunmuştur. Yuvadaki yavru başarı oranı $[\text{Boş kabuk sayısı} / \text{Toplam yumurta sayısı}] \times 100$ formülüyle, denize ulaşan yavru başarı oranı $[\text{Denize ulaşan yavru sayısı} / \text{Boş kabuk sayısı}] \times 100$ formülüyle bulunmuştur. Denize ulaşan yavru sayısının toplam yumurta sayısına oranı ise $[\text{Denize ulaşan yavru sayısı} / \text{Toplam yumurta sayısı}] \times 100$ formülü ile hesaplanmıştır. Yavru başarı oranı, denize ulaşan yavru başarı oranı, denize ulaşan yavru sayısının toplam yumurta sayısına oranı sadece yumurta sayısı açısından güvenilir olan normal yuvalar kullanılarak hesaplanmıştır.

Verilere ilişkin hesaplamalarda SPSS (Statistical Package for the Social Sciences 11.5 versiyonu) kullanılmıştır. 2006 üreme sezonunda kumsalda ölü bulunan kaplumbağaların türü, bulunduğu yeri, bulunma tarihi, marka taşıyıp taşımadığı, tespiti mümkün olanlarda cinsiyet durumu kayıt altına alınırken, ölü kaplumbağaların genel durumu ve tespit edilebilenlerde ölüm nedeni belirlenmeye çalışılmıştır.

BULGULAR

Kazanlı Kumsalı'nda, 2006 üreme sezonunda 385 *C. mydas*, 11 *C. caretta* yuvası saptanmıştır. Yuva yoğunluğu 4.5 km²'lik kumsalda *C. mydas* için 85.56 yuva/km çıkarken, *C. caretta* için 2.44 yuva/km olarak bulunmuştur. *C. caretta* yuvalarının % 63.63'ü normal yuva iken bir yuva kayıp olmuş, bir yuva K3 alanında su altında kalmış diğer yuvalarda ise predasyonlar görülmüştür. Maruz kaldıkları olaylara göre *C. mydas* türüne ait yuvaların genel durum değerlendirilmesi ve bölümlere göre dağılımı yapılmıştır (Tablo 1).

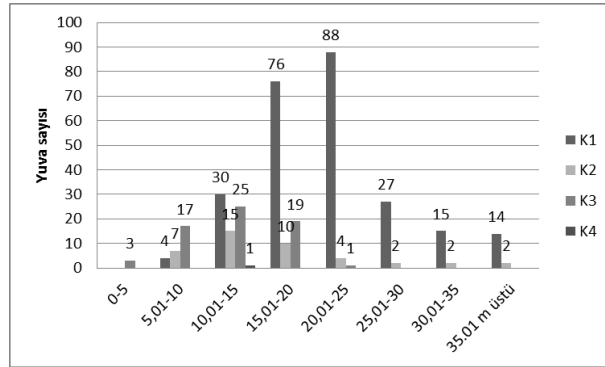
Denizden uzaklığı ölçülen 362 (% 94) *C. mydas* yuvasından en yoğun yuvalamanın 105 yuva (% 29) ile 15.01-20 metre arasında gerçekleştiği gözlenirken, denizden uzaklık ölçümü alınan 9 (% 81.8) *C. caretta* yuvasından en fazla yuvanın 7 yuva (% 77.7) ile 10.01-20 m arasında yer aldığı tespit edilmiştir. 25 m üzerinde *C. caretta* yuvasına rastlanmamıştır. Ayrıca ölçümü alınan 9 *C. caretta*

yuvasından 5 tanesinin K2 bölümünde yer aldığı saptanmıştır. En yoğun yuvalamanın *C. mydas* için K1 bölümünde 20.01 - 25 m arasında olduğu görülmüştür (Şekil 2).

Tablo 1. *C. mydas* türüne ait yuvaların genel durumlarının kumsalın bölümlerine göre değerlendirilmesi

Table 1. An assessment of the general conditions of *C. mydas* nests with respect to the sectors of the beach

Bölge	Yuvaların genel durumu	N	%
K1	Normal yuva	227	88
	Su altında kalan yuva	1	0.4
	Kısmi predasyona uğramış yuva	15	5.8
	Tamamen predasyona uğramış yuva	5	1.9
	Kayıp yuva	10	3.9
	Toplam	258	100
K2	Normal yuva	42	100
	Normal yuva	47	56
K3	Su altında kalan yuva	19	22.6
	Kısmi predasyona uğramış yuva	4	4.8
	Tamamen predasyona uğramış yuva	5	6
	Kayıp yuva	2	2.4
	Su altında kalmış ve predasyona uğramış yuva	2	2.4
	Taşıma yuva	5	6
	Toplam	84	100
	K4	Normal yuva	1



Şekil 2. *C. mydas* türü için denizden uzaklığa göre yuvaların bölümlerdeki dağılımı

Figure 2. The distribution of *C. mydas* nests in the sectors with respect to the distance from the sea

C. mydas'a ait 362 yuvadaki ortalama denize uzaklık 19.43 m (1942.88±748.31 cm, min. 264 cm - maks. 5489 cm) olarak ölçülürken, *C. caretta*'ya ait 9 yuvada ortalama denize uzaklık 14.69 m (1469.11±394.87 cm, min. 899 cm - maks. 2122 cm) çıkmıştır.

C. mydas'a ait ölçüm alınan 315 yuvanın kontrol açılışında ortalama değer olarak yumurtaya kadar yükseklik 64.59 cm, kuru kum yüksekliği 30.67 cm, ıslak kum yüksekliği 47.92 cm, yuva derinliği 78.46 cm ve yuva çember çapı ortalaması 23.25 cm olarak ölçülmüştür. *C. caretta*'ya ait ölçüm alınan 7 yuvanın ortalama değerleri ise yumurtaya kadar yükseklik 39.14 cm, kuru kum yüksekliği 17.67 cm, ıslak kum yüksekliği 32.33 cm, yuva derinliği 50 cm ve yuva çember çapı ortalaması 21 cm olarak ölçülmüştür.

K3 bölgesinde su altında kaldığı için taşınan toplam 5 *C. mydas* yuvasındaki toplam yumurta sayısı 499, boş kabuk sayısı 366, toplam ölü yavru sayısı 10, denize ulaşan yavru sayısı 356'dır. Tamamından yavru çıkışının gerçekleştiği bu

yuvalardaki yavru başarı oranı % 73.35 ve denize ulaşan yavru başarı oranı % 97.27 olarak hesaplanmıştır. Denize ulaşan yavru sayısının toplam yumurta sayısına oranı ise % 71.34 bulunmuştur.

Toplam 385 *C. mydas* yuvasından yumurta sayısı açısından güvenilir 316 (% 82.08) normal yuvadaki ortalama yumurta sayısı 110.65±30.27 çıkarken (Tablo 2), yavru başarı oranı % 82.97, denize ulaşan yavru başarı oranı % 94.35, denize ulaşan yavru sayısının toplam yumurta sayısına oranı ise % 78.28 bulunmuştur.

11 *C. caretta* yuvasından yumurta sayısı açısından güvenilir olan kontrol açılışı gerçekleştirilmiş 7 (% 63.64) normal yuvadaki ortalama yumurta sayısı 88±21.71 çıkarken, yavru başarı oranı % 75.97, denize ulaşan yavru başarı oranı % 93.38, denize ulaşan yavru sayısının toplam yumurta sayısına oranı ise % 70.94 bulunmuştur. *C. caretta* yuvalarında araştırmacılarca tespit edilebilen toplam yumurta sayısı 802, boş kabuk sayısının oranı % 66.09, toplam ölü yavru sayısı oranı % 4.74, denize ulaşan yavru sayısı oranı % 61.35 olarak saptanmıştır.

2006 üreme sezonunda bulunan *C. mydas*'a ait yuvalarda araştırmacılarca tespit edilebilen toplam yumurta sayısı 37810, yavru çıkışının gerçekleşmiş olduğu boş kabuk sayısı 30422 (% 80.46), toplam ölü yavru sayısı 1719 (% 4.55), denize ulaşan yavru sayısı 28703 (% 75.91) bulunmuştur (Tablo 2).

Tablo 2. *C. mydas*'a ait yuvalarda araştırmacılar tarafından sayılan yumurta ve yavru sayıları ile yumurta sayısı açısından güvenilir yuvalardaki yumurta ve yavru sayılarına ilişkin istatistiksel veriler

Table 2. The statistical data pertaining to the eggs and hatchlings both counted by the researchers and obtained from the reliable nests in terms of hatchling and egg counts

Yumurta ve yavru sayıları	N	Min.	Maks.	Toplam	Ortalama	Std. Sapma	
Boş kabuk sayısı	*	340	2	202	30422	89.48	34.12
	**	316	2	202	29011	91.81	32.81
Tanımsız yumurta sayısı	*	286	1	51	1711	5.98	6.78
	**	268	1	51	1602	5.98	6.48
Anormal embriyo sayısı	*	22	1	4	26	1.18	0.67
	**	21	1	4	25	1.19	0.68
Ölü embriyo bulunan yumurta sayısı	*	326	1	95	4545	13.94	14.58
	**	306	1	95	4314	14.10	14.79
Anormal yumurta sayısı	*	32	1	3	41	1.28	0.58
	**	30	1	3	37	1.23	0.50
Toplam yumurta sayısı	*	352	2	224	37810	107.42	33.10
	**	316	16	224	34964	110.65	30.27
Yavru çıkışı olmamış yumurta sayısı	*	352	0	150	7388	20.99	21.21
	**	316	0	110	5953	18.84	18.47
Anormal canlı yavru sayısı	*	4	1	1	4	1	.
	**	4	1	1	4	1	.

Yuva açılışında bulunan canlı yavru sayısı	*	189	1	115	1077	5.70	12.52
	**	175	1	115	945	5.40	12.34
Toplam ölü yavru sayısı	*	194	1	66	1719	8.86	10.88
	**	180	1	66	1640	9.11	11.18
Denize ulaşan yavru sayısı	*	340	0	193	28703	84.42	33.33
	**	315	1	193	27371	86.89	31.80

* Tüm yuvalarda araştırmacılarca sayılabilen veriler, **Güvenilir yuvalara ait veriler

Yumurta sayısı açısından güvenilir olan *C. mydas*'a ait 316 normal yuvadaki toplam 34964 yumurtaya göre hesaplanan ortalama yumurta sayılarından faydalanılarak kontroller neticesinde yumurta verisi olmayan veya yumurta verilerine güvenilemeyen yuvaların (kısmi predasyona uğrayan veya tam predasyona maruz kalan yuvalar, su altında kalan yuvalar, kayıp yuvalar) da dahil olduğu *C. mydas*'a ait 64 (% 16.62) yuvadaki toplam yumurta sayısı 7081 yumurta olarak bulunurken yine *C. mydas*'a ait 5 taşıma yuvadaki toplam 499 yumurta da eklendiğinde toplam 385 yuvadaki yumurta sayısı ise 42544 olarak bulunmuştur.

Yumurta sayısı açısından güvenilir olan *C. caretta*'ya ait 7 normal yuvadaki toplam 616 yumurtaya göre hesaplanan ortalama yumurta sayılarından faydalanılarak *C. caretta*'ya ait 1 su altında kalan yuva, 1 kısmi predasyona uğramış yuva, 1 tamamen predasyona uğramış yuva, 1 kayıp yuva olmak üzere toplam 4 (% 36.36) yuvadaki toplam yumurta sayısı ise 352 yumurta olarak hesaplanmıştır. Toplam 11 yuvadaki yumurta sayısı ise 968 olarak bulunmuştur.

Çalışma periyodu boyunca köpekler tarafından yapılan yumurta predasyonu araştırmacılarca sayılabilen *C. mydas*'a ait toplam yumurtanın yaklaşık % 2.88'inde saptanırken 304 yavrunun predasyona maruz kaldığı tespit edilmiştir. *C. caretta*'a ait yumurtaların % 9.85'i ve 25 yavru predasyona maruz kalmıştır. Yengeçler tarafından her iki türe ait yuvalarda toplam 22 yavru predasyona maruz kalırken, *C. mydas*'a ait 1 yuvada toplam 2 yumurtanın predasyona uğradığı tespit edilmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Predasyona uğrayan *C. mydas*'a ait yavru ve yumurta sayılarının yuva tipleri ve predatöre göre dağılımı

Table 3. The distribution of predated *C. mydas* hatchlings and eggs with respect to the nest types and predators

Yuva tipleri	Predatör	Yuva Sayısı	Predasyona uğrayan yavru ve yumurta tanımları	Toplam Sayı
Normal yuva	Köpek	34	Yavru	255
		3	Önce yanlış yönelmiş sonra predasyona uğramış yavru	24
	Yengeç	13	Yavru	17
	Köpek ve yengeç	1	Köpek tarafından 4 yavru ve yengeç	8

			tarafından 4 yavru	
Kısmi predasyonlu	Köpek	19	Yumurta	423
Tam predasyonlu	Köpek	10	Yumurta	633
Su altında kalmış ve predasyon olmuş	Köpek	1	Yumurta	33
	Yengeç	1	Yumurta	2

C. mydas'a ait 38 normal yuvada ortalama kuluçka süresi 52.24 ± 4.38 (min. 42 - maks. 60) gün olarak hesaplanmıştır. Tespit edilen toplam 385 *C. mydas* yuvasının 348'inden (% 90.4) yavru çıkışı olurken, 32'sinde (% 8.3) yavru çıkışı gözlenmemiştir. 5 (% 1.3) yuvada ise yavru çıkışı olup olmadığı bilinmemektedir. Tespit edilen toplam 11 *C. caretta* yuvasının 9'undan (% 81.8) yavru çıkışı olurken, 2'sinde (% 18.2) ise yavru çıkışı olmamıştır. *C. mydas* yuvalarından ilk yavru çıkışı 24.07.2006'de gerçekleşirken, *C. caretta* yuvalarından ilk yavru çıkışı 18.07.2006 tarihinde gerçekleşmiştir. *C. caretta* yuvalarının % 33.3'ünde Temmuz, % 66.7'sinde ise Ağustos ayında yavru çıkışı olurken, *C. mydas* yuvalarının % 4'ünde Temmuz, % 78.2'sinde Ağustos ve % 17.8'inde ise Eylül ayında yavru çıkışı gerçekleşmiştir.

2006 üreme sezonunda Kazanlı Kumsalı'nda üzerinde marka bulunmayan toplam 26 ölü kaplumbağa bulunmuş ve bunlardan 4'ünün *Trionyx triunguis* diğerlerinin ise *C. caretta* olduğu tespit edilmiştir. Bulunan 22 ölü *C. caretta* bireyinin tamamı Ağustos (1-21 Ağustos) ayında sahile vurmuşlardır. K1 alanında 12, K2 alanında 5, K3 alanında 1 ve K4 alanında 4 ölü *Caretta caretta* bireyi bulunmuştur. Bunlardan 15 tanesi dişi, 2 tanesi erkek birey ve 5 tanesinin ise cinsiyeti tespit edilememiştir. 10 bireyin karapaksında, 6 bireyin üyelerinde ve 5 bireyin kafasında yara izleri tespit edilmiştir. Ayrıca kumsalda 2 tanesi K1 alanında, 1 tanesi K2 ve 1 tanesi de K3 alanında olmak üzere tespit edilen 4 *Trionyx triunguis* ölü bireyinden 3 tanesinde yara izi tespit edilmiştir. Bu yaraların balıkçılık faaliyeti esnasında oluşturulduğu düşünülmektedir. Ölçümü alınan 17 *C. caretta*'nın düz karapaks boyu ortalaması 65.06 cm (min. 48 - maks.79), düz karapaks eni ortalaması 51.18 cm (min.39 - maks.59), eğri karapaks boyu ortalaması 69.35 cm (min. 51 - maks.83), eğri karapaks eni ortalaması 61.71 cm (min. 48 - maks.73) olarak ölçülmüştür. Ölü *Trionyx triunguis* bireylerinin ortalama düz karapaks boyu ortalaması 68.75 cm (min. 57 - maks.78), düz karapaks eni ortalaması 51.25 cm (min.50 - maks.53, eğri karapaks boyu ortalaması 71.25 cm (min. 60 - maks.79), eğri karapaks eni ortalaması 57 cm (min. 52 - maks.61) olarak ölçülmüştür.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Kazanlı Kumsalı'nda 2006 üreme sezonunda 385 *C. mydas*, 11 *C. caretta* yuvası tespit edilmiştir. Kumsalın K1 alanındaki *C. mydas* ve *C. caretta* yuva toplamının kumsaldaki toplam yuva sayısına oranı % 66.16'dır. Bu durum K1 alanındaki kumsalın geniş olmasına, yapılaşma ve buna bağlı yapay ışık kaynakları açısından diğer alanlara göre daha iyi durumda olmasına bağlanmaktadır. Yapılaşma ve yapay ışık

kaynaklarının daha yoğun olduğu olduğu K2 alanında bu oran % 11.87'dir. K3 alanında yapılan yuvaların toplam yuvalara oranı % 21.72 olarak hesaplanmıştır. Kumsalın bölümlerindeki yuva yoğunluğu hesaplandığında K3 alanının önemi ortaya çıkmaktadır. Ancak K3 doğal yapısı açısından oldukça bozulmuş bir kumsaldır. Daha önce yapılan çalışmalarda da belirtildiği gibi (Ozener, 1993; Elmaz ve Kalay, 2006) buradaki kumsal yapısının bozulmasında kıyı erozyonu ve kumsal gerisinde yer alan seraların etkili olduğu düşünülmektedir. Kıyı erozyonunun görüldüğü K3 alanında kumsalın daralması sonucunda deniz kaplumbağaları ıslak alan ile seralar arasında doğal yapısı bozulmuş kum tepeliklerine veya oldukça daralmış bir alana yuva yapmaktadırlar. Bu alan, yuvalamanın en yoğun olduğu alan olsa da bu sahaya yapılmış olan yuvaların önemli bir kısmı deniz sebebiyle su altında kalarak ortadan kalkmaktadır. Bu yüzden çalışmanın başlangıç tarihinden önce K3 alanında yapılmış ancak sonradan deniz etkisiyle kaybolmuş yuvalar da göz önüne alındığında bu sahadaki yuva sayısının artacağı düşünülmektedir.

Kazanlı Kumsalı'nda 2006 yılına kadar yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde en fazla yuvanın (7 *C. caretta* yuvası, 403 *C. mydas* yuvası) ve *C. mydas* için hesaplanan en fazla yuva yoğunluğunun (100.8 yuva/km) 4 km olarak belirtilen çalışma sahasında Elmaz ve Kalay (2006) tarafından bulunduğu görülmektedir (Tablo 4). 2006 üreme sezonunda Kazanlı Kumsalı'nda saptanan toplam 385 *C. mydas* yuvasının (4.5 km için 85.56 yuva/km), gerek Türkiye'de (Canbolat, 2004a; Kaska vd., 2005; Türkozan ve Kaska, 2010) ve gerekse tüm

Akdeniz'de (Kasperek vd., 2001) *C. mydas* için verilen yılda ortalama yuva sayılarına göre bir karşılaştırması yapılırken (Tablo 5) ayrıca saptanan toplam 11 *C. caretta* yuvası da diğer çalışmalarda Margaritoulis vd. (2003) ve Türkozan ve Kaska (2010) tarafından hem Türkiye hem de Tüm Akdeniz'de *C. caretta* için verilen yılda ortalama yuva sayılarına göre değerlendirilmiştir (Tablo 5). *C. mydas* için önemli olan Türkiye'deki kumsalların maksimum yuva sayısı/km oranı karşılaştırıldığında Kazanlı Kumsalı'nın önemli olduğu görülmektedir (Tablo 6).

Kazanlı Kumsalı ile diğer kumsallar arasında karşılaştırmalar yapılırken 2006 üreme sezonunda *C. caretta* yuvalarının azlığı nedeniyle (11 yuva) sadece *C. mydas* yuvaları dikkate alınmıştır. Diğer kumsallarda bulunan ortalama denize uzaklıklar değerlendirildiğinde, 2009 üreme sezonunda Mersin'de bulunan Davultepe 100. Yıl Kumsalı'nda yapılan çalışmada 23.16±5.48 m (min. 9.50 m – maks. 34.90 m) (Ergene vd., 2010), Samandağ Kumsalları'nda 28.9 m (Yalçın vd., 2003), Sönmez (2006)'in yapmış olduğu çalışmada 31.8 ± 14.2 (9–81) m, aynı kumsallarda doğal ortamında bırakılmış *C. mydas* yuvaları için Sönmez ve Yalçın-Özdilek (2008) tarafından yapılmış olan çalışmada 33.7± 13.6 (7-93 m) ve Akyatan Kumsalı'nda Yerli ve Canbolat (1998a)'a göre 32.9 m olarak saptanmıştır. 2006 üreme sezonunda Kazanlı Kumsalı'nda 362 *C. mydas* yuvası için hesaplanan ortalama denize uzaklık [19.43 m (min. 2.64 m -maks. 54.9 m)] diğer kumsallar için hesaplanmış olan değerlerden düşük çıkmıştır.

Tablo 4. Kazanlı Kumsalı'nda 1988-2006 yılları arasında yapılmış olan çalışmaların birbirleriyle karşılaştırılması
Table 4. The comparison of the studies conducted on Kazanlı Beach between 1988 and 2006

Çalışma Yılı	1988				1990		1993	1994	1996	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Çalışma Süresi (Gün)	84	8 + 41	69	60	> 88	42	76	80	93	> 87	153	93	155		92
Çalışma dönemi	25.05 - 16.08	20-27.06 ve 08.08-17.09	.	20.06-18.08	01.06-18.09*	02.07-12.08	26.06 - 09.09	19.06 - 06.09	01.06 - 01.09	15.06 - 09.09**	Mayıs-Eylül	20.06 - 20.09	15.05 - 16.10	Risk Tanımlaması	05.07 - 04.10
<i>C. mydas</i> yuva sayısı	116	160	152	125	186	74	176	216	128	73	326	265	403	38***	385
<i>C. caretta</i> yuva sayısı			-		2	2		-	7	26	18	3	7	-	11
Türü bilinmeyen yuva sayısı	-			-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-
Toplam yuva sayısı	116	160	152	125	188	76	176	216	135	105	344	268	410	-	396
Çalışılan kumsal uzunluğu (km)		3.5		4.5	4.5	4	4	4	4	4.9	4	4.5	4	4.5	4.5
<i>C. mydas</i> için yuva yoğunluğu (yuva/km)				(C.m + C.c) 27.8	41.3		(C.m + C.c) 44	54	32	14.9	81.5	58.9	100.8	-	85.6
Veri kaynağı	a	b	c	ç	d	e	f	g	h	ı	i	j	k	l	m

a: Langeveld ve Sarıgül (1988); b: Baran vd. (1991), Baran vd. (1992); c: Kasperek vd. (2001); ç: Baran ve Kasperek (1989); d: Baran vd. (1992) *02-23.06.1990 arasında sürekli inceleme yapılmamıştır; e: Coley ve Smart (1992), Smart ve Coley (1990); f: Durmuş (1998); g: Durmuş (1998), Yerli ve Demiryak (1996); h: Yerli ve Canbolat (1998a,b); i: Aureggi (2001) **17 Eylül'e kadar periyodik ziyaret yapılmıştır; j: Canbolat (2004b); k: Elmaz ve Kalay (2006); l: Kasperek (2005) ***Çağlayan Elmaz ile yapılan kişisel görüşmeye göre; m: Bu çalışma. Not: 1999 ve 2000 yıllarında risk tanımlaması (Demiryak, 1999; Medassett, 2000) yapılmıştır.

Tablo 5. 2006 üreme sezonu için Kazanlı Kumsalı'nda tespit edilen deniz kaplumbağası yuva sayılarının Türkiye ve Akdeniz için verilen yılda ortalama yuva sayılarına oranlanması

Table 5. The proportion the number of sea turtle nests identified on Kazanlı Beach in 2006 nesting season to the average number of nests in a year given for Turkey and the Mediterranean

Tür	Yer	Yılda Ortalama Yuva Sayısı	2006 Yılı Kazanlı Kumsalı	
			385 <i>C. mydas</i> yuvasının oranı (%)	11 <i>C. caretta</i> yuvasının oranı (%)
<i>C. mydas</i>	Türkiye	648 yuva (391-910) (a*)	59.41	-
		925 yuva (700-1150) (b*)	41.62	-
		1252 yuva (452 ile 2051) (c*)	30.75	-
<i>C. mydas</i>	Akdeniz	1050 yuva (350 - 1750) (d*)	36.67	-
		1366 yuva / sezon (% 27.2) (e*)	-	0.81
<i>C. caretta</i>	Türkiye	2145 yuva (769 - 3521) (c*)	-	0.51
		5031 yuva / sezon (e*)	-	0.22
		5031 yuva / sezon (e*)	-	0.22

a*: Canbolat (2004a); b*: Kaska vd. (2005); c*: Türkozan ve Kaska (2010); d*: Kasperek vd. (2001); e*: Margaritoulis vd. (2003).

Tablo 6. Türkiye'nin Doğu Akdeniz kıyılarında *C. mydas* için önemli olan kumsalların maksimum yuva sayısı/km oranı açısından karşılaştırılması

Table 6. The comparison of the important beaches for *C. mydas* in the Eastern coasts of Turkey in terms of the ratio of the maximum number of nests/km

Üreme Kumsalları	Akyatan	Samandağ	Alata	Sugözü	Kazanlı
Maksimum yuva sayısı	735	441	198	213	403
Kumsal uzunluğu (km)	21.7	14	3	3.4	4
Maksimum Yuva sayısı/km	33.8	31.5	66	62.7	100.8
Kaynaklar	a'	b'	c'	d'	e'

a': Kasperek vd. (2001); b': Sönmez ve Yalçın-Özdilek (2008); c': Ergene vd. (2006); d': Canbolat vd. (2005); e': Elmaz ve Kalay (2006)

2006 üreme sezonunda Kazanlı Kumsalı'nda hesaplanan ortalama yuva derinliği (ölçümü alınan 315 *C. mydas* yuvasında ortalama yuva derinliği 78.46 cm) ile diğer çalışmalarda (Canbolat, 2004b; Yerli ve Demirayak, 1996; Sönmez, 2006; Yalçın-Özdilek ve Sönmez, 2006; Ergene vd., 2009; Ergene vd., 2010) saptanmış olan ortalama yuva derinliklerinin 70 ile 80 cm arasında değişim gösterdiği ve bunun da *Chelonia mydas* için belirtilen ortalama yuva derinliği ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Kazanlı Kumsalı'nda 2006 üreme sezonunda yumurta sayısı açısından güvenilir olan 316 *C. mydas* yuvasında ortalama yumurta sayısı 110.65±30.27 (min. 16 – maks. 224) olarak hesaplanmıştır. Kazanlı Kumsalı'nda daha önce yapılan çalışmalarda *C. mydas* için hesaplanan ortalama yumurta sayıları ele alındığında, Durmuş (1998) tarafından 1993 üreme sezonunda 111.68 ([min. 41 – maks. 187]; n= 45) ve 1994 üreme sezonunda 114.83 ([min. 58 – maks. 238]; n=66), 2001 üreme sezonunda Aureggi (2001) tarafından yapılan çalışmada 115 ([min. 85 - maks. 154]; n=38), Elmaz ve Kalay (2006) tarafından yapılan çalışmada 216 yuvada tespit edilen toplam 23350 yumurta üzerinden yapılan hesaba göre 108.10, yine aynı kumsal için Canbolat (2004b)'in 2003 yılında yaptığı çalışmada 105.58 ([min. 27– maks. 180]; n= 172] çıkmıştır. Akyatan Kumsalı'nda ise Yılmaz vd. (2007) tarafından 2007 üreme sezonunda yapılan çalışmada saptanan 20146 (n=170) yumurta sayısına göre hesaplanmış

ortalama kuluçka büyüklüğü 118.51 ve yine aynı kumsalda Yılmaz vd. (2008) tarafından 2008 üreme sezonu için yapılan çalışmada saptanan 55795 (n=542) yumurta sayısına göre hesaplanan ortalama kuluçka büyüklüğü 102.94 olarak bulunmuştur. Samandağ Kumsalları'nda 1994 üreme sezonunda Durmuş (1998) tarafından hesaplanan ortalama yumurta sayısı 112.36 [(min.62 – maks. 223); n= 130] ve yine aynı kumsallarda Sönmez ve Yalçın-Özdilek (2008) tarafından *C. mydas*'in doğal ortamına bırakılan yuvalardaki toplam yumurta sayısı 32428 (n=272)'na göre hesaplanmış ortalama kuluçka büyüklüğü 119.22 çıkmıştır. Mersin'de bulunan Davultepe 100. Yıl Kumsalı'nda 2009 üreme sezonunda Ergene vd. (2010) tarafından yapılan çalışmada hesaplanan ortalama yumurta sayısı 116.95± 30.67 (min. 64 – maks. 202) çıkmıştır. Kazanlı Kumsalı'nda 2006 üreme sezonunda hesaplanan ortalama yumurta sayısı değerinin (110.65±30.27) yukarıda bahsedilen çalışmalarda hesaplanmış olan ortalama kuluçka büyüklüklerine yakın olduğu görülürken, Alata Kumsalı'nda 2005 üreme sezonunda Ergene vd. (2009) tarafından hesaplanan ortalama yumurta sayısı [131.06±32.64 (min. 62 – maks. 191); n=18]'ndan düşük çıkmıştır.

2006 üreme sezonunda Kazanlı Kumsalı'nda, yumurta verisi açısından güvenilir olan *C. mydas*'a ait yuvalardan hesaplanan yavru başarı oranı (% 82.97), Kazanlı Kumsalı'nda 1993 üreme sezonu için % 86.05; 1994 üreme sezonu için % 87.67 olarak hesaplanmış yavru başarı oranlarına (Durmuş 1998), 2001 üreme sezonunda Kazanlı Kumsalı'nda 38 *C. mydas* yuvasında Aureggi (2001) tarafından tespit edilen yavru başarısı (% 83.68)'na, 2005 üreme sezonunda Alata Kumsalı'ndaki *C. mydas*'a ait 18 normal yuvada hesaplanan yavru başarı oranı (% 87.45)'na (Ergene vd., 2009), 2009 üreme sezonunda Davultepe 100. Yıl Kumsalı'nda Ergene vd. (2010) tarafından kontrol açılışı yapılan *C. mydas*'a ait 39 normal yuvadaki yavru başarısı (% 82.48)'na ve Samandağ Kumsalı'nda yapılan çalışmalarda hesaplanmış olan 1994 yılındaki % 86.86; 2001 yılındaki % 84.8; 2002 yılındaki % 82.7; 2003 yılındaki % 80.8 yavru başarı oranlarına (Durmuş, 1998; Yalçın, 2003; Yalçın vd., 2003; Yalçın-Özdilek ve Sönmez, 2006; Yalçın-Özdilek vd., 2005) yakın çıkarken; 2006 üreme sezonunda Kazanlı

Kumsalı'nda *C. mydas* için hesaplanan yavru başarı oranı (% 82.97)'nin Kazanlı Kumsalı'nda 2003 yılındaki çalışmada kontrol açışı yapılmış yuvalardaki yumurtalardan yavru çıkışlı yumurta oranından (% 66.8) (Canbolat, 2004b) ve yine aynı kumsalda *C. mydas*'a ait toplam 216 yuvada 23350 yumurta üzerinden hesaplanan yavru başarı oranının (% 74) (Elmaz ve Kalay, 2006), Samandağ Kumsalları için Sönmez (2006)'in belirttiği Şeyh-Hızır (% 62.1) ve Çevlik (% 29) alt bölgelerindeki doğal ortamında bırakılan yuvalardaki yavru başarısından ve yine Samandağ Kumsalları'nda *C. mydas*'ın doğal ortamına bırakılan 272 yuvadaki yavru başarısı (% 78)'ndan (Sönmez ve Yalçın-Özdilek, 2008) yüksek olduğu tespit edilmiştir.

2006 üreme sezonunda Kazanlı Kumsalı'nda yumurtadan çıkan *C. mydas* yavrularından denize ulaşan yavru başarısı % 94.35 olarak hesaplanmıştır. Kazanlı Kumsalı'nda 2004 üreme sezonunda *C. mydas*'a ait toplam 216 yuvada 23350 yumurta saptanmıştır. Yuvalardan 17198 canlı yavru çıkarken, 70 yuvada toplam 248 ölü yavru bulunmuş, denize ulaşan yavru sayısı ise 16950 olarak tespit edilmiş ve buna göre denize ulaşan yavru başarı oranı % 98.56 olarak bulunmuştur (Elmaz ve Kalay, 2006). Durmuş (1998) tarafından Kazanlı Kumsalı'nda 1994 üreme sezonu için denize ulaşan yavru başarısı % 99.39, Samandağ Kumsalı'nda Durmuş (1998)'a göre yumurtadan çıkan yavrulardan denize ulaşan yavru başarısı % 96.85 olarak bulunmuştur. Ergene vd. (2009) tarafından Alata Kumsalı'nda 18 normal *C. mydas* yuvasında hesaplanan oran % 94.52, Davultepe 100.Yıl Kumsalı'nda 2009 üreme sezonunda *C. mydas*'a ait 39 yuvadaki denize ulaşan yavru başarı oranı ise % 97.08 çıkmıştır (Ergene vd., 2010). 2006 üreme sezonunda Kazanlı Kumsalı'nda hesaplanan denize ulaşan yavru başarı oranının yukarıda bahsedilen çalışmalarda hesaplanmış olan oranlardan çok farklı çıkmadığı görülürken, Samandağ Kumsalı'nda Sönmez (2006) tarafından Şeyh-Hızır alt bölgesinde % 70.8 ve Çevlik alt bölgesinde % 71.8 ve yine aynı kumsallarda Sönmez ve Yalçın-Özdilek (2008) tarafından *C. mydas*'ın doğal ortamına bırakılan 272 yuvada hesaplanan denize ulaşan yavru başarısı (% 75.8)'ndan ise yüksek çıkmıştır. Akyatan Kumsalı'nda yapılan çalışmalarda (Türkozan vd., 2006; Yılmaz vd., 2007; Yılmaz vd., 2008) denize ulaşan yavru başarı oranları sırasıyla 2006 yılında % 80; 2007 yılında % 76; 2008 yılında % 73 şeklinde sıralamaktadır. Kazanlı Kumsalı'nda 2006 üreme sezonunda hesaplanan denize ulaşan yavru başarı oranı yukarıda Akyatan Kumsalı için sıralanmış olan oranlardan yine yüksek çıkmıştır.

2006 yılında Kazanlı Kumsalı'nda *C. mydas*'a ait yuvalarda denize ulaşan yavru sayısının toplam yumurta sayısına oranı ise % 78.28 olarak hesaplanmıştır. Kazanlı Kumsalı'nda denize ulaşan yavru sayısının toplam yumurta sayısına oranı 1994 üreme sezonunda Durmuş (1998) tarafından yapılan çalışmada % 87.13, Elmaz ve Kalay (2006) tarafından 2004 üreme sezonunda yapılan çalışmada % 72.59 olarak saptanmıştır. Samandağ Kumsalları'nda Durmuş (1998) tarafından 1994 üreme sezonu için yapılan çalışmada

bu oran % 84.12, Sönmez (2006) tarafından Şeyh-Hızır alt bölgesinde % 43.93 ve Çevlik alt bölgesinde % 20.83 ve yine aynı kumsallarda *C. mydas*'a ait doğal ortamına bırakılan 272 yuvada % 59.18 olarak hesaplanmıştır (Sönmez ve Yalçın-Özdilek, 2008). Bu oran Alata Kumsalı'nda 18 normal *C. mydas* yuvası için % 82.66 (Ergene vd., 2009), Davultepe 100. Yıl Kumsalı'nda 39 yuvada % 80.07 olarak bulunmuştur (Ergene vd., 2010).

2006 üreme sezonunda Kazanlı Kumsalı'nda 22 ölü *C. caretta* bireyi bulunmuştur. Ölü bireylerin çoğunluğunun diş olması ve Ağustos ayı içerisinde sahile vurmaları bu dişilerin üremek için kıyıya yaklaştıklarını ancak çeşitli sebeplerden dolayı öldüklerini göstermektedir. Ölülerin çoğunluğunun deniz araçlarının çarpması veya balıkçılık faaliyetinden kaynaklandığı düşünülürken, ölülerin orta ve aşırı derecede çürümüş olmaları onların uzun zaman önce ölüp denizde sürüklediklerini göstermektedir. Kazanlı Kumsalı'na ağırlıklı olarak *C. mydas* bireyleri yuvalamasına rağmen 2006 üreme sezonu içerisinde sahilde ölü *C. mydas* bireyi bulunmamıştır. Kumsalda ölü *C. caretta* bireylerinin bulunması "Mersin kıyıları açıklarında ölen bireyler akıntı sebebiyle Kazanlı Kıyıları'na kadar sürükleniyor mu?" sorusunu akla getirmektedir. Bu sorunun yanıtının Mersin kıyı akıntı haritalarının incelenmesi ve bu konu üzerinde çalışmaların yapılmasıyla verilebileceği düşünülmektedir. Kumsalın doğusunda denize açılan D-7 drenaj kanalı'nın civarında yapılan arazi çalışmaları sırasında herhangi bir *T. triunguis* yuvası veya yavrusuyla karşılaşılma ancak kumsalda 4 ölü *T. triunguis* (3 ölü bireyde balıkçılık faaliyeti neticesinde olduğu düşünülen yara izleri tespit edilmiştir) bireyi bulunmuştur.

Kazanlı Kumsalı'nın özellikle *C. mydas* türü için yuvalama yoğunluğu açısından Doğu Akdeniz'de önemli bir yuvalama alanı olduğu daha önce yapılan çalışmalarda ortaya konulmuştur. Bu sebeple bu önemli alanın korunmasına yönelik daha önceki araştırmacılar (Carswell, 1992; Ozaner, 1993; Durmuş, 1998; Baran ve Kasperek, 1989; Altan ve Kasperek, 2000; Kasperek vd., 2001; Aureggi, 2001; Oruç vd., 2003; Canbolat, 2004b; Kasperek, 2005; Elmaz ve Kalay, 2006; Ergene vd., 2006) tarafından da belirtilen sorunların çözümüne ilişkin tedbirlerin alınması gerektiği düşünülmektedir. Kazanlı Kumsalı'nın en geniş olduğu bölge K1 alanıdır, kumsal genişliği doğudaki K1 alanından batıdaki K3 alanına doğru gidildikçe önemli ölçüde daralmaktadır. Kum erozyonunun yüksek düzeyde olduğu K3 alanı, önceki çalışmalarda da belirtildiği üzere yuvalamanın yoğun olduğu önemli bir alandır. Kumsal yapısının bozulmasında etkili olduğu düşünülen mendireğin 2001 yılında yıkılmasına rağmen K3 alanında kıyı erozyonu halen devam etmektedir. Gerekli önlemler alınmadığı takdirde ilerleyen yıllarda tamamen yok olma tehlikesi bulunan K3 alanında bilimsel temellere dayalı olarak kıyı mühendislerinin görüşleri doğrultusunda gerçekleştirilecek düzenlemelerle ileride bu alanın bir an önce doğal yapısına kavuşturulması gerekmektedir.

Ayrıca üreme sezonunda anaçların yuvalama yapmadan

denize geri dönmelerine ve yavru çıkış döneminde de yavruların ters tarafa giderek ölmelerine sebep olabilen, sahile yakın olarak bulunan konut, çeşitli işletmelerin ve kurumların yapay ışık kaynakları üreme döneminde kontrol edilerek bunların ışık kullanımına bir kısıtlama getirilmesi, belli bir saatten sonra ışıkların kapatılması veya perdelemeleri sağlanmalıdır. Ergin dişiler ve yuvadan çıkan yavrular için tehlikeli olan kıyıya çok yakın ağ serilerek yapılan balıkçılık faaliyetleri üreme sezonu süresince üreme kumsalı boyunca başıboş köpekler kumsaldan uzak tutulmalıdır. İnşaat molozlarının ve sera artıklarının kumsala yakın yerlere dökülmesi engellenmeli ve mevcut yığınlar uzaklaştırılmalıdır. Üreme sezonu öncesinde kumsaldaki çöpler (ayrıca kum altında bulunan sera artığı ip, plastik, demir vb) ergin dişilerin ve yuvadan çıkan yavruların zarar görmemesi için uygun yöntemlerle temizlenmelidir. Kumsala motorlu araçların

TEŞEKKÜR

T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, VII. Bölge Müd., Mersin

(özellikle traktörlerin) girmemesi için gereken tedbirler alınmalıdır. Denize boşaltılan fabrika deşarjlarının Bakanlık tarafından düzenli biçimde kontrol edilmesine devam edilmelidir. 2006 üreme sezonunda K1 başlangıcında eski asfalt şantiyesi civarında kaçak kum alımına rastlanmıştır. Bunun için gerekli önlemler alınmalıdır.

Kazanlı Kumsalı'nda deniz kaplumbağası popülasyonlarının izleme, koruma çalışmalarının ve bilimsel araştırmaların devam ettirilmesi, özellikle *Chelonia mydas* türü deniz kaplumbağaları açısından birinci derece öneme sahip bu kumsal için çok önemlidir. Kumsal kullanımını ve kumsal kayıplarını önleyecek geçerli bir yönetim planı oluşturulması ve bu plan doğrultusunda hareket edilerek hem canlıların hem de ekosistemin korunmasının etkin bir hale getirilmesi koruma çalışmalarına büyük destek sağlayacaktır.

Şube Müd.'ne, yerel yetkililere, arazi çalışmalarımıza katılan Mersin Üniversitesi Biyoloji Bölümü öğrencilerine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Altan, T., Kasperek, M., 2000. Status and protection of the green turtle, *Chelonia mydas*, at Kazanlı, Turkey. Report, unpubl., Life Project, Çukurova Delta Biosphere Reserve, Heidelberg, 12 p.
- Aureggi, M., 2001. Green turtle monitoring programme Kazanlı beach, Turkey. UNEP, Mediterranean Action Plan, Regional Activity Centre for Specially Protected Areas-Boulevard de l'Environnement, BP 337-1080 Cedex-Tunisie.
- Baran, İ., Kasperek, M., 1989. Marine turtles Turkey, status survey 1988 and recommendation for conservation and management. Prepared by WWF, Heidelberg, 123 p.
- Baran, İ., Durmuş, S.H., Atatür, M.K., 1991. On *Chelonia mydas* (L.) (Reptilia: Chelonia) Population at Mersin-Kazanlı Region. *Doğa-Turkish Journal of Zoology*, 15:185-194.
- Baran, İ., Durmuş, H., Çevik, E., Üçüncü, S., Canbolat, A.F., 1992. Determining the stock of marine turtles of Turkey (in Turkish with English abstract). *Doğa-Turkish Journal of Zoology*, 16:119-139.
- Baran, İ., Durmuş, S.H., Ilgaz, Ç., 2002. İçel-Kazanlı Kumsalı deniz kaplumbağası popülasyonunun izlenmesi III. alt projesi Nihai Rapor. Çevre Bakanlığı, Ankara.
- Başoğlu, M. 1973. Sea turtles and the species found along the coast of neighboring countries. *Türk Biyoloji Dergisi*, 23:12-21.
- Canbolat, A.F., 2004a. A review of sea turtle nesting activity along the Mediterranean coast of Turkey. *Biological Conservation*, 116:81-91. doi:10.1016/S0006-3207(03)00179-4
- Canbolat, A.F., 2004b. The Project of assessment of effects on sea turtles, the Sub-project of Bio-ecological Researches, the Project of the Monitoring of Sea Turtle Population in Kazanlı beach 2003 (in Turkish). Report No: II.2, The Report of Results, Ankara.
- Canbolat, A.F., Atatunç, K., Candan, O., Barçak, D., 2005. A new green turtle (*Chelonia mydas*) nesting site in the Mediterranean: Sugözü beaches, Adana (Turkey). The Second Mediterranean Conference on Sea Turtles, 4-7 May 2005, Kemer, Antalya, Book of Abstracts, 65 p.
- Carswell, A., 1992. Kazanlı Sea Turtle Rescue Project 1992 (in Turkish). DHKD Report, 20p.
- Coley, S.J., Smart, A.C., 1992. The Nesting Success of Green Turtles on beaches on Kazanlı, Turkey. *Oryx*, 26:165-171. doi:10.1017/S0030605300023607
- Durmuş, S.H., 1998. An investigation on biology and ecology of sea turtle population on Kazanlı and Samandağ beaches. PhD Thesis, Dokuz Eylül University, İzmir, 72 p.
- Demirayak, F., 1999. The status of green turtle *Chelonia mydas* nesting habitat in Kazanlı, Akyatan and Samandağ on the Turkish Mediterranean coast, Medasset (UK). Report for Bern Convention T-PVS(1999), 74 p.
- Elmaz, Ç., Kalay, M., 2006. The breeding success of *Chelonia mydas* (L. 1758) and *Caretta caretta* (L. 1758) on Kazanlı beach (in Turkish with English abstract). *Ekoloji*, 58:28-32.
- Ergene, S., Uçar, A.H., Aymak, C., 2006. Research, monitoring and conservation of marine turtles (*Caretta caretta*, *Chelonia mydas*) and the Nile soft shell turtle (*Trionyx triunguis*) at Alata, Kazanlı ve Anamur beaches in Mersin City (in Turkish). Final Report to Ministry of Environment and Forestry.
- Ergene, S., Aymak, C., Uçar, A.H., Kaçar, Y., 2009. The research on the population of *Chelonia mydas* and *Caretta caretta* nesting on Alata beach (Mersin) in 2005 nesting season, (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 26(3):187-196.
- Ergene, S., Aymak, C., Uçar, A.H., Kaçar, Y., Şengezer, S.N., 2010. A preliminary research on determining potential marine turtle nesting activity on Davultepe 100. Yıl beach (Mersin) (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 27(1):7-13.
- Geldiay, R., Koray, T. 1982. Survey on the sea turtle (*Caretta c. caretta* L. and *Chelonia m. mydas* L.) populations living on the Aegean and Mediterranean coasts of Turkey and their conservation schemes (in Turkish). TUBITAK, Ankara-Turkey, Project No. WHAG- 431, 121 p.
- Geldiay, R., Koray, T. 1982. Status of the sea turtle populations (*Caretta c. caretta* and *Chelonia m. mydas*) in the Northern Mediterranean Sea, Turkey. In: Bjorndal, K. A. (Ed.), *Biology and Conservation of Sea Turtles*, Smithsonian Institution Press, Washington, D. C., pp 425- 434.
- Hathaway, R.R., 1972. Sea turtle, unanswered questions about sea turtles in Turkey. *Balık ve Balıkçılık*, 20(1):1-8.
- IUCN., 2012. IUCN Red list of threatened species. Version 2012.2 <www.iucnredlist.org> (06.01.2013).
- Kaska, Y., Baran, İ., Ilgaz, Ç., Türkozan, O., Öz, M., Erdoğan, A., 2005. An estimation of the total nesting activity of sea turtles in Turkey. In: Coyne, M.S., Clark, R.D. (Compilers), *Proceedings of the Twenty-First Annual*

- Sea Turtle Biology and Conservation, NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFCS-528, Miami, pp 204-205.
- Kasperek, M., Godley, B.J., Broderick, A.C., 2001. Nesting of the green turtle, *Chelonia mydas*, in the Mediterranean: A review of status and conservation needs. *Zoology in the Middle East*, 24:45-74. doi:10.1080/09397140.2001.10637885
- Kasperek, M., 2005. Report on green turtle (*Chelonia mydas*) conservation monitoring in Kazanlı, Turkey. Report by the NGO, Document prepared by MEDASSET (The Mediterranean Association to Save the Sea Turtles), The 25th Meeting of the Standing Committee of the Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats (Bern Convention), T-PVS/Files, 28 Nov. - 01 Dec. 2005, Strasbourg, 10 p.
- Langeveld, M., Sangül, G., 1988. Sea turtles nesting on the beaches of Southeast Turkey. Report to the Society for the Advancement of Oceanography in the Netherlands (SBNO), Amsterdam, The Netherlands, 12+xi pp.
- Margaritoulis, D., Argano, R., Baran, İ., Bentivegna, F., Bradai, M.N., Caminas, J.A., Casale, P., Metrio, G.D., Demetropoulos, A., Gerosa, G., Godley, B.J., Haddoud, D.A., Houghton, J., Laurent, L., Lazar, B., 2003. Loggerhead turtles in the Mediterranean Sea: Present knowledge and conservation perspectives, In: Bolten A.B., Witherington B.E. (eds), *Loggerhead Sea Turtles*, Smithsonian Books, Washington D.C.USA, pp 175-198.
- MEDASSET, 2000. Habitat assessment of the remaining significant nesting sites of the green turtle (*Chelonia mydas*) on the Turkish Mediterranean coast: Kazanlı, Akyatan and Samandağ. Rep.for Bern Convention, T-PVS, (2000), 56 p.
- Oruç, A., Türkozan, O., Durmuş, S.H., 2003. Following the marine turtles, The nesting beaches of marine turtles (in Turkish). The Evaluation Report 2003, WWF – Türkiye, İstanbul, Türkiye, 96 p.
- Ozner, S., 1993. Research on the coastal erosion at Anamur-Kazanlı (Mersin) and Samandağ (Antakya) beaches (in Turkish).Tubitak, Proje no: Debag-62. Ankara 50 p.
- Smart, A.C., Coley, S.J., 1990. Kazanlı turtle project 1990. Department of Zoology, University of Leicester, U.K., Unpubl. report.
- Sönmez, B., 2006. Evaluation of efficiency of the applied conservation techniques for sea turtles nests that are under flood and erosion problems at Samandağ Coasts (in Turkish with English abstract). MSc Thesis, Mustafa Kemal University, Antakya.
- Sönmez, B., Yalçın-Özdilek, Ş., 2008. The surveys of sea turtle area conservation (*Chelonia mydas* and *Caretta caretta*) in the Samandağ beach (in Turkish). Samandağ Union of Village Delivery Service, Samandağ, Hatay, 24 p.
- Türkozan, O., Yılmaz, C., Oruç, A., 2006. Research, monitoring and conservation of marine turtles (*Caretta caretta*, *Chelonia mydas*) and the Nile soft shell turtle (*Trionyx triunguis*) at Tuzla, Akyatan and Yumurtalık beaches nature reserve. Report (in Turkish). WWF-Turkey, İstanbul, Turkey.
- Türkozan, O., Kaska, Y., 2010. Sea Turtles in the Mediterranean: distribution, threats and conservation priorities. Casale, P. and Margaritoulis, D. (Eds), IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group, Gland, Switzerland, pp 257-293.
- Yalçın, Ş., 2003. Evaluation of conservation programme for *Chelonia mydas* in Samandağ coast: A two- evaluation of conservation programme for *Chelonia mydas* in Samandağ coast: A two-year study of monitoring on green sea turtles. Proceeding of the International Conference Research and Assessment, Bucharest, Romania, pp 5-12.
- Yalçın, Ş., Sönmez, B., Kayıkçı, S., 2003. The report of monitoring and conservation studies of sea turtles (*Chelonia mydas* and *Caretta caretta*) in Samandağ in 2001 and 2002 nesting seasons (in Turkish). Antakya-Hatay, 26 p.
- Yalçın-Özdilek, Ş., Sönmez, B., Özdilek, H.G., Kaska, Y., Ozner, F.S., Sangün, M.K., 2005. Determination of the effects of some physical and chemical parameters on the distribution and density of nests and sex determination of green turtles (*Chelonia mydas* L., 1758) in Samandağ beach and the application of a training programme (in Turkish). The Scientific and Technological Research Council of Turkey, Project No: 103Y058, Ankara (unpublished).
- Yalçın-Özdilek, Ş., Sönmez, B., 2006. The assessment of conservation results for green turtles (*Chelonia mydas*) in Samandağ coasts in 2000-2003 (in Turkish). Proceedings of the First National Symposium on Marine Turtles, 4-5 December 2003, İstanbul, WWF-Turkey, pp 76-81.
- Yerli, S.V., Demiryak, F., 1996. An assessment on the marine turtles and nesting beaches of Turkey (in Turkish).DHKD,CMS Report No.96/4,İstanbul, 129 p.
- Yerli, S.V., Canbolat, A.F., 1998a. Principles of the management plan for the protection of sea turtles in the East Mediterranean Coasts of Turkey (in Turkish with English abstract). Ministry of Environment, GDEP Publication, Ankara, 88 p.
- Yerli, S., Canbolat, A.F., 1998b. Results of a 1996 survey of *Chelonia* in Turkey. *Marine Turtle Newsletter*, 79:9-11.
- Yılmaz, C., Türkozan, O., Oruç, A., Türkecan, O., 2007. The survey of the research, monitoring and conservation of sea turtles (*Chelonia mydas* and *Caretta caretta*) and soft shelled Nile turtle (*Trionyx triunguis*) populations in the nature reserve areas Tuzla, Akyatan and Yumurtalık beaches (in Turkish). WWF-Turkey
- Yılmaz, C., Türkozan, O., Oruç, A., 2008. The survey of the research, monitoring and conservation of sea turtles (*Chelonia mydas* and *Caretta caretta*) and soft shelled Nile turtle (*Trionyx triunguis*) populations in the nature reserve areas Tuzla, Akyatan and Yumurtalık beaches (in Turkish). WWF-Turkey.

Diet composition of the five deep sea fish from the Aegean Sea

Ege Denizi'nde dağılım gösteren beş derin deniz balığının diyet kompozisyonu

Tuncay Murat Sever¹ • Bahar Bayhan^{1*} • Halit Filiz² • Ertan Taşkavak¹ • Gökçen Bilge²

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

²Mugla Sıtkı Kocman University, Faculty of Fisheries, Department of Hydrobiology, 48000 Mugla, Turkey

*Corresponding author: bahar.bayhan@ege.edu.tr

Özet: Ege Denizi'nde bulunan beş derin deniz balığı: *Argentina sphyraena*, *Glossanodon leioglossus*, *Chlorophthalmus agassizi*, *Hoplostethus mediterraneus* ve *Capros aper* 2003 bahar mevsimi süresince ticari trol balıkçıları tarafından hedef dışı av olarak elde edilen örnekler olarak çalışılmıştır. Türlerin besin kompozisyonlarını belirlemek için mide içerikleri incelenmiştir ve türlerin trofik durumlarının özellikle karnivor seviyede yer aldığı görülmüştür. Beş predator türün besin kompozisyonunda iki esas av grubu bulunmuştur: Crustacea (copepodlar ve isopodlar gibi) ve Chaetognatha (*Sagitta* spp.).

Anahtar kelimeler: Diyet kompozisyonu, av, besin, derin deniz balıkları, Ege Denizi, Sığacık Körfezi.

Abstract: The diets of five deep sea fish: *Argentina sphyraena*, *Glossanodon leioglossus*, *Chlorophthalmus agassizi*, *Hoplostethus mediterraneus* and *Capros aper* from the Aegean Sea were examined in the specimens caught as bycatch and discarded by commercial trawl fisheries during 2003 spring. Stomach contents were analyzed to determine their diet composition, which indicates that the trophic status of these species can be assigned primarily to the carnivore guild. Two major prey groups were found in the diet composition of all five predators: Crustaceans (like copepods and isopods), and Chaetognathans (*Sagitta* spp.).

Keywords: Diet composition, prey, food, deep sea fish, Aegean Sea, Sığacık Bay.

INTRODUCTION

Below the euphotic zone is the realm of deep sea fishes. The depth zones of this major portion of the earth's oceans have been characterized by the physical feature and types of organisms present (Neighbors and Wilson 2006). In recent years, sustainable exploitation of natural sources has been increasingly enhanced. Deep water communities have received an increasing attention at a global scale because of the interest in new catching grounds and fisheries at bathyal depths (Cartes *et al.*, 2002). Moreover deep sea fisheries is a relatively new phenomenon, with deep sea ecosystems now being the ultimate target of industrial fisheries all over the world (Cartes *et al.*, 2004). Deep sea assemblages have only been identified in the western basin, while no such studies have been conducted in the eastern one (D'Onghia *et al.*, 2004).

In general, research on the feeding habits of deep sea fish has mainly focused on depth-related changes, whereas only few studies have dealt with aspects of seasonal or diel feeding cycles, primarily because of the difficulty to collect samples at such depths (Madurel and Cartes 2005). On the other hands, data of diet composition play a key role in fisheries research (Stergiou and Karpouzi 2002). Quality and quantity of food are among the most important exogenous factors to directly affect

growth, maturation and mortality in fish, thus being ultimately related to fitness (Wootton, 1990).

Argentine, *A. sphyraena* has a wide distribution along all Turkish coasts except the Black Sea (Bilecenoglu *et al.*, 2002). It lives mainly on bottom-living polychaetes, molluscs, crustaceans, pelagic invertebrates and fishes (Cohen, 1984). The diets of this species have not in detail been described across Turkish and other seas.

Small-toothed argentine, *Glossanodon leioglossus*, has recently been recorded from the Aegean Sea and captured species for the first time recorded in the Turkish seas in 2005 (Bilecenoglu *et al.*, 2005). This study is the first attempt to describe diet of this species primarily since little is known about diet of this species, although Cohen (1984) reported that pelagic crustaceans occurred in diet, which has not comprehensively defined in Turkish and other seas as in *A. sphyraena*.

The shortnose greeneye, *Chlorophthalmus agassizi*, is a demersal fish that lives across the continental shelf and upper slope over muddy and clay bottoms of the Atlantic Ocean. It is also an abundant bycatch species of trawl fishing in the central and eastern basins of the Mediterranean Sea (Fischer

et al., 1987). The diet of *C. agassizii* consists mainly of bottom dwelling invertebrates (Sulak, 1984). It plays an important role in the Mediterranean deep sea assemblages (D'Onghia et al., 1998). Therefore, much data of diet composition of *C. agassizii* in the Mediterranean Sea has been presented. Kabasakal (1999) and Macpherson and Roel (1987) published only preliminary results about the diet of several species, including *C. agassizii*, caught in the north eastern Aegean Sea and in Namibian coasts, respectively. Anastasopoulou and Kaporis (2008) studied on feeding ecology of this species, size and months in Ionian Sea.

The Mediterranean slimehead, *Hoplostethus mediterraneus*, is a common demersal fish in the north-eastern Atlantic and in the Mediterranean and also found in the Indian and South Pacific Oceans. The diet of *H. mediterraneus* is composed of some fragments of crustaceans (Maul, 1986). Caught as bycatch during bathyal trawling and of low commercial value, it is an abundant species on the middle slope in the eastern Mediterranean (Kallianiotis et al., 2000; Labropoulou and Papaconstantinou 2000; Madurell et al., 2004). In spite of being common as a bycatch in many fisheries, this species has received relatively little scientific attention and many aspects of its biology have yet to be known (Pais, 2002). The diets of this species consistently described as a benthopelagic feeder (Gordon and Duncan 1987; Kerstan, 1989; Pais, 2002) has not thus far described in Aegean Sea.

Boarfish, *C. aper*, prevails as a schooling species in Atlantic, northward to western Scotland, occasionally Shetlands Skagerrak and western Norway, also in Mediterranean (mainly western part), and feeds mainly on crustaceans, worms and molluscs (Quéro, 1984). The diets of *C. aper* have been studied in different sections of the Mediterranean (Macpherson, 1979; Santos and Borges 2001). A comprehensive study on biology of *C. aper* in Aegean Sea has just briefly touched on its diet composition (Kaya and Özaydin 1996).

The feeding habits of some deep sea fish species have been studied in different parts of the western Mediterranean. In the Aegean Sea, however, only a few studies have been carried out on *C. aper* (Kaya and Özaydin 1996), *C. agassizii* and *H. mediterraneus* (Kabasakal, 1999) but the diets of *A. sphyraena* and *G. leioglossus* have not been described. Thus, the main purpose of this report is to provide basic data of diet composition of the fish caught in the Aegean Sea, which indicates feeding habits of the unexploited deep sea fish in the area.

MATERIALS AND METHODS

Accidentally caught specimens (bycatch) were obtained from deepwater by commercial trawlers to catch crustacean and fish in Sigacik Bay located between 38° 12' 0 N latitude and 26° 45' 0 E longitude in the Turkish coast of Aegean Sea. Sampling was merely conducted between March and May 2003 at the depths in 150-473 meters. A conventional bottom

trawl net of 44 mm codend mesh size was used and three hauls on the same day carried out from dawn to dusk and haul durations ranged from 1 to 3 h. The vessel speed was maintained at 2.2-2.5 knots. Overall, 408 deep sea fish specimens [72 *Argentina sphyraena* (75-165 mm TL), 32 *Glossanodon leioglossus* (82-125 mm TL), 122 *Chlorophthalmus agassizii* (88-175 mm TL), 108 *Hoplostethus mediterraneus* (106-170 mm TL) and 74 *Capros aper* (42-69 mm TL)] were considered in order to analyze the stomach contents. The stomachs were individually preserved in 4% buffered formalin for 24 hours, stored in 70% ethanol in marked containers and analyzed over some months. The vacuity index (VI) [number of empty stomachs / number of stomachs examined] was estimated. Gut contents were sorted and preys identified to the lowest possible taxa under dissecting microscopy. A stomach was regarded to be empty with no contents in the stomach. Gut contents were examined by a SZX7 Olympus stereo microscope at 0.8-5.6x (zoom) and 10x resolution. Prey items were identified to the lowest possible taxon in case of digested copepods and identification established from body pieces under Rose (1933) and Brodskii (1967). Having been counted, the individuals of the same species were weighed together (wet weight to the nearest ± 0.0001 g) after excessive moisture was removed by blotting prey items on tissue paper. One evaluated diet composition according to the three parameters by Hyslop (1980) the numerical index (N%), the gravimetric index (W%), and frequency of occurrence (O%) were established. The index of relative importance (IRI) (Pinkas et al., 1971) was calculated and, based on the suggestion by Cortes (1997), expressed as a percentage (IRI%). By means of the method by Morato et al., (1998), food items were thus grouped into categories of preference determined by the equations:

$IRI \geq 30 \times (0.15 \times \sum O\%) \dots \dots \dots$ main important prey (MIP)

$30 \times (0.15 \times \sum O\%) > IRI > 10 \times (0.05 \times \sum O\%) \dots \dots \dots$ secondary prey (SP)

$IRI \leq 10 \times (0.05 \times \sum O\%) \dots \dots \dots$ occasional prey (OP)

Also differences in the diet composition of the five deep sea fish were determined by the Bray-Curtis similarity index, using percentage IRI.

RESULTS AND DISCUSSION

Argentina sphyraena

Of the stomach contents of 72 *Argentina sphyraena* examined, 56 included food (77.8%) and 16 were empty (22.2%). Crustaceans were found to be significant prey groups (MIP; $IRI \geq 693$; $IRI\% = 88.17$). Chaetognatha and Polychaeta constituted secondary prey groups (SP; $693 > IRI > 77$; $IRI\% = 8.38$ and 2.48 , respectively). Teleostei and Thaliacea were considered occasional prey groups (OP; $IRI \leq 77$; $IRI\% = 0.81$ and $IRI\% = 0.54$, respectively). Of crustaceans, the Decapoda were main prey ($IRI\% = 76.69$), followed by Brachyura ($IRI\% = 6.76$), Copepoda ($IRI\% = 3.97$) Euphausiacea ($IRI\% = 2.45$), Mysidacea ($IRI\% = 0.59$), and *Anilocra physodes* (Isopoda) ($IRI\% = 0.13$) by the order of

IRI%. Especially, the brachyuran crabs in megalopa stage were typically encountered. *Temora stylifera* of Copepoda was abundantly found (Table 1). Various zooplankton studies in the northern Aegean Sea have stated that *Temora stylifera*, a neritic form, abound greatly (Moraitou-Apostolopoulou, 1972; Moraitou-Apostolopoulou, 1985; Sever, 2009). *Sagitta* spp. was the only Chaetognatha species to be present in the diet and also abundant species of holoplanktonic organisms in the pelagic zone (Isari et al., 2007). Various studies (Pavlova, 1966; Moraitou-Apostolopoulou, 1985; Pancucci-Papadopoulou et al., 1992) on zooplankton in different parts of Aegean Sea have revealed widespread occurrence of *Sagitta* spp. Information on the diet of this species is scarce; however, bottom-living Polychaeta, Mollusca and Crustacea, also pelagic invertebrates and fish have been reported by Cohen (1984). Consequently, since both the brachyuran crabs (megalopa stage) and the groups of Copepoda and Chaetognatha are the vital components of the pelagic zone, results of the analyses on the stomach contents of *A. sphyraena* point out that the species is not so much dependant on benthic feeding.

Table 1. Diet composition of Argentine, *Argentina sphyraena*, from the Aegean Sea expressed as percent by number (N%), weight (W%), frequency of occurrence (O%) and relative importance (IRI%) prey categories (N: number of fish; TL: total length of fish; SE: standart error).

Prey groups	N%	W%	O%	IRI	IRI%
Polychaeta	5.63	4.57	14.29	145.74	2.48
Crustacea*					88.17
Copepoda*					3.97
<i>Temora stylifera</i>	1.41	1.04	3.57	8.74	0.15
<i>Candacia</i> spp.	1.41	5.46	3.57	24.51	0.42
<i>Calanoida</i>	2.82	4.01	3.57	24.36	0.41
Mysidacea	1.41	8.27	3.57	34.57	0.59
Cumacea	1.41	1.82	3.57	11.53	0.20
Isopoda					
<i>Anilocra physodes</i>	1.41	0.69	3.57	7.50	0.13
Euphausiacea	4.23	9.20	10.71	143.86	2.45
Decapoda	42.25	24.10	67.86	4502.30	76.69
Brachyura	8.45	13.77	17.86	396.78	6.76
Chaetognatha					
<i>Sagitta</i> spp.	21.13	13.29	14.29	491.71	8.38
Thaliacea					
<i>Salpa</i> spp.	7.04	1.82	3.57	31.65	0.54
Teleostei	1.41	11.97	3.57	47.79	0.81
N	72				
Mean TL _(cm)	12.57				
SE	0.11				
% of empty stomachs	22.2				

*The values calculated for all prey groups of Crustaceans and copepods.

Glossanodon leioglossus

Stomach contents of 32 small-toothed argentine were examined and all contained identifiable prey. Crustaceans were found main prey groups (MIP; IRI \geq 788; IRI%=97.77), while Chaetognatha to be secondary (SP; 788>IRI>88; IRI%=4.01). *Sagitta* spp. was the sole chaetognathan species to prevail in the its diet (Table 2) which was dominated by copepods such as *Pleuromamma abdominalis*, *Clausocalanus* spp., *Clausocalanus arcuicornis*, *Corycaeus typicus*,

Lubbockia squillimana, *Oncaea media*, *Lucicutia flavicornis*, *Clausocalanus furcatus*, *Acartia clausi*, *Aetideus armatus*, *Euchaeta marina*, *Candacia simplex*, *Ischnocalanus plumulosus*, *Nannocalanus minor*, *Corycaeus clausi*, *Candacia aethiopica*, *Oncaea mediterranea* and *Temora stylifera* by order of IRI% as main preys followed by *Anilocra physodes* (Isopoda) (IRI%=5.29). All of the Copepoda species were the pelagic. Despite the sampling area being close to coastline, it was of depths of 150-473 m. Thus, the Copepoda species we determined in this study were both oceanic (*Lucicutia flavicornis*, *Aetideus armatus*, *Oncaea mediterranea*, *Euchaeta marina*, *Clausocalanus arcuicornis*, *Lubbockia squillimana*, *Oncaea media*) and neritic (*Temora stylifera*, *Nannocalanus minor*, *Clausocalanus furcatus* and *Acartia clausi*). Similarly, the pelagic copepods found to be predominant according to the results of the zooplankton studies carried out in the area consisted of both oceanic and neritic species (Sever, 2009).

Table 2. Diet composition of small-toothed argentine, *Glossanodon leioglossus*, from the Aegean Sea expressed as percent by number (N%), weight (W%), frequency of occurrence (O%) and relative importance (IRI%) prey categories (N: number of fish; TL: total length of fish; SE: standart error).

Prey groups	N%	W%	O%	IRI	IRI%
Crustacea*					97.77
Copepoda*					90.77
<i>Aetideus armatus</i>	0.08	5.17	25.00	131.35	1.19
<i>Corycaeus clausi</i>	0.08	3.69	25.00	94.35	0.85
<i>Lubbockia squillimana</i>	0.17	4.86	50.00	251.33	2.28
<i>Oncaea media</i>	0.83	2.01	75.00	213.14	1.93
<i>Nannocalanus minor</i>	0.08	3.93	25.00	100.29	0.91
<i>Oncaea mediterranea</i>	0.17	1.28	25.00	36.13	0.33
<i>Candacia aethiopica</i>	0.08	1.43	25.00	37.71	0.34
<i>Acartia clausi</i>	0.08	6.52	25.00	165.15	1.49
<i>Lucicutia flavicornis</i>	1.66	2.52	50.00	209.27	1.89
<i>Ischnocalanus plumulosus</i>	0.08	4.04	25.00	103.03	0.93
<i>Clausocalanus furcatus</i>	1.83	1.55	50.00	169.17	1.53
<i>Clausocalanus arcuicornis</i>	3.00	3.18	50.00	308.71	2.79
<i>Pleuromamma abdominalis</i>	62.31	12.10	75.00	5580.64	50.52
<i>Euchaeta marina</i>	0.42	2.19	50.00	130.43	1.18
<i>Corycaeus typicus</i>	1.41	2.10	75.00	263.67	2.39
<i>Clausocalanus</i> spp.	4.99	1.57	75.00	492.23	4.46
<i>Candacia simplex</i>	0.33	1.97	50.00	115.31	1.04
<i>Temora stylifera</i>	0.25	1.00	25.00	31.36	0.28
<i>Calanoida</i>	19.30	7.66	50.00	1347.85	12.20
Isopoda					
<i>Anilocra physodes</i>	0.08	23.28	25.00	584.03	5.29
Decapoda	0.17	4.62	50.00	239.45	2.17
Chaetognatha					
<i>Sagitta</i> spp.	2.58	3.33	75.00	442.83	4.01
N	32				
Mean TL _(cm)	9.40				
SE	0.06				
% of empty stomachs	0				

*The values calculated for all prey groups of Crustaceans and copepods.

Chlorophthalmus agassizi

Among 122 shortnose greeneye stomachs investigated, only 112 (91.8%) stomachs contained identifiable prey, with 10 being empty (8.2%). Crustaceans were discovered to be main important prey groups (MIP; IRI \geq 884; IRI%=92.65). Teleostei constituted secondary prey groups (SP; 884>IRI>98; IRI%=4.81). Chaetognatha, Foraminifera and Mollusca were

regarded as occasional prey groups (OP; $IRI \leq 98$; $IRI\% = 1.73$, 1.30, and 0.09 respectively) (Table 3).

Table 3. Diet composition of shortnose greeneye, *Chlorophthalmus agassizi*, from the Aegean Sea expressed as percent by number (N%), weight (W%), frequency of occurrence (O%) and relative importance (IRI%) prey categories (N: number of fish; TL: total length of fish; SE: standart error).

Prey groups	N%	O%	W%	IRI	IRI%
Foraminifera	37.04	1.79	1.66	69.11	1.30
Crustacea*					92.65
Copepoda*					11.63
<i>Neocalanus gracilis</i>	0.87	5.36	0.75	8.67	0.16
<i>Candacia armata</i>	0.65	1.79	0.54	2.14	0.04
<i>Candacia longimana</i>	1.09	7.14	0.46	11.07	0.21
<i>Candacia simplex</i>	1.31	5.36	0.37	8.98	0.17
<i>Corycaeus</i> sp.	0.22	1.79	0.34	1.00	0.02
<i>Euchaeta marina</i>	0.22	1.79	0.32	0.97	0.02
<i>Calanoida</i>	0.87	7.14	0.32	8.53	0.16
<i>Labidocera wollastoni</i>	1.74	14.29	0.84	36.97	0.70
<i>Oncaea media</i>	0.44	3.57	0.25	2.45	0.05
<i>Pleuromamma abdominalis</i>	4.58	12.50	0.63	65.06	1.23
Mysidacea	14.16	44.64	27.17	1845.14	34.77
Amphipoda	0.22	1.79	0.09	0.55	0.01
Isopoda	0.44	3.57	0.47	3.24	0.06
Euphausiacea	24.62	42.86	21.82	1990.40	37.50
Decapoda	5.88	32.14	22.15	900.93	16.98
Mollusca					
Sepiolidae	0.22	1.79	2.53	4.92	0.09
Chaetognatha					
<i>Sagitta</i> spp.	3.05	21.43	1.24	91.91	1.73
Teleostei	2.40	12.50	18.02	255.26	4.81
N	122				
Mean $TL_{(cm)}$	11.77				
SE	0.10				
% of empty stomachs	8.2				

*The values calculated for all prey groups of Crustaceans and copepods.

Among the crustaceans, Euphausiacea ($IRI\% = 37.50$) seemed to be most important prey followed by Mysidacea ($\%IRI = 34.77$), Decapoda ($IRI\% = 16.98$) and Copepoda ($IRI\% = 11.63$) (*Pleuromamma abdominalis*, *Labidocera wollastoni*, *Candacia longimana*, *Candacia simplex* and *Neocalanus gracilis* by the order of $IRI\%$). The groups of Euphausiacea and Mysidacea were found to be relatively more predominant than the group copepoda. The Copepoda species we determined were all pelagic ones. *Neocalanus gracilis* was reported as mesopelagic species (Pancucci-Papadopoulou et al. 1992). *Sagitta* spp. was the only chaetognathan species ($IRI\% = 1.73$) in the diet. Sediments must have been ingested during the hauling process since they were occasionally found in the diet. Sepiolidae (Cephalopoda) constituted 0.09% of the diet (Table 3). Several different benthic crustaceans were found in the stomachs of the few individuals examined in previous studies, and the species appears quite euryphagous. Stomach contents of *C. agassizii* caught off the north-western coast of Turkey (NE Aegean Sea) were examined and identified as prey items of the diets of *C. agassizii* dominated by crustacean remains and Amphipoda. Fish remains were also found occasionally (Kabasakal 1999). Bowman et al., (2000)

found that the diet was composed of unidentified crustaceans ($W\% = 68.8$), detritus ($W\% = 20.5$) and Polychaeta ($W\% = 10.7$). *C. agassizii* showed a mixed feeding strategy, exploiting a wide range of preys including mesopelagic, benthic and endobenthic organisms (Anastasopoulou and Kapiris 2008). In general both our data and published ones show that Euphausiacea and Copepoda of the holoplanktonic forms and Mysidacea and Decapoda of the meroplanktonic forms were predominant in the stomach contents of *C. agassizii*. Thus, we may conclude that feeding mode of the species is mostly based on pelagic organisms rather than benthic ones.

Hoplostethus mediterraneus

Stomach contents of 108 Mediterranean slimehead were investigated. 62 stomachs had food (57.4%) and 46 were empty (42.6%). The diet was dominated by Crustacea and Teleostei (MIP; $IRI \geq 552$) which comprised 88.31% and 15.35% of the diet respectively. Some of the fish were also feeding on Chaetognatha (SP; $552 > IRI > 61$; $IRI\% = 2.40$). Appendicularia ($IRI\% = 0.11$) occurred only once and considered as occasional prey group (OP; $IRI \leq 61$) (Table 4). Among the crustaceans, Decapoda was principal prey ($IRI\% = 78.50$) followed by Isopoda ($IRI\% = 3.50$) and Mysidacea ($IRI\% = 0.13$). *Sagitta* spp. was the only chaetognathan species ($IRI\% = 2.40$) in the diet. (Table 4).

Table 4. Diet composition of Mediterranean slimehead, *Hoplostethus mediterraneus*, from the Aegean Sea expressed as percent by number (N%), weight (W%), frequency of occurrence (O%) and relative importance (IRI%) prey categories (N: number of fish; TL: total length of fish; SE: standart error).

Prey groups	N%	W%	O%	IRI	IRI%
Crustacea*					88.31
Mysidacea	2.83	0.96	3.23	10.80	0.13
Isopoda	7.14	36.36	6.45	281.24	3.50
Decapoda	52.38	40.65	67.74	6309.06	78.50
Chaetognatha					
<i>Sagitta</i> spp.	14.29	0.68	12.90	193.18	2.40
Appendicularia	2.38	0.33	3.23	8.73	0.11
Teleostei	21.43	21.02	29.03	1233.75	15.35
N	108				
Mean $TL_{(cm)}$	11.80				
SE	0.24				
% of empty stomachs	42.6				

*The values calculated for all prey groups of Crustaceans.

Several studies of the diet of this species have been carried out in the south coast of Portugal and north-eastern Atlantic (Gordon and Duncan 1987; Pais, 2002). The general impression from studies is that Mediterranean slimehead mostly feeds on crustaceans. Gordon and Duncan (1987) recorded that Decapoda, Mysidacea and Amphipoda occur in diet by order of importance. Pais (2002) found Isopoda and Euphausiacea as main prey; this species is a benthopelagic feeder, preying mainly on crustaceans. The dominant prey species encountered were the Euphausiacea and Amphipoda. Other important prey items ingested were fish (6.7 $IRI\%$); however; the advanced stage of digestion of fish did not allow this prey group to be further identified. In conclusion, in a thermally stable environment such as the deep eastern

Mediterranean, food availability probably constitutes the main factor to influence food consumption and possibly the reproductive cycle of *H. mediterraneus*. Since this species is predominant in mid-slope assemblages, this conclusion may explain the general dynamics of the whole fish community (Madurell and Cartes 2005). According to Cartes *et al.*, (2002) this species is non-migratory macroplankton feeder. To the contrary of seldom existence of pelagic Chaetognatha and Appendicularia, plenty of benthic decapods have indicated that feeding mode of the species mostly depends on the bottom. Similar to our study findings were obtained in the Wairarapa coast (North Island, New Zealand) (Jones, 2009).

Capros aper

The stomach contents of 74 boar fish were examined. Only 40 (55%) stomach had food, while most of others had empty (45%). As a result of the analysis, Crustacea and Chaetognatha were found to be main important prey groups in *C. aper* diet (MIP; IRI \geq 1148; IRI%=75.59 and 24.75 respectively), while Chaetognatha made up the second important group (IRI%=24.75). Appendicularia and Thaliacea constituted secondary prey groups (SP; 1148>IRI>128; IRI%=20.62 and 13.21 respectively). Polychaeta (IRI%=0.31) were considered occasional prey group (OP; IRI \leq 128) (Table 5). Among the crustaceans, Copepoda (like *Clausocalanus* sp., *Nannocalanus minor*, *Corycaeus typicus*, *Oncaea media* and *Clausocalanus arcuicornis* by the order of (IRI %) were principal prey followed by Decapoda (IRI%=3.57); Brachyura (IRI%=1.19), Mysidacea (IRI%=0.62), Isopoda (IRI%=0.58) and Amphipoda (IRI%=0.38). *Sagitta* spp. was the only chaetognathan species (IRI%=24.75) to be found in the diet. *Oikopleura dioica* (Appendicularia) and *Salpa* spp. (Thaliacea) composed IRI%=20.62 and IRI%=13.21 of the diet, respectively (Table 5). The groups of Chaetognatha, Appendicularia, Copepoda and Thaliacea are found to be dominant in stomach analyses. These groups are holoplanktonic forms and have large distribution in pelagic region. These groups were widespreadly determined in various zooplanktonic research carried out in different small bays, inlets and gulfs of the Aegean Sea, with especially predominant copepods (Pavlova, 1966; Moraitou-Apostolopoulou, 1972; Pancucci-Papadopoulou *et al.*, 1992). *Oncaea media*, *Clausocalanus arcuicornis*, *Clausocalanus furcatus*, *Lucicutia flavicornis*, *Corycaeus typicus*, *Temora stylifera* and *Nannocalanus minor* which are found to be common among copepods were also found inhabiting the zooplanktonic studies done in the Aegean Sea (Moraitou-Apostolopoulou, 1985; Pancucci-Papadopoulou *et al.*, 1992; Sever, 2009). In the study carried out by Kaya and Özaydin (1996), copepods are the most available ones (numerically 85%), followed by Polychaeta (7%) and Mollusca (3%) in the south Aegean Sea. Santos and Borges (2001) found the diet composed of crustaceans like hyperiids (O%=35.0) and Euphausiacea, Teleostei such as Myctophidae (O%=2.0), and

Mollusca (O%=2.0) in the Algarve, Portugal. According to Cartes *et al.*, (2002), this species is non-migratory macroplankton predator.

One should conclude our results to indicate the trophic status of five species examined are primarily attributable to the carnivorous guild. Two major prey groups were found in diets of all the five fish: Crustacea (like Copepoda and Isopoda) and Chaetognatha (*Sagitta* spp.). In addition to this, *H. mediterraneus* and *C. agassizi* also feed as piscivore. Appendicularia occurred only in diets of *C. aper* and *H. mediterraneus*. Polychaeta were consumed only by *A. sphyraena* and *C. aper*. *C. aper* was also found predator on Thaliacea, and *C. agassizi* on Mollusca and Foraminifera.

Table 5. Diet composition of boar fish, *Capros aper*, from the Aegean Sea expressed as percent by number (N%), weight (W%), frequency of occurrence (O%) and relative importance (IRI%) prey categories (N: number of fish; TL: total length of fish; SE: standart error).

Prey groups	N%	W%	O%	IRI	IRI%
Polychaeta	0.40	2.77	5.00	15.86	0.31
Crustacea*					75.59
Copepoda*					63.87
<i>Candacia longimana</i>	0.40	3.09	5.00	17.45	0.34
<i>Candacia simplex</i>	0.40	1.39	5.00	8.94	0.17
<i>Clausocalanus furcatus</i>	0.40	1.70	5.00	10.52	0.20
<i>Candacia</i> sp.	0.40	1.74	5.00	10.72	0.21
<i>Corycaeus clausi</i>	0.40	1.78	5.00	10.92	0.21
<i>Lubbockia squillimana</i>	0.40	1.15	5.00	7.75	0.15
<i>Lucicutia flavicornis</i>	0.80	5.27	5.00	10.34	0.59
<i>Neocalanus tenuicornis</i>	0.40	1.82	5.00	11.11	0.22
<i>Sapphirina metallina</i>	0.80	4.16	5.00	24.80	0.48
<i>Pleuromamma gracilis</i>	0.40	3.40	5.00	19.03	0.37
<i>Pleuromamma abdominalis</i>	3.61	0.99	10.00	46.04	0.89
<i>Oncaea media</i>	3.21	4.20	15.00	111.14	2.16
<i>Temora stylifera</i>	1.20	0.95	10.00	21.55	0.42
<i>Calanoida</i>	15.66	1.66	45.00	779.64	15.12
<i>Corycaeus typicus</i>	3.21	4.00	20.00	144.23	2.80
<i>Clausocalanus arcuicornis</i>	4.42	1.90	15.00	94.77	1.84
<i>Nannocalanus minor</i>	6.83	3.05	20.00	197.51	3.83
<i>Clausocalanus</i> sp.	5.22	1.90	30.00	231.63	4.14
Mysidacea	0.80	2.41	10.00	32.18	0.62
Amphipoda	0.40	3.56	5.00	19.82	0.38
Isopoda	0.40	5.58	5.00	29.92	0.58
Decapoda	2.01	5.34	25.00	183.81	3.57
Brachyura	1.20	4.91	10.00	61.14	1.19
Cypris larva	0.40	6.02	5.00	32.10	0.62
Chaetognatha					
<i>Sagitta</i> spp.	14.46	13.90	45.00	1275.90	24.75
Appendicularia					
<i>Oikopleura dioica</i>	18.88	4.75	45.00	1063.17	20.62
Thaliacea					
<i>Salpa</i> spp.	12.85	6.61	35.00	681.19	13.21
N	74				
Mean TL _(cm)	6.31				
SE	0.08				
% of empty stomachs	45.0				

*The values calculated for all prey groups of Crustaceans and copepods.

Fishes living in association with the deep sea floor complete the bathymetric profile in the open ocean in terms of trophic relationships in that they participate in the vertical transfer of energy between the productive surface waters and depth zones increasingly distant from the surface.

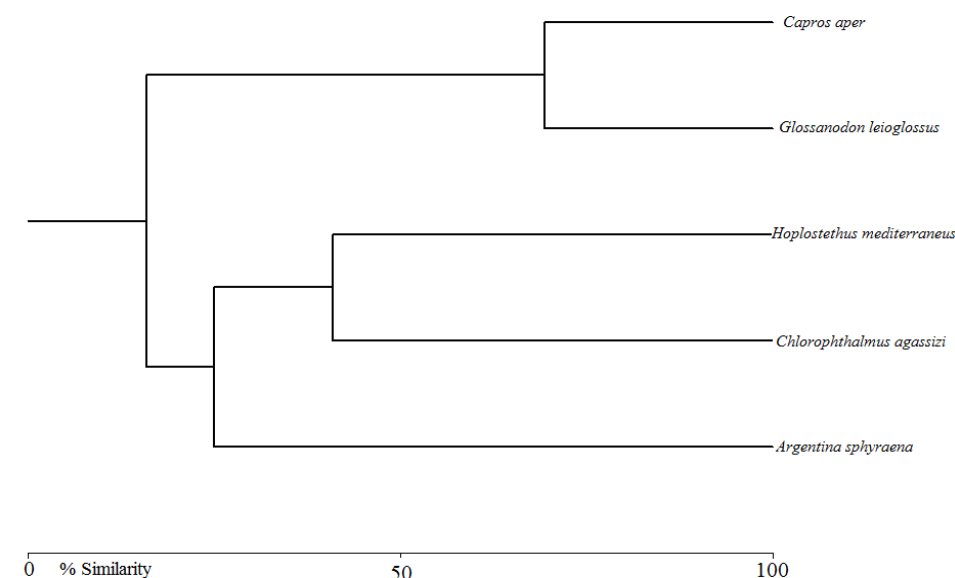


Figure 1. Dendrogram of the cluster analysis showing diet similarity (IRI%) in relation to fish using Bray-Curtis index.

Most of the prey species consumed by the five deep sea fish live in benthopelagic and epibenthic environments. The ingestion of small amounts of sand and detritus can provide a clue that is also foraged near the bottom. Therefore, it is apparent that they are not dependent on benthic organisms for prey, since they can feed on benthopelagic and even pelagic and mesopelagic preys. This fact could allow us to admit that these deep sea fish can make vertical migrations in the water column. Crustaceans, especially copepods and euphausiids, provide the main food source for midwater fishes (Horn and Ferry-Graham 2006). However, the corroboration of these migrations and the definition of its periodicity require a sampling methodology conducted in different time of the day and a study should be done separately. A comparison of five

deep sea fish IRI% values of prey groups based on Bray-Curtis index revealed that *C. aper* and *G. leioglossus* are similar, whereas the other fish (*H. mediterraneus*, *C. agassizi* and *A. sphyraena*) have diet similarity (Fig. 1). No data are available on the abundance of the prey organisms in the area, and therefore it is not clear whether the prey species are dominant and the predators are selecting their prey preferentially, whether the food resources are exploited in a density-dependent manner.

ACKNOWLEDGEMENTS:

The authors would like to thank A. Kuruca, captain of F/V Kuruca Hapuloglu and his crew for their assistance in obtaining the fish samples.

REFERENCES

- Anastasopoulou, A., Kapiris, K. 2008. Feeding ecology of the shortnose greeneye *Chlorophthalmus agassizi* Bonaparte, 1840 (Pisces: Chlorophthalmidae) in the eastern Ionian Sea (eastern Mediterranean). *Journal of Applied Ichthyology*, 24: 170-179. doi: [10.1111/j.1439-0426.2007.01028.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2007.01028.x)
- Bilecenoglu, M., Taskavak, E., Mater S., Kaya, M. 2002. Checklist of the marine fishes of Turkey. *Zootaxa*, 113: 194 pp. doi: [10.1080/09397140.2005.10638091](https://doi.org/10.1080/09397140.2005.10638091)
- Bilecenoglu, M., Bilge, G., Filiz, H. 2005. First record of the Small-toothed Argentine, *Glossanodon leioglossus* (Valenciennes, 1848) (Osteichthyes: Argentinidae), from Turkey. *Zoology in the Middle East*, 34: 110-112.
- Bowman, R.E., Stillwell, C.E., Michaels, W.L., Grosslein, M.D. 2000. Food of northwest Atlantic fishes and two common species of squid. *National Oceanic and Atmospheric Administration, Technical Memorandum, National Marine Fisheries Service-Northeast Region*, 155: 138 pp.
- Brodskii, K.A. 1967. Calanoids of the Far Eastern Seas and Polar Basin of the USSR. Keys to the Fauna of the USSR, published by the Zoological Institute of the Academy of Sciences of the USSR, 35: 440 pp.
- Cartes, J.E., Abello, P., Lloris, D., Carbonell, A., Torres, P., Maynou, F., Sola, L.G.D. 2002. Feeding guilds of western Mediterranean demersal fish and crustaceans: an analysis based on a spring survey. *Scientia Marina*, 66 (Suppl. 2): 209-220.
- Cartes, J.E., Maynou, F., Sarda F., Company, J.B., Lloris, D., Tudela, S. 2004. The Mediterranean deep-sea ecosystems Part I.: An overview of their diversity, structure, functioning and anthropogenic impacts. In: The Mediterranean deep-sea ecosystems: an overview of their diversity, structure, functioning and anthropogenic impacts, with a proposal for conservation. *The World Conservation Union, Málaga and World Wide Fund for Nature, Rome*: 9-38.
- Cohen, D.M. 1984. Argentinidae (including Microstomatidae). In: P.J.P. Whitehead, Bauchot M.L.J., Hureau C., Nielsen J., Tortonese E. (eds) *Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean, Volume 1. Unesco, Paris*: 386-391.
- Cortes, E. 1997. A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54: 726-738.
- D'Onghia, G., Tursi, G., Maiorano P., Matarrese, A., Panza, M. 1998. Demersal fish assemblages from the bathyal grounds of the Ionian Sea (middle-eastern Mediterranean). *Italian Journal of Zoology*, 65 (Suppl.): 287-192. doi: [10.1080/11250009809386834](https://doi.org/10.1080/11250009809386834)

- D'Onghia, G., Politou, C.Y., Bozzano, A., Lloris, D., Rotllant, G., Sion, L., Mastroto taro, F. 2004. Deep-water fish assemblages in the Mediterranean Sea. *Scientia Marina*, 68 (Suppl. 3): 87-99.
- Fisher, W., Schneider, M., Bauchot, M.L. 1987. Fishes FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche, *Méditerranée et Mer Noire, zone de pêche 37, Vertébrés. Vol. II. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome*: 1045 pp.
- Gordon, J.D.M., Duncan, A.R. 1987. Aspects of the biology of *Hoplostethus atlanticus* and *H. mediterraneus* (Pisces: Berycomorphi) from the slopes of the Rockall Trough and the Porcupine Sea Bight (north-eastern Atlantic). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 67: 119-133. doi: [10.1017/S0025315400026400](https://doi.org/10.1017/S0025315400026400)
- Horn, M.H., Ferry-Graham, L.A. 2006. Feeding Mechanisms and Trophic Interactions. In: Allen, L.G., Pondella II, D.J. and Horn, M.H. (eds), *The Ecology of Marine Fishes, California and Adjacent Waters. University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London*, 660 pp.
- Hyslop, E.J. 1980. Stomach content analysis-a review of methods and their applications. *Journal of Fish Biology*, 17: 411-429. doi: [10.1111/j.1095-8649.1980.tb02775.x](https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1980.tb02775.x)
- Isari, S., Psarra, S., Pitta, P., Mara, P., Tomprou, M.O., Ramfos, A., Somarakis, S., Tselepidis, A., Koutsikopoulos, C., Fragopoulou, N. 2007. Differential patterns of mesozooplankters' distribution in relation to physical and biological variables of the northeastern Aegean Sea (eastern Mediterranean). *Marine Biology*, (151): 1035-1050. doi: [10.1007/s00227-006-0542-7](https://doi.org/10.1007/s00227-006-0542-7)
- Jones, M.R.L. 2009. Diets of eight fish species from the upper slope off the Wairarapa coast, North Island, New Zealand, with notes on the diets of others. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 43(4): 929-939. doi: [10.1080/00288330909510051](https://doi.org/10.1080/00288330909510051)
- Kabasakal, H. 1999. A note on the diet of five deep sea fishes from the North-eastern Aegean Sea. *Bljeske-Notes*, 82: 1-6.
- Kallianiotis, A., Sophronidis, K., Vidoris, P., Tselepidis, A. 2000. Demersal and megafaunal assemblages on the Cretan continental shelf and slope (NE Mediterranean): seasonal variation in species density, biomass and diversity. *Progressive Oceanography*, 46: 429-455. doi: [10.1016/S0079-6611\(00\)00028-8](https://doi.org/10.1016/S0079-6611(00)00028-8)
- Kaya, M. 1993. An Investigation on the Deep Sea Fishes of the Aegean Sea (in Turkish with English summary). *Turkish Journal of Zoology*, 17: 411-426.
- Kaya, M., Özaydin, O. 1996. A preliminary Investigation on Biology of *Capros aper* (L., 1758) (Pisces: Caproidae) (in Turkish with English summary). *Turkish Journal of Zoology*, 20: 51-55.
- Kerstan, S.L. 1989. The food of silver roughy (*Hoplostethus mediterraneus*, Berycoformes, Trachichthyidae) from New Zealand waters. *Meeresforschung*, 32: 241-247.
- Labropoulou, M., Papaconstantinou, C. 2000. Community structure of deep-sea demersal fish in the North Aegean Sea (northeastern Mediterranean). *Hydrobiologia*, 440: 281-296. doi: [10.1023/A:1004199917299](https://doi.org/10.1023/A:1004199917299)
- Macpherson, E. 1979. Relations trophiques des poissons dans la Méditerranée occidentale. Rapports. *Commission Internationale Exploration Science Mer Méditerranéenne*, 25/26: 49-58.
- Macpherson, E., Roel, B.A. 1987. Trophic relationships in the demersal fish community off Namibia. In: Payne A.I.L., Gulland J.A. & Brink K.H. (eds), *The Benguela and Comparable Ecosystems. South African Journal of Marine Sciences*, 5: 585-596.
- Madurell, T., Labropoulou, M. 2000. A preliminary study on the feeding habits of *Hoplostethus mediterraneus* and *Helicolenus dactylopterus* in the Ionian Sea. *Proceedings of the 6th Panhellenic Symposium of Oceanography and Fisheries*, 6: 39-44.
- Madurell, T., Cartes, J.E., Labropoulou, M. 2004. Changes in the structure of fish assemblages in a bathyal site of the Ionian Sea (eastern Mediterranean). *Fisheries Research*, 66: 245-260. doi: [10.1016/S0165-7836\(03\)00205-4](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(03)00205-4)
- Madurell, T., Cartes, J. E. 2005. Temporal changes in feeding habits and daily rations of *Hoplostethus mediterraneus* in the bathyal Ionian Sea (eastern Mediterranean). *Marine Biology*, 146: 951-962. doi: [10.1007/s00227-004-1502-8](https://doi.org/10.1007/s00227-004-1502-8)
- Maul, G.E. 1986. Trachichthyidae. In: Whitehead, P.J.P., Bauchot, M.L., Hureau, J.C., Nielsen, J., Tortonese, E. (eds), *Fishes of the North-eastern Atlantic and Mediterranean. Unesco, Paris*: 749-752.
- Moraitou-Apostolopoulou, M. 1972. Occurrence and fluctuation of the pelagic copepods of the Aegean Sea with some notes on their ecology. *Hellenic Oceanography Limnology*, 11: 325-402.
- Moraitou-Apostolopoulou, M. 1985. The zooplankton communities of the Eastern Mediterranean (Levantine basin, Aegean Sea); influence of the man-made factors. In: Moraitou-Apostolopoulou, M., Kiortsis, V. (eds). *Mediterranean Marine Ecosystems, Plenum Press, New York*: 303-331. doi: [10.1007/978-1-4899-2248-9_14](https://doi.org/10.1007/978-1-4899-2248-9_14)
- Morato, T.M., Sola, E., Gros, M.P., Menezes, G., Pinho, M.R. 1998. Trophic relationships and feeding habits of demersal fishes from the Azores: importance to multispecies assessment. *The International Council for the Exploration of the Sea CM 1998/O:7, The International Council for the Exploration of the Sea Headquarters, Copenhagen*, 34 pp.
- Neighbors, M.A., Wilson, J.R.R. 2006. Deep Sea. In: Allen L.G., Pondella II D.J., Horn M.H. (eds). *The Ecology of Marine Fishes, California and Adjacent Waters. University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London*: 660 pp.
- Pais, C. 2002. Diet of a deep sea fish, *Hoplostethus mediterraneus*, from the south coast of Portugal. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 82(2): 351-352. doi: [10.1017/S002531540200557X](https://doi.org/10.1017/S002531540200557X)
- Pancucci-Papadopoulou, M.A., Siokou-Frangou, I., Theocharis, A., Georgopoulos, D. 1992. Zooplankton vertical distribution in relation to the hydrology in the NW Levantine and the SE Aegean seas (Spring 1986). *Oceanologica Acta*, (15)4: 365-381.
- Pavlova, E. 1966. Composition and distribution of zooplankton in the Aegean Sea. In: *Investigation of plankton in South Sea. 7 Ed. Science M., Moscow*, 38-61.
- Pinkas, L., Olshiphant, M.S., Iverson, I.L.K. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. *California Fish and Game*, 152: 1-105.
- Rose, M. 1933. Faune de France. *Copépods Pélagiques*, 26: 374 pp.
- Quéro, J.C. 1984. Caproidae. In: Whitehead, P.J.P., Bauchot, M.L., Hureau, J.C., Nielsen, J., Tortonese, E. (eds), *Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean. Unesco, Paris. Vol. 2: 777-779*.
- Santos, J. and Borges, T. 2001. Trophic relationships in deep-water fish communities off Algarve, Portugal. *Fisheries Research*, 51: 337-341. doi: [10.1016/S0165-7836\(01\)00257-0](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(01)00257-0)
- Sever, T.M. 2009. Pelagic Copepoda fauna of the Aegean Sea and distribution of the common species (in Turkish with English summary). *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, Volume 26(3): 203-209.
- Stergiou K.I., Karpouzi V.S. 2002. Feeding habits and trophic levels of Mediterranean fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 11(3): 217-254. doi: [10.1023/A:1020556722822](https://doi.org/10.1023/A:1020556722822)
- Sulak, K.J. 1984. Chlorophthalmidae. In: Whitehead, P.J.P., Bauchot, M.L., Hureau, J.C., Nielsen, J., Tortonese, E. (eds), *Fishes of the North-eastern Atlantic and Mediterranean. Unesco, Paris*: 412-420.
- Wootton, R.J. 1990. Ecology of teleost fishes. *Chapman and Hall, London*: 404 pp.

Astronot Balığı (*Astronotus ocellatus*) eksternal ve internal tat tomurcuklarının dağılımı ve yoğunluğu

The distribution and density of external and internal taste buds in Oscar Fish (*Astronotus ocellatus*)

Emel Demirbağ • Kenan Çınar • Musa Tolga Timurlenk* • Funda Pekmezci

Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Isparta
*Corresponding author: timurlenk@hotmail.com

Abstract: In this study, it was aimed to describe some morphometric parameters about the size, distribution and density of the internal and external taste buds of astronaut fish, *Astronotus ocellatus*. The tissue samples dissected from the different parts of the skin (the lower and upper lips, forehead, gular part, operculum and lateral line); the fins (dorsal, caudal, anal, ventral and pectoral); the tongue and palate of the six adult specimens were investigated histologically. When compared to other regions, the taste buds of the tongue, upper and lower lips were noted as more intensive, respectively. Quantitative studies exhibited that, the largest buds were located in lower lip; however, the average thickness of the epithelium was highest in the upper lip. Statistical data were also showed that the buds are more intensively located in internal parts than internal ones.

Keywords: *Astronotus ocellatus*, skin, tongue, palate, fins, Oscar fish

Özet: Bu çalışmada astronot balığı (*Astronotus ocellatus*)'nda eksternal ve internal tat tomurcuklarının dağılımı ve yoğunluğunun bazı morfometrik parametrelerle tanımlanması amaçlanmıştır. Araştırma materyali olarak 6 adet erişkin astronot balığı (*Astronotus ocellatus*)'na ait deri (alt ve üst dudak, alın, gular bölge, operkulum, lateral çizgi) ve yüzgeçler (dorsal, kaudal, anal, ventral ve pektoral) ile dil ve damak bölgelerinden alınan örnekler histolojik olarak araştırıldı. Yapılan incelemeler sonucunda tat tomurcuklarının dilde, alt ve üst dudaklarda diğer bölgelerden daha yoğun oldukları belirlendi. Kantitatif ölçümler sonucunda en büyük boyuta sahip tat tomurcuklarının alt dudakta yerleşim gösterdikleri, bununla birlikte ortalama epidermis kalınlığının en yüksek üst dudakta olduğu saptandı. İstatistiksel veriler internal bölgelerdeki tat tomurcuklarının yoğunluğunun eksternal bölgelerdekine oranla daha fazla olduğunu gösterdi.

Anahtar kelimeler: *Astronotus ocellatus*, deri, dil, damak, yüzgeç, astronot balığı

GİRİŞ

Tat tomurcukları özel kimyasal uyarıların hızla ayırt edilmesini sağlayarak canlıların hayatlarını sürdürebilmeleri için gerekli besinleri bulmak ve algılamak için özelleşen, bu besinlerin vücut içine alınması ya da geri çevrilmesinde görev alan periferel duyu alıcılarıdır (Kasumyan, 1997; Suzuki, 2007). Tat reseptörlerinin esas yapıları tüm omurgalılarda benzerdir, ancak genel anlamda balıklardaki tat alma duyusunun insanlara göre daha gelişmiş olduğu kabul edilir (Demir, 2009). Balıklarda bu yapılaşmalar başka önemli farklılıklar da göstermektedir (Timur, 2011); örneğin genelde oral kavitede yaygın ve yoğun dağılım gösteren reseptörler başta dudaklar olmak üzere baş bölgesinde ve özellikle bıyıklar ile modifiye olmuş yüzgeç ışınlarında, yani vücudun dış kısımlarında da bulunabilir (Ekingen, 2001). Oral tat tomurcukları endoderm, eksternal tat tomurcukları ise ektodermal kökenlidir. Vücudun çeşitli kısımlarındaki tat tomurcuklarının tat alma yeteneği ve eşik değerlerinin farklı oldukları, ayrıca türler arasında da dikkate değer farklar bulunduğu deneysel olarak saptanmıştır. Ayrıca, balıklarda diğer omurgalılara göre tat tomurcuklarının sayısı da daha fazladır (Barlow ve Northcutt, 1995). Bu çalışmada, yukarıda

belirtilen özgün nitelikler uzantısında ilginç yapılar olan tat tomurcuklarının, astronot balığında (*Astronotus ocellatus*) eksternal ve internal vücut bölgelerindeki dağılım ve yoğunluklarının belirlenmesi amaçlandı.

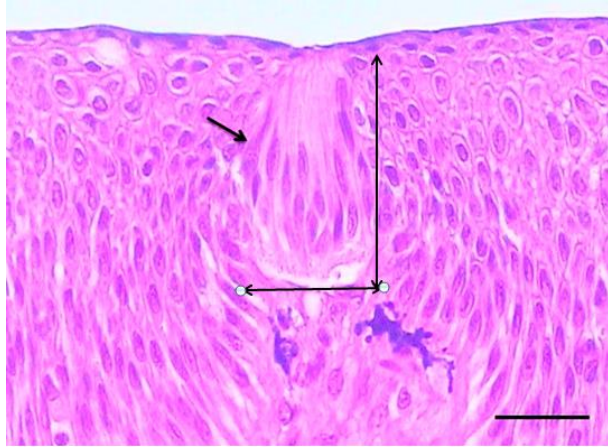
MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma materyali olarak akvaryumcudan temin edilen 6 adet erişkin (+2 yaş) Astronot balığı (*Astronotus ocellatus*) kullanıldı (Etik Kurul Belgesi: SDÜ HADYEK, B.30.2.SDÜ.0.05.06.00-89). 5 L'lik akvaryumlarda adaptasyon süreci beklenmeden, balıkların buldukları tanka 25-30 ppm oranında quinaldine sülfat eklendi ve 1-4 dakika süreyle anestezi altına alındı (Yanar ve Kumlu, 2001). Anestezi işlemi tamamlandıktan sonra dekapitasyon uygulandı ve balıklardan deri (alt ve üst dudak, alın, gular bölge, operkulum, lateral çizgi) ve yüzgeç (dorsal, kaudal, anal, ventral ve pektoral) ile dil ve damak örnekleri alındı. Alınan örnekler Bouin solüsyonunda 18 saat süreyle tespit edildikten sonra yıkanmadan rutin doku takibi aşamalarından geçirilerek (yükselen derecedeki alkoller ve ksiloller) parafinde bloklandı. Bloklardan 6-7 mikrometre kalınlığında alınan kesitlere

Hematoksilen-Eozin (Bancroft vd., 1996) boyama yöntemi uygulandı. Hazırlanan preparatlar Olympus CX 41 tipi ışık mikroskobu ile incelenerek, çalışılan her bölge için her preparatta 3 mm²lik alanda olmak üzere toplam onar preparatta tat tomurcuğu sayımı ve ilgili kısımlardan fotoğraf çekimi yapıldı. Sayım yapılan preparatlarda, çalışılan her bölgenin epidermis kalınlıkları, tat tomurcuklarının boyları (µm) ile eksternal ve internal bölgelerde tat tomurcuklarının dağılımı SPSS-17 programı ile hesaplandı.

BULGULAR

Astronot balığı (*Astronotus ocellatus*)'nda eksternal ve internal bölgelerde yerleşim gösteren tat tomurcuklarının bulunduğu alanın genel histolojik yapısı, ölçümünün yapılmış şekli alt dudak üzerinde Şekil 1'de gösterilmiştir.

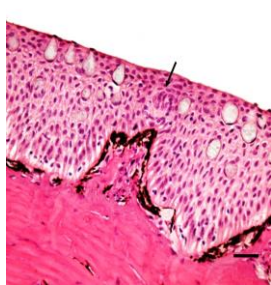


Şekil 1. Tat tomurcuğunun genel görünümü (ok), ölçüm şekli çift taraflı oklar. Alt dudak. H&E. Bar: 50 µm

Figure 1. Overview of the taste bud (arrow), double-sided arrows in the shape measurement. The lower lip. H & E. Bar: 50 µm

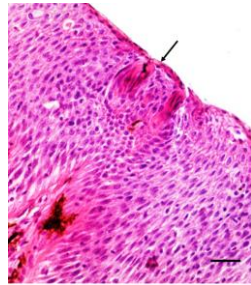
a- Eksternal bölgeler

Ortalama epidermis kalınlıkları ile bu bölgelerdeki tat tomurcuklarının ortalama boyutları Tablo 1'de belirtilmiştir. Buna göre; epidermis kalınlığının en fazla olduğu bölgenin üst dudak (51 µm), en az olduğu bölgenin ise anal yüzgeç (24 µm) olduğu belirlendi. En büyük boyuta sahip olan tat tomurcuklarının alt dudakta (Şekil 2), en küçük boyuta sahip olan tat tomurcuklarının ise operkulumda (Şekil 3) yerleşim gösterdiği saptandı.



Şekil 2. En büyük boy tat tomurcuğu (ok). Alt dudak. H&E. Bar: 50 µm

Figure 2. The biggest size taste bud (arrow). Lower lip. H&E. Bar: 50 µm



Şekil 3. En küçük boy tat tomurcuğu (ok). Operkulum. H&E. Bar: 25 µm

Figure 3. The smallest size taste bud (arrow). Operculum. H&E. Bar: 25 µm

Çalışılan eksternal bölgelerde tat tomurcuklarının genellikle mikroskobik papillalar üzerinde (Şekil 4) yerleşim gösterdiği tespit edildi. Eksternal bölgeler arasında en fazla tat tomurcuğu yoğunluğuna sahip olan bölgenin alın olduğu ($2,10 \pm 2,234$) belirlendi. Ayrıca tat tomurcuğu yoğunluğunun alt dudakta, üst dudaktan daha fazla olduğu saptandı.

Çalışılan yüzgeç bölgeleri arasında en fazla ortalama epidermis kalınlığına sahip bölgenin kaudal yüzgeç (40 µm); en yüksek tat tomurcuğu yoğunluğuna sahip bölgenin ise 2.dorsal yüzgeç olduğu belirlendi.



Şekil 4. Mikroskobik papillalar (ince oklar) ve tat tomurcukları (kalın oklar). Üst dudak. H&E. Bar: 50 µm

Figure 4. Microscopic papillae (thin arrows) and taste buds (thick arrows). Upper lip. H&E. Bar: 50 µm

b- İnternal bölgeler

Ortalama epidermis kalınlıkları ile bu bölgelerdeki tat tomurcuklarının ortalama boyutları Tablo 1'de belirtilmiştir. Buna göre damak epidermis kalınlığının (34 µm) dil epidermis kalınlığından (30 µm) fazla olduğu belirlendi. Buna paralel olarak damaktaki tat tomurcuklarının ortalama boyutlarının (34 µm) dildekilere nazaran daha büyük oldukları saptandı. Ancak tat tomurcuklarının dilde ($2,80 \pm 1,989$) damaktakine ($2,40 \pm 1,838$) nazaran daha yoğun dağılım gösterdikleri tespit edildi.

c- Genel değerlendirme

Sonuç olarak, incelenen eksternal ve internal bölgelerde şekilleri ve yapıları benzer olan tat tomurcuklarının en yoğun olarak altında yerleştikleri, bunu sırasıyla, dil, dudaklar, damak

ve 2.dorsal yüzgecin izlediği; tat tomurcuğu yoğunluğunun en az olduğu bölgenin ise ventral yüzgeç olduğu belirlendi (Tablo 2).

Tablo 1. Eksternal ve internal bölgelerde ortalama epidermis kalınlıkları ve tat tomurcuklarının boyları (μm)

Table 1. The average epidermis thickness and taste bud sizes (μm) in external and internal

Bölgeler	Epidermis kalınlığı	Tat tomurcuğu boyutu
Pektoral yüzgeç	37	9x18
1.Dorsal yüzgeç	34	11x19
2.Dorsal yüzgeç	33	12x17
Ventral yüzgeç	27	10x14
Kaudal yüzgeç	40	10x14
Anal yüzgeç	24	11x12
Alt dudak	25	15x23
Üst dudak	51	11x11
Alın	32	9x11
Gular bölge	33	9x13
Operkulum	34	7x14
Lateral çizgi 1.bölge	34	11x18
Lateral çizgi 2. Bölge	41	10x19
Lateral çizgi 3.bölge	35	13x17
Dil	30	11x10
Damak	34	13x14

Tablo 2. Eksternal ve internal bölgelerde tat tomurcuklarının dağılımı (n=6)

Table 2. The distribution of taste buds in external and internal regions (n=6)

Bölgeler	Ortalama	SE	Min.-Mak.
Pektoral yüzgeç	0.70	1.059 ^a	1-4
1.Dorsal yüzgeç	1.60	1.578 ^{abc}	1-5
2.Dorsal yüzgeç	1.80	1.751 ^{abc}	1-4
Ventral yüzgeç	0.80	0.919 ^a	1-3
Kaudal yüzgeç	0.80	1.476 ^a	0-3
Anal yüzgeç	0.80	1.135 ^a	0-2
Alt dudak	6.30	1.889 ^d	5-8
Üst dudak	2.70	1.889 ^c	1-7
Alın	2.10	2.234 ^{abc}	2-4
Gular bölge	1.70	1.337 ^{abc}	0-4
Operkulum	1.50	1.080 ^{abc}	1-3
Lateral çizgi 1.bölge	0.60	0.699 ^a	0-4
Lateral çizgi 2. Bölge	0.80	1.135 ^a	0-3
Lateral çizgi 3.bölge	1.00	1.247 ^{ab}	0-3
Dil	2.80	1.989 ^c	1-6
Damak	2.40	1.838 ^{bc}	1-5

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bugüne kadar farklı balık türlerinde eksternal ve internal tat tomurcuklarının dağılım ve yoğunluklarının belirlenmesine yönelik çalışmalar (Kiyohara ve Yamashita, 1980; Atema, 1980; Jakubowski ve Whitear, 1990; Çınar vd., 1999; Çınar ve Kır, 2001; Hansen vd., 2002; Diaz-Regueira vd., 2005; Ohkubo vd., 2005; Diler vd., 2009; Karaoğlu, 2011) yapılmıştır. Ancak akvaryum balıklarına yönelik yapılmış çalışmaların sayısı sınırlı olup astronot balığında tat

tomurcuklarının dağılımı ve yoğunluğu ile ilgili çalışma bulunmamaktadır.

Garra lamta üzerinde yapılan bir çalışmada alt dudak (41.22 μm) ve üst dudak (48.22 μm) ortalama epidermis kalınlıkları arasında farklılık olduğu bildirilmiştir (Pinky ve Mittal, 2008). Bu çalışmada da benzer şekilde alt dudak (25 μm) ve üst dudak (51 μm) ortalama epidermis kalınlıkları arasında farklılık olduğu saptandı.

Eram ve Michel (2005) Kanal kedi balığında (*Ictalurus punctatus*) damak epitelindeki tat tomurcuklarının ortalama boyutlarının 61.7 x 43.5 μm olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada ise damak lamina epitelyalisindeki tat tomurcuklarının ortalama boyutlarının 13 x 14 μm olduğu belirlendi.

Bıyıklı balık (*Barbus capito pectoralis*)'ta tat tomurcuklarının en yoğun olarak gular bölgede buldukları, bunu sırasıyla operkulum, alın ve anal bölgelerin epidermislerinin izlediği bildirilmiştir (Çınar ve Kır, 2001). Sudak balığında ise tat tomurcuklarının en fazla üst dudak epidermisinde dağılım gösterdiği, bunu sırasıyla alt dudak, lateral bölge, gular bölge, operkulum ve alın bölgesi epidermislerinin takip ettiği belirtilmiştir (Karaoğlu, 2011). Bu çalışmada ise eksternal bölgelerde tat tomurcuklarının alt dudakta yoğun olarak buldukları bunları üst dudak, alın, 2.dorsal yüzgeç ve gular bölgenin izlediği görüldü.

Bazı Cyprinidae (*Phoxinus phoxinus*, *Blicca bjoerkna*, *Carassius carassius*, *Vimba vimba*, *Abramis brama*, *Rutilus rutilus*, *Alburnus alburnus*, *Leucaspis delineatus*, *Pelicus cultratus*, *Rhodeus sericeus*) türlerinde eksternal tat tomurcuklarının oldukça yoğun olduğu halde vücut yüzeyinin bazı bölgelerinde (operkulum, frontal ve lateral) ve yüzgeçlerde (pektoral, pelvik ve kaudal) ise daha az yoğunlukta olduğu bildirilmiştir (Gomahr vd., 1992). Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nda tat tomurcuklarının dudaklar, pektoral ve pelvik yüzgeçler ile pektoral-anal yüzgeç arası lateral bölgelerde dağılım gösterdiği belirtilmiştir (Diler vd., 2009). *Pseudophoxinus antalyae* (Çınar ve Şenol, 2005) ve *Garra rufa* (Çınar vd., 2008) türlerinde tat tomurcuklarının en fazla dudaklarda dağılım gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada da araştırmacıların (Gomahr vd., 1992; Çınar ve Şenol, 2005; Çınar vd., 2008; Diler vd., 2009) bulgularıyla benzer bulgular elde edildi.

Çizgili sazan (*Pseudorasbora parva*)'da bu çalışmada benzer olarak tat tomurcuklarının çoğunun dudaklar ve ağız içinde bulunduğunu belirtilmiştir (Kiyohara vd., 1980). Ohkubo vd. (2005) Zebra (*Danio rerio*) balığında tat tomurcuklarının deri bölgeleri ve solungaç bölgeleri de dahil olmak üzere ağız boşluğu içinde hemen hemen eşit sayıda dağıldığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada ise dudaklar ve internal bölgelerde tat tomurcuğu yoğunluğunun diğer bölgelerden fazla olduğu tespit edildi. Ayrıca Kiyohara vd. (1980) tat tomurcuklarının kuyruk yönünde azaldığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada ise böyle bir bulguya rastlanmamıştır.

Bu çalışmada saptanan bulgulara paralel olarak Fishelson vd., (2004) *Siphamia permutata*, *Cheilodipterus caninus*, *C. bipunctatus* ve *C. quinquelineatus* türlerinde, Fishelson ve Delerea (2004) Gobiidae ve Blenniidae familyalarına ait (*Bathygobius fuscus*, *Gobius paganellus*, *G. cobitis*, *Parablennius rouxi*) türlerde tat tomurcuklarının dil lamina epitelyalisinde dağılım gösterdiklerini bildirmişlerdir. Yine Fishelson ve Delerea (2004) yaptıkları çalışmada tat tomurcuklarının en fazla dudaklarda dağılım gösterdiğini ve bunlar arasında en çok üst dudakta bulunduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada ise tat tomurcuklarının en yoğun bulunduğu bölgenin alt dudak olduğu tespit edildi.

KAYNAKLAR

- Atema, J., 1980. Chemical Senses, Chemical Signals, and Feeding Behavior in Fishes, in Fish Behavior and Its Use in the Capture and Culture of Fishes, Manila, 57-101.
- Bancroft, J.D., Steven, A., Turner, D.R., 1996. Theory and Practice of Histological Techniques. Churchill Livingstone, Fourth edition, 726 s. New York, London, Edinburgh, Madrid, Melbourne, San Francisco, Tokyo.
- Barlow, L.A., Northcutt, R.G., 1995. Embryonic Origin of Amphibian Taste Buds. *Developmental Biology*, 169(1): 273-285. doi: 10.1006/dbio.1995.1143
- Çınar, K., Diler, A., Bilgin, F., 1999. Aynalı sazanlarda (*Cyprinus carpio*) dudak ve barbel tat tomurcukları. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 6, 188-194.
- Çınar, K., Kır, İ., 2001. Büyük Balık (*Barbus capito pectoralis* Heckel, 1843)'larda Tat Tomurcuklarının Farklı Vücut Bölgelerindeki Dağılımı ve Histolojik Yapıları. *SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(3), 142-147.
- Çınar, K., Şenol, N., 2005. The distribution of external taste buds in Flower Fish (*Pseudophoxinus antalyae*). *Anatomia Histologia Embryologia*, 34, 176-178. doi: 10.1111/j.1439-0264.2005.00590.x
- Çınar, K., Şenol, N., Kuru, N., 2008. The distribution of taste buds in *Garra rufa*. *Anatomia Histologia Embryologia*, 37, 63- 66.
- Demir, N., 2009. İhtiyoloji. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 314s.
- Diaz- Regueira, S.M., Lamas, I., Anadon, R., 2005. Calretinin immunoreactivity in taste buds and afferent fibers of the grey mullet *Chelon labrosus*. *Brain Research*, 1031, 297- 301.
- Diler, D., Demirbağ, E., Çınar, K., Karaoğlu, A., 2009 . Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nda Eksternal Tat Tomurcuklarının Dağılımı ve Yoğunluğu. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13(1), 6-9.
- Eram, M., Michel, W.C., 2005. Morphological and biochemical heterogeneity in facial and vagal nerve innervated taste buds of the channel catfish, *Ictalurus punctatus*. *The Journal of Comparative Neurology*, 486, 132-144. doi: 10.1002/cne.20543
- Ekingen, G., 2001. Balık Anatomisi. Mersin Üniversitesi Yayınları, Mersin, 162s.
- Fishelson L., Delerea, Y., 2004. Taste buds on the lips and mouth of some blenniid and gobiid fishes: comparative distribution and morphology. *Journal of Fish Biology*, 65, 651-665. doi: 10.1111/j.0022-1112.2004.00475.x
- Fishelson, L., Delerea, Y., Zverdling, A., 2004. Taste bud form and distribution on lips and in the oropharyngeal cavity of cardinal fish species (Apogonidae, Teleostei) with remarks on their dentition. *Journal of Morphology*, 259, 316- 327. doi: 10.1002/jmor.10186
- Gomahr, A., Palzenberger, M., Kotrschal, K. 1992. Density and Distribution of External Taste Buds in Cyprinids. *Environmental Biology of Fishes*, 33,125-134. doi: 10.1007/BF00002559
- Hansen, A., Zeiske, E., Reutter, K., 2002. The development taste buds in zebrafish, *Danio rerio*. *Chemical Senses*, 24, 74.
- Jakubowski, M., Whitear, M., 1990. Comparative morphology and cytology of taste buds in teleost. *Zeitschrift für Mikroskopisch- Anatomische Forschung*, 104, 529- 560.
- Karaoğlu, A., 2011. Sudak Balığı (*Sander lucioperca L., 1758*) 'nda Eksternal Ve İnternal Tat Tomurcuklarının Dağılımı ve Yoğunluğu. Isparta, Yüksek Lisans Tezi, 43, Isparta.
- Kasumyan, A.O., 1997. Gustatory reception and feeding behaviour in fish. *Journal of Ichthyology*, 37, 72- 86.
- Kiyohara, S., Yamashita, S., Kitoh, J., 1980. Distribution of taste buds on the lips and inside the mouth in the minnow, *Pseudorasbora parva*. *Physiology and Behavior*, 24, 1143-1148. doi: 10.1016/0031-9384(80)90061-X
- Ohkubo, Y., Masubuchi, M., Fujioka, K., Tomita, Y., Matsushita, T., Ohsuga, K., Marui, T., 2005. Distribution and morphological features of taste buds in the zebrafish, *Danio rerio*. *Journal of Oral Biosciences*, 47(1), 77-82.
- Pinky, S.M., Mittal, A.K., 2008. Glycoproteins in the epithelium of lips and association structures of a hill stream fish *Garra lamta* (Cyprinidae, Cypriniformes): A histological investigation. *Anatomia Histologica Embriologica*, 37, 101- 113. doi: 10.1111/j.1439-0264.2007.00816.x
- Suzuki, T., 2007. Cellular mechanisms in taste buds. *Bulletin Tokyo Dental College*, 48(4), 151-161. doi: 10.2209/tdcpublication.48.151
- Timur, M., 2011. Balık Fizyolojisi. Nobel Yayınevi, Ankara, 142s.
- Yanar, M., Kumlu, M., 2001. The Anaesthetics Effects of Quinaldine Sulphate and/or Diazepam on Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Juveniles. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 25, 185-189.

Effects of prey: larva ratio on larval development and survival rate of *Maja crispata* (Risso 1827) (Crustacea: Majaidae)

Maja crispata (Risso 1827) (Crustacea: Majaidae)'nın larval gelişimi ve yaşama oranı üzerine yem: larva oranının etkileri

Halil Şen* • Seçil Özatalay

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

*Corresponding author: halil.sen@ege.edu.tr

Özet: *Maja crispata* (Risso 1827)'nin larval gelişimi ve yaşama oranı üzerine yem:larva oranının etkileri incelenmiştir. Denemeler 21,6 ± 0,5°C su sıcaklığında yapılmıştır ve larvalar beş yem:larva oranı [5 Artemia/larva (A1), 10 Artemia/larva (A2), 15 Artemia/larva (A3), 20 Artemia/larva (A4) ve 25 Artemia/larva (A5)] ile beslenmişlerdir. Tüm gruplarda, zoe I safhası 3 gün, zoe II safhası 5 gün sürmüştür. Megalop evresi tüm gruplarda 6 günde tamamlanmıştır ve larvaların juvenil evresine geçişleri A1 ve A2 gruplarında 13-14 günde; A3, A4 ve A5 gruplarında ise 12-14 günde tamamlanmıştır. Bu çalışma yem:larva oranının *M. crispata* larvalarının yaşama oranlarını olumsuz etkilediğini (P<0.05), ancak gelişim sürecini etkilemediğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: *Maja crispata*, örümcek yengeci, besleme, gelişim, yaşama oranı, larval yetiştiricilik

Abstract: Effects of prey:larva ratio on larval development and survival rate of *Maja crispata* (Risso 1827) were investigated. The experiments were performed at 21.6±0.5°C, and the larvae were fed with five prey:larva ratios [5 Artemia/larva (A1), 10 Artemia/larva (A2), 15 Artemia/larva (A3), 20 Artemia/larva (A4) and 25 Artemia/larva (A5)]. The stage zoea I lasted within 3 days and zoea II stage occurred in 5 days in the all experimental groups. Furthermore, the megalopa stage took place at the same duration (6 days) for all groups. Although, the larvae reached to the juvenile stage in 13-14 days at A1 and A2 groups, within 12-14 days at A3, A4 and A5 groups. This experiment presented that prey:larva ratio affected to the larval survival rates in *M. crispata* (P<0.05), but did not affect the developmental duration.

Keywords: *Maja crispata*, spider crab, feeding, development, survival rate, larval rearing

INTRODUCTION

The lesser spider crab, *Maja crispata* (Risso 1827) is the smallest species belongs to family of Majidae and lives in rocky and sandy intertidal and shallow waters with rich in algae to a depth of 20 m. The spider crabs distribute from the eastern Atlantic (the coast of Portugal to Cabo Blanco) to the Cape Verde Islands in Africa, and along the Mediterranean (Monod, 1956; Zariquiey-Alvarez, 1968 (as *Maja verrucosa*); Manning and Holthuis, 1981; Števcic and Galil, 1993; Udekem D'acoz, 1999; Türkay, 2001). This species reaches a maximum size much smaller than *Maja squinado* and *Maja brachydactyla* (Sampedro et al., 2003). Although, *M. crispata* are captured by trammel nets and are consumed freshly in some European countries (Fisher et al., 1987), this species are discarded by set netters along the shallow waters in Turkey.

Artemia sp. have been identified as the most suitable prey for brachyuran crab larviculture (Bigford, 1978) due to their wide acceptance by the larvae (Anger, 2001), and their easy handling as commercially available inert cysts. The live prey

concentration used during larval rearing is of primary significance for larval survival due to most brachyuran crab larvae are not selective feeders, and their feeding efficiency depends on zooplankton encounter rates. As yet, using *Artemia* density for crab larval rearing varies from 0.5 to 30 prey.ml⁻¹ (Bigford, 1978; Heasman and Fielder, 1983; Iglesias et al., 2002; Rhyne et al., 2005). However, there is no longer available data related to feeding with *Artemia* and minimum feeding ratio on larval development and survival rate of *M. crispata* in terms of rearing or culture conditions. The aim of the present study was to determine the effects of prey density on larval development and survival rate of *M. crispata* in captive conditions.

MATERIALS AND METHOD

Maintenance of broodstock

A total of 67 *M. crispata* adults (48 males and 19 females) were captured by trammel net at depth between 2 and 8 m from the Iskele harbour at Urla, Izmir on May 24, 2012. Seven

ovigerous females (the mean carapace width was 55.1 ± 1.89 mm and the mean body weight was 71.7 ± 6.9 g) were selected and placed individually in the baskets (10 l of volume and 150μ of mesh size) in an open flow-through filtered sea water system two cylindrical polyester tanks (450 l volume) in indoor facilities of the Fisheries Faculty of Ege University (Urla, Izmir). Natural photoperiodicity was adjusted. The average temperature, pH, salinity and dissolved oxygen in the tanks was measured as $20.1 \pm 2^\circ\text{C}$, 8.0 ± 0.2 , $37 \pm 0.1\text{‰}$ and $6 \pm 0.2 \text{ mg.l}^{-1}$, respectively. The specimens were fed ad libitum with piece's fish species (i.e. *Sardina pilchardus*, *Engraulis encrasicolus*) and cuttlefish (*Sepia officinalis*) by hand. The following day, uneaten part or remains were removed by siphoning.

Larval rearing

For the experiments, totally 450 newly hatched zoeae were selected from 2500 sprightly individuals spawned by the one adult female crab in the laboratory on June 26th. Except the experimental larvae, the remainders were reared to metric measurements depend on the developmental stages in a plastic basket of 10 l well-supplied filtered sea water and aeration, which was placed in a 450 l of polyester tank. By this way, 10 larvae for each developmental stage were measured as the nearest 0.1 mm by millimetric ocular (Figure 1). The larvae (30 larva.l⁻¹) were put into 1300 ml transparency plastic beakers containing about 1000 ml filtered sea water. For maintenance of the larvae, seawater was changed on a daily basis by replacing 100% of the beaker volume with fresh sea water that was regulated to experimental conditions and supplied with continuous aeration. The experiments were established in triplicate and began at the same water temperature (20.1°C), and were maintained at ambient temperatures at the end of the experiment. The all larvae were reared from zoea I to first juvenile stage. Daily controls were carried out for calculating survival rates [(initial individual number - dead individual number / initial individual number) \times 100] of the larvae based on developmental stages. By the way, all developmental stages of the *M. crispata* larvae were identified according to the Rodríguez (2002).

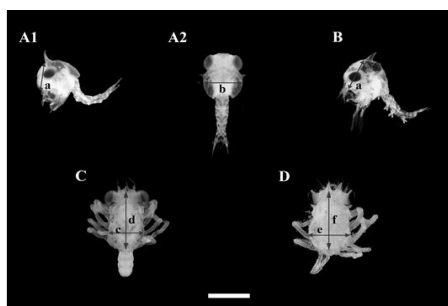


Figure 1. Metric measurements of *M. crispata* larvae based on developmental stages (scale bar: 1 mm): A1; lateral view of ZI, A2; dorsal view of ZI, B; ZII, C; megalopa, D; juvenile, a; rostradorsal length (RDL) at ZI and ZII stages, b; carapace width (CW) at ZI stage, c; carapace width of megalopa stage, d; carapace length (CL) at megalopa stage, e; carapace width (CW) at the juvenile stage, f; carapace length (CL) at the juvenile stage.

Feeding protocol

The crab larvae were fed once in a day with five prey: larva ratios [5 *Artemia.larva*⁻¹ (A1), 10 *Artemia.larva*⁻¹ (A2), 15 *Artemia.larva*⁻¹ (A3), 20 *Artemia.larva*⁻¹ (A4) and 25 *Artemia.larva*⁻¹ (A5)]. Furthermore, *Artemia* nauplii were used for zoea I (ZI) and zoea II (ZII) stages, at following stage megalopa (M) were fed with *Artemia* metanauplii enriched with mix algae powder of the Algamac®, for 24 hours. *Artemia* nauplii were counted using volumetric procedures. Illumination was adjusted 24 hours by using 40W fluorescent lamp during the incubation and enrichment period.

Furthermore, throughout the experiment, daily water parameters such as temperature, pH, oxygen and salinity were monitored using Extech® DO700 Multiparameter.

Statistical analysis

The data were given as mean \pm S values in the text. The survival rates were compared using one-way analysis of variance (ANOVA) followed by the Duncan's multiple range test to determine significant differences among means ($P < 0.05$). Normal percentage transformation to arcsine was carried out prior to analysis of variance. All statistical analyses were carried out using the SPSS15.0 package program.

RESULTS

During the experiment, the mean water parameters were measured as $21.6 \pm 0.5^\circ\text{C}$, pH 8.1 ± 0.1 , $64.7 \pm 0.4\%$ of dissolved oxygen and $37 \pm 0.2\text{‰}$ of salinity (Fig 2). Fully larval development of *M. crispata* lasted 14 days (Table 1). Considering the experiments carried out as a whole, mean survival rates were 100% for ZI at between 0 and 3 days, $95.2 \pm 4\%$ for ZII at between 5 and 9 days, $40.7 \pm 11.8\%$ for M at between 8-13 days, and $7.76 \pm 5.4\%$ for first juvenile stage at 14 days of the experiment. Significant differences were found in the survival rates among the trials ($P < 0.05$) (Table 2). Additionally, cannibalism were determined at the M stage; the megalopa larvae eaten the live ZII stage larvae. Morphometric measurements of the *M. crispata* larvae were presented in Table 3. Furthermore, the differences, if existed, between the measurements of larvae were neglected in this study.

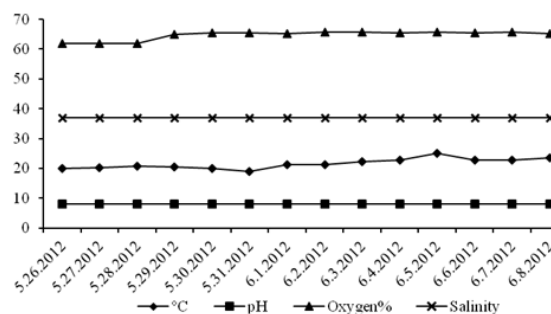


Figure 2. The water quality parameters during the experiment.

Table 1. Larval developmental duration of *M. crispata*.

Date	A1	A2	A3	A4	A5
26.05.2012	ZI	ZI	ZI	ZI	ZI
27.05.2012	ZI	ZI	ZI	ZI	ZI
28.05.2012	ZI	ZI	ZI	ZI	ZI
29.05.2012	ZI + ZII	ZI + ZII	ZI + ZII	ZI + ZII	ZI + ZII
30.05.2012	ZII	ZII	ZII	ZII	ZII
31.05.2012	ZII	ZII	ZII	ZII	ZII
01.06.2012	ZII	ZII	ZII	ZII	ZII
02.06.2012	ZII + M	ZII + M	ZII + M	ZII + M	ZII + M
03.06.2012	M	M	M	M	M
04.06.2012	M	M	M	M	M
05.06.2012	M	M	M	M	M
06.06.2012	M	M	M + J	M + J	M + J
07.06.2012	M + J	M + J	M + J	M + J	M + J
08.06.2012	J	J	J	J	J

ZI: zoe-I; ZII: zoe-II; M: megalopa; J: juvenile

Table 2. The mean survival rates of the *M. crispata* larvae

Stage	A1 (%)	A2 (%)	A3 (%)	A4 (%)	A5 (%)
Zoea I	100±0.0 ^{ns}	100±0.0 ^{ns}	100±0.0 ^{ns}	100±0.0 ^{ns}	100±0.0 ^{ns}
Zoea II	90.0±0.0 ^{ns}	93.3±1.0 ^{ns}	96.7±1.0 ^{ns}	97.8±10.7 ^{ns}	86.7±1.0 ^{ns}
Megalopa	25.3±3.8 ^{ns}	25.7±4.0 ^{ns}	28.8±4.7 ^{ns}	35.5±5.7 ^{ns}	40.0±5.7 ^{ns}
Juvenile	2.2±0.7 ^a	2.2±0.7 ^a	8.9±1.2 ^{a,b}	11.1±1.7 ^b	14.4±1.7 ^b

Values in the same row that do not share a common superscript are significantly different; ns: no significance, (P<0.05).

DISCUSSION

This type of abbreviated development is common to all Majoidea species that have been studied larval development (Guerao et al., 2008). In any case, larval development of *M. crispata* has been studied by Rodriguez (2002). Andrés et al. (2007) showed that in *M. brachydactyla* under constant conditions of salinity (36‰) and temperature (18°C), larval developmental stages take place 18 days; ZI at 3±1 days, ZII at 8±1 days, M at 12±2 days, and first juvenile at 18 days. Also, Palma et al. (2008) presented that in *M. brachydactyla*

(as *M. squinado*) at 19.9±0.1°C and 37.6±0.2‰, this period lasted 22 days within the larval stage each molting phase (ZI, ZII and M) lasted 7-8 days. However, in this study, the larval period completed in shorter times (14 days) even the groups of feed with low prey density (5 prey.larva⁻¹) than that of the researchers' findings for *M. brachydactyla* and *M. squinado*. It might be stemming from water temperature (21.6±0.5°C in the present study) and species specific characteristics.

The notable differences between the sizes of the *M. crispata* larvae in the present study and in that by Rodríguez (2002) may be attributable to laboratory rearing conditions. The larvae of *M. crispata* at ZI and ZII stages can be easily separated from the larvae of *M. squinado*, *M. brachydactyla*, and *M. goltziana* by measurements (Table 3).

According to the present results, the entire larvae even the group feeding with 5 Artemia.larva⁻¹ completed to ZII stage with over 90% of survival rate. From this point, differences between the survival rates of the larvae at first juvenile stages among the trials significantly changed (P<0.05). It is thought to be that this was the prey density effect on survival rates of *M. crispata* larvae. Anyhow, the larval survival rates were found relatively higher than that of Andrés et al. (2007) for *M. brachydactyla* (87.1% for ZI, 64.7±4.8% for ZII, 24.8±1.5% for M, and 11±0.8% for first juvenile) and of Palma et al. (2008) for ZII and M stage of *M. squinado* (100% for ZI, 55.2±10.1% for ZII, 32.4±6.4% for M, and 13.8±3.3% for first juvenile). The settlement and molt to first juvenile period was found to be critical in *M. brachydactyla* (Iglesias et al., 2002; Palma et al., 2008) and *M. squinado* (Guerao and Rotllant, 2010). However, this study showed that not only settlement and molt to first juvenile period, but also zoea II to megalopa stage is critical at least for *M. crispata*.

Sampedro and Gonzalez-Gurriarán (2004) and Palma et al. (2008) pointed out that spider crab is a non-cannibalistic species. However, cannibalism was observed at the beginning of M stage in the present study. It's thought to be that this phenomenon might be stemming from low prey density, and also species specific features.

Generally, the use of high densities of live prey in the rearing water enhanced both survival and growth of the larvae (Andrés et al., 2007). Brick (1974) showed that survival of *Scylla serrata* (Decapoda: Portunidae) up to megalopa stage increased in parallel to Artemia concentration.

Table 3. Comparing of morphometric characteristics in the larvae of *M. crispata*, *M. squinado*, *M. brachydactyla*, and *M. goltziana* from present and previous studies

Stage	Feature (mm)	<i>M. crispata</i> ¹	<i>M. crispata</i> ²	<i>M. squinado</i> ³	<i>M. squinado</i> ⁴	<i>M. brachydactyla</i> ⁵	<i>M. goltziana</i> ⁶
Zoea I	RDL	1.29±0.05	1.4-1.5	1.95	1.93±0.03	1.87±0.05	2.03-2.15
	CW	1.20±0.02	-	-	1.18±0.02	1.12±0.04	1.00-1.08
Zoea II	RDL	1.67±0.04	1.61-1.72	2.1	2.19±0.04	2.02±0.05	2.03-2.27
	CW	1.13±0.02	-	-	-	1.30±0.05	1.19-1.27
Megalopa	CL	1.80±0.02	1.72-1.90	1.4-1.5	1.88±0.03	1.67±0.07	1.79-1.91
	CW	0.92±0.02	-	-	-	-	-
Juvenile	CL	1.84±0.01	-	-	-	-	-
	CW	1.20±0.02	-	-	-	-	-

Also, Bigford (1978) reported that the survival rate of the *Libinia emarginata* zoea I was high when cultured using 6 prey.ml⁻¹ than with only 3 prey.ml⁻¹. Andrés et al. (2007) found that the same results for *M. brachydactyla* at ZI and ZII stages. Also, the current results agreed with the previous findings.

In conclusion, *M. crispata* larvae can be easily reared under controlled conditions, and keep going of ZI and ZII stages of the larvae with a minimum adequate *Artemia* ratio as 5 *Artemia*.larva⁻¹ (0.15 prey.ml⁻¹). On the other hand, the cannibalism existence in *M. crispata* larvae was shown firstly. However, the present study suggested that for obtaining of high larval survival rate, the prey density should be increased

since starting of M stage, especially. Furthermore, this experiment presented that prey density did not affect the developmental duration of *M. crispata* larvae, but survival rates. However, detailed studies should be carried out for clear understanding of its bio-ecological characteristics. of *M. crispata* larvae on optimum prey density, prey size, foraging behaviour, feeding physiology, etc.

Acknowledgement

The authors wish to thanks to Hülya Saygı (PhD) for statistical analysis and the financial support provided by the Office of Scientific Research, Ege University, Izmir, Turkey (2011-SUF-028 project).

REFERENCES

- Andrés, M., Estévez, A., Rotllant, G., 2007. Growth, survival and biochemical composition of spider crab *Maja brachydactyla* (Bass, 1922) (Decapoda: Majidae) larvae reared under different stocking densities, prey: larva ratios and diets. *Aquaculture*, 273:494–502.
- Anger, K., 2001. The Biology of Decapod Crustacean Larvae. A.A Balkema Publishers, Lisse. 420 pp.
- Anger, K., Nair, K.K.C., 1979. Laboratory experiments on the larval development of *Hyas araneus* (Decapoda, Majidae). *Helgolander Wissenschaftlich Meeresunters*, 32: 36–54. doi: [10.1007/BF02189891](https://doi.org/10.1007/BF02189891)
- Bigford, T.E., 1978. Effect of several diets on survival, development time, and growth of laboratory reared Spider crab, *Libinia emarginata*, larvae. *Fisheries Bulletin*, 76: 59–64.
- Brick, R.W., 1974. Effects of water quality, antibiotics, phytoplankton and food on survival and development of larvae of *Scylla serrata* (Crustacea:Portunidae). *Aquaculture*, 3: 231–244. doi: [10.1016/0044-8486\(74\)90074-X](https://doi.org/10.1016/0044-8486(74)90074-X)
- Carmona-Suárez, C.A., 2003. Reproductive biology and relative growth in the spider crab *Maja crispata* (Crustacea: Brachyura: Majidae). *Scientia Marina*, 67(1): 75–80. doi: [10.3989/scimar.2003.67n175](https://doi.org/10.3989/scimar.2003.67n175)
- Clark, P.F., 1986. The larval stages of *Maja squinado* (Herbst, 1886) (Crustacea:Brachyura:Majidae) reared in the laboratory. *Journal of Natural History*, 20: 825–836. doi: [10.1080/00222938600770591](https://doi.org/10.1080/00222938600770591)
- Fisher, W., Schneider, M., Bauchot, M.L., 1987. Fiches FaO d'identification Des Espèces Pour Les Besoins De La Pêche. Méditerranée Et Mer Noire Zone De Pêche 37 Révision 1 Volume 1 Vegetaux Et Invertébrés. pp.760.
- Guerao, G., Rotllant, G., 2010. Development and growth of the early juveniles of the spider crab *Maja squinado* (Brachyura: Majoidea) in an individual culture system. *Aquaculture*, 307: 105–110. doi: [10.1016/j.aquaculture.2010.06.006](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.06.006)
- Guerao, G., Pastor, E., Martín, J., Andrés, M., Estévez, A., Grau, A., Duran, J., Rotllant, G., 2008. The larval development of *Maja squinado* and *M. brachydactyla* (Decapoda, Brachyura, Majidae) described from plankton collected and laboratory-reared material. *Journal of Natural History*, 42 (33-34): 2257-2276. doi: [10.1080/00222930802254755](https://doi.org/10.1080/00222930802254755)
- Heasman, M.P., Fielder, D.R., 1983. Laboratory spawnings and mass rearing of the mangrove crab, *Scylla serrata* (Forsk.), from first zoea to first crab stage. *Aquaculture*, 34: 303–316. doi: [10.1016/0044-8486\(83\)90210-7](https://doi.org/10.1016/0044-8486(83)90210-7)
- Iglesias, J., Sanchez, F.J., Moxica, C., Fuentes, L., Otero, J.J., Perez, J.L., 2002. Datos preliminares sobre el cultivo de larvas y juveniles de centolla *Maja squinado* Herbst, 1788 en el Centro Oceanográfico de Vigo del Instituto Español de Oceanografía. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 18:25–30.
- Manning, R.B., Holthuis, L.B., 1981. West African Brachyuran Crabs (Crustacea: Decapoda). Smithsonian Institution Press City of Washington, Smithsonian Contributions to Zoology, 306, i 1 xii 1 1–379.
- Monod, T.H., 1956. Hippida et Brachyura ouest-africains. *Mémoires Institut Français d'Afrique Noire*, 45: 1–674.
- Palma, J., Correia, M., Andrade, J.P., 2008. Usefulness of flat bottom tanks on the settlement of spider crab (*Maja squinado*, Herbst) larvae. *Aquaculture Research*, 39: 1005-1008. doi: [10.1111/j.1365-2109.2008.01943.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2008.01943.x)
- Paula, J., 1988. The larval development of *Maja goletziana* d'Oliveira 1888 (Crustacea, Decapoda, Majidae) reared in the laboratory. *Journal of Natural History*, 22: 1697–1708. doi: [10.1080/00222938800771071](https://doi.org/10.1080/00222938800771071)
- Rhyne, A.L., Penha-Lopes, G., Lin, J., 2005. Growth, development, and survival of larval *Mithraculus sculptus* (Lamarck) and *Mithraculus forceps* (A. Milne Edwards) (Decapoda: Brachyura: Majidae): economically important marine ornamental crabs. *Aquaculture*, 245: 183–191. doi: [10.1016/j.aquaculture.2004.11.016](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.11.016)
- Rodríguez, A., 2002. Larval development of *Maja crispata* Risso 1827 (Crustacea, Decapoda, Majidae) reared in the laboratory. *Journal of Natural History*, 36: 1589–1600. doi: [10.1080/00222930110059655](https://doi.org/10.1080/00222930110059655)
- Sampedro, M.P., González-Gurriarán, E., Freire, J., 2003. Molt cycle and growth of *Maja squinado* (Decapoda: Majidae) in coastal habitats of Galicia, North–West Spain. *Journal of Marine Biological Association of United Kingdom*, 83: 995–1005. doi: [10.1017/S0025315403008208h](https://doi.org/10.1017/S0025315403008208h)
- Sampedro, M.P., Gonzalez-Gurriarán, E., 2004. Aggregating behaviour of the spider crab *Maja squinado* in shallow waters. *Journal of Crustacean Biology*, 24: 168-177. doi: [10.1651/C-2404](https://doi.org/10.1651/C-2404)
- Števcic, Z., Galil, B., 1993. Checklist of the Mediterranean brachyuran crabs. *Acta Adriatica*, 34: 65-76.
- Türkay, M., 2001. Decapoda, in: Costello, M.J. et al. (Ed.) (2001). European register of marine species: a check-list of the marine species in Europe and a bibliography of guides to their identification. *Collection Patrimoine Naturels*, 50: 284-292.
- Udekem D'acoz, C., 1999. Inventaire et distribution des crustacés décapodes de l'Atlantique nord-oriental, de la Méditerranée et des eaux continentales adjacentes au nord de 25°N. *Collection Patrimoine Naturels*, (MNHN/SPN), 40:1–383.
- Zariquiey-Alvarez, R., 1968. Crustáceos Decápodos Ibéricos. *Investigación Pesquera*, 32, i–xv1 1–510.

Assessment of element concentrations in widely consumed cultured fish in Turkey

Türkiye’de yaygın olarak tüketilen kültür balıklarında element konsantrasyonlarının değerlendirilmesi

Serdar Aksan • Halim Aytekin Ergül*

¹Kocaeli University, Science and Arts Faculty, Biology Department, 41300, Izmit, Kocaeli

*Corresponding author: halim.ergul@kocaeli.edu.tr

Özet: Balık çiftlikleri, insanların tüketmesi için yüksek miktarlarda besin üretmektedir. Fakat sucul ekosistemlerde ağır metal kirliliği, ciddi bir problem olabilir. Bu çalışmada, Aralık 2011 ve Ocak 2013 tarihleri arasında Kocaeli ilinde bulunan balık hallerinden alınan üç kültür balığı türünün (*Oncorhynchus mykiss* (gökkuşluğu alabalığı), *Dicentrarchus labrax* (levrek) ve *Sparus aurata* (çipura)), yenilebilir dokularında bulunan mikronütrient ve esansiyel olmayan element konsantrasyonları izlenmiştir. Ca, K, Mg, Na, As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Pb, Se, ve Zn konsantrasyonları ICP-MS kullanılarak analiz edilmiş ve bölge halkı için bu balıkların tüketimi sonucu bu elementlerin yıllık alım miktarları hesaplanmıştır. Balık kas dokusunda bulunan element konsantrasyonlarının hiç biri, Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü ve Türk Gıda Kodeksi tarafından belirlenen limitleri aşmamıştır. Hesaplanan element alım miktarları, bu çiftlik balıklarının insanlar tarafından tüketilmesinin risk oluşturmadığını göstermiştir. Temel bileşenler analizi, deniz çiftlik balıklarının kas dokusundaki elementlerin üç bileşen altında gruplanabileceğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Çiftlik balığı, çipura, element, gökkuşluğu alabalığı, levrek.

Abstract: Fish farms are able to produce high amount of quality food for human consumption. On the other hand, heavy metal pollution in aquatic ecosystems can be a serious problem. In this study, some micronutrients and non-essential element concentrations in edible tissue of three cultured fish species, (*Oncorhynchus mykiss* (rainbow trout), *Dicentrarchus labrax* (seabass) and *Sparus aurata* (seabream)) which were taken from primary fish markets of Kocaeli province between December 2011 and January 2013 were monitored. Concentrations of Ca, K, Mg, Na, As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Pb, Se, and Zn were analyzed using ICP-MS and annual intakes of these elements via consumption of fish were calculated for inhabitants. None of the element concentrations in the fish muscle tissue exceeded the threshold levels which were suggested by Food and Agriculture Organization and by the Turkish Food Codex and based on calculated element intake rates, there were no risk for humans to consume these farm fishes. Principal Component Analysis reveals that elements can be grouped under three components in cultured marine fish muscle tissue.

Keywords: Farm fish, element, rainbow trout, seabass, seabream.

INTRODUCTION

Fish is on the top of aquatic food pyramid and is an important protein source for human diet. With progressing technology in fish culture, this important protein source is becoming available for many people. Heavy metal pollution of marine environment has long been recognized as a serious environmental concern. In aquatic environments, pollutants are potentially accumulated in aquatic organisms and sediment. Therefore, heavy metals in aquatic environments are transferred through food chain into humans. It is well known that edible parts of fish (muscle and skin) are not active tissues in accumulating heavy metals. (Kalay et al. 1999) But it was informed that heavy metal levels of edible portions of some fish in polluted regions exceeded acceptable levels (Tüzen, 2003; Uysal et al. 2008). It has been recognized for many years that concentrations of metals found in coastal areas, whether they are in the dissolved or the particulate phase may be derived from a variety of anthropogenic and

natural sources. Through atmospheric deposition, sewage outfalls, urban storm water, and agricultural and industrial runoff, heavy metals may enter marine and pond fish culture areas and subsequently pose a human health risk. On the other hand, the residual content of contaminants (metals and organics) in cultured fish diet constituents (fish), and of Cu, which is commonly used in antifouling chemicals for the treatment of net-pen cages, has drawn little attention regarding impacts to the aquatic environment (Burrige et al. 1999; Cheung et al. 2008).

Aquaculture currently provides a considerable proportion of edible fish which is expected to increase in future decades in order to meet the needs of the growing human population (Duarte et al. 2009).

Heavy metal load from fish is a serious problem especially for people living in settlements which are densely populated.

Kocaeli, which is located at the Marmara region, is a good example for its dense population. Also the city has undergone heavy industrialization since the 1960s, which was followed by a rapid increase in population and an irregular urbanization (Karademir 2004).

In this study the concentrations of metals in edible tissue of culture breed *Oncorhynchus mykiss*, *Sparus aurata* and *Dicentrarchus labrax* that are commercially available in the Kocaeli fish markets were determined using Inductive Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS). The aims of this study are to determine changes in concentrations of some non-essential elements and some micronutrients in the muscle tissue of culture breed fish over a year, and to calculate metal loads for individuals in Kocaeli exposed via consumption of these fish.

MATERIALS AND METHODS

Oncorhynchus mykiss, *Sparus aurata* and *Dicentrarchus labrax* which are produced in fish farms were purchased from the primary fish markets of Kocaeli province in December 2011 and January 2013. Fish samples (i.e. *O. mykiss*, which are fed in Akyazı district of Sakarya province, and *S. aurata* and *D. labrax* which are fed in Aegean Sea on offshore of Aydin province) were put into polyethylene containers and kept cool for immediate transportation to the laboratory. Before dissection length and weight measurements of all samples were done (Table 1). Ten individuals per fish species were filleted using porcelain knives to avoid any metal contamination. Dissected muscle tissues were homogenized and fifty grams freeze dried until constant dry weight. Dried samples were gently powdered and homogenized by

porcelain mortar and pestle. Muscle dry/wet weight ratios were calculated gravimetrically (Table 1).

0.5 g dried samples were digested for 30 minutes with mixture of i.e. 7 mL HNO₃, 1 mL HCl and 1 mL H₂O₂ in a microwave digestion system at 200 °C (1000 W). Suprapure Merck chemicals were used upon digestion. After digestion samples were diluted up to 50 mL with ultra-pure water. All measurements were done with at least 3 replicates. Digested samples and analytical blanks that were prepared in the same acid matrix were analyzed with Perkin Elmer Elan DRC-e model ICP-MS which equipped with Cetax ADX-500 auto sampler and diluter. Internal standards were used for calibration. The relative standard deviations were determined as <5 %. Interferences due to Cl matrix were removed in Dynamic Reaction Cell mode using CH₄ gas. In order to validate the method for accuracy and precision, standard reference material (SRM-NIST 2977 Mussel Tissue) was analyzed for the corresponding elements. Analyze results for SRM were given in Table 2.

To determine the annual exposures of metals to adults a modified version of equation developed by the United States Environmental Protection Agency (EPA 2000) was used:

$$E_m = (C_m DC) 365.25 \quad (1)$$

Where; E_m is the annual individual exposure to chemical contaminant m from ingesting fish (mg year⁻¹), C_m is the concentration of chemical contaminant m in the edible portion of the fish (mg kg⁻¹), DC is the mean daily consumption rate of the fish in Kocaeli Province (0.039 kg day⁻¹) considering the study of Karademir (2004) conducted in the city.

Table 1. Sampling dates, locations, muscle tissue dry weight ratios, total lengths, standard lengths and fork lengths of fish that purchased from the primary fish markets in Kocaeli Province

Species	Common Name	Sampling Location	Sampling Date	Total Length (cm)	Standard Length (cm)	Fork Length (cm)	Muscle Dry Weight Ratio (%)
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Rainbow trout	Akyazı	Dec-11	28.6 ± 3.8	26.3 ± 3.1	-	25.2
			Jan-13	29.0 ± 1.0	26.6 ± 0.9	-	23.5
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Seabass	Aydin offshore	Dec-11	32.3 ± 0.3	26.8 ± 1.1	30.1 ± 0.6	26.5
			Jan-13	31.0 ± 0.5	25.7 ± 1.0	29.8 ± 0.4	26.6
<i>Sparus aurata</i>	Seabream	Aydin offshore	Dec-11	29.2 ± 0.3	23.4 ± 1.6	26.8 ± 0.2	28.7
			Jan-13	25.9 ± 1.8	22.0 ± 1.1	24.9 ± 2.1	28.4

Table 2. Certified and observed (mean ± standard deviation) values of elemental concentrations in NIST 2977 Mussel tissue standard reference material.

Element	Replicates	Certified	Observed Value	Recovery (%)
Ca (g kg ⁻¹)	5	8.30	8.40±0.07	101
K (g kg ⁻¹)	5	12.0	12.4±0.04	103
Mg (g kg ⁻¹)	5	39.0	40.1±0.47	103
Na (g kg ⁻¹)	5	24.0	20.4±0.23	85
As (mg kg ⁻¹)	5	8.83	8.16±0.82	92
Cd (mg kg ⁻¹)	5	0.18	0.16±0.02	91
Co (mg kg ⁻¹)	5	0.48	0.44±0.05	93
Cr (mg kg ⁻¹)	5	3.91	3.34±0.27	86
Cu (mg kg ⁻¹)	5	9.42	8.64±0.99	92
Fe (mg kg ⁻¹)	5	274	285±11.9	104
Hg (mg kg ⁻¹)	5	0.10	0.11±0.01	107
Mn (mg kg ⁻¹)	5	23.9	22.9±0.86	94
Se (mg kg ⁻¹)	5	1.78	1.58±0.11	89
Pb (mg kg ⁻¹)	5	2.27	2.21±0.18	98
Zn (mg kg ⁻¹)	5	135	128±14.6	90

RESULTS AND DISCUSSION

Concentrations of Ca, K, Mg, Na, As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Pb, Se, and Zn in the muscle tissue of *O. mykiss*, *D. labrax* and *S. aurata* which were harvested in December 2011 and January 2013 are given in Table 3. Average annual element intakes per adult in Kocaeli province via consuming these fishes between December 2011 and January 2013 were calculated according to formula (1) and given in Table 4. Measured element concentrations in all samples were below recommended threshold levels for human consumption which were indicated by FAO (1983) and Turkish Food Codex (TFC, 2002; TFC 2011) (i.e. 1 mg kg⁻¹ for As, 0.5 mg kg⁻¹ for Cd, 20 mg kg⁻¹ for Cu, 1 mg kg⁻¹ for Hg, 0.3 mg kg⁻¹ for Pb, 50 mg kg⁻¹ for Zn).

Presence of heavy metals i.e. As, Cd, Hg and Pb were determined in muscle tissue of cultured fish species in 2011 and 2013. Although below recommended values (i.e. 1 mg kg⁻¹, 0.05 mg kg⁻¹, 1 mg kg⁻¹, and 0.3 mg kg⁻¹ wet weight for As, Cd, Hg, and Pb respectively) by FAO (1983) and Turkish Food Codex (TFC 2002, TFC 2011), it is noteworthy that these fish species include non-essential elements. While the highest As concentration was determined in *D. labrax* (i.e. 2.53 mg kg⁻¹), the lowest in *O. mykiss* (i.e. 0.66 mg kg⁻¹) in December 2011 in the present study. In a previous study As was found in lower concentration (i.e. average 0.37 mg kg⁻¹ - wet weight) in cultured *D. labrax* (Ersoy et al. 2006) from Mediterranean Sea. On the other hand, higher As concentrations (i.e. average 4.9 mg kg⁻¹) was reported in cultured *S. aurata* (Minganti et al. 2010) from Mediterranean Sea. Fish, those analyzed in the present study, contains an average of 0.07 mg kg⁻¹ inorganic As and could be consumed without restriction according to EPA (2000). Because approximately 80% of As in fish muscle is estimated to be in the form of arsenobetaine (Larsen and

Francesconi 2003), while inorganic As remain below the recommended level by Turkish Food Codex (2011) and FAO (1983). Cadmium concentrations in the present study varied between 0.001 and 0.004 mg kg⁻¹ for all species. In a previous study higher Cd concentration was determined (i.e. 0.012 mg kg⁻¹) in *S. aurata* in a fish farm from Adriatic Sea (Creti et al. 2010). Both the lowest (i.e. 0.01 mg kg⁻¹) and the highest (i.e. 0.25 mg kg⁻¹) Hg levels were determined in *O. mykiss* in 2011 and 2013 respectively in the present study. In a previous study, while average Hg content was reported 0.02 mg kg⁻¹ in *O. mykiss* it was reported as 0.04 mg kg⁻¹ in *D. labrax* in a fish farm from Canary Island (Hardisson et al. 2012). In another study 0.12 mg kg⁻¹ average total Hg concentration was reported in *S. aurata* in a fish farm from Mediterranean Sea (Minganti et al. 2010). All Hg concentrations reported from other studies were lower than the results in the present study (Table 3). Pb values varied between 0.01 and 0.03 mg kg⁻¹ in the present study. In previous studies higher Pb concentrations were determined (i.e. 0.16 mg kg⁻¹) in *S. aurata* in a fish farm from Adriatic Sea (Creti et al. 2010) and in cultured *D. labrax* (i.e. 0.28 mg kg⁻¹ - wet weight) (Ersoy et al. 2006) from Mediterranean Sea. Food pellets, precipitated and/or resuspended sediment, and cage materials and equipment including sea vessels can be sources of these non-essential elements in the muscle tissue of fish samples. On the other hand, because of lack of studies on metal contents of artificial food from fish farms, it is difficult to estimate sources of non-essential elements. Though there are some surface sediment studies below the fish farms in the region (Kalantzi et al. 2013; Basaran et al. 2010) it is also difficult to say presence of non-essential elements in the muscle tissue of farm fishes, originated from sediments.

Table 3. Element concentrations (dry weight \pm standart deviation) in cultured fish species (i.e. *O. mykiss*, *D. labrax* and *S.aurata*) harvested from Akyazi and Aegean Sea, on December 2011 and January 2013.

Element	<i>O. mykiss</i>		<i>D. labrax</i>		<i>S. aurata</i>	
	Akyazi		Aydın offshore		Aydın offshore	
	Dec - 2011	Jan - 2013	Dec - 2011	Jan - 2013	Dec - 2011	Jan - 2013
Ca (g kg ⁻¹)	1.00 \pm 0.20	0.80 \pm 0.30	4.90 \pm 0.50	2.80 \pm 3.30	1.60 \pm 0.10	1.20 \pm 0.80
K (g kg ⁻¹)	11.3 \pm 6.40	20.9 \pm 0.40	0.20 \pm 0.10	16.9 \pm 0.50	7.50 \pm 10.4	19.0 \pm 0.30
Mg (g kg ⁻¹)	1.10 \pm 0.10	1.40 \pm 0.10	1.60 \pm 0.10	1.30 \pm 0.10	1.60 \pm 0.10	1.30 \pm 0.10
Na (g kg ⁻¹)	4.30 \pm 1.50	2.90 \pm 0.10	0.01 \pm 0.01	6.00 \pm 0.10	2.50 \pm 3.50	2.60 \pm 0.10
As (mg kg ⁻¹)	0.66 \pm 0.01	1.56 \pm 0.08	2.53 \pm 0.08	0.89 \pm 0.06	1.67 \pm 0.07	1.17 \pm 0.18
Cd (mg kg ⁻¹)	0.01 \pm 0.01	0.01 \pm 0.01	0.01 \pm 0.01	0.01 \pm 0.01	0.01 \pm 0.01	0.01 \pm 0.01
Co (mg kg ⁻¹)	0.03 \pm 0.01	0.04 \pm 0.01	0.09 \pm 0.01	0.02 \pm 0.01	0.01 \pm 0.01	0.06 \pm 0.01
Cr (mg kg ⁻¹)	0.30 \pm 0.02	1.26 \pm 0.06	0.56 \pm 0.10	1.45 \pm 0.11	0.30 \pm 0.01	1.35 \pm 0.11
Cu (mg kg ⁻¹)	1.30 \pm 0.07	0.94 \pm 0.01	1.66 \pm 0.07	1.23 \pm 0.60	1.13 \pm 0.11	1.31 \pm 0.21
Fe (mg kg ⁻¹)	6.51 \pm 2.58	6.39 \pm 0.48	16.8 \pm 0.18	7.02 \pm 1.45	9.69 \pm 0.96	8.45 \pm 0.06
Hg (mg kg ⁻¹)	0.01 \pm 0.01	0.27 \pm 0.01	0.25 \pm 0.01	0.11 \pm 0.00	0.18 \pm 0.01	0.05 \pm 0.01
Mn (mg kg ⁻¹)	0.76 \pm 0.16	0.47 \pm 0.11	1.60 \pm 0.38	1.82 \pm 1.79	0.44 \pm 0.05	0.42 \pm 0.18
Se (mg kg ⁻¹)	0.68 \pm 0.01	0.87 \pm 0.03	0.82 \pm 0.06	0.60 \pm 0.05	0.67 \pm 0.01	0.5 \pm 0.03
Pb (mg kg ⁻¹)	0.01 \pm 0.00	0.03 \pm 0.01	0.03 \pm 0.01	0.01 \pm 0.02	BDL	0.03 \pm 0.04
Zn (mg kg ⁻¹)	15.3 \pm 0.44	11.9 \pm 0.21	16.9 \pm 0.98	9.67 \pm 0.47	14.3 \pm 0.68	9.17 \pm 1.03

BDL: Below detection level

Table 4. Based on formula (1) calculated annual element intake per adult in Kocaeli Province via ingesting fish (i.e. *O.mykiss*, *D.labrax*, and *S.aurata*) between December 2011 and January 2013.

Element	<i>O. mykiss</i> Akyazı	<i>D. labrax</i> Aydın offshore	<i>S. aurata</i>
Ca (g year ⁻¹)	3.41 ± 0.53	13.5 ± 5.82	5.70 ± 1.19
K (g year ⁻¹)	61.0 ± 25.8	28.7 ± 39.5	53.8 ± 32.7
Mg (g year ⁻¹)	4.73 ± 0.82	5.07 ± 0.95	5.90 ± 0.91
Na (g year ⁻¹)	13.6 ± 3.75	10.3 ± 13.8	10.4 ± 0.21
As (mg year ⁻¹)	4.20 ± 2.42	6.03 ± 4.31	5.78 ± 1.48
Cd (mg year ⁻¹)	0.02 ± 0.01	0.01 ± 0.01	0.02 ± 0.01
Co (mg year ⁻¹)	0.13 ± 0.03	0.19 ± 0.19	0.15 ± 0.13
Cr (mg year ⁻¹)	2.95 ± 2.57	3.43 ± 2.01	3.35 ± 2.99
Cu (mg year ⁻¹)	4.24 ± 0.95	5.04 ± 1.3	4.96 ± 0.48
Fe (mg year ⁻¹)	24.4 ± 0.28	42.0 ± 26.1	36.9 ± 3.82
Hg (mg year ⁻¹)	0.54 ± 0.69	0.64 ± 0.37	0.47 ± 0.38
Mn (mg year ⁻¹)	2.33 ± 0.77	5.92 ± 0.25	1.75 ± 0.07
Se (mg year ⁻¹)	2.93 ± 0.52	2.48 ± 0.66	2.38 ± 0.51
Pb (mg year ⁻¹)	0.07 ± 0.06	0.07 ± 0.06	0.06 ± 0.08
Zn (mg year ⁻¹)	51.3 ± 9.05	46.5 ± 19.9	47.8 ± 15.1

The highest Cr concentration was determined in *D. labrax* (i.e. 1.45 mg kg⁻¹) in January 2013 while the lowest Cr concentrations were found in *O. mykiss* (i.e. 0.30 mg kg⁻¹) in December 2011. In contrast to all other elements, approximately four times higher Cr concentrations were determined in January 2013 for all species. In a previous study 0.12 mg kg⁻¹ - wet weight Cr was determined in cultured *D. labrax* from Mediterranean Sea (Ersoy et al. 2006). Similar with As, Cd, Cr, and Pb, the highest Co, Cu, Fe, Mn and Zn concentrations were determined in *D. labrax* (i.e. 0.09 mg kg⁻¹, 1.66 mg kg⁻¹, 16.8 mg kg⁻¹, 1.60 mg kg⁻¹, and 16.9 mg kg⁻¹ respectively in December 2011). On the other hand, the lowest concentrations of Cu and Fe were determined in *O. mykiss* in January 2013 (i.e. 0.94 mg kg⁻¹, and 6.39 mg kg⁻¹ respectively) while the lowest Mn and Zn concentrations were determined in *S. aurata* in January 2013 (i.e. 0.42 mg kg⁻¹, and 9.17 mg kg⁻¹). In a previous study Cu, Fe, Mn and Zn concentrations were determined in similar concentrations (i.e. 1.3 mg kg⁻¹, 10.3 mg kg⁻¹, 0.5 mg kg⁻¹, and 15.9 mg kg⁻¹ respectively) in cultured *S. aurata* in Mediterranean Sea (Minganti et al. 2010). On the other hand it should be noted that, element concentrations in the wild marine fish from the Turkish coast, has much higher element concentrations which were determined in fish muscle tissue (Ergül and Aksan, 2013).

Macronutrient elements i.e. Ca, K, Mg and Na were determined in considerable levels in all fish species. While the highest Ca and Mg concentrations were determined in *D. labrax* the lowest levels of these elements were determined in *O. mykiss*. On the other hand, in contrast to these element concentrations the highest K and Na concentrations were determined in *O. mykiss* while the lowest levels were determined in *D. labrax* (Table 3). In a previous study which was carried out in food pellets that used in Aegean Sea fish farms (Kalantzi et al. 2013) reveals that, average Ca, Mg and

Na concentrations in fish muscle tissue in the present study (i.e. 2.10 g kg⁻¹, 1.40 g kg⁻¹, and 3.10 g kg⁻¹ respectively) were lower than Ca, Mg and Na levels in food for farm fish (i.e. 13.0 g kg⁻¹, 2.00 g kg⁻¹, and 6.00 g kg⁻¹ respectively) except potassium which were determined in average as 12.6 g kg⁻¹ in the present study while it is reported as 7.00 g kg⁻¹ in food for farm fish.

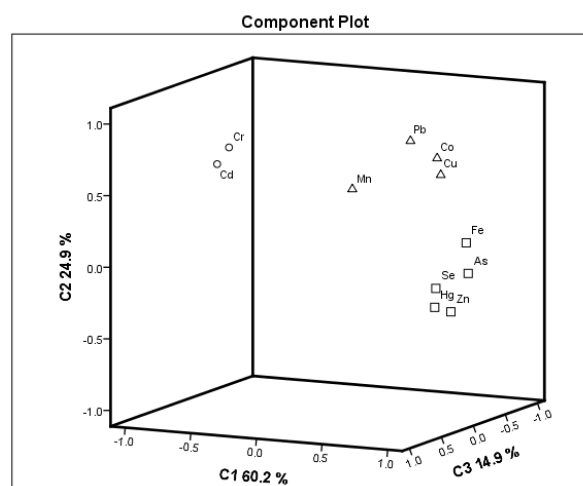


Figure 1: Based on Principal Component Analysis, these components explain total variance for As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Pb, Se, and Zn in cultured marine fish.

Except macronutrients (i.e. Ca, K, Mg, and Na) Principal Component Analysis (PCA) revealed that elements can be grouped under three components in cultured marine fish muscle tissue (Fig 1). First group contains As, Hg, Fe, Se and Zn that explain 60.2 % of total variance. In this group, significant correlations were determined between Hg and Se ($r = 0.99$, $p < 0.05$). Because it is known that Se and Hg have binding affinity for each other (Paulsson and Lundbergh 1991), this result indicates that Se has a protective effect on health against Hg. Also significant correlations were determined between Hg and Zn ($r = 0.97$, $p < 0.05$) and between As and Fe ($r = 0.98$, $p < 0.05$) in this group. Second group contains Co, Cu, Mn, and Pb that explain 24.9 % of total variance. Although there were no significant correlations ($p > 0.05$) among the elements in this group, Co, Cu, Mn, and Pb are known as transition and post-transition metals and similar chemicals behavior is expected in the tissue. Third group contains Cd and Cr that explain 14.9 % of total variance. Also significant correlation were determined between these elements ($r = 0.98$, $p < 0.05$). Cd and Cr are known by their affinity for proteinaceous tissue (Mathews and Fisher 2009), presence of these metals with high correlation is an expected result in the fish muscle tissue.

CONCLUSIONS

In the present study, element concentrations, including essential and non-essentials, in the muscle tissue of highly consumed farm fish were determined for two consecutive

years in muscle tissue and average annual intake of these elements were calculated for adults. To our knowledge, this research is the first element assessment study in cultured fish species in Turkey. None of measured elements exceed threshold levels or recommended values for consumption in fish. Also, comparisons with the previous studies reveal that, metal levels were found much lower than those results in wild marine fish. However, non-essential elements (i.e. As, Cd, Hg, and Pb) were determined in all samples and it is suggested that monitoring of these elements can be useful for further

studies. Also in the future studies element measurements in food pellets and nearby surface sediments could supply valuable information to evaluate the results.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was funded by Kocaeli University Scientific Research Projects Unit (2011/115-HDP). Authors wish thanks to undergraduate students of department of Biology for their help during sampling procedure.

REFERENCES

- Basaran, A., Aksu, M., Egemen, O., 2010. Impacts of the fish farms on the water column nutrient concentrations and accumulation of heavy metals in the sediments in the eastern Aegean Sea (Turkey). *Environmental Monitoring and Assessment*, 162(1-4): 439–451. doi: [10.1007/s10661-009-0808-x](https://doi.org/10.1007/s10661-009-0808-x)
- Burridge, L.E., Doe, K., Haya, K., Jackman, P.M., Lindsay, G., Zitko, V., 1999. Chemical analyses and toxicity tests on sediments under salmon net pens in the Bay of Fundy. *Canadian technical report of fisheries and aquatic sciences/Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques. Imprint varies*, (2291): 33.
- Cheung, K.C., Leung, H.M., Wong, M.H., 2008. Metal concentrations of common freshwater and marine fish from the Pearl River Delta, south China. *Archives of environmental contamination and toxicology*, 54(4): 705–15. doi: [10.1007/s00244-007-9064-7](https://doi.org/10.1007/s00244-007-9064-7)
- Creti, P., Trinchella, F., Scudiero, R., 2010. Heavy metal bioaccumulation and metallothionein content in tissues of the sea bream *Sparus aurata* from three different fish farming systems. *Environmental monitoring and assessment*, 165(1-4): 321–9. doi: [10.1007/s10661-009-0948-z](https://doi.org/10.1007/s10661-009-0948-z)
- Duarte, C.M., Holmer, M., Olsen, Y., Soto, D., Marba, N., Guiu, J., Black, K., Karakassis, I., 2009. Will the Oceans Help Feed Humanity? *BioScience*, 59(11): 967–976. doi: [10.1525/bio.2009.59.11.8](https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.11.8)
- EPA, 2000. *Guidance for Assessing Chemical Contaminant Data for Use in Fish Advisories Volume 2 Risk Assessment and Fish Consumption Limits*. U.S. EPA, Washington, 60–123 p.
- Ergül, H.A., Aksan, S., 2013. Evaluation of Non-Essential Element and Micronutrient Concentrations in Seafood from the Marmara and Black Seas, *J. Black Sea/Mediterranean Environment*, 19 (3): 312-330.
- Ersoy, B., Yanar, Y., Kucukgulmez, A., Celik, M., 2006. Effects of four cooking methods on the heavy metal concentrations of sea bass fillets (*Dicentrarchus labrax* Linne, 1785). *Food Chemistry*, 99(4): 748–751. doi: [10.1016/j.foodchem.2005.08.055](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.08.055)
- FAO, 1983. *Compilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery products*. FAO Fisheries Circular - C764, Roma, 104 p.
- Hardisson, A., Rubio, C., Gutierrez, A., Jalili, A., Hernandez-Sanchez, C., Lozano, G., Revert, C., Hernandez-Armas, J., 2012. Total Mercury in Aquaculture Fish. *Polish Journal of Environmental Studies*, 21(5): 1203–1209.
- Kalantzi, I., Shimmiel, T.M., Pergantis, S.A., Papageorgiou, N., Black, K.D., Karakassis, I., 2013. Heavy metals, trace elements and sediment geochemistry at four Mediterranean fish farms. *Science of The Total Environment*, 444(0): 128–137. doi: [10.1016/j.scitotenv.2012.11.082](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.11.082)
- Kalay, M., Ay, Ö., Canli, M., 1999. Heavy Metal Concentrations in Fish Tissues from the Northeast Mediterranean Sea. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 63(5):673–681. doi: [10.1007/s001289901033](https://doi.org/10.1007/s001289901033)
- Karademir, A., 2004. Health risk assessment of PCDD/F emissions from a hazardous and medical waste incinerator in Turkey. *Environment International*, 30(8): 1027–1038. doi: [10.1016/j.envint.2004.05.008](https://doi.org/10.1016/j.envint.2004.05.008)
- Larsen, E.H., Francesconi, K.A., 2003. Arsenic concentrations correlate with salinity for fish taken from the North Sea and Baltic waters. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 83(02): 283–284. doi: [10.1017/S0025315403007082h](https://doi.org/10.1017/S0025315403007082h)
- Mathews, T., Fisher, N.S., 2009. Dominance of dietary intake of metals in marine elasmobranch and teleost fish. *Science of The Total Environment*, 407 (18):5156-5161. doi: [10.1016/j.scitotenv.2009.06.003](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2009.06.003)
- Minganti, V., Drava, G., Pellegrini, R.D., Siccardi, C., 2010. Trace elements in farmed and wild gilthead seabream, *Sparus aurata*. *Marine pollution bulletin*, 60(11):2022–5. doi: [10.1016/j.marpolbul.2010.07.023](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.07.023)
- Paulsson, K., Lundbergh, K., 1991. Treatment of mercury contaminated fish by selenium addition. *Water Air & Soil Pollution*, 56(1): 833–841. doi: [10.1007/BF00342320](https://doi.org/10.1007/BF00342320)
- TFC (2002) Declaration on determination of maximum levels of determined Contaminants in Turkish Food Codex. vol 2002/63, 23.09.2002 edn. *Turkish Republic Official Gazette*, Ankara, Turkey
- TFC (2011) Declaration on Maximum Limits of Contaminants in Food. 29.12.2011 edn. *Turkish Republic Official Gazette*, Ankara, Turkey
- Tüzen, M., 2003. Determination of heavy metals in fish samples of the middle Black Sea (Turkey) by graphite furnace atomic absorption spectrometry. *Food Chemistry*, 80(1): 119–123. doi: [10.1016/S0308-8146\(02\)00264-9](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00264-9)
- Uysal, K., Emre, Y., Köse, E., 2008. The determination of heavy metal accumulation ratios in muscle, skin and gills of some migratory fish species by inductively coupled plasma-optical emission spectrometry (ICP-OES) in Beymelek Lagoon (Antalya/Turkey). *Microchemical Journal*, 90(1): 67–70. doi: [10.1016/j.microc.2008.03.005](https://doi.org/10.1016/j.microc.2008.03.005)

First record of *Limnopus rufoscutellatus* (Hemiptera: Gerridae) from Turkey, with some ecological notes

Limnopus rufoscutellatus (Hemiptera: Gerridae)'un Türkiye'den ilk kaydı ve bazı ekolojik notlar

Esat Tarık Topkara* • M. Ruşen Ustaoglu • Süleyman Balık

Ege University, Faculty of Fisheries, TR-35100 Bornova, Izmir-Turkey

*Corresponding author: esattopkara@gmail.com

Özet: *Limnopus rufoscutellatus* (Latreille, 1807) Ağustos 2006'da Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki bir dağ gölü olan Kuzeyaksu Gölü'nden iki erkek birey ilk kez kaydedilmiştir ve lokaliteye ait bazı ekolojik özellikler hakkında bilgi verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Doğu Karadeniz Bölgesi, Kuzeyaksu Gölü, Hemiptera, Gerridae, *Limnopus rufoscutellatus*, Türkiye.

Abstract: *Limnopus rufoscutellatus* (Latreille, 1807) is reported for the first time from Turkey. Two male specimens were collected from the Lake Kuzeyaksu, where is a mountain lake located in the Eastern Black Sea Region of Turkey, in early August 2006. Some ecological features of the lake were given as well.

Keywords: Eastern Black Sea Region, Lake Kuzeyaksu, Hemiptera, Gerridae, *Limnopus rufoscutellatus*, Turkey.

INTRODUCTION

Water striders (Gerridae) live on the water surface of ponds, marshes and slow-flowing streams (Savage, 1989). As Andersen (1995), the family Gerridae was represented by only three genera (*Limnopus* Stål, 1868; *Aquarius* Schellenberg, 1800 and *Gerris* Fabricius, 1794) for Europe.

According to the review of the Turkish water bugs (Fent et al., 2011; Dursun, 2012), the Turkish water striders fauna includes 10 confirmed taxa *Aquarius ventralis* (Fieber, 1860), *A. paludum paludum* (Fabricius, 1794), *Gerris* (*Gerris*) *argentatus* Schummel, 1832; *G. (G.) caucasicus* Kanyukova, 1982; *G. (G.) costae fieberi* Stichel, 1938; *G. (G.) lacustris* (L., 1758); *G. (G.) maculatus* Tamanini, 1946; *G. (G.) kabaishanus* Linnavouri, 1998 and *G. (G.) thoracicus* Schummel, 1832, *Gerris* (*Gerriselloides*) *asper* (Fieber, 1860). Fent et al. (2011) also listed an additional species, *Limnopus rufoscutellatus* (Latreille, 1807), referring to the preliminary version of this manuscript. Here we present the details considering the record.

MATERIALS AND METHOD

The material used in this study was collected mainly on 4th August 2006. The samples were collected by ladle and net with a mesh diameter of 0.5 mm from the water surface of the Kuzeyaksu mountain lake. The specimens were killed with ethylacetate solution and put into small bottles. The water striders were identified using the keys by Poisson (1957),

Southwood and Leston (1959), Savage (1989), Andersen and Spence (1992) and Kanyukova (2006). The materials are stored in the collection of Ege University, Faculty of Fisheries Museum (ESFM), Izmir, Turkey.

RESULTS AND DISCUSSION

Infraorder: Gerromorpha Popov, 1971

Family: Gerridae Leach, 1815

Limnopus rufoscutellatus (Latreille, 1807)

Material examined and ecological notes: TURKEY: Rize Province: 2 ♂, 04/08/2006, Lake Kuzeyaksu (Kazançukuru plateau-İkizdere-Rize) (40°39'19"N 40°50'57"E), leg. Esat T. Topkara, ESFM-INS/2006-040 (Figure 1,2); alt. 3070 m, water pH 7.65, conductivity 37.1 µS₂₅°C, water temperature 17.9°C.

Distribution: Palearctic Region: Europe: Austria, Belarus, Belgium, Britain, Bulgaria, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Moldova, Norway, Poland, Romania, Slovenia, Sweden, Switzerland, the Netherlands, Ukraine **Asia:** Armenia, Azerbaijan, Central Asia, Georgia, Japan, Northern China, Mongolia, Russian Far East, Siberia **Nearctic Region:** Alaska, North-western Canada (Andersen 1995; Kanyukova 1982, 2006; Fent et al., 2011).

Ecology: According to Savage (1989), this species can be found in rivers, lakes ponds or pools. Nummelin et al. (1988) reported that, *Limnopus rufoscutellatus* occurs in ditches, temporary and permanent waters, ponds and lakes. Similarly, we found this species among the aquatic macrophytes of a small mountain lake. Poisson (1957) indicates that, the species has less crowded populations than that of *Gerris* species. We observed three specimens at the sampling site but could only collect two of them, in the field.

After reporting this new record, the exact number of the taxa belonging to Gerridae reported from Turkey so far has reached to 11.

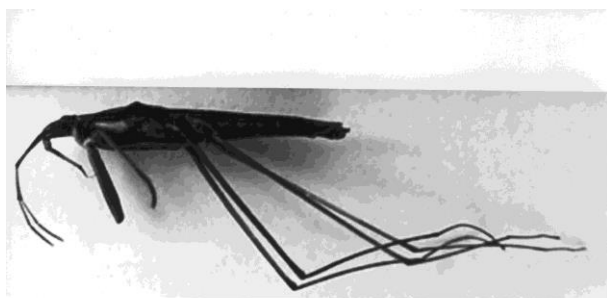


Figure 1. Lateral view of *Limnopus rufoscutellatus* (♂)



Figure 2. Ventral view of the apical abdominal segments of *Limnopus rufoscutellatus* (♂)

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank to Technological and Scientific Research Council of Turkey TÜBİTAK (ÇAYDAG-104Y183) for financial support of this work. The authors wish to thank Dr. Murat ÖZBEK (Ege University, Faculty of Fisheries) for his critical reading the MS and assistance during the field study. We also wish to thank Dr. Berend Aukema for identification of Gerridae specimens and to Dr. Petr Kment for his valuable comments.

REFERENCES

- Andersen, N.M., 1995. Gerromorpha. Catalogue of the Heteroptera of the Palearctic Region. Vol.1: Enicocephalomorpha, Dipsocoromorpha, Nepomorpha, Gerromorpha and Leptopodomorpha, B. Aukema, and C. Rieger (eds.), *The Netherlands Entomological Society*, Amsterdam, pp 77-114.
- Andersen, N.M., Spence, J.R., 1992. Classification and phylogeny of the Holarctic water strider genus *Limnopus* Stål (Hemiptera, Gerridae). *Canadian Journal of Zoology*, 70(4): 753-785. doi: [10.1139/z92-110](https://doi.org/10.1139/z92-110)
- Dursun, A., 2012. Additional records of Gerromorpha (Hemiptera: Heteroptera) and redescription of *Rhagovelia nigricans nigricans* (Burmeister, 1835) from Anatolia (Turkey). *Turkish Journal of Zoology*, 36(5): 652-661.
- Fent, M., Kment, P., Çamur Elipek, B., Kirgiz, T., 2011. Annotated catalogue of Enicocephalomorpha, Dipsocoromorpha, Nepomorpha, Gerromorpha and Leptopodomorpha (Hemiptera: Heteroptera) of Turkey with new records. *Zootaxa*, 2856: 1-84.
- Kanyukova, E.V., 1982. Water-striders (Heteroptera, Gerridae) of the fauna of the USSR, Trudy Zoologicheskogo Instituta, *Akademiya Nauk SSR*, Leningrad, 105: 62-93 (in Russian).
- Kanyukova, E.V., 2006. Aquatic and semiaquatic bugs (Heteroptera: Nepomorpha, Gerromorpha) of the fauna of Russia and neighbouring countries, *Dal'nauka*. Vladivostok (in Russian).
- Nummelin, M., Spence, J.R., Vespäläinen, K., 1988. Infection of gerrid eggs (Heteroptera:Gerridae) by the parasitoid *Tiphodytes gerriphagus* Marchal (Hymenoptera: Scelionidae) in Finland. *Annales Zoologici Fennici*, 25: 299-302.
- Poisson, R. 1957. *Faune De France 61 Heteropteres Aquatiques*. Paul Lechevalier (Ed.), 12 rue de Tournon (Vle), Paris.
- Savage, A.A. 1989. Adults of the British Aquatic Hemiptera Heteroptera. A Key With Ecological Notes. *Freshwater Biological Association*, Scientific Publication No. 50., Ambleside, Cumbria, 173 p.
- Southwood, T.R.E., Leston, D. 1959. Land and Water Bugs of the British Isles. *Frederick Warne and Co. Ltd*. London and New York.

Denizel biyoaktif bileşikler

Marine bioactive compounds

Ferhat Can Özkaya¹ • Cem Erdoğan² • Muhammet Altunok^{1*}

¹*İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Yetiştiriciliği Ana Bilim Dalı 35620 Çiğli, İzmir, Türkiye*

²*Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü 35100 Bornova, İzmir, Türkiye*

*Corresponding author: muhammet.altunok@ikc.edu.tr

Abstract: Natural products and their derivate compounds have been underlined of new drugs along centuries. The compounds which are named secondary metabolites are produced by organisms against to predators in nature. Initially various terrestrial plants were investigated for achieve valuable drugs leads. Recent years, pharmaceutical research into natural products has declined on the grounds of isolation of similar metabolites and high-throughput screening of synthetic products. On the other hand, resistant strains of pathogens are increasingly prevalent in hospitals and in the community. New diseases is pressing need to develop new drugs, but progress in developing them has been slow. Therefore, particularly the emergence of health issues suggests that the discovery of new scaffolds such as cytarabine (Ara-c), vidarabine (Vira-A1) and salinosporamide A should be a priority. New technologies provide smart screening methods to discover new natural drugs from untapped biological resources. Especially advances in rapid genetic sequencing, coupled with manipulation of biosynthetic pathways, may provide a vast resource potential for the discovery of new pharmaceuticals. These technological advances encourage renewed interest in natural products and the natural drug discovery. In this review, we focused on marine metabolites also bring the marine chemical diversity up to its therapeutic potential, while it is offering an extremely rich resource for novel compounds.

Keywords: Natural product, bioactive secondary metabolites, marine environments, marine organisms.

Özet: Yüzylerce yıl boyunca yeni ilaçların temelini doğal ürünler ve bunlardan elde edilmiş bileşikler oluşturmuştur. Sekonder metabolitler olarak adlandırılan bu bileşikler doğada organizmalar tarafından düşmanlarından korunma amacıyla üretilmektedir. Son yıllarda benzer metabolitlerin izole edilmesi ve ayrıca sentetik üretimin yüksek tarama olanakları sunmasının da etkisiyle doğal ürünlere yönelik ilaç araştırmaları oldukça azalmıştır. Bununla birlikte çeşitli patojenlerin hastanelerde ve toplumda dirençli suşlar geliştirmesi giderek daha yaygınlaşmaktadır. Yeni hastalıklar yeni ilaçların keşfini zorunlu hale getirirken, bütün bunlarla mücadele için gerekli olan yeni antimikrobialerin geliştirilmesinde ilerleme yavaş olmaktadır. Bu nedenle özellikle sağlık alanındaki bu ve benzeri problemler cytarabine (Ara-c), vidarabine (Vira-A1) ve salinosporamide A gibi yeni küçük molekül yapıları bileşiklerinin keşfinde öncelik olması gerektiğini göstermektedir. Yeni teknolojiler henüz araştırılmamış biyolojik kaynakların doğal ilaç keşiflerinde kullanılmasını sağlayan oldukça etkili akıllı tarama yöntemleri sunmaktadır. Özellikle hızlı genetik sekanslama ile birlikte biyosentetik yolların manipulasyonundaki ilerlemeler yeni ilaçların keşfi için büyük bir kaynak sunabilecek potansiyele sahiptir. Teknolojideki bu ilerlemeler yeni ilaç keşfine ve doğal ürünlere olan ilginin tekrar artmasını da sağlamıştır. Bu derlemede, yeni bileşikler için son derece zengin bir kaynak sunarken aynı zamanda tedavi edici potansiyeli olabilecek denizel kimyasal çeşitliliği bir araya getiren denizel metabolitler üzerinde durulmuştur.

Anahtar kelimeler: Doğal ürünler, biyoaktif sekonder metabolitler, denizel çevreler, denizel canlılar.

GİRİŞ

İnsanlık tarih öncesi dönemlerden günümüze kadar çeşitli hastalıklar ile mücadele etmek için farklı yollar denemişlerdir. Bu yollardan en çok kullanılanı ve bilineni doğal ürünlerdir. Doğada üreticisi tarafından yaşadığı ortamlarda kendini koruma amacıyla üretilen ürünler, insanlığın karşılaştığı hastalıklar ile mücadelesinde en önemli silahı olmuştur. Bu amaçla bitkiler en çok değerlendirilen kaynak olmuştur. 1928 yılında Sir Alexander Fleming'in penisilini buluşuyla birlikte mikroorganizmalarda değerlendirilmeye başlamış (Fleming 1929) ve Fleming'i takiben araştırmacılar değerli ilaç etken maddelerini karasal mikroorganizmalardan elde etmişlerdir (Hölker vd. 2004). Ancak zamanla çalışmalar tek düze hale gelmiştir ve farklı kaynaklar araştırılmaya başlanmıştır (Verdine 1996). Bu yaklaşımlardan günümüzde en önemli olanı denizel kaynaklardır. İlk başlarda denizel

makroorganizmalar bu amaç doğrultusunda değerlendirilmiş olsa da son yıllarda en çok araştırma denizel mikroorganizmalar üzerine yapılmaktadır (Berdly 2005). Ayrıca dünyamızda her geçen gün artan sağlık sorunları araştırmacıları daha çok doğal ürün araştırması yapmaya itmektedir (Mayer vd. 1999; Zhang ve Demain 2005).

DOĞAL ÜRÜN ARAŞTIRMALARI

Biyoaktif doğal ürünler, canlılar tarafından üretilen ve diğer organizmalara karşı biyolojik aktivite gösteren kimyasal bileşikler olarak tanımlanabilir. Bu bileşikler insan ve hayvan hastalıklarına karşı terapötik aktiviteye, hastalıklara neden olan etkenlere karşı toksik aktiviteye ve tarımsal üretimde kayıplara neden olan böceklerle karşı önleyici etkiye sahip olabilir. Biyoaktif doğal ürünler, genellikle üretici organizmaları

tarafından yaşadıkları doğal çevrede kendilerini koruma ve üstünlük sağlamak amaçlı üretilen sekonder metabolitlerdir. Bazı durumlarda canlıların günlük yaşamlarında var olan ancak tesadüfen biyolojik aktivitesi belirlenen biyoaktif moleküller de bulunabilmektedir (Colegate ve Molyneux 2008).

Biyoaktif doğal ürün kaynakları, yüzlerce yıldır hastalıklar ile mücadelede kullanılmış ve günümüzde de kullanılan ilaçların yarısından fazlasının etken maddesini bu kaynaklar oluşturmaktadır (Clark 1996). Tedavi amacıyla kullanılan ilaçların % 63'ü değiştirilmemiş doğal ürünlerden, değiştirilmiş doğal ürünlerden veya çıkış maddesi doğal ürünlerden oluşmaktadır. 1981 ile 2008 yılının ortalarını kapsayan dönemde anti-infektif olarak kullanılan ilaçların (antibakteriyel, antifungal, antiparazitik, antiviral) % 68'i ve kanser tedavisinde kullanılan ilaçların % 63'ü doğal ürün türevidir (Cragg vd. 2009). Kimyasal olarak veya doğadan elde edilen bir bileşiğin ilaç olarak kullanıma sunulması uzun yıllar sonunda olur. Ancak doğa bazı bileşiklerin üretimini ve tasarımı asırlarca süren işlemler sonucunda optimize etmiş ve kullanıma sunulmaya yakın hale getirmiştir. Mikrobiyal fermentasyonla doğrudan ürün elde edilmesi steroid, β -laktam ve eritromisin gibi kimyasal yolla sentezlenen bileşiklerden çok daha ekonomiktir. Bazı durumlarda herhangi bir değişikliğe gerek duyulmadan kullanıma sunulabilmektedir. Ayrıca doğal ürünler, kimyasal yolla yarı sentetik veya rekombinant DNA teknolojisiyle türevlendirilebilen önemli kimyasal yapı motifleri ve biyoaktiviteden sorumlu atom grupları sunabilmektedir (Cragg vd. 1997).

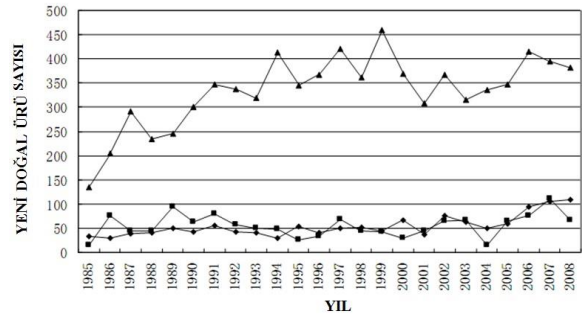
Son yıllarda tedavi edilemeyen hastalıkların önlenmesi, önemli biyolojik aktiviteye sahip kimyasal yapıların keşfedilmesi, biyokimyasal prob olarak geliştirilebilecek bileşiklerin keşfi, yeni ve duyarlı tedavi metotlarının geliştirilmesi için izolasyon, saflaştırma, karakterizasyon ve üretim metotlarına yönelik araştırmalara büyük önem verilmiştir (Burgess 2012; Zhang ve Demain 2005). Ayrıca dirençli patojenlerin gelişmesi (Chu vd. 1996), yeni hastalıkların ortaya çıkması (Da Silva ve Iaccarino 1999), doğal olarak dirençli patojenlerin varlığı (Tenover ve Hughes, 1996) ve kullanımdaki bazı bileşiklerin göreceli toksik özellikleri doğal ürün araştırmalarının devamlılığını zorunlu hale getirmiştir (Zhang ve Demain 2005).

DENİZEL DOĞAL ÜRÜNLER

Günümüze kadar bitkilerden ve karasal mikroorganizmalardan değerli biyoaktif bileşikler elde edilmiştir. Fakat belirli bir zaman sonra yapılan çalışmalarda benzer organizmalardan bilinen moleküller izole edilmeye başlanmıştır. Bunun üzerine doğal ürün araştırmacıları daha az çalışılmış yaşam alanlarında bulunan organizmalardan yeni bileşiklerin eldesine yönelmişlerdir. Son yıllarda üzerine en çok araştırma yapılan dünya yüzeyinin yaklaşık % 70'den fazlasını kaplayan ve potansiyel kemoterapötik ajanlar için büyük bir kaynak olduğu tespit edilen okyanuslardır (Cragg ve Newman 2013; Kjer vd. 2010). Okyanuslar barındırdığı

canlılara yeni ve karasal organizmalardan elde edilenlere göre çok daha çeşitli ürünlerin sentezi için önemli fizikokimyasal şartlar sunmaktadır (Baker ve Alvi 2004; DeLong 2007; Lozupone ve Knight 2007).

Denizel organizmalar, dünyanın farklı alanlarında tedavi için kullanılan geleneksel tıp yöntemlerine tarih boyunca çok fazla etki etmemiştir. Ancak günümüzde çeşitli biyolojik aktivitelere sahip doğal ürünler farklı denizel omurgasızlardan ve mikroorganizmalardan elde edilmekte, özellikle modern tıpta önemli bir yer tutmaktadır (Cragg ve Newman 2013). Denizel doğal ürünler terapötik ve farmakolojik potansiyeli olan, biyolojik aktivite açısından moleküler hedef özellikli kimyasal yapılara sahiptir (Arthaud vd. 2012; El-Gendy vd. 2008). Bu ürünler antimikrobiyal, anti-tüberküloz, antiviral, antiparazitik, antihelmintik, antimalaryal, antiprotozoal, antikoagulant, antiplatelet, antiinflamatuvar, antidiyabetik ve antikanser etkileri içeren geniş çapta biyolojik aktivite gösterirler (Imhoff vd. 2011). Ayrıca elde edilen bileşikler başka ilaç araştırmaları için de önemli öncül yapılar olarak değerlendirilmektedir (Gulder ve Moore 2009; Waters vd. 2010). Tüm bu nedenlerden dolayı denizel ürün araştırmalarında keskin bir artış gözlenmektedir. 2008 yılında 1065 tane, 2009 yılında 1011 tane ve 2010 yılında 1003 tane yeni denizel metabolit rapor edilmiştir (Blunt vd. 2010; Blunt vd. 2012). Yapılan bu çalışmalar denizel çevrelerin yeni biyoaktif metabolitler açısından zengin bir kaynak olduğunu göstermektedir ve bunların çoğu toprak kökenli organizmalardan elde edilenlerin ait olduğu kimyasal yapılara göre çok daha farklıdır (Cragg ve Newman 2013). 1985 ile 2008 yılları arasında izole edilen denizel ürünlerin yıllara göre dağılımı Çizelge 1'de verilmiştir (Hu vd. 2011)



Çizelge 1. 1998 – 2005 yılları arasında denizel mikroorganizmalardan elde edilen biyoaktif metabolitlerin denizel organizmalara (▲); denizel omurgasızlar, ■; algler, ◆; denizel mikroorganizmalar) göre dağılımı (Hu vd. 2011)

Figure 1. Marine organisms to bioactive metabolites isolated from marine microorganisms between 1998 – 2005 (▲; marine invertebrates, ■; algae, ◆; marine microorganisms) (Hu vd. 2011)

Denizel organizmalardan doğal ürün eldesi çalışmalarında ilk olarak sünger, alg gibi makroorganizmalar kullanılmıştır ve günümüzde tedavi amacıyla onaylanan ürünler bunun en önemli kanıtıdır. *Cryptotheca crypta*'dan izole edilen sitabarin Ara-C (Cytosar-U1®) (akut limfositik lösemi, akut miyelositik lösemi ve kronik miyelojen lösemisinin blast kriz fazı ve

meningeal lösemi) ve *Tethya crypta*'dan izole edilen vidarabin Ara-A (Vira-A1®) (akut keratokonjonktivit, herpes virüs 1 ve 2), 1974'de insan hastalıklarının tedavisinde ilk kez kullanılmaya başlanmıştır. Aradan geçen otuz yıl boyunca başka denizel doğal ürünler için de onay alınmış ve tedavide kullanılmaktadır. *Conus magus*'dan izole edilen Ziconotide'in (Prialt®) 2004 yılında ağrı kesici olarak onaylanmasının

ardından, 2007 yılında *Ecteinascidia turbinata*'dan izole edilen Yondelis®, yumuşak doku sarkomu ve 2009 yılında da yumurtalık sarkomu tedavisinde kullanılmak üzere Avrupa'dan onay almıştır. Bunun yanında birçok denizel doğal ürün klinik olarak farklı faz çalışmalarına alınmıştır. Farklı klinik faz denemelerine alınan denizel ürünler Tablo 1'de verilmiştir (Mayer vd. 2010).

Tablo 1. Klinik çalışmalara alınan denizel kaynaklı doğal ürünler (Mayer vd. 2010)
Table 1. Clinical metabolites from marine natural products (Mayer vd. 2010)

Klinik durumu	Bileşik Adı	Ticari Adı	Kaynağı	Aktivitesi
Onaylanmış	Cytarabine, Ara-C	Cytosar-U1®	<i>Cryptotheca crypta</i>	Kanser Tedavisi
	Vidarabine	Vira-A1®	<i>Tethya crypta</i>	Antiviral
	Ziconotide	Prialt®	<i>Conus magus</i>	Ağrı Kesici
	Trabectedin (ET-743) Avrupada Onaylı	Yondelis®	<i>Ecteinascidia turbinata</i>	Kanser Tedavisi
Faz-III	Eribulin Mesylate E7389)	Ticari Adı Yok	<i>Halichondria okadai</i>	Kanser Tedavisi
	Soblidotin (TZT1027)	Ticari Adı Yok	<i>Ecteinascidia turbinata</i>	Kanser Tedavisi
	DMXBA (GTS-21)	Ticari Adı Yok	<i>Nemertea sp.</i>	Şizofreni Tedavisi
Faz-II	Plinabulin (NPI-2358)	Ticari Adı Yok	<i>Aspergillus sp. CNC-139</i>	Kanser Tedavisi
	Plitidepsin	Aplidin®	<i>Aplidium albicans</i>	Kanser Tedavisi
	Elisidepsin	Irvalec®	<i>Elysia rufescens</i>	Kanser Tedavisi
	PM1004	Zalypsis®	<i>Jorunna funebris</i>	Kanser Tedavisi
	Tasidotin	Ticari Adı Yok	<i>Symploca sp.</i>	Kanser Tedavisi
	Synthadotin (ILX-651)	Ticari Adı Yok	<i>Pseudopterogorgia elisabethae</i>	Yara Kapanması
Faz-I	Pseudopterოსins	Ticari Adı Yok	<i>Bugula neritina</i>	Kanser Tedavisi
	Bryostatin1	Ticari Adı Yok	<i>Hemisterella minör</i>	Kanser Tedavisi
	Hemiasterlin (E7974)	Ticari Adı Yok	<i>Salinispora tropica</i>	Kanser Tedavisi
	Marizomib (Salinosporamide A; NPI-0052)	Ticari Adı Yok		

a) Denizel Omurgasızlar

Omurgasız canlıların yaklaşık olarak % 60'ı denizlerde yaşamaktadır (Ausubel vd. 2010). Denizel omurgasızların büyük bir çoğunluğu deniz kurtlarından, eklembacıklılardan, bryozonlardan, sölenlerlerden, ekinodermilerden, kabuklulardan ve süngerlerden oluşmaktadır (Paul ve Puglisi 2004; Paul ve Williams 2008). Bu canlıların çoğu bir yere yapışık şekilde yaşarlar, gövdeleri yumuşaktır ve kendilerini korumak için kimyasal koruma sistemleri (biyoaktif metabolit üretim sistemi) bulunmaktadır (Faulkner 2000; Faulkner 2002; Haefner 2003).

Bu sistemlerden elde edilen doğal ürünler ilginç biyomedikal potansiyelleri ile başta ilaç sanayi olmak üzere çeşitli biyoteknolojik uygulamalarda kullanılmaktadır (Bernan vd. 1997; Haygood vd. 1999; Jensen ve Fenical 1994; Lee vd. 2001; Osinga vd. 2001; Proksch vd. 2002; Taylor vd. 2007). 1990 – 2009 yılları arasında denizel omurgasız canlıların sahip olduğu kimyasal koruma sistemlerinden yaklaşık 10,000 metabolit izole edilmiştir (Leal vd. 2012). İzole edilen metabolitlerden örnekler Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Denizel omurgasızlardan izole edilen bazı metabolitler, izole edildiği omurgasızlar ve biyoaktivitelerine örnekler (Li vd. 2012; Mudianta vd. 2012; Radjasa vd. 2011; Tran vd. 2012; Wang vd. 2012; Won vd. 2012; Zhang vd. 2006)

Table 2. Samples of metabolites from marine invertebrates, isolated invertebrates and bioactivities (Li vd. 2012; Mudianta vd. 2012; Radjasa vd. 2011; Tran vd. 2012; Wang vd. 2012; Won vd. 2012; Zhang vd. 2006)

Bileşik Adı	İzole Edildiği Omurgasız	Aktivitesi
Manzamine A	<i>Haliclona sp.</i> ; <i>Pellina</i> ; <i>Pachypellina</i> ; <i>Xestospogia</i> ; <i>Ircinia</i> ; <i>Amphimedon</i> (Sünger)	Antimalaryal
Crambescidin 800	<i>Crambe crambe</i> ; <i>Monanchora unguifera</i> (Sünger)	Antimalaryal, Sitotoksik
Variolin A	<i>Kirkpatrickia variolosa</i> (Sünger)	Siklin bağımlı kinaz inhibitörü
Discodermolide	<i>Discodermia dissoluta</i> (Sünger)	Antikanser
Dictyostatin-1	<i>Spongia sp.</i> , <i>Corallistidae</i> (Sünger)	Antikanser
Bryostatin-1	<i>Bugula neritina</i> (Bryozoon)	Kanser Tedavisinde Faz II'de
Fijianolide B	<i>Cacospongia mycofijensis</i> (Sünger)	Kanser
Spongistatin 1	<i>Spirastrella spinispirullifera</i> (Sünger)	Kanser
Aplyronine A	<i>Aplysia kurodai</i> (Salyangoz)	Antitümoral
Psymberin	<i>Ircinia ramosa</i> , <i>Psammocinia aff. Bulbosa</i> (Sünger)	Kanser
Mycothiazole	<i>Cacospongia mycofijensis</i> (Sünger)	Mitokondrial Kompleks 1 inhibitörü
Pseudopterოსin A	<i>Pseudopterogorgia elisabethae</i> (Mercan)	Antienflamatuar ve Yara Kapayıcı
Herdmanine K	<i>Herdmania momus</i> (Tunikat)	PPAR-δ aktivasyonu
Cadiolides E ve Synoilides A-B	<i>Synoicum sp.</i> (Tunikat)	Antibakteriyel ve Kanser
Neamphamides B,C,D	<i>Neamphius huxleyi</i> (Sünger)	Antikanser
Cadiolides 5, 6, 7, 8, 9	<i>Pseudodistoma antinboja</i> (Tunikat)	Antibakteriyel
Hydroxypsammamplysin E	<i>Aplysinella strongylata</i> (Sünger)	Antibakteriyel
Fuscocinerosides A,B,C	<i>Holothuria fuscocinerea</i> (Deniz patlıcanı)	Kanser

Denizel omurgasız canlılar arasında en yüksek doğal ürün sayısı ve yeni biyoaktif metabolit potansiyeline sahip olanlar süngerlerdir (Gunasekera vd. 2006) ve çok geniş bir biyosentetik üretim kapasitesine sahiptirler. Sentezledikleri sekonder metabolitler, denizel ekosistem içinde süngerlerin yaşamlarının devamı için hayati rol oynamaktadır (Thakur ve Müller, 2004). Bunun yanında çok sayıda farklı mikroorganizma için iyi bir konakçıdır (Ireland vd. 1993; Wang 2006).

Algler kendi biyokütlerinin çok küçük bir miktarı kadar sekonder metabolit sentezleyebilmektedir ve yaşamsal gereksinimleri açısından bakıldığında primer metabolit olarak da kabul edilebilirler. Brom, klor, iyot ve florür gibi çeşitli halojenleri içeren ürünler sentezleyebilmeleri algleri önemli doğal ürün üreticileri yapmaktadır. Bu halojenli bileşikler hem ender izole edilebilmekte hem de bulunduğu molekülün aktivitesini arttırılabilmektedir. Farmasötik sanayide yarı sentetik ilaçların tasarımının önemli hedeflerinden biri de halojenli ilaç etken maddelerinin eldesidir. Bu durum düşünüldüğünde alglerden elde edilen ve edilecek ürünlerin kullanıma potansiyelinin büyüklüğü ortaya çıkmaktadır (Cabrita vd. 2010).

b) Denizel Mikroorganizmalar

Denizel mikroorganizmalar kutup buzullarından, hidrotermal bacalara, derin biyosferlerden, mangrove ormanlarına, oligotropik açık okyanus sularından, kirliliğe ve temiz kumsallara kadar her alanda yaşayabilmektedirler. Özellikle alglerle, süngerlerle, balıklarla ve mercanlarla birlikte yaşayan mikrobiyal topluluklar doğal ürün araştırmacılarının ilgisini çekmektedir. Pek çok durumda bakteriler ve diğer mikroorganizmalar denizel makroorganizmalarla birlikte yaşamaktadırlar. Makroorganizmalarla olan yaşamsal birliktelik hakkındaki bilgi birikimi her geçen gün artmaktadır ve özellikle süngerlerin biyoaktif metabolit çeşitliliğinin süngerlerle birlikte yaşayan mikroorganizmalardan kaynaklandığını savunan hipotezler ve bunu kanıtlayan çalışmalar da mevcuttur (Imhoff vd. 2011; Newman ve Hill 2006; Proksch vd. 2002; Zhang vd. 2005). Gurgui ve Piel (2010) süngerlerle birlikte yaşayan bakteri çeşitliliği üzerine yaptıkları araştırmada bakterilerin sahip oldukları doğal ürün potansiyelinin büyüklüğüne ışık tutmuşlardır. Geliştirilen yeni moleküler tekniklerle makroorganizmalarla birlikte yaşayan ancak izole edilemeyen mikroorganizma ve arkea grupları tanımlanmıştır (Delong 2007; Simon ve Daniel 2010). Kültüre alınabilen, henüz kültüre edilmeyen ve daha tanımlanmamış mikroorganizmaların biyoteknolojik potansiyelleri denizel doğal ürün araştırmalarının en önemli merak konusudur. Özellikle de denizel ve mikrobiyal çevrelerin küçük doğal molekül potansiyelleri sınırsız görünmektedir (Newman ve Cragg 2007).

Denizel Bakteriler

Farmasötik ilaçların keşfi için denizel bakterilerin yeni ve değerli bileşikleri sentezlediğine dair bilgi birikimi giderek

artmaktadır. 1997'den 2008'e kadar 660 yeni denizel bakteri kaynaklı bileşik tanımlanmıştır. Bunların büyük bir kısmı Actinobacteria (% 60) ve Cyanobacteria (% 33) grubu bakterilerden elde edilmişken, bunları Protoebacteria (% 12), ve Firmicutes üyelerinden (% 5) rapor edilen metabolitler izlemektedir (Imhoff vd. 2011).

Denizel Cyanobacteria grupları, dolastin 10, laryazole ve aprotin A gibi seçkin sitotoksik metabolit üreticileri olarak bilinirler. Özellikle denizel Cyanobacteria kökenli azot içeren sekonder metabolitler araştırmalarda dikkat çekmektedir. Tablo 3'de Cyanobacteria türlerinden elde edilen sekonder metabolitlere örnekler verilmiştir (Imhoff vd. 2011; Tan 2007).

Tablo 3. 2001-2006 arasında denizel Cyanobacteria bakterilerden elde edilen biyoaktif metabolitlere bazı örnekler (Tan 2007)

Table 3. Samples of Cyanobacteria bioactive metabolites between 2001 – 2006 (Tan 2007)

Metabolit	Kaynağı	Biyolojik aktivite
Malevamide D	<i>Symploca hydroides</i>	Sitotoksik ajan
Obyanamide	<i>Lyngbya confervoides</i>	Sitotoksik ajan
Guineamides A	<i>Lyngbya majuscula</i>	Sitotoksik ajan
Antillatoxin	<i>Lyngbya majuscula</i>	lyon kanalı engelleyici
Malyngamide S	<i>Bursatella leachii</i>	Sitotoksik ve anti-enflamatuvar

Günümüzde tedavide kullanılan mikrobiyal metabolitlerin başlıca üreticisi olan Actinobacteria grubu üyesi olan bakteriler yeni ilaç üretimi için sınırsız bir kapasiteye sahiptirler ve denizel aktinomisetler yeni ilaç etken maddeleri için hala önemli bir kaynaktır (Lam 2006). Tablo 4'te 2003-2005 yılları arasında Actinobacteria üyelerinden izole edilen biyoaktif metabolitlere bazı örnekler verilmiştir.

Tablo 4. Actinobacteria grubu bakterilerden elde edilen biyoaktif metabolit örnekleri (Ding vd. 2012; Lam 2006; Zhou vd. 2012)

Table 4. Same bioactive metabolites from Actinobacteria (Ding vd. 2012; Lam 2006; Zhou vd. 2012)

Bileşik	Kaynağı	Biyolojik Aktivitesi
Abysomicins	<i>Verrucosipora</i> sp.	Antibakteriyel
		Antialgal,
		Antibakteriyel,
Chandrananimycins	<i>Actinomadura</i> sp.	Antikanser,
		Antifungal
Komodoquinone A	<i>Streptomyces</i> sp.	Nötrojenik aktivite
Chinikomycins	<i>Streptomyces</i> sp.	Antikanser
		Antibakteriyel,
Trioxacarcins	<i>Streptomyces</i> sp.	antikanser,
		antimalaryal
StreptosetinA	<i>Streptomyces violaceusniger</i> Tu4113	Antikanser
Kandenols A-E	<i>Streptomyces</i> sp.HKI0595	Antikanser,
		Antimikrobiyal
Marthiapeptide A	<i>Marinactinospora thermotolerans</i> SCSIO00652	Antiinfektif,
		Antikanser

Biyoaktif metabolit üreticileri olarak *Pseudomonas* grubu bakterileri değerlendirdiğimizde toprak kaynaklı suşlarından elde edilen metabolitlerin denizel suşlara göre daha fazla olduğu görülmektedir. Çok az denizel *Pseudomonas* izole edilmiş ve ürettikleri biyoaktif metabolitler çalışılmıştır. Çoğu çalışmada denizel ve karasal suşların benzer metabolitleri ürettikleri rapor edilse de denizel suşlardan yeni sekonder metabolit elde edildiği çalışmalar da rapor edilmektedir.

Denizel çevrelerin ekolojik zenginliği içinde yaşayan denizel *Pseudomonas*'lar günümüzde önemli bir metabolit üretim kaynağı olarak değerlendirilmektedir (Isnansetyo ve Kamei 2009). Denizel *Pseudomonas*'lar kıyı bölgelerinde, derin denizlerde ve daha olağan dışı koşullarda

yaşayabilmektedirler. Sekonder metabolit üretim potansiyelleri ise yaşadıkları denizel ortamların ekolojik çeşitliliğine bağlı olarak artan metabolit potansiyeli ile değerlendirilmelidir (Engel vd. 2002). Denizel *Pseudomonas*'lardan elde edilen metabolitlere örnekler Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5. Denizel *Pseudomonas* türlerinden elde edilen doğal ürünlere örnekler
Table 5. Natural product samples from marine *Pseudomonas* species

Metabolit	Kaynağı	Aktivitesi	Kaynak
Pseudomonic acid	<i>P. fluorescens</i>	Antimikrobiyal	Fuller vd. 1971
4-hydroxybenzaldehyde	<i>Pseudomonas</i> sp. 102-3	Antimikrobiyal	Wratten vd. 1977
2-heptylquinolin-4-o	<i>Pseudomonas</i> sp. 102-3	Antimikrobiyal	Wratten vd. 1977
2-pentylquinolin-4-o	<i>Pseudomonas</i> sp. 102-3	Antimikrobiyal	Wratten vd. 1977
2,4-diacetylphloroglucinol DAPG	<i>Pseudomonas</i> sp. AMSN	Antimikrobiyal	Isnansetyo vd. 2001
α -pyrones I-II	<i>Pseudomonas</i> sp. F92S91	Antimikrobiyal	Singh vd. 2003
Dibutyl phthalate	<i>Pseudomonas</i> sp. PB01	Antikanser	Hoang vd. 2008
Di(2-ethylhexyl) phthalate	<i>Pseudomonas</i> sp. PB01	Antikanser	Hoang vd. 2008
Moiramide A, B ve C	<i>P. fluorescens</i>	Antimikrobiyal	Needham vd. 1994
Zafrin	<i>P. stutzeri</i> CMG1030	Antibakteriyal	Uzair vd., 2008
Siklo-[fenilallin-pirrolil-lösin-prolil]	<i>Pseudomonas</i> sp.	Antibakteriyal	Rungprom vd. 2008
Siklo-[isölösin-prolil-lösin-alanin]	<i>Pseudomonas</i> sp.	Antibakteriyal	Rungprom vd. 2008

Denizel Funguslar

Denizel bakteriler ile karşılaştırıldığında denizel funguslara ait bilgi birikimi daha temel seviyededir. Le Calvez vd. (2009) yaptıkları moleküler çalışmada derin deniz hidrotermal ekosistemlerinde beklenenden çok daha büyük bir fungal çeşitlilik saptamışlardır (Paz vd. 2010; Rateb ve Ebel 2011; Wiese vd. 2011; Zhang vd. 2009). En fazla sayıda (% 28) bileşik elde edilen denizel funguslar süngerlerle ilişkili olanlardır ve bunu % 27 oranıyla alglerle ilişkili olanlar takip etmektedir (Bugni ve Ireland 2004).

1992 yılı boyunca sadece 15 fungal metabolit izole edilmişken, 1992'den 2002 yılına kadar geçen sürede 270 fungal metabolit tanımlanmıştır (Bugni ve Ireland 2004). 2006'dan 2010 yılının ortalarına kadar geçen sürede ise denizel ortamlardan elde edilen funguslardan 690 yeni ürün rapor edilmiştir (Rateb ve Ebel 2011). Son yıllarda başta süngerlerle birlikte yaşayan funguslardan izole edilen metabolitler olmak üzere funguslar ile yapılan doğal ürün araştırmalarında önemli bir artış görülmektedir. Bu durum fungusların hala önemli bir doğal ürün kaynağı olduğunu ve giderek artan bir ilgiyi göstermektedir (Kjer vd. 2010).

Denizel funguslardan izole edilen metabolitler değerlendirildiğinde bakterilere göre çok daha farklı kimyasal yapıda metabolitin elde edildiği görülmüştür (Kjer vd. 2010). Denizel *Penicillium* ve *Aspergillus* türleri başlıca fungal metabolit kaynaklarıdır. Bunları *Acremonium*, *Emericella*, *Epicoccum*, *Exophiala*, *Paraphaeospora*, *Phomopsis* ve *Halarosellinia* türleri takip etmektedir (Imhoff vd. 2011).

TARTIŞMA

İlaç endüstrisinin ve doğal ürün araştırmacılarının elli yıldan fazladır odaklandığı karasal çevrelerle karşılaştırıldığında, denizler daha önce izole edilmemiş yeni metabolitler için keşfedilmemiş bir potansiyele sahiptir. Denizler, balıklar, süngerler, mercanlar ve algler gibi pek çok

makroorganizmanın yanında sayısız mikroorganizmanın oluşturduğu yaşamsal formu barındırmaktadır (Hughes ve Fenical 2010). Bu yaşamsal formlar yüzlerce yıl içerisinde düşmanlarından kurtulmak ve yaşamlarını devam ettirebilmek için özel kimyasal savunma sistemleri geliştirmişlerdir (Faulkner 2000; Faulkner 2002; Haefner 2003). Bu sistemlerden elde edilen ürünler ilginç biyomedikal potansiyelleri ile ilaç sanayinde ve biyoteknoloji alanında çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır (Bernan vd. 1997; Haygood vd. 1999; Jensen ve Fenical 1994; Lee vd. 2001; Osinga vd. 2001; Proksch vd. 2002; Taylor vd. 2007).

Günümüze kadar denizel makroorganizmalardan yüzlerce yeni ürünler izole edilmiş ve hala yeni bileşiklerin izolasyonuna devam edilmektedir. Ancak makroorganizmalardan yeterli miktarda ürün eldesinin uygulanabilirliği kolay değildir. Çünkü denizel makroorganizmalarla ve özellikle süngerlerden yeteri kadar metabolit eldesi için gerekli biyokütleyle ulaşmak zordur. Süngerlerin kültür ortamında büyük miktarlarda üretimi için yapılan çalışmalarda ise çok az bir başarı elde edilmiştir (Lang vd. 2005). Bundan dolayı kültür yoluyla büyük çapta üretimleri kolay olan denizel mikroorganizmalardan ürün eldesi daha çok tercih edilmektedir.

Denizel mikroorganizmalar deniz suyunun ulaştığı her yerde yaşayabilmektedir ve özellikle makroorganizmalarla birlikte yaşayanlar önemli biyoaktif doğal ürün üreticileridir (Imhoff vd. 2011). Denizler barındırdığı mikroorganizmalara yeni ürünlerin sentezi için tuzluluk, olağan dışı sıcaklık, pH değerleri, basınç gibi farklı fiziksel ve kimyasal koşullar sunmaktadır (DeLong 2007; Lozupone ve Knight 2007). Böylece dünyanın farklı bölgelerinde aynı makroorganizmadan aynı mikrobiyal veya fungal suş izole edilse de farklı yapıda ve özellikte ürünler elde edilebilmektedir. Bunun en önemli örneklerinden biri fungal *Aspergillus* suşlarıdır (Hiort vd. 2004). Aynı bölgeden aynı tür süngerden izole edilen mikrobiyal suşların sekonder metabolit profilleri farklılık gösterebilmektedir ve bu durum elde edilecek ürünlerin çeşitliliğini ve değerini arttırmaktadır. Ayrıca

makroorganizmalarda bulunan virüsler moleküler biyolojik yöntemler kullanarak elde edilebilecek genetik çeşitliliği doğada sağlayarak yeni ürün eldesini kolaylaştırmaktadır (Querellou 2010).

Denizel mikroorganizmalar arasında funguslar yüksek kimyasal yapı çeşitliliği ve sahip olduğu aktif doğal ürün potansiyeli ile en verimli mikroorganizma türüdür. Bunun yanında denizel funguslar hakkındaki bilgi birikiminin kısıtlı oluşu, bu topluluğu en önemli mikrobiyal kaynak potansiyeli haline getirmektedir (Bugni ve Ireland 2004). Böylece fungal suşlarla yapılan denemeler hem denizel biyoloji açısından hem de doğal ürün çalışmaları açısından değerli bulunmaktadır.

Denizel doğal ürün araştırmaları ilaç etken maddelerinin yanında farklı amaçlı ürünlerin eldesi için de yapılmaktadır. Bu ürünler gıda sanayinde renk verici, kıvam arttırıcı, su tutucu ve katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Ferraro vd. 2010). Deterjan sanayi için biosürfaktan ve emülsifiye edici ajanların eldesinde yararlanılmaktadır. Ayrıca izole edilen üretici organizmalar başta çevresel sorunların çözümü olmak üzere çeşitli alanlarda kullanılacak enzimlerin üretimi için de kullanılmaktadır (Satpute vd. 2010). Denizel doğal ürünlerin çok çeşitli alanlarda kullanılabilir olması, bu ürünlerin eldesi

için gerekli yeni analitik cihazların üretimini desteklemiştir. Yeni mikrobiyal organizmaların izolasyonu ve genetik çeşitliliğinin tanımlanmasında kullanılan polimer zincir reaksiyonundan(PCR), mikroorganizmaların görüntülenmesine ve üretilen metabolitlerin kimyasal analizine kadar pek çok analitik sistem geliştirilmiştir. Bu tip sistemlerin geliştirilmesine hala devam edilmektedir ve ekonomik getirisi yüksek bir teknoloji olarak sanayileşmektedir (Burgess 2012).

Önemli özellikleri olan doğal ürünlerin ticari potansiyelleri yüksektir ve bugün dünyanın farklı bölgelerinde akademi kaynaklı ya da özel şirketler bu araştırmalara yönelmiştir. Kurulan şirketler başta ilaç etken maddelerinin üretiminin yanında farklı özellikteki maddeleri üretip satmaktadır ve her yeni ürün önemli bir gelir kaynağı haline gelebilmektedir. Türkiye'nin sahip olduğu hem karasal hem de denizel kaynaklar düşünüldüğünde araştırılmak üzere büyük bir hazine karşımıza çıkmaktadır. Araştırmalar arttıkça izole edilecek yeni ürünler önemli yatırımların kapısını açacaktır. Yatırımlar zamanla yetişmiş işgücüne ihtiyaç duymaya başlayacaktır ve üniversitelerden mezun gerekli bilgi birikimine sahip bireyler için yeni iş olanakları oluşacaktır. Ayrıca önemli bir bilgi birikimi gerektiren doğal ürün yatırımları sürdürülebilir kalkınma arayışlarına da büyük katkılar sağlayabilir.

KAYNAKLAR

- Arthaud, I.D.B., Rodrigues, F.A.R., Jimenez, P.C., Montenegro, R.C., Angelim, A.L., Maciel, V.M.M., Silveira, E.R., Freitas, H.P.S., Sousa, T.S., Pessoa, O.D.L., Lotufo, T.M.C., Costa-Lotufo, L.V., 2012. Studies on the Secondary Metabolites of a *Pseudoalteromonas* sp. Isolated from Sediments Collected at the Northeastern Coast of Brazil, *Chemistry & Biodiversity*, 9: 418–427. doi: [10.1002/cbdv.201100092](https://doi.org/10.1002/cbdv.201100092)
- Ausubel, J., Crist, D.T., Waggoner, P.E., 2010. First Census of Marine Life 2010: Highlights of a decade of discovery, Washington DC: Census of Marine Life, 68p.
- Baker, D.D., Alvi, A.A., 2004. Small-molecule natural products: new structures, new activities, *Current Opinion in Biotechnology*, 15: 576–583p. doi: [10.1016/j.copbio.2004.09.003](https://doi.org/10.1016/j.copbio.2004.09.003)
- Bérdy, J., 2005. Bioactive microbial metabolites, *Journal of Antibiotics*, 58: 1–26p. doi: [10.1038/ja.2005.1](https://doi.org/10.1038/ja.2005.1)
- Berman, V.S., Greenstein, M., Maise, W.M., 1997. Marine microorganisms as a source of new natural products, *Advances in Applied Microbiology*, 43: 57–89p. doi: [10.1016/S0065-2164\(08\)70223-5](https://doi.org/10.1016/S0065-2164(08)70223-5)
- Blunt, J.W., Copp, B.R., Munro, M.H.G., Northcote, P.T., Prinsep, M.R., 2010. Marine natural products, *Natural Product Reports*, 27:165–237p. doi: [10.1039/B906091J](https://doi.org/10.1039/B906091J)
- Blunt, J.W., Copp, B.R., Keyzers, R.A., Munro, M.H.G., Prinsep, M.R., 2012. Marine natural products, *Natural Product Reports*, 29:144–222p. doi: [10.1039/C2NP00090C](https://doi.org/10.1039/C2NP00090C)
- Bugni, T.S., Ireland, C.M., 2004. Marine-derived fungi: a chemically and biologically diverse group of microorganisms, *Natural Products Reports*, 21: 143–163p. doi: [10.1039/b301926h](https://doi.org/10.1039/b301926h)
- Burgess, J.G., 2012. New and emerging analytical techniques for marine biotechnology, *Current Opinion in Biotechnology*, 23: 29–33p. doi: [10.1039/B301926H](https://doi.org/10.1039/B301926H)
- Cabrera, M.T., Vale, C., Rauter, A.P., 2010. Halogenated Compounds from Marine Algae, *Marine Drugs*, 8: 2301–2317p. doi: [10.3390/md8082301](https://doi.org/10.3390/md8082301)
- Chu, D.T., Plattner, J.J., Katz, L., 1996. New directions in antibacterial research, *Journal of Medicinal Chemistry*, 39, 3853–3874p. doi: [10.1021/jm960294s](https://doi.org/10.1021/jm960294s)
- Clark, A.M., 1996. Natural products as a resource for new drugs, *Pharmaceutical Research*, 8, 1133–1144p. doi: [10.1023/A:1016091631721](https://doi.org/10.1023/A:1016091631721)
- Colegate, S.M., Molyneux, R.J., 2008. An Introduction and Overview, *Bioactive Natural Products Detection, Isolation, and Structural Determination*, Taylor & Francis Group, p. 1-9.
- Cragg, G.M., Newman, D.J., Snader, K.M., 1997. Natural products in drug discovery and development, *Journal of Natural Products*, 60: 52–60p. doi: [10.1021/mp9604893](https://doi.org/10.1021/mp9604893)
- Cragg, G.M., Grothaus, P.G., Newman, D.J., 2009. Impact of Natural Products on Developing New Anti-Cancer Agents, *Chemical Reviews*, 109: 3012–3043p. doi: [10.1021/cr900019j](https://doi.org/10.1021/cr900019j)
- Cragg, G.M., Newman, D.J., 2013. Natural products: A continuing source of novel drug leads, *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)*, 1830: 3670–3695. doi: [10.1016/j.bbagen.2013.02.008](https://doi.org/10.1016/j.bbagen.2013.02.008)
- DaSilva, E., Iaccarino, M., 1999. Emerging diseases: a global threat, *Biotechnology Advances*, 17: 363–384p. doi: [10.1016/S0734-9750\(99\)00024-5](https://doi.org/10.1016/S0734-9750(99)00024-5)
- DeLong, E.F., 2007. Modern microbial seascapes. *Forward Nature Reviews Microbiology*, 5: 755–757p. doi: [10.1038/nrmicro1762](https://doi.org/10.1038/nrmicro1762)
- Ding, L., Maier, A., Fiebig, H.H., Lin, W.H., Peschel, G., Hertweck, C., 2012. Kandenols A–E, eudesmenes from an endophytic *Streptomyces* sp. of the mangrove tree *Kandelia candel*, *Journal of Natural Products*, 75: 2223–2227p. doi: [10.1021/np300387n](https://doi.org/10.1021/np300387n)
- Engel, S., Jensen, P.R., Fenical, W., 2002. Chemical ecology of marine microbial defence, *Journal of Chemical Ecology*, 28: 1971–1985p. doi: [10.1023/A:1020793726898](https://doi.org/10.1023/A:1020793726898)

- El-Gendy, M.M.A., Hawas, U.W., Jaspars, M., 2008. Novel Bioactive Metabolites from a Marine Derived Bacterium *Nocardia* sp. ALAA 2000, The Journal of Antibiotics, 61: 379–386p. doi: [10.1038/ja.2008.53](https://doi.org/10.1038/ja.2008.53)
- Faulkner, D.J., 2000. Marine pharmacology, Antonie van Leeuwenhoek, 77: 135–145p. doi: [10.1023/A:1002405815493](https://doi.org/10.1023/A:1002405815493)
- Faulkner, D.J., 2002. Marine Natural Products, Natural Product Reports, 17: 7–55p. doi: [10.1039/b006897g](https://doi.org/10.1039/b006897g)
- Ferraro, V., Cruz, I.B., Jorge, R.B., Malcata, F.X., Pintado, M.E., Castro, P.M.L., 2010. Valorisation of natural extracts from marine source focused on marine by-products: A review, Food Research International, 43: 2221–2233p. doi: [10.1016/j.foodres.2010.07.034](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.07.034)
- Fleming, A., 1929. On the antibacterial action of cultures of *Penicillium*, with special reference to their use in the isolation of *B. influenzae*, British Journal of Experimental Pathology, 10: 226–236p.
- Fuller, A.T., Mellows, G., Woolford, M., Banks, G.T., Barrow, K.D., Chain, E.B., 1971. Pseudomonic acid – antibiotic produced by *Pseudomonas fluorescens*, Nature, 234: 416p. doi: [10.1038/234416a0](https://doi.org/10.1038/234416a0)
- Gulder, T.A.M., Moore, B.S., 2009. Chasing the treasures of the sea—bacterial marine natural products, Current Opinion in Microbiology, 12: 252–260p. doi: [10.1016/j.mib.2009.05.002](https://doi.org/10.1016/j.mib.2009.05.002)
- Gunasekera, A.S., Sfanos, K.S., Harmody, D.K., Pomponi, S.A., McCarthy, P.J., Lopez, J.V., 2006. An enhanced database of the microorganisms associated with deeper water marine invertebrates, Applied Microbiology and Biotechnology, 66: 373–376p. doi: [10.1007/s00253-004-1763-7](https://doi.org/10.1007/s00253-004-1763-7)
- Gurgui, C., Piel, J., 2010. Metagenomic approaches to identify and isolate bioactive natural products from microbiota of marine sponges, Metagenomics: Methods and Protocols, Methods in Molecular Biology, 668: 247–264p. doi: [10.1007/978-1-60761-823-2_17](https://doi.org/10.1007/978-1-60761-823-2_17)
- Haefner, B., 2003. Drugs from the deep: marine natural products as drug candidates, Drug Discovery Today, 8: 536–544p. doi: [10.1016/S1359-6446\(03\)02713-2](https://doi.org/10.1016/S1359-6446(03)02713-2)
- Haygood, M.G., Schmidt, E.W., Davidson, S.K., Faulkner, D.J., 1999. Microbial symbionts of marine invertebrates: opportunities for microbial biotechnology, Journal of Molecular Microbiology and Biotechnology, 1: 33–43p.
- Hiort, J., Maksimenka, K., Reichert, M., Perovic-Ottstadt, S., Lin, W.H., Wray, V., Steube, K., Schaumann, K., Weber, H., Proksch, P., Ebel, R., Müller, W.E.G., Bringmann, G., 2004. New Natural products from the sponge-derived fungus *Aspergillus niger*, Journal of Natural Products, 67
- Hoang V.L.T., Li Y., Kim S-K, 2008. Cathepsin B inhibitory activities of phthalates isolated from a marine *Pseudomonas* strain, Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters, 18: 2083–2088p. doi: [10.1016/j.bmcl.2008.01.097](https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2008.01.097)
- Hölker, U., Höfer, M., Lenz, J., 2004. Biotechnological advantages of laboratory scale solid state fermentation with fungi, Applied Microbiology and Biotechnology, 64: 175–186p. doi: [10.1007/s00253-003-1504-3](https://doi.org/10.1007/s00253-003-1504-3)
- Hu, G.P., Yuan, J., Sun, L., She, Z.G., Wu, J.H., Lan, X.J., Zhu, X., Lin, Y.C., Chen, S.P., 2011. Statistical Research on Marine Natural Products Based on Data Obtained between 1985 and 2008, Marine Drugs, 9: 514–525p. doi: [10.3390/md9040514](https://doi.org/10.3390/md9040514)
- Hughes, C.H., Fenical, W., 2010. Antibacterials from the sea, Chemistry A European Journal, 16: 12512–12525p. doi: [10.1002/chem.201001279](https://doi.org/10.1002/chem.201001279)
- Jensen, P.R., Fenical, W., 1994. Strategies for the discovery of secondary metabolites from marine bacteria: ecological perspectives, Annual Reviews Microbiology, 48: 559–584p. doi: [10.1146/annurev.mi.48.100194.003015](https://doi.org/10.1146/annurev.mi.48.100194.003015)
- Imhoff, J.F., Labes, A., Wiese, J., 2011. Bio-mining the microbial treasures of the ocean: new natural products, Biotechnology Advances, 29: 468–482p. doi: [10.1016/j.biotechadv.2011.03.001](https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2011.03.001)
- Isnansetyo, A., Horikawa, M., Kamei, Y., 2001. In vitro anti-methicillin resistant *Staphylococcus aureus* of 2–4-diacetyl phloroglucinol produced by *Pseudomonas* sp. AMSN isolated from a marine alga, Journal of Antimicrobial Chemotherapy, 47: 724–725p. PMID: 11328799. doi: [10.1093/oxfordjournals.jac.a002694](https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.jac.a002694)
- Isnansetyo, A., Kamei, Y., 2009. Bioactive substances produced by marine isolates of *Pseudomonas*, Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology, 36: 1239–1248p. doi: [10.1007/s10295-009-0611-2](https://doi.org/10.1007/s10295-009-0611-2)
- Ireland, C.M., Copp, B.R., Foster, M.P., McDonald, L.A., Radisky, D.C., Swersey, J.C., 1993. Biomedical potential of marine products, Attaway, D.H., Zaborsky, O.R. (Eds.) Marine Biotechnology, New York Plenum Press, Vol. 1, p.1.
- Kjer, J., Debbab, A., Aly, A.H., Proksch, P., 2010. Methods for isolation of marine-derived endophytic fungi and their bioactive secondary products, Nature Protocols, 5: 479–490p. doi: [10.1038/nprot.2009.233](https://doi.org/10.1038/nprot.2009.233)
- Lam, K.S., 2006. Discovery of novel metabolites from marine actinomycetes, Current Opinion in Microbiology, 9: 245–251p. doi: [10.1016/j.mib.2006.03.004](https://doi.org/10.1016/j.mib.2006.03.004)
- Lang, S., Hüners, M., Lurtz, V., 2005. Bioprocess Engineering Data on the Cultivation of Marine Prokaryotes and Fungi Natural Products Drug Discovery, Springer, 29–62 p. doi: [10.1007/b135822](https://doi.org/10.1007/b135822)
- Leal, M.G., Puga, J., Seródio, J., Gomes N.C.M., Calado, R., 2012. Trends in the Discovery of New Marine Natural Products from Invertebrates over the Last Two Decades – Where and What Are We Bioprospecting?, PLoS One, 7: 1–15p. doi: [10.1371/journal.pone.0030580](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0030580)
- Lee, Y.K., Lee, J.H., Lee, H.K., 2001. Microbial symbiosis in marine sponges, The Journal of Microbiology, 39: 254–264p.
- Le Calvez, T., Burgaud, G., Mahé, S., Barbier, G., Vandenkoornhuys, P., 2009. Fungal Diversity in Deep-Sea Hydrothermal Ecosystems, Applied And Environmental Microbiology, 75: 6415–6421p. doi: [10.1128/AEM.00653-09](https://doi.org/10.1128/AEM.00653-09)
- Li, J.L., Xiao, B., Park, M., Yoo, E.S., Shin, S., Hong, J., Chung, H.Y., Kim, H.S., Jung, J.H., 2012. PPAR- γ agonistic metabolites from the ascidian *Herdmania momus*, Journal of Natural Products, 75: 2082–2087p. doi: [10.1021/np300401g](https://doi.org/10.1021/np300401g)
- Lozupone, C.A., Knight, R., 2007. Global patterns in bacterial diversity, PNAS, 104: 11436–11440p. doi: [10.1073/pnas.0611525104](https://doi.org/10.1073/pnas.0611525104)
- Mayer, T.U., Kapoor, T.M., Haggarty, S.J., King, R.W., Schreiber, S.L., Mitchison, T.J., 1999. Small molecule inhibitor of mitotic spindle bipolarity identified in a phenotype-based screen, Science, 286, 971–974p. doi: [10.1126/science.286.5441.971](https://doi.org/10.1126/science.286.5441.971)
- Mayer, A.M.S., Glaser, K.B., Cuevas, C., Jacobs, R.S., Kem, W., Little, R.D., McIntosh, J.M., Newman, D.J., Potts, B.C., Shuster D.E., 2010. The odyssey of marine pharmaceuticals: a current pipeline perspective, Trends in Pharmacological Sciences, 31: 255–265p. doi: [10.1016/j.tips.2010.02.005](https://doi.org/10.1016/j.tips.2010.02.005)
- Mudianta, I.W., Adams, T.S., Andrews, K.T., Davis, R.A., Hadi, T.A., Hayes, P.Y., Garson, M.J., 2012. Psammaphysin derivatives from the Balinese marine sponge *Aplysina* *strongylata*, Journal of Natural Products, 75: 2132–2143p. doi: [10.1021/np300560b](https://doi.org/10.1021/np300560b)
- Needham, J., Kelly, M.T., Ishige, M., Andersen, R.J., 1994. Andrimid and moiramides A–C, metabolites produced in culture by a marine isolate of the bacterium *Pseudomonas fluorescens* structure elucidation and biosynthesis, Journal of Organic Chemistry, 59: 2058–2063p. doi: [10.1021/jo00087a020](https://doi.org/10.1021/jo00087a020)
- Newman, D.J., Hill, R.T., 2006. New drugs from marine microbes: the tide is turning, Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology, 33: 539–544p. doi: [10.1007/s10295-006-0115-2](https://doi.org/10.1007/s10295-006-0115-2)
- Newman, D.J., Cragg, G.M., 2007. Natural products as sources of new drugs over the last 25 years, Journal of Natural Products, 70: 461–477p. doi: [10.1021/np068054v](https://doi.org/10.1021/np068054v)
- Osinga, R., Armstrong, E., Burgess, G., Hoffman, F., Reitner, J., Schumann-Kindel, G., 2001. Sponge-microbe, associations and their importance for

- sponge bioprocess engineering, *Hydrobiologia*, 461: 55-62p. doi: [10.1023/A:1012717200362](https://doi.org/10.1023/A:1012717200362)
- Paul, V.J., Puglisi, M.P., 2004. Chemical mediation of interactions among marine organisms, *Natural Product Reports*, 21: 189–209p. doi: [10.1039/B302334F](https://doi.org/10.1039/B302334F)
- Paul, V.J., Ritson-Williams, R., 2008. Marine chemical ecology, *Natural Product Reports*, 25: 662–695p. doi: [10.1039/B702742G](https://doi.org/10.1039/B702742G)
- Paz, Z., Komon-Zelazowska, M., Druzhinina, I.S., Aveskamp, M.M., Shnaideman, A., Aluma, Y., Carmeli, S., Ilan, M., Yarden, O., 2010. Diversity and potential antifungal properties of fungi associated with a Mediterranean sponge, *Fungal Diversity*, 44: 17-26p. doi: [10.1007/s13225-010-0020-x](https://doi.org/10.1007/s13225-010-0020-x)
- Proksch, P., Edrada, R.A., Ebel, R., 2002. Drugs from the seas: current status and microbiological implications, *Applied Microbiology Biotechnology*, 59: 125–134p. doi: [10.1007/s00253-002-1006-8](https://doi.org/10.1007/s00253-002-1006-8)
- Querellou, J., 2010. Marine Biotechnology: A New Vision and Strategy for Europe, 2010 Marine Board-ESF Position Paper 15, European Science Foundation, 96p.
- Radjasa, O.K., Vaske, Y.M., Navarro, G., Vervoort, H.C., Tenney, K., Linington, R.G., Crews, P., 2011. Highlights of marine invertebrate-derived biosynthetic products: Their biomedical potential and possible production by microbial associates. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 19: 6658–6674p. doi: [10.1016/j.bmc.2011.07.017](https://doi.org/10.1016/j.bmc.2011.07.017)
- Rateb, M.E., Ebel, R., 2011. Secondary metabolites of fungi from marine habitats, *Natural Products Report*, 28: 290–344p. doi: [10.1039/C0NP00061B](https://doi.org/10.1039/C0NP00061B)
- Rungprom, W., Siwu, E.R.O., Lambert, L.K., Dechsakulwatana, C., Barden, M.C., Kokpol, U., Blanchfield, J.T., Kita, M., Garson, M.J., 2008. Cyclic tetrapeptides from marine bacteria associated with the seaweed *Digenea* sp. and the sponge *Halisarca ectofibrosa*, *Tetrahedron*, 64: 3147-3152p. doi: [10.1016/j.tet.2008.01.089](https://doi.org/10.1016/j.tet.2008.01.089)
- Satpute, S.K., Banat, I.M., Dhakephalkar, P.K., Banpurkar, A.G., Chopade, B.A., 2010. Biosurfactants, bioemulsifiers and exopolysaccharides from marine microorganisms, *Biotechnology Advances*, 28: 436–450p. doi: [10.1016/j.biotechadv.2010.02.006](https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2010.02.006)
- Simon, C., Daniel, R., 2010. Metagenomic analyses: past and future trends, *Applied Environmental Microbiology*, 77: 1153–11561p. doi: [10.1128/AEM.02345-10](https://doi.org/10.1128/AEM.02345-10)
- Singh, M.P., Kong, F., Janso, E.J., Arias, D., A., Suarez, P. A., Valerie, S. B., Petersen, P.J., Weiss, W.J., Carter, G., Greenstein, M., 2003. Novel alpha-pyrone produced by a marine *Pseudomonas* sp. F92S91: taxonomy and biological activities, *Journal of Antibiotics*, 56: 1033–1044p. doi: [10.7164/antibiotics.56.1033](https://doi.org/10.7164/antibiotics.56.1033)
- Tan, L.K., 2007. Bioactive natural products from marine Cyanobacteria for drug discovery, *Phytochemistry*, 68: 954–979p. doi: [10.1016/j.phytochem.2007.01.012](https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2007.01.012)
- Taylor, M.W., Radax, R., Wagner, M., 2007. Sponge-associated microorganisms: evolution, ecology and biotechnological potential, *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 71: 295–347p. doi: [10.1128/MMBR.00040-06](https://doi.org/10.1128/MMBR.00040-06)
- Tenover, F.C., Hughes, J.M., 1996. The challenges of emerging infectious diseases, *The Journal of The American Medical Association*, 275: 300–304p. doi: [10.1001/jama.1996.03530280052036](https://doi.org/10.1001/jama.1996.03530280052036)
- Thakur, N.L., Müller, W.E.G., 2004. Biotechnological potential of marine sponges, *Current Science*, 86: 1506–1512p.
- Tran, D.T., Pham, N.B., Fechner, G., Zencak, D., Vu, H.T., Hooper, J.N.A., Quinn, R.J., 2012. Cytotoxic cyclic depsipeptides from the Australian marine sponge *Neamphius Huxleyi*, *Journal of Natural Products*, 75: 2200–2208p. doi: [10.1021/np3006474](https://doi.org/10.1021/np3006474)
- Verdine, G.L., 1996. The combinatorial chemistry of nature, *Nature*, 384, 11–13pp. doi: [10.1038/384011a0](https://doi.org/10.1038/384011a0)
- Wang, G., 2006. Diversity and biotechnological potential of the sponge-associated microbial consortia, *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 33: 545-551p. doi: [10.1007/s10295-006-0123-2](https://doi.org/10.1007/s10295-006-0123-2)
- Wang, W., Kim, H., Nam, S.J., Rho, B.J., Kang, H., 2012. Antibacterial butenolides from the Korean Tunicate *Pseudodistoma antinboja*, *Journal of Natural Products*, 75: 2049–2054p. doi: [10.1021/np300544a](https://doi.org/10.1021/np300544a)
- Waters, A.L., Hill, R.T., Place, A.R., Hamann, M.T., 2010. The expanding role of marine microbes in pharmaceutical development, *Current Opinion in Biotechnology*, 21: 780–786p. doi: [10.1016/j.copbio.2010.09.013](https://doi.org/10.1016/j.copbio.2010.09.013)
- Wratten, S.J., Wolfe, M.S., Andersen, R.J., Faulkner, D.J., 1977. Antibiotic metabolites from a marine pseudomonad, *Antimicrob Agents Chemother*, 11:411–414p. PMID: 324390
- Wiese, J., Ohlendorf, B., Blümel, M., Schmaljohann, R., Imhoff, J.F., 2011. Phylogenetic Identification of Fungi Isolated from the Marine Sponge *Tethya aurantium* and Identification of Their Secondary Metabolites, *Marine Drugs*, 9: 561-585p. doi: [10.3390/md9040561](https://doi.org/10.3390/md9040561)
- Won, T.H., Jeon, J., Kim, S.H., Lee, S.H., Rho, B.J., Oh, D.C., Oh, K.B., Shin, J., 2012. Brominated aromatic furanones and related esters from the ascidian *Synoicum* sp., *Journal of Natural Products*, 75, 2055–2061p. doi: [10.1021/np3005562](https://doi.org/10.1021/np3005562)
- Uzair, B., Ahmed, V.U., Mohammad, F.V., Edwards, D.H., 2008. The isolation, purification and biological activity of a novel antibacterial compound produced by *Pseudomonas stutzeri*, *FEMS Microbiology Letters*, 279: 243-250p. doi: [10.1111/j.1574-6968.2007.01036.x](https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.2007.01036.x)
- Wratten, S.J., Wolfe, M.S., Andersen, R.J., Faulkner, D.J., 1977. Antibiotic metabolites from a marine pseudomonad, *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 11: 411-414p.
- Zhang, L., Demain, A.L., 2005. *Natural Products Drug Discovery and Therapeutic Medicine*, Humana Press Inc., 4-8 p.
- Zhang, L., An, R., Wang, J., Sun, N., Zhang, S., Hu, J., Kuai, J., 2005. Exploring novel bioactive compounds from marine microbes, *Current Opinion in Microbiology*, 8: 276–281 p. doi: [10.1016/j.mib.2005.04.008](https://doi.org/10.1016/j.mib.2005.04.008)
- Zhang, Y., Mu, J., Feng, Y., Kang, Y., Zhang, J., Gu, P.J., Wang, Y., Ma, L.F., Zhu, Y.H., 2009. Broad-Spectrum Antimicrobial Epiphytic and Endophytic Fungi from Marine Organisms: Isolation, Bioassay and Taxonomy, *Marine Drugs*, 7: 97-112p. doi: [10.3390/md7020097](https://doi.org/10.3390/md7020097)
- Zhang, S.Y., Yi, Y.H., Tang, H.F., 2006. Bioactive Triterpene Glycosides from the Sea Cucumber *Holothuria fuscocinerea*, *Journal of Natural Products*, 69, 1492–1495p. doi: [10.1021/np060106t](https://doi.org/10.1021/np060106t)
- Zhou, X., Huang, H., Chen, Y., Tan, J., Song, Y., Zou, J., Tian, X., Hua, Y., Ju, J., 2012. Marthiapeptide A, an anti-infective and cytotoxic polythiazole cyclopeptide from a 60 L scale fermentation of the deep sea-derived *Marinactinospora thermotolerans* SCSIO 00652, *Journal of Natural Products*, 75: 2251–2255p. doi: [10.1021/np300554f](https://doi.org/10.1021/np300554f)

İÇİNDEKİLER CONTENTS

ARAŞTIRMA MAKALESİ RESEARCH ARTICLE

- Setlining for European Seabass (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus, 1758); Technical features and bait preference.
Bırakma oltası ile levrek (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus, 1758) avcılığı; Teknik özellikler ve yem tercihi.
Ozan Soykan, Hasan Tuncay Kınacıgil..... 45-49
- Kazanlı Kumsalı'na (Mersin) yuva yapan *Chelonia mydas* ve *Caretta caretta* populasyonlarının 2006 üreme sezonunda araştırılması.
The research on the population of *Chelonia mydas* and *Caretta caretta* nesting on Kazanlı Beach (Mersin) in 2006 nesting season.
Serap Ergene, Cemil Aymak, Aşkın Hasan Uçar, Yasemin Kaçar..... 51-59
- Diet composition of the five deep sea fish from the Aegean Sea.
Ege Denizi'nde dağılım gösteren beş derin deniz balığının diyet kompozisyonu.
Tuncay Murat Sever, Bahar Bayhan, Halit Filiz, Ertan Taşkavak, Gökçen Bilge..... 61-67
- Astronot Balığı (*Astronotus ocellatus*) eksternal ve internal tat tomurcuklarının dağılımı ve yoğunluğu.
The distribution and density of external and internal taste buds in Oscar Fish (*Astronotus ocellatus*).
Emel Demirbağ, Kenan Çınar, Musa Tolga Timurlenk, Funda Pekmezci..... 69-72
- Effects of prey: larva ratio on larval development and survival rate of *Maja crispata* (Risso 1827) (Crustacea: Majidae).
Maja crispata (Risso 1827) (Crustacea: Majidae)'nin larval gelişimi ve yaşama oranı üzerine yem: larva oranının etkileri.
Halil Şen, Seçil Özatalay..... 73-76
- Assessment of element concentrations in widely consumed cultured fish in Turkey.
Türkiye'de yaygın olarak tüketilen kültür balıklarında element konsantrasyonlarının değerlendirilmesi.
Serdar Aksan, Halim Aytekin Ergül..... 77-81

KISA ARAŞTIRMA SHORT COMMUNICATION

- First record of *Limnopus rufoscutellatus* (Hemiptera: Gerridae) from Turkey, with some ecological notes.
Limnopus rufoscutellatus (Hemiptera: Gerridae)'un Türkiye'den ilk kaydı ve bazı ekolojik notlar.
Esat Tank Topkara, M. Ruşen Ustaoglu, Süleyman Balık..... 83-84

DERLEME REVIEW

- Denizel biyoaktif bileşikler.
Marine bioactive compounds.
Ferhat Can Özkaya, Cem Erdoğan, Muhammet Altunok..... 85-92