



ORDU
UNIVERSITY

Volume: 4 Issue: 1 NOVEMBER 2018

TURKISH JOURNAL OF MARITIME AND MARINE SCIENCES



www.jmms.odu.edu.tr



ORDU
UNIVERSITY

Volume: 4 Issue: 1 NOVEMBER 2018



TURKISH
JOURNAL OF
MARITIME
AND MARINE
SCIENCES

e-ISSN: 2564-7016

TURKISH JOURNAL OF MARITIME AND MARINE SCIENCES

The Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences is published by Ordu University
On Behalf of Fatsa Faculty of Marine Sciences

Correspondence Address: Ordu University, Fatsa Faculty of Marine Sciences 52400
Fatsa/Ordu, TURKEY

Web site: <http://edergi.odu.edu.tr/ojs/index.php/JMMS/index>
<http://dergipark.gov.tr/trjmms>

Tel: +90 (452) 423 50 53

Fax: +90 (452) 423 99 53

E-mail: trjmms@hotmail.com

Sort of Publication: Periodically

Publication Date and Place: 01 / 11 / 2018, ORDU, TURKEY

Publishing Kind: Online

OWNER

Ordu University
On Behalf of Fatsa Faculty of Marine Sciences

Prof. Dr. Bahar TOKUR
(Dean)

EDITORS IN CHIEF

Dr. Hasan TÜRE
Assoc. Prof. Dr. Naciye ERDOĞAN SAĞLAM

COVER DESIGN

Dr. Adem YÜCEL

FOREIGN LANGUAGE EDITORS

Dr. Cem Tolga GÜRKANLI
Teaching Asst. Şeyma VAROL ŞANLI

LAYOUT EDITOR

Research Asst. Enes Fatih PEHLİVAN

SECTION EDITORS

Fisheries and Aquaculture

Prof. Dr. Bahar TOKUR

Prof. Dr. İsmet BALIK

Assoc. Prof. Dr. Mehmet AYDIN

Assoc. Prof. Dr. Yılmaz ÇİFTÇİ

Assoc. Prof. Dr. Evren TUNCA

Dr. Ali MİROĞLU

Ordu University

Ordu University

Ordu University

Ordu University

Ordu University

Ordu University

Maritime and Marine Technology

Dr. Ercan YÜKSEKYILDIZ

Dr. Aziz MUSLU

Dr. Adil SÖZER

Ordu University

Ordu University

Ordu University

EDITORIAL BOARD (FISHERIES AND AQUACULTURE)

Prof. Dr. Alexander BOLTACHEV
Prof. Dr. Bülent CİHANGİR
Prof. Dr. Cemal TURAN
Prof. Dr. Davut TURAN
Prof. Dr. Gülsun ÖZYURT
Prof. Dr. Levent BAT
Prof. Dr. Mehmet Cengiz DEVAL
Prof. Dr. Okan AKYOL
Prof. Dr. Firdevs Saadet KARAKULAK
Prof. Dr. Şükran ÇAKLI
Prof. Dr. Tacnur BAYGAR
Dr. Athanasios EXADACTYLOS
Dr. Bedri KURTULUŞ
Dr. Evgeniya KARPOVA
Dr. Hüseyin KÜÇÜKTAŞ
Dr. Mustafa Can CANOĞLU

NAS of Ukraine
Dokuz Eylül University
Mustafa Kemal University
Recep Tayyip Erdoğan University
Çukurova University
Sinop University
Akdeniz University
Ege University
İstanbul University
Ege University
Muğla Sıtkı Kocman University
University of Thessaly
Muğla Sıtkı Kocman University
NAS of Ukraine
Auburn University
Sinop University

EDITORIAL BOARD (MARITIME AND MARINE TECHNOLOGY)

Prof. Dr. Abdul KAKHIDZE	Batumi State Maritime Academy
Prof. Dr. Ahmet ERGİN	İstanbul Technical University
Prof. Dr. Ahmet TAŞDEMİR	Piri Reis University
Prof. Dr. Ayhan DEMİRBAŞ	Şırnak University
Prof. Dr. Ayşen ERGİN	Middle East Technical University
Prof. Dr. Bahri ŞAHİN	Yıldız Technical University
Prof. Dr. Cengiz DENİZ	İstanbul Technical University
Prof. Dr. Durmuş Ali DEVECİ	Dokuz Eylül University
Prof. Dr. Ender ASYALI	Maine Maritime Academy
Prof. Dr. Ercan KÖSE	Karadeniz Technical University
Prof. Dr. Ersan BAŞAR	Karadeniz Technical University
Prof. Dr. A. Güldem CERİT	Dokuz Eylül University
Prof. Dr. Irakli SHARABİDZE	Batumi State Maritime Academy
Prof. Dr. Kadir SEYHAN	Karadeniz Technical University
Prof. Dr. Muhammet DUMAN	Dokuz Eylül University
Prof. Dr. Muzaffer FEYZİOĞLU	Karadeniz Technical University
Prof. Dr. Okan TUNA	Beykoz Vocational School of Logistics
Prof. Dr. Selçuk NAS	Dokuz Eylül University
Prof. Dr. Serdar KUM	İstanbul Technical University
Prof. Dr. Sezer ILGIN	İstanbul Technical University
Prof. Dr. Şakir BAL	İstanbul Technical University
Assoc. Prof. Dr. Oğuzhan ÖZÇELEBİ	İstanbul University
Assoc. Prof. Dr. Özcan ARSLAN	İstanbul Technical University
Assoc. Prof. Dr. Özkan UĞURLU	Karadeniz Technical University
Dr. Barış KULEYİN	Dokuz Eylül University
Dr. Birsen KOLDEMİR	İstanbul University
Dr. Demet BİLTEKİN	Ordu University
Dr. Emre KILIÇASLAN	Ordu University
Dr. Gamze ARABELEN	Dokuz Eylül University
Dr. Mehmet Ali AKKAYA	Muğla Sıtkı Kocman University
Dr. Oğuz ATİK	Dokuz Eylül University
Dr. Serim PAKER	Dokuz Eylül University
Dr. Umut YILDIRIM	Karadeniz Technical University
Dr. Ünal ÖZDEMİR	Mersin University

CONTENT

Aytekin SARICA Gökhan GÖKÇE Göktuğ DALGIÇ Hüseyin ÖZBİLGİN	8-19	Detection and Reduction of Fuel Consumption in Fishing Vessels (RA)
Yakup ERDEM Süleyman ÖZDEMİR Uğur ÖZSANDIKÇI Ferhat BÜYÜKDEVECİ	20-32	Fishery Infrastructures of Sinop Province (RA)
Athar Ali KHAN Rabea A. HAREDY	33-45	Distribution of Organic Carbon in Surface Sediments of the Continental Shelf off the Indus Delta of Pakistan (RA)
Nazlı KASAPOĞLU	46-51	Body-Shell Dimension Relations and Growth Parameters of the Invasive Ark Clam (<i>Anadara inaequalis</i>) in Turkish Coast of the Black Sea (RA)
İsmet BALIK	52-62	Comparatively Evaluation of the Sprat (<i>Sprattus sprattus</i>) Fisheries in the Whole of the Black Sea and in the Turkish Coast of the Black Sea (RA)
Mehmet AYDIN Barış BODUR	63-67	First record of the red-mouthed goby, <i>Gobius cruentatus</i> (Gobiidae) from the middle Black Sea coast (RA)
Deniz ERGÜDEN Yusuf Kenan BAYHAN Sibel ALAGÖZ ERGÜDEN Ayhan ALTUN	68-72	Occurrence of the Red Sea Goatfish <i>Parupeneus forsskali</i> (Fourmanoir & Guézé, 1976) from the Western Mediterranean Coast of Turkey (RA)
Igor VUJOVIĆ Ivica KUZMANIĆ	73-80	Oil Spills Detection from SAR Images Using Wavelets (RA)
Tülin ÇOKER Okan AKYOL	81-92	An evaluation on the fish diversity of Saroz Bay and Gökçeada Island (Northern Aegean Sea) (RA)

Balıkçı Gemilerinde Yakıt Tüketiminin Tespiti ve Azaltılması

Detection and Reduction of Fuel Consumption in Fishing Vessels

Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi

Cilt: 4 Sayı: 1 (2018) 8-19

Aytekin SARICA^{1,*}, Gökhan GÖKÇE², Gökтуğ DALGIÇ³, Hüseyin ÖZBİLGİN⁴

¹Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Ana Bilim Dalı, Mersin, Türkiye, 33169

²Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Adana, Türkiye, 01380

³Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Rize, Türkiye, 53100

⁴Mersin Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Mersin, Türkiye, 33169

ABSTRACT

Subject of fuel consumption and savings in fishing vessels which is extensively studied in the international arena also have great importance for Turkish fisheries. With the widespread use of motorized fishing vessels, it is realized that fuel costs could reach up to 50% of total fishing costs and could threaten economic sustainability of fishing industry. This study reviews up to date influential fuel-saving factors in terms of operational and technical modifications, and suggests potential improvements to increase energy efficiency in fishing vessels.

The most important factors in the operational area are seen as: Energy audit, flowmeter installation, reduction of cruising and trawling speeds, periodical

maintenance, and savings up to %50 are achieved. In terms of technical modifications: Choosing the appropriate engine, gearbox and propeller, improving hydrodynamic structure of vessel, and reduction of drag force through modernisation of fishing gears appear as changes made in the first plan, and savings up to %40 are achieved.

Although changes for energy saving requires initial investment cost, it will contribute to economic sustainability and ecosystem-friendliness of fishing activities in the long term.

Keywords: Fishing vessels, fuel consumption, energy efficiency, ecosystem effect.

Article Info

Received: 06 December 2017

Revised: 30 January 2018

Accepted: 21 February 2018

* (corresponding author)

E-mail: saricaaytekin@hotmail.com

ÖZET

Uluslararası alanda yaygın şekilde incelenmekte olan balıkçı gemilerinde yakıt tüketimi ve tasarrufu konusu Türkiye balıkçılığı açısından da büyük önem arz etmektedir. Motorize teknelerin yaygınlaşmasıyla, yakıt giderleri toplam balıkçılık giderlerinin %50'sine kadar çıkabilmekte ve balıkçılık sektöründe ekonomik sürdürülebilirliği tehdit etmektedir. Bu çalışma yakıt tasarrufuna etki eden faktörleri işletimsel ve teknik değişiklikler üzerinden derlemekte ve balıkçı gemilerinde enerji etkinliğini arttırmaya yönelik potansiyel iyileştirmeler önermektedir.

İşletimsel alanda en önemli faktörlerin; enerji etüdü, yakıt sayacı takılması, seyir ve çekim hızının azaltılması, periyodik bakımların yapılması olduğu görülmüş ve %50'ye varan tasarruf elde edilmiştir. Teknik değişikliklerde ise; uygun makine, şanzıman ve pervanenin seçilmesi, teknenin hidrodinamik yapısının iyileştirilmesi, av araçlarının modernizasyonu ile sürüklenme kuvvetinin azaltılması ön planda yapılan değişiklikler olarak ortaya çıkmıştır ve %40'a varan tasarruf elde edilmiştir.

Enerji tasarrufuna yönelik değişimler ilk aşamada yatırım maliyeti gerektirse de uzun vadede balıkçılığın ekonomik sürdürülebilirliğine ve ekosistem dostu bir faaliyet olmasına katkı sağlayacaktır.

Anahtar sözcükler: Balıkçı gemileri, yakıt tüketimi, enerji etkinliği, ekosistem etkisi.

1. GİRİŞ

Dünyada avcılık yolu ile üretilen toplam balık miktarı, filo kapasitesinin büyümesi ve teknolojik gelişmelere rağmen artmamaktadır. Sektörde, maliyetlerdeki petrol türevi kalemlerin (yakıt, ağ vb.) artışı ve daha uzak av sahalarında avcılık faaliyetleri gibi balıkçı davranışı değişikliklerinden kaynaklı giderler yükselmektedir. Ünal (2002) yakıt giderlerinin birçok etkene bağlı olduğunu belirtmiş ve bu nedenle her bir tekne için ayrıca hesaplanması zorunluluğunu ortaya koymuştur. Ticari balıkçılıkta yakıt giderleri toplam maliyetin %25-50'sini oluşturmaktadır (Tyedmers., 2001; Lam vd., 2011; Gaston vd., 2012; Cheilari vd., 2013; FAO, 2014). 2000 yılı için yapılan hesaplamalarda, küresel olarak 80 milyon ton ürün elde edilirken, yaklaşık 50 milyar litre yakıt kullanıldığı, bunun da dünya petrol tüketiminin yaklaşık %1,2 sini

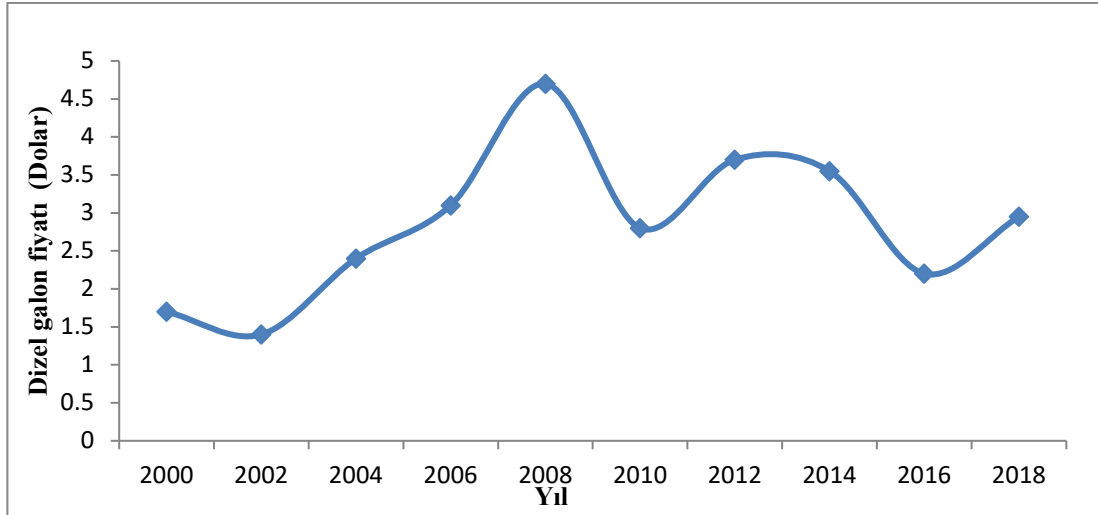
oluşturduğu görülmektedir (Tyedmers vd., 2005). Ayrıca artan çevre bilinci ile birlikte balığın hangi av aracıyla yakalandığı, av aracının yakıt tüketimi ve ekosisteme saldırdığı zararlı gazların etkisi gibi konular da önem kazanmaktadır. Tüm bu nedenlerle, yakıt tüketiminin tespiti ve azaltılması balıkçılık araştırmalarının önemli konuları arasında yerini almıştır.

Dünya genelinde yakıt fiyatları bazı dalgalanmalarla birlikte bir artış eğilimi göstermektedir (Şekil 1). Özellikle 2006-2008 yılları arasında meydana gelen fiyat artışları, balıkçılıkta yakıt bağımlılığının yeniden gündeme gelmesine ve enerji tasarrufunun önemine dikkatleri çekmiştir (Salz, 2006; Parente vd., 2008; Priour, 2009; Driscoll ve Tyedmers, 2010; Suuronen vd., 2012). Bu artışlar balıkçılığın ekonomik sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir (Beare ve McKenzie, 2006; Beare ve Machiels, 2012; Basurko vd., 2012; FAO, 2012a; 2012b; Vilaespaşa vd., 2010; Marlen ve

Salz, 2010; Eayrs vd., 2012). Çünkü avlanan ürünün satış fiyatları yakıt fiyatlarındaki artışın gerisinde kalmaktadır. Örneğin Avrupa'da 54 farklı balıkçı filosunu kapsayan bir analizde 2002 yılında yakıt giderleri, ürünlerin ilk satış fiyatının %14'ünü oluşturmaktayken, 2008 yılında bu oran %20'ye yükselmiştir (Cheilari vd., 2013).

Farklı tip balıkçı gemilerinde yakıt kullanımının tespitine yönelik ilk çalışmalar, 1970'lerdeki petrol krizini takiben başlamış, (Thomas vd., 2010), nispeten durağan bir dönemden sonra, 2006 yılında Brüksel'de gerçekleştirilen 'Balıkçılıkta Enerji Etkinliği Konferansı' ile önemli bir ivme kazanmıştır. Bu

konferansta 'Balıkçılığın çok yakıt tüketen bir faaliyet olmaya devam edeceği ve filonun yüksek yakıt fiyatlarına uyum sağlamak zorunda olduğu' sonucuna ulaşılmıştır. Polet vd. (2006) bazı tasarruf önlemleri ve av araçlarına yapılacak teknik değişikliklerle sürdürülebilirliğin sağlanabileceğini belirtmişlerdir. Çalışmalar genel olarak işletimsel ve teknik olmak üzere iki alt başlıkta ele alınmıştır. Bu derleme 'Balıkçılıkta Yakıt Tüketimi ve Tasarrufu' içerikli açık kaynak ulaşımı ile elde edilmiş ulusal ve uluslararası tüm eserleri kapsamakla beraber bunlara ait temel bulguları sunmayı ve literatürdeki boşluklara dikkat çekmeyi amaçlamaktadır.



Şekil 1. 2000-2018 arasında ortalama dizel yakıt fiyatları (energy.gov)

2. İŞLETİMSEL OLARAK YAPILABİLECEK UYGULAMALAR

Balıkçı teknelerini yakıt tüketimi yönünden genellikle verimsiz olarak nitelendirmek mümkündür. Bu değerlendirmenin en yaygın nedeni ise genellikle balıkçı teknelerinin eski tip donanımlara sahip olması ve enerjinin doğru kullanılmamasıdır (Notti vd., 2012). Enerji etüdü (energy audit) (Thomas vd., 2010), gemide enerji tüketimini azaltmak ve mevcut gelişme potansiyelini değerlendirmek, enerjinin nasıl değiştirildiğini ve gemide nasıl

kullanıldığını analiz etmek için kullanılan en etkili yöntemlerden biridir. İyi planlanmış bir enerji etüdü, gemiye yatırılan birim para için en iyi yatırım getirisini garanti eder (Solla vd., 2012).

Modern balıkçılık yöntem ve araçlarının kullanılmasının yanında işletenin en iyi şartlarda gemiyi ve av araçlarını kullanması için teknolojik cihazların yardımı önemli bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır. Balıkçı gemilerinin farklı durumlarda enerji tüketimlerini belirlemek amacıyla, çalışma süresi ve geminin o andaki hızıyla birlikte yakıt ölçüm ve görüntüleme imkânı veren sistemler bulunmaktadır. Sala vd. (2011),

CorFu-m olarak adlandırdıkları sistemi yarı-pelajik iki trol gemisinde uygulamış, seyir hızındaki 0,5 knot'lık bir azalma ile %10-15 arasında yakıt tasarrufu elde etmişlerdir. Sistemin amacı işletimsel verilerin toplanıp incelenmesiyle geminin en uygun şartlarda çalıştırılmasıdır. Çünkü etkin işletme tüm verilerin dikkate alınarak ideal yakıt tüketiminin hangi şartlarda olduğunu tespit etmek ile mümkün olabilmektedir (Notti vd., 2012; Poos vd.,

2013). Yakıt debisi ölçüm cihazı (flowmetre), takometre, küresel konumlama cihazı, çok kanallı kayıt ve görüntüleme aygıtları gibi cihazlar bu amaçlarla kullanılmaktadır. Özellikle gırgır ve trol gibi uzun ve düzensiz seferleri olan gemiler için enerji etütleri ile birlikte yakıt tüketimi izleme ve kontrol sistemleri önerilmektedir (Basurko vd., 2012). Şekil 2'de örnek izleme ve kontrol cihazları görülmektedir.



Şekil 2. (a) Yakıt tüketimi ölçümü için kütle akışı sensörleri; (b) Yakıt tüketiminin görselleştirilmesi için geminin köprü üstüne monte edilmiş çok kanallı kaydedici; (c) GPS veri kayıt cihazı (Sala vd., 2010)

Yapılan araştırmaların genelinde işletimsel olarak ön plana çıkan en önemli faktörlerden birinin seyir ve trol operasyonu sırasındaki hızın azaltılması olduğu görülmektedir. Çünkü hız artışıyla birlikte yakıt tüketimi katlanarak artmakta (Ronen, 1982; Tyedmers 2004; Corbett vd., 2009), dolayısıyla seyirde veya ağ çekimi sırasında tatbik edilen hızın azaltılması ile maliyet düşürülebilmektedir (Rossiter, 2006; Abernethy vd., 2010). Trol gemisinde çekim hızlarının optimize edilmesi ile farklı çalışmalarda %13-18 arasında yakıt tasarrufu elde edilmiştir (Parente vd., 2008; Vilaespa vd., 2010). Makine kullanım değerleri üzerinden yapılan hesaplarla seyir hızının optimize edilmesi ile %35,6 (Laurens ve Dasira, 2014) tasarruf öngörülürken benzer bir çalışmada modelleme yöntemi ile %40'a (Poos vd., 2013) varan tasarrufu hesaplanmıştır. Avustralya ticari balıkçılık filosunda yapılan bir enerji etüdü çalışmasında ise, sac bir Danimarka ırgırbı gemisi için seyir hızı azaltılmasının en etkili enerji tasarrufu yöntemi olduğu ve 'yakıt gideri / kazanç'

oranının en iyi değere ulaştığı tespit edilmiştir (Thomas vd., 2010).

Gemilerin kullandığı ana makineler sevk ve shaft sistemleri için temel unsur niteliğindedir ve geminin enerji tüketiminde en önemli etkenlerden biridir. Bu nedenle makinelerin düzenli bakımlarının yapılması, işletmenin verimliliği açısından da önemli görülmektedir (Vuğt ve Marlen, 2010; Marlen ve Salz, 2010). Ayrıca gemi makinesinin sıcaklık, nem, basınç gibi çalışma şartlarının değiştirilmesi veya iyileştirilmesi de izlenebilecek diğer bir yoldur. Gemi makinesinin bakımlı olması, örnek olarak valf ayarları düzgün, filtreleri temiz, pompa ve enjektörlerinin servis ayarlarında ve düzgün çalışır halde tutulması %4 civarında yakıt tasarrufu sağlamaktadır (Johnson, 2011). Yeni ve yakıt verimi daha yüksek, elektronik enjeksiyonlu ve daha küçük bir gemi makinesi ile de yıllık %17,4'e varan yakıt tasarrufu elde edilebilmektedir (Thomas vd., 2010). Makine yenilenmesi yüksek maliyete sahip olsa da güvenilirlik ve bakım ihtiyacının azlığı nedeniyle daha

avantajlıdır.

Her balıkçı gemisinin kendine özgü avlanma ve seyir yöntemleri bulunmaktadır. Bu yöntemler kullanıcının tercihlerine ve gemi tipine göre enerji sarfiyatında farklılıklar gösterebilmektedir. Demirci ve Karagüzel (2018), İskenderun körfezinde yaptıkları bölgesel yakıt analizi çalışmasında farklı tip balıkçı gemilerinin yakıt tüketimleri arasında yüksek farklılıklar olduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle yapılan çalışmalar göstermektedir ki, limana yakın çalışma, gerektiğinde hedef türün değiştirilmesi ve 'bireysel tabanlı modeller' kullanılarak tekneye özgü etkin avcılık faaliyetlerinin kullanılması enerji verimliliği açısından yapılabilecek değişiklikler olarak görülmüştür (Bastardie vd., 2010; Johnson, 2011; Poos vd., 2013).

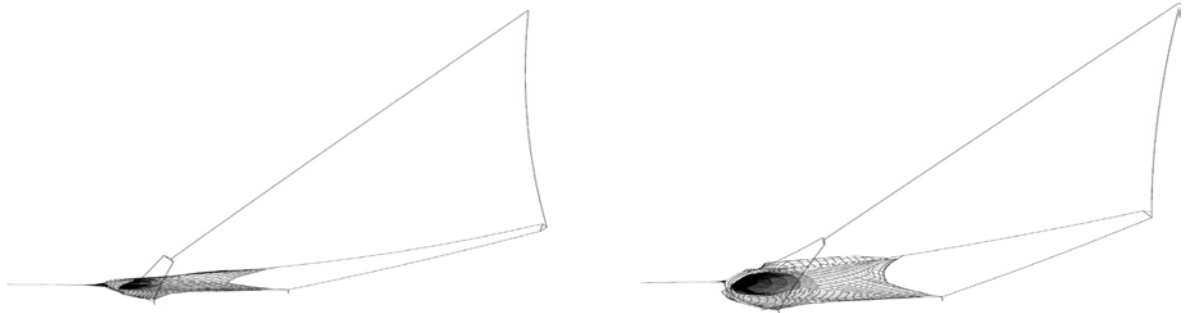
3. TEKNİK OLARAK YAPILABİLECEK UYGULAMALAR

Teknik değişiklikler bu çalışmada av aracı, gemi yapısı ve makinesi, alternatif enerji kaynakları alt başlıklarına ayrılmıştır. Aşağıda her ne kadar değişiklikler ayrı bölümler içerisinde aktarılmaya çalışılmış olsa da konuda mevcut literatürün yapısı gereği bazı değişkenler kendi başlığının haricindeki bölümlerde de beraber incelenmiş ve derlemede de bu şekilde sunulmuştur.

3.1 Av Araçlarının Yapısal Olarak Değiştirilmesi

Av araçları üzerinde yapılan çalışmaların genellikle trol balıkçılığında olduğu görülmektedir. Literatürde yapılan çalışmalar genel olarak trol ağı malzemesinin veya yapısının değiştirilmesi, kapıların hafifletilmesi ve son olarak da tek bir çalışmada karşılaşılan kırılgan trol gemilerindeki değişiklikler olarak görülmektedir. Yakıt sarfiyatı az olan ve av miktarında istatistiksel bir fark bulunmayan bir av aracının daha az yakıt tüketen bir hale getirilmesi ya da en azından filo tarafından kullanılmasının sağlanması hem enerji israfını önleyecek hem de olumsuz çevre etkilerini azaltacaktır.

Bu hedefler doğrultusunda av aracının kısmi yapısal değişikliği, tamamen değiştirilmesi veya matematiksel olarak modellenmesi ile yakıt sarfiyatı azaltılmış av araçları üretilmeye çalışılmaktadır. Şekil 3'te görülen çalışma kapsamında sonlu elemanlar yöntemi (Finite Element Method) kullanılarak üç boyutlu hesaplamalar yardımıyla pelajik ve dip trol ağlarının suya karşı direnci azaltılıp, taradığı alanın arttırılmasıyla pelajik trol ağında birim alana düşen kuvvet %43, dip trolünde ise %27 azaltılmıştır (Priour, 2009).



Şekil 3. Referans trol (solda) ve optimize edilmiş trol (sağda) (Priour, 2009)

2000 yılında yayınlanan bir çalışmada, sürüklenme direncinin %68'inin trol ağının kendisinden, %24'ünün trol kapılarından ve %8'inin palamar ve çelik halatlardan kaynaklandığı görülmektedir (Kunjipalu,

2000). Trol ağının en önemli direnç bölgelerinin ise trolün ön kısımları olan kanat, omuz ve karın kısımları olduğu belirtilmiştir (Sala vd., 2008). Ağın tasarımını optimize edecek sayısal

hesaplamalarla, sürüklenme kuvvetinin azaltılmasıyla %13-38 arasında yakıt tasarruf değerleri elde edilmiştir (Verhulst ve Jochems, 1993; Sala vd., 2002; 2008; Parente vd., 2008; Khaled ve Priour, 2010; Priour, 2012; Balash ve Sterling, 2012). Ağın hangi materyalden yapıldığı, kendi ağırlığının ve suyun ağ üzerindeki sürüklenmesinin yarattığı direncin azaltılması av araçları üzerine çalışılan diğer bir önemli konudur. İtalya’da yapılan bir çalışmada demersal trol gemileri için ağ gözlerinin büyütülmesi ve kanatların yapısının değiştirilmesiyle aynı dayanıklılıkta daha ince ip kalınlığına sahip Dyneema® (Ultra Yüksek Molekül Ağırlıklı Polietilen) kullanılarak %30 yakıt tasarrufu elde edilmiştir (Sala vd., 2008). Şekil 4’te Dyneema® olarak adlandırılan yüksek yoğunluklu düşük ağırlığa ve su çekimine sahip halat görülmektedir.

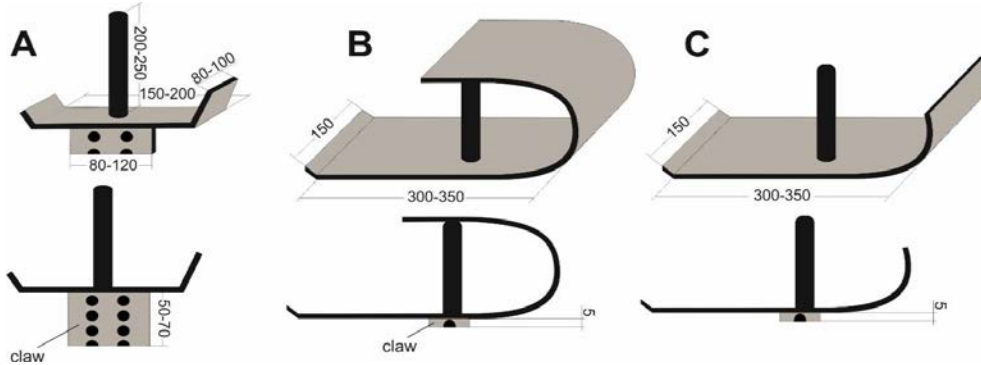


Şekil 4. Dyneema® halat yukarıda yeni ve aşağıda bir yıl kullanılmış (Hansen vd., 2013)

Kapılar, trollerin temel direnç kaynaklarından biridir. Kapıların tasarımının değiştirilmesi, hafifletilmesi ve/veya zeminin biraz üzerinde

çalıştırılmasıyla direnci azaltılabilmektedir. Literatürde kapı değişiminin enerji tasarrufuna etkisi ağdaki diğer değişikliklerle birlikte incelenmiştir. Yapılan çalışmalar göstermektedir ki Kuzey Denizi, Hint Okyanusu ve Amerika Birleşik Devletleri gibi farklı bölgelerde yapılan çalışmalarda, Ultra Yüksek Molekül Ağırlıklı Polietilen ağ malzemesi ve yarı pelajik kapı aynı anda kullanılarak %28-40 arasında yakıt tasarrufu elde edilebilmektedir [Vincent ve Roullot, 2006; Eayrs vd., 2012; Hansen vd., 2013]. Özellikle boyut olarak küçük ve yarı pelajik olarak belirtilen kapılar bu tasarrufta etkin rol oynamaktadır.

Algarnalar yoğun dip temasından dolayı yakıt tüketimi en yüksek olan av araçlarındandır. Hollanda’da geleneksel algarnalara alternatif olarak geliştirilen ve elektrik akımı kullanarak balığın zeminden yükselip ağa girmesini sağlayan ‘Pulse Trol’ün %45-50 daha az yakıt tükettiği, net gelir miktarında belirgin artış sağladığı ve ekosistem etkisinin daha düşük olduğu bildirilmiştir (Taal ve Hoefnagel, 2010; Marlen, 2012). Karadeniz’de deniz salyangozu avcılığında kullanılan üç farklı kızağa sahip algarna ile (Şekil 5’te bir adet geleneksel, T ve iki adet yapısal değişiklik yapılmış, M-1 ve M-2) yapılan bir çalışmada ise yakıt ölçüm cihazı ve kuvvetölçer kullanılarak iki farklı zemindeki (kumlu ve kumlu-çamurlu) yakıt tüketim ve direnç değerleri karşılaştırılmıştır (Kaykaç vd., 2017).



Şekil 5. A) Geleneksel (T), B) M-1 C) M-2 (Kaykaç vd., 2017)

Türkiye sularında balıkçı gemilerinde yakıt etkinliği konusunda yapılmış ve yayınlanmış ilk eser olarak dikkat çeken bu çalışmada, M-1 her iki zeminde, sabit devir sayısı ve çekim hızında en düşük yakıt tüketimine sahip kızak olarak tespit edilmiştir (Kaykaç vd., 2017).

3.2 Tekne Karinasının Temizliği

Sürtünme kuvveti konusunda yakıt tüketimine en fazla etkiye sahip olan faktörlerden bir tanesi karina bölgesinde meydana gelen kirliliktir. Karina temizliği ve kirlenmeyi önleyici boyalar (antifouling) yapılmadığında istenilen hızlara ulaşabilmek için daha fazla yakıt kullanılması kaçınılmazdır (Poloczanska vd., 2011; Schultz vd., 2011). Ayrıca seyir hızında, yoğun olarak kirlenmiş gemi karinasının %86, hafif kirlenmiş bir karinanın ise %10-16 arasında güç kaybına neden olacağı bildirilmiştir (Schultz, 2007). Küçük balıkçı gemilerinde karina kirlenmesi nedeniyle bir ayda yakıt tüketiminin %7, altı ayda %44 oranında arttırılabileceği belirtilmiştir (Wilson, 1999). Konuyla ilgili denizcilik literatüründe çalışmalar olsa da balıkçı gemilerine ait yayımlanmış eserler sınırlı sayıdadır.

3.3 Pervane, Dümen ve Geminin Gövde Hidrodinamik Yapısının Değiştirilmesi

Pervane ve dümen sistemlerinin en büyük enerji kaybının gerçekleştiği gemi bölümlerinden olduğu düşünüldüğünden, bu kısımlarla ilgili akışkanlar dinamiği çalışmaları dikkat çekmektedir. Alternatif bir dümen geometrisi üzerine yapılan hesaplamalar ve akıntı tankları denemelerinde %5'e varan tasarruf elde edilmiştir (Collazo vd., 2010). Ayrıca nozul sistemi kullanımı ile pervanenin itme gücünde %10-26 arasında değişen artış ortaya koyulmuştur (Messina, 2006; Notti ve Sala, 2012; Laurens ve Dasira, 2014). Haimov vd. (2010) nozul sistemi kullanımının pervanedeki kavitasyonu ve geminin titreşimini azaltıp, seyir hızını

arttıracakını bildirmişlerdir. Akıntı tankında yapılan testlerle; geminin hidrodinamik gövde yapısı, pervanesi ve dümeninde yapılan düzenlemelerle toplamda %50'ye varan yakıt tasarrufu elde edileceği akışkanlar dinamiği hesaplamalarıyla ortaya koyulmuştur (Rihan vd., 2010; Sarasquete vd., 2012).

Pervanelerin kanat şekilleri geleneksel sistemde sabit olmakla beraber hareketli kanat açısına sahip modelleri de bulunmaktadır. Hareketli sistemin sabit kanatlı sisteme göre %6-15 arasında avantajlı olduğu, ayrıca pervane ve makine arasındaki devir düşürücü sistemin kademesinin arttırılmasıyla da %5-12 arasında yakıt tasarrufu elde edileceği belirtilmiştir (Vilaespa vd., 2010).

Pervanenin boyutu, kanat sayısı, kanat alanı oranı ve makine devrine uygunluğu da önemli bir faktördür. En verimli pervanenin; kanat sayısı, kanat alanı oranı ve gemiye klerensi en az olan tipte ve devri en düşük olan olduğu düşünülmeyle beraber, artan verimliliğin yanında kavitasyon ve titreşimin de artacağı dolayısıyla çalışma konforunun düşeceği de belirtilmiştir (Wilson, 1999; Messina, 2006; Johnson, 2011; Sarasquete vd., 2012).

3.4 Yumru Baş (Bulbous Bow) Kullanımı

Hidrodinamik dirençler açısından daha az verimli olan klasik gemi baş yapılarının yerine direnci azaltarak yakıt tasarrufunu arttıran yumru baş uygulamalarının literatür çalışmalarında özel bir başlıkta değerlendirildiği görülmektedir. Balıkçı gemilerinde yumru baş kullanımının %10'luk yakıt tasarrufu sağlayacağı tahmin edilmektedir (Watson 2002). Vilaespa vd. (2010), beş adet Katalan trol gemisinde yaptıkları uygulamada sadece yumru baş ile %3-5 arasında bir tasarruf elde etmişlerdir. Baş tarafı daha ince, daha dar kemere, daha sığ kık bölgesi ve yumru baş ile daha hızlı ve yakıt tüketimi azaltılmış bir gemi yapısı olacağı belirtilmiştir (Rihan vd., 2010). Ayrıca boyu 18-24m aralığında olan balıkçı gemilerine, sonradan yumru baş

takılmasıyla aynı çalışma hızında yakıt tüketiminde %15 azalma olduğu görülmektedir (Johnson vd., 2011). Akıntı tankı testleriyle elde edilen matematiksel hesaplama sonuçlarında yumru başın boyunun 2.3m'den 3.4m'ye çıkarılmasıyla aynı hız değeri için %30'luk enerji kazancı elde edilmiştir (Sarasquete vd., 2012).

3.5 Yakıt Sistemine Uygulanan Manyetik Alan

Yakıtın yanma verimini arttırmak amacıyla yapılan çalışmalarda (Vilaespaşa vd., 2010; Sala ve Notti, 2014), gemi yakıt sisteminin üzerine bir manyetik alan aygıtı yerleştirilerek yakıtın polarize olmasını sağlayan bir cihaz kurulmuştur. Bu manyetik alan cihazı ile deniz araçları dışında %7-10 arasında elde edilen yakıt tasarrufunun balıkçı gemilerinde %4-9 arasında elde edilebileceği belirtilmiştir (Vilaespaşa vd., 2010; Sala ve Notti, 2014). Şekil 6'da manyetik alan aygıtı örneği görülmektedir.



Şekil 6. Manyetik alan aygıtı (Sala ve Notti, 2014)

3.6 Alternatif Yakıt Kaynakları ve Rüzgâr Enerjisi

Petro-Dizel alternatifi olabilecek makine yakıtları günümüz şartlarında, biyodizel, sıvı petrol gazı (LPG), sıvı doğalgaz (LNG),

sıkıştırılmış doğal gaz (CNG), etanol ve hidrojen olarak karşımıza çıkmaktadır. Biyodizel doğrudan hazır sistem üzerinde kullanılabilirken (Regenatoc, 2008), diğer yakıtların ise çifte sistem (Dual) olarak veya tamamen gaza çevrilerek kullanılabilirdiği görülmektedir (Sterling ve Goldsworthy, 2007).

Sterling ve Goldsworthy (2007) rüzgâr enerjisi kullanımıyla pervane sistemine %6'lık güç katkısı yapılabileceğini tahmin etmişlerdir. Ayrıca rüzgâr enerjisi kullanılarak geminin baş tarafından çekilen bir paraşüt sistemiyle yıllık yakıt maliyetinin %10-35 arasında, anlık yakıt tüketiminin ise %50'ye yakın azaltılabildiği belirtilmiştir (Brabeck, 2010). Şekil 7'de 'Skysails' olarak adlandırılan sistem örnek olarak görülmektedir.



Şekil 7. M/V Theseus "SkySails" sistemi (Brabeck, 2010)

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Balıkçılıkta enerji tasarrufu ihtiyacı sıklıkla dile getirilmekle birlikte, bu konudaki akademik çalışmaların Türkiye'de halen yeterli düzeyde ve bütünlük olmadığı görülmektedir. Uluslararası literatürde yapılmış olan uygulamalar için en yüksek yakıt tasarruf oranları Tablo 1'deki gibidir.

Tablo 1. Uygulamalar için en yüksek yakıt tasarruf oranları

Operasyonel Uygulamalar		Teknik Uygulamalar	
Makine Devir ve Hız Optimizasyonu	%40	Av Araçları ve Materyali	%40
Periyodik Bakım	%4	Hidrodinamik Yapı	%50
Makine Yenilenmesi	%17,4	Manyetik Alan Cihazı	%9
		Farklı Enerji Kaynakları	%50

Bu tabloda özetlenen değişimlerin ne oranda tasarruf sağladıkları bir potansiyel olarak düşünülmelidir. Her gemi, av aracı, av sahası ve av zamanının kendine özgün nitelikleri vardır ve bu nitelikler literatürde bildirilmiş olanlardan belirgin farklılıklar gösterebilmektedir. İşletimsel uygulamalar üzerine yapılan çalışmaların sonuçları incelendiğinde makine devir ve hız optimizasyonunun deneysel yakıt tasarrufu değerleri en fazla %18'e (Parente vd., 2008) ulaşılırken, matematiksel modelleme yapılarak %40 (Poos vd., 2013) yakıt tasarrufu değeri öngörülmüştür. Periyodik bakım ve makine yenilenmesi uygulamaları literatürde iki çalışmada görülmekte olup enerji etüdü uygulamaları ile sırasıyla %4-14 değerleri elde edilmiştir (Thomas vd., 2010; Johnson, 2011). Teknik uygulamalar kısmında av araçları ve materyali bir bütün olarak düşünülüp değişiklikler deneysel olarak birlikte uygulandığında %40 yakıt tasarrufu değerine ulaşılmaktadır (Hansen vd., 2013). Hidrodinamik yapı için elde edilen %50'ye varan yakıt tasarrufu akışkanlar dinamiği hesaplamalarıyla elde edilen sonuçlar olup uygulamada yapılan değişimin sonuçlarını belirtmemektedir. Bunun sebebi ise pervane, dümen, tekne yapısı gibi geminin hidrodinamik unsurlarının gerçek anlamda değişiminin yüksek maliyete sahip olmasıdır. Manyetik alan cihazı ve farklı enerji kaynakları ile ilgili literatür çok kısıtlı olup balıkçı gemileri üzerinde denemesinin sadece birer çalışmada (Sala ve Notti, 2014; Brabeck, 2010) uygulamalı olarak yapıldığı görülmektedir. Sonuçların özellikle uluslararası balıkçılıkta güncel olarak etkisinin ve kullanımının olduğu anlaşılmakta ve Türkiye balıkçılığı

açısından etkisinin görülmesi için konuyla ilgili çalışmaların teşvik edilmesi önem arz etmektedir.

Balık stoklarının azalması ve yakıt fiyatlarının yükselmesi karşısında gerekli planlamaların uygulanmaması, balıkçılığın sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir. Buna rağmen birçok ülkenin balıkçılığı için mevcut tüketim miktarları tespitinin hem balık stokları hem yakıt tüketimi açısından yapılmadığı görülmektedir. Tüketimin tam olarak belirlenmesini sağlayacak yakıt debisi ölçüm cihazları ve diğer uygulamalar sayesinde hem balıkçı bilinçli olarak gemisini kullanıp tasarruf edebilecek hem de tüketimin amaç dışı olması önlenilecektir. Başlangıçta işletimsel uygulamalar, devamında ise teknik uygulamalar ile 'kazanç / yakıt gideri' oranının artacağı düşünülmektedir. İşletimsel ve teknik değişimlerin test ve uygulamaları balıkçılık sektöründe gelişmiş, oldukça sınırlı sayıda ülkede yapıldığı görülmektedir. Ülke balıkçılığının av araç ve yöntemleri açısından sahip olduğu olanaklar göz önünde bulundurulduğunda, 'enerji tüketimine yönelik tespitler ve tasarrufuna yönelik değişiklikler' konularında önemli bir araştırma eksikliği olduğu dikkat çekmektedir. Enerji ihtiyacını kendi kaynaklarıyla karşılayamayan ülkeler için belirtilen uygulama ve değişimlerin denemeleri yapılmalı ve etkileri ortaya koyulmalıdır.

5. KAYNAKLAR

Ünal, V. (2002). Trol Balıkçılığında Yatırımın Karlılık Analizi, Foça (Ege Denizi). *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi* 19 (3-4): 411 – 418.

- Tyedmers, P.H. (2001). Energy consumed by North Atlantic Fisheries. Zeller D, Watson R, Pauly D, editors. *Fisheries impacts on North Atlantic Ecosystems: catch, effort and national/regional datasets*. Fisheries Centre Research Reports 9(3): 12–34.
- Lam, V.W.Y., Sumaila, U.R., Dyck, A., Pauly, D., Watson, R., (2011). Construction and first applications of a global cost of fishing database. *Ices Journal of Marine Science* 68. doi:10.1093/icesjms/fsr121
- Gaston, T., Thomas, G., Maynard, D., Frost, R., 2012. Energy efficiency through bycatch reduction – a radical approach. Proceedings of the Second International Symposium on Fishing Vessel Energy Efficiency E-Fishing 2012, Vigo, Spain.
- Cheilari, A., Guillen, J., Damalas, D., Barbas, T. (2013). Effects of the fuel price crisis on the energy efficiency and the economic performance of the European Union fishing fleets. *Marine Policy* 40: 18–24.
- FAO, 2014. The state of world fisheries and aquaculture. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, Rome.
- Tyedmers, P.H., Watson, R., Pauly, D., (2005). Fueling Global Fishing Fleets. Springer on behalf of Royal Swedish Academy of Sciences, *Ambio* 34 (8): 635-638.
- Salz, P., 2006. Economic performance of EU fishing fleets and consequences of fuel price increase. Contribution to the Conference on Energy Efficiency in Fisheries 2006, Brussels, Belgium.
- Parente, J., Fonseca, P., Henriques, V., Campos, A., (2008). Strategies for improving fuel efficiency in the Portuguese trawl fishery. *Fisheries Research* 93: 117–124.
- Priour, D., (2009). Numerical optimisation of trawls design to improve their energy efficiency. *Fisheries Research* 98: 40–50.
- Driscoll, J., Tyedmers, P., (2010). Fuel use and greenhouse gas emission implications of fisheries management: the case of the new england atlantic herring fishery. *Marine Policy* 34: 353–359.
- Suuronen, P., Chopina, F., Glassb, C., Løkkeborgc, S., Matsushitad, Y., Queirolo, D., Rihanf, D., (2012). Low impact and fuel efficient fishing— Looking beyond the horizon. *Fisheries Research*: 119–120: 135–146. doi: 10.1016/j.fishres.2011.12.009.
- Beare, D.J., McKenzie, E., 2006. Fuel price change and its affect on fuel costs and the profits of selected European fishing fleets. EU Conference on Energy Efficiency in Fisheries European Commission Directorate-General for Fisheries and Maritime Affairs, Brussels, Belgium.
- Beare, D., Machiels, M., (2012). Beam trawlermen take feet off gas in response to oil price hikes. *ICES Journal of Marine Science* 69(6): 1064-1068. doi:10.1093/icesjms/fss057
- Basurko, O.C, Gabiña, G., Uriondo, Z., 2012. Energy audits of fishing vessels: lessons learned and the way forward. Second International Symposium on Fishing Vessel Energy Efficiency E-Fishing 2012, Vigo, Spain.
- FAO, 2012a. Fuel saving for small fishing vessels – A Manual. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, Rome.
- FAO, 2012b. The state of world fisheries and aquaculture. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, Rome.
- URL-1, (2018). 30.01.2018, <https://energy.gov>.
- Vilaespa, F.V., Alvarez, C.R., Mohedano, J.E.R., 2010. Improvement of the efficiency, sustainability and benefit of the Catalan trawl fleet Frederic. First International Symposium on Fishing Vessel Energy Efficiency E-Fishing 2010, Vigo, Spain.
- Marlen, B.V., Salz, P., 2010. Energy Saving in Fisheries – EU project ESIF. First International Symposium on Fishing Vessel Energy Efficiency E-Fishing 2010, Vigo, Spain.
- Eayrs, S., Thorbjornson, T., Ford, J., Deese, H., Smith, G. 2012. Saving fuel to increase profitability and reduce environmental impact in a U.S. ground fish fishery. Second International Symposium on Fishing Vessel Energy Efficiency E-Fishing 2012, Vigo, Spain.
- Thomas, G., O'Doherty, D., Sterling, D., Chin, C., (2010). Energy audit of fishing vessels. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, *Part M: Journal of Engineering for the Maritime Environment* 224: 87-101.
- Polet, H., Depestele, J., Stouten, H., & Vanderperren, E., 2006. Moving from beam trawls towards multi-rig ottertrawls – and further. EU Conference on Energy Efficiency in Fisheries European Commission Directorate-General for Fisheries and Maritime Affairs, Brussels, Belgium.

- Notti E., Buglioni G., Sala A., 2012. On the opportunity of improving propulsion system efficiency for Italian fishing vessels. Second International Symposium on Fishing Vessel Energy Efficiency E-Fishing 2012, Vigo, Spain.
- Solla, M., Coache, S., Sarasquete, A., 2012. Shymgen system: Optimizing the performance of shaft generator and drive train on fishing vessels. Second International Symposium on Fishing Vessel Energy Efficiency E-Fishing 2012, Vigo, Spain.
- Sala, A., De Carlo, F., Buglioni, G., Luchetti, A., (2011). Energy performance evaluation of fishing vessels by fuel mass flow measuring system. *Ocean Engineering* 38: 804-809.
- Poos, J.J., Turenhout, M.N.J., van Oostenbrugge, H.A. E., Rijnsdorp, A.D., (2013). Adaptive response of beam trawl fishers to rising fuel cost. *ICES Journal of Marine Science* 70(3): 675-684.
- Sala, A., De Carlo, F., Buglioni, G., Luchetti, A., 2010. Coriolis fuel mass flow metering for fishing vessels. First International Symposium on Fishing Vessel Energy Efficiency E-Fishing 2010, Vigo, Spain.
- Ronen, D., (1982). The effect of oil price on the optimal speed of ships, *The Journal of the Operational Research Society* 33 (11): 1035-1040.
- Tyedmers P.H., (2004). Fisheries and energy use. *Encyclopedia Energy* 2: 683-693. Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canada.
- Corbett, J.J., Wang, H., Winebrake J.J., (2009). The effectiveness and costs of speed reductions on emissions from international shipping. *Transportation Research Part D* 14: 593-598.
- Rossiter, T., 2006. Adapting fishing techniques in UK fisheries. EU Conference on Energy Efficiency in Fisheries European Commission Directorate-General for Fisheries and Maritime Affairs, Brussels, Belgium.
- Abernethy, K.E., Trebilcock, P., Kebede, B., Allison, E.H., Dulvy, N.K., (2010). Fuelling the decline in UK fishing communities. *ICES Journal of Marine Science* 67: 1076-1085.
- Laurens J.M., Dasira A., 2014. Improving the propulsive efficiency of an Indonesian trawler. Third International Symposium on Fishing Vessel Energy Efficiency E-Fishing 2014, Vigo, Spain.
- Vugt, J.V., Marlen, B.V., 2010. The use of a Generic Energy Systems (GES) model for fishing vessels. First International Symposium on Fishing Vessel Energy Efficiency E-Fishing 2010, Vigo, Spain.
- Johnson, T., 2011. Operating Strategies and Vessel Maintenance – simple guidelines. Energy Use in Fisheries: Improving Efficiency and Technological Innovations from a Global Perspective 2011, Seattle, USA.
- Demirci, A., Karagüzel M., (2018). The evaluation of fishing vessels fuel consumption and pollution emissions in the İskenderun Bay. *Fresenius Environmental Bulletin* 27(1): 508-514.
- Bastardie, F., Nielsen, J.R., Andersen, B.S., Eigaard, O.R., (2010). Effects of fishing effort allocation scenarios on energy efficiency and profitability: An individual-based model applied to Danish fisheries. *Fisheries Research* 106: 501-516.
- Kunjipalu, K.K., (2000). Trawls - design, construction and methods training course manual. *Fishing Technology* 17-29.
- Sala, A., Luchetti, A., Palumbo, V., & Hansen K. (2008). Energy saving trawl in Mediterranean demersal fisheries. Maritime Industry, Ocean Engineering and Coastal Resources Guedes Soares & Kolev (eds), Taylor & Francis Group, London.
- Verhulst N, Jochems J. 1993. *Final Confidential report for the project TE-1.102 hp NET'92*. Research project financed by the Commission of the European Communities within the frame of the EEC research programme in the fisheries sector ("FAR").
- Sala, A. 2002. Development of fuel saving bottom trawl. *Report of the ICES Fisheries Technology Committee Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour*, Sète France.
- Khaled R., Priour, D., 2010. Numerical method for energy optimisation of bottom trawl. First International Symposium on Fishing Vessel Energy Efficiency E-Fishing 2010, Vigo, Spain.
- Priour, D., 2012. Improvement of trawl efficiency using measurements at sea and numerical simulations. Second International Symposium on Fishing Vessel Energy Efficiency E-Fishing 2012, Vigo, Spain.
- Balash, C., Sterling, D., 2012. Prawn trawl drag due to material properties: An investigation of the potential for drag reduction. Proceedings of the Second International Symposium on Fishing Vessel Energy Efficiency E-Fishing 2012, Vigo, Spain: 1-9. ISBN 9788461589432.
- Vincent, B., Roullot, J., 2006. Towed gear optimisation, application to trawls. EU on Energy Efficiency in Fisheries European Commission Directorate-General for Fisheries and Maritime Affairs 2006, Brussels, Belgium.

- Hansen, U.J., Tørring, P., Nielsen, J.W., Rønfeldt, J.L., 2013. Using Best Available Technology drastically improve Fuel Efficiency in Trawl Fisheries. Annual Meeting of the ICES-FAO Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour LIFE mini symposium 2013, Bangkok, Thailand.
- Taal, K., Hoefnagel E., 2010. Pulse trawl on flatfish as an alternative for beam trawl. First International Symposium on Fishing Vessel Energy Efficiency E-Fishing 2010, Vigo, Spain.
- Marlen, B.V., 2012. Innovative energy saving fishing gears in the Dutch fleet. Second International Symposium on Fishing Vessel Energy Efficiency E-Fishing 2012, Vigo, Spain.
- Kaykaç, M.H., Düzbastılar, F.O., Zengin, M., Süer, S., Rüzgar, M., (2017). Measurements of fuel consumption and towing resistance in Sea Snail beam trawl fisheries: Preliminary results. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*.
- Poloczanska, E. S., Butler, A. J. 2011. *Biofouling*. Edited by: Durr, S. & Thomason, J.C., United Kingdom: Wiley-Blackwell.
- Schultz, M.P., Bendick, J.A., Holm, E.R., Hertel, W.M., (2011). Economic impact of biofouling on a naval surface ship, *Biofouling* 27: 87–98. doi: 10.1080/08927014.2010.542809
- Schultz, M.P., (2007). Effects of coating roughness and biofouling on ship resistance and powering. *Biofouling* 23: 331–341.
- Wilson, J.D.K. 1999. *Fuel and financial savings for operators of small fishing vessels*. FAO, Rome.
- Collazo, A.C., Fernández, A.S., 2010. Flow adapted rudder geometry for energy efficiency improvement on fishing vessels. Proceedings of the First International Symposium on Fishing Vessel Energy Efficiency E-Fishing 2010, Vigo, Spain.
- Messina, G., 2006. Some technological contributions to fuel savings in trawlers. EU Conference on Energy Efficiency in Fisheries European Commission Directorate-General for Fisheries and Maritime Affairs, Brussels, Belgium.
- Notti, E., Buglioni, G., Sala, A., 2012. An Energy Audit tool for increasing fishing efficiency. Second International Symposium on Fishing Vessel Energy Efficiency E-Fishing 2012, Vigo, Spain.
- Haimov, H., Bobo, M.J., Vicario, J., Corral J., 2010. Ducted Propellers. A Solution for Better Propulsion of Ships. Calculations and Practice. First International Symposium on Fishing Vessel Energy Efficiency E-Fishing 2010, Vigo, Spain.
- Rihan, D., O'Regan, N., Deakin, B., 2010. The development of a green trawler. First International Symposium on Fishing Vessel Energy Efficiency E-Fishing 2010, Vigo, Spain.
- Sarasquete, A., Collazo, A.C., Coache, S., Meis, M., Ruiz, V., 2012. Increased energy efficiency of the fishing fleet due to improved hydrodynamic performance. Second International Symposium on Fishing Vessel Energy Efficiency E-Fishing 2012, Vigo, Spain.
- Watson, G.M. (2002). *Practical ship design*, Elsevier Science, Oxford.
- Sala, A., Notti, E., 2014. Preliminary tests of new magnetic device for fuel saving and emission reduction in fisheries. Third International Symposium on Fishing Vessel Energy Efficiency E-Fishing 2014, Vigo, Spain.
- Regenatc, 2008. *Biofuels for the fishing industry: An investigation into the use of pure plant oil as a replacement for marine diesel*, Regenatc Limited, 68 Milton Park Abingdon, United Kingdom.
- Sterling D., Goldsworthy L. 2007. *Energy Efficient Fishing: A 2006 review PART A - Alternative fuels and efficient engines*. Fisheries Research and Development Corporation, Australian Government, Project No. 2005/239 Final Report: Part A.
- Brabeck, S., 2010. SkySails – New Energy for Fishing Trawlers, Using clean wind power to trawl more profitably. First International Symposium on Fishing Vessel Energy Efficiency E-Fishing 2010, Vigo, Spain.

Fishery Infrastructures of Sinop Province

Sinop İli Balıkçılık Altyapıları

Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi

Cilt: 4 Sayı: 1 (2018) 20-32

Yakup ERDEM¹, Süleyman ÖZDEMİR^{1*}, Uğur ÖZSANDIKÇI¹, Ferhat BÜYÜKDEVECİ²

¹*Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 57000 Akliman-Sinop*

²*Sinop Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 57000 Osmaniye-Sinop*

ABSTRACT

Sinop is one of most important fishing centers of Turkey. Its importance in future of Turkish fisheries will have been continue, because of present fisheries infrastructures, fishing vessels and gears, fishing industry and rooted fisheries traditions. 15 places which consist from fishing ports, shelters and berths, with fishing cooperatives near this places have been visited during the study, and data

collected on fishery infrastructures and fishing activities. The study includes detailed plans and sketches for total 15 fishing shelters and also presents data for 10 fishing cooperatives and one fishing cooperative association. Four of the listed fishing shelters are absent in the present official records.

Keywords: Fishing cooperative, fisheries activity, fishing shelter, boat berth, harbor

Article Info

Received: 26 December 2017

Revised: 04 June 2018

Accepted: 07 June 2018

* (corresponding author)

E-mail: suleymanozdemir57@yahoo.com

ÖZET

Sinop ülkemizin en önemli balıkçılık merkezlerinden birisidir. Sahip olduğu liman ve barınaklar, balıkçı tekneleri, balıkçılık sanayi, binlerce yıla dayanan balıkçılık geleneği ile bu yerini gelecekte de devam ettirecektir. Bu çalışmada liman, barınak ve çekek yerlerinden oluşan 15 altyapı ve yakın çevresinde kurulu bulunan balıkçı kooperatifleri ziyaret edilmiş, balıkçılık alt yapısı ve faaliyetleri hakkında bilgiler toplanmıştır. Çalışmada toplam 15 barınma yerine ait detaylı plan ve krokiler ile 10 kooperatif ve bir kooperatif birliği hakkında bilgilere yer verilmiştir. Barınma yerlerinden 4 adedi resmi kayıtlarda görünmemektedir.

Anahtar sözcükler: Balıkçı kooperatifi, Balıkçılık faaliyeti, Balıkçı barınağı, Çekkek yeri, Liman

1. GİRİŞ

Sinop Türkiye su ürünleri üretimin büyük bölümünün yapıldığı Karadeniz'in tam ortasında, göçmen ve yerli balıklar için en önemli geçiş ve avlanma noktasındaki konumu, geniş doğal limanı ve korunmuş doğasıyla geçmişten bugüne önemli bir balıkçılık kenti olmuştur. Arkeolojik kalıntılar insanların binlerce yıldır Sinop'ta bu durumun farkında olduğunu göstermektedir. Hitit belgelerinde kentin adının "Sinuwa" olarak geçtiği, bu sözcüğün, "güzel balıklık" anlamına gelen S(wa)-in(a)-uwa sözcüklerinden türetildiği ve Helen dilindeki kullanımına kaynaklık ettiği bildirilmektedir (Umar, 2007).

Endüstriyel gelişimin hızlandığı 1950 li yılların sonunda Et Balık Kurumu tarafından büyük bir soğuk hava deposu ve iskele inşa edilerek balıkçılıktaki önemli yerini geleceğe taşımıştır (Baysal, 1971). Beşinci beş yıllık kalkınma planıyla birlikte 1980 li yıllarda balık unu yağı sanayine verilen önem ve Sinop'a il bazında sağlanan teşviklerle su ürünleri sanayinin merkezi olmuştur (Anonim, 1984). Bugün hayvancılık ve kimya sanayi için önemli olan ülkemizin balık unu-yağı sanayinin büyük bölümü Sinop ili sınırlarında bulunmaktadır. Diğer su ürünleri işleme fabrikaları ve son yıllarda hızla artan soğuk muhafaza tesisleri Sinop ekonomisinde önemli bir yer tutmaktadır.

Halen mevcut tesisleri, balıkçılık alt yapıları,

balıkçı teknesi varlığı, balıkçılık geleneği ve balık yetiştiriciliğine yönelik vizyonuyla Sinop geleceğin balıkçılık merkezi olma potansiyelini korumaktadır. Kayıtlara göre ilde 11 balıkçı barınağı ve toplam 1016 adet balıkçı teknesi mevcuttur. Balıkçı kooperatif ve birlikleri, liman ve barınaklar ile avcılıkta kullanılan av araçları konusunda derli toplu ve net olmayan bazı bilgiler mevcutsa da Sinop balıkçılığını anlama bakımından yeterli olduğu söylenemez (Erdem ve ark., 2017). İyi bir balıkçılık yönetimi ve mevcut potansiyelin doğru kullanılabilmesi için balıkçılık altyapılarının durumunun, kapasitesinin ve eksiklerinin düzenli olarak takip edilmesi yararlı olacaktır.

Ülkemizde bu konudaki en kapsamlı çalışma Ege Denizi balıkçılığı ve balıkçı kooperatifleri üzerine Tokaç ve ark., (2010) tarafından yapılmıştır. Bunun dışında Doğanyılmaz-Özbilgin ve ark., (2010) tarafından yapılan Kuzeydoğu Akdeniz'deki balıkçılığın ve balıkçı kooperatiflerinin mevcut durumu hakkında detaylı bilgilerin verildiği çalışma bulunmaktadır. Karadeniz bölgesindeki illerde bulunan balıkçı barınakları ve balıkçı kooperatiflerinin incelendiği bazı çalışmalar da dikkati çekmektedir (Dadaylı, 2012; Balık ve Topçu, 2013; Boran ve Softa, 2016; Erdoğan-Sağlam ve Samsun, 2016).

Bu çalışma ile Karadeniz'in önemli balıkçılık merkezlerinden biri olan Sinop ili balıkçılık altyapısının güncel durumunun

ortaya konulması ve mevcut sorunlara çözüm önerileri sunulması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

Araştırma 1 Ocak-31 Aralık 2015 tarihleri arasında Sinop il merkezi ve deniz kıyısında yer alan Gerze, Ayancık ve Türkeli ilçelerinde yer alan balıkçı kooperatifleri ile liman, balıkçı barınakları ve çekek yerlerine yapılan ziyaretler kapsamında yürütülmüştür. Çalışmada liman, barınak ve çekek yerlerinden oluşan 15 altyapı ve yakın çevresinde kurulu bulunan balıkçı kooperatifleri ziyaret edilmiş, balıkçılık alt yapısı ve faaliyetleri hakkında bilgiler toplanmıştır. Çalışmada toplam 15 barınma yerine ait detaylı plan ve krokiler ile 10 kooperatif ve bir kooperatif birliği hakkında bilgilere yer verilmiştir. Ziyaretlerde kooperatif başkanlarından ve üyelerinden su, elektrik, ulaşım ve soğuk hava deposu ile ilgiler veriler yanından bölgede yapılan balıkçılık faaliyetleri hakkında da bilgiler temin edilmiştir.

3. BULGULAR

Balıkçılık Altyapıları ve Özellikleri

Sinop ilinde kayıtlarda 11 balıkçı barınağı görülmekle birlikte çalışma kapsamında yapılan ziyaretler sonucunda balıkçıların yararlandığı barınak ve çekek yerlerinin toplam sayısının 15 adet olduğu belirlenmiştir. Aşağıda bunlar ilin doğusundan batısına doğru sırasıyla incelenmektedir.

Gerze Töngel Sokak Balıkçı Barınağı

Barınak 2012 yılında Sinop-Samsun bölünmüş yolunun yapımı inşa edilmiş olup bağlantı yolları gayet yeterli ve ulaşım olanağı iyidir. Yönetimi halen Sinop İl Özel İdaresi'ndedir. Yöreyle ait ve daha önceden Gerze Limanı içinde barınan 7-9 m boyundaki tekneler buradan yararlanmaktadır. Barınağın girişi doğu

yönünde olup 250 metre uzunluğunda batıdan doğuya uzanan L şeklinde ana mendirekten oluşmakta, bağlama rıhtımı, baba ve aneeler ile herhangi bir bina veya altyapı bulunmamaktadır. Yörede etkili olan karayel ve yıldız rüzgârlarına karşı korunaklı fakat poyraz ve lodos rüzgârlarına karşı korunaksızdır. Elektrik ve su balıkçıların olanaklarıyla sağlanmakta olup yeterli değildir. Barınak kapasitesi 20 adet küçük tekneyle sınırlıdır ve 10 metreden daha büyük teknelerin yanaşması mümkün değildir.

Barınak ve çevresinde ilkbaharda dip uzatma ağlarıyla kalkan, iskorpit, eşkine, ispari, kefal, sonbahardan itibaren daha çok kefal, palamut ve lüfer avlanmaktadır. Ağustos ayından itibaren palamut avcılığı başlamakta ve yılsonuna kadar sürmektedir. Yörede sonbahar ve kış döneminde çevirme ağıyla zargana, palamut ve lüfer avcılığı yanında amatör balıkçı tekneleri tarafından uzun olta ve sırtı yöntemiyle lüfer ve levrek avlanmaktadır.



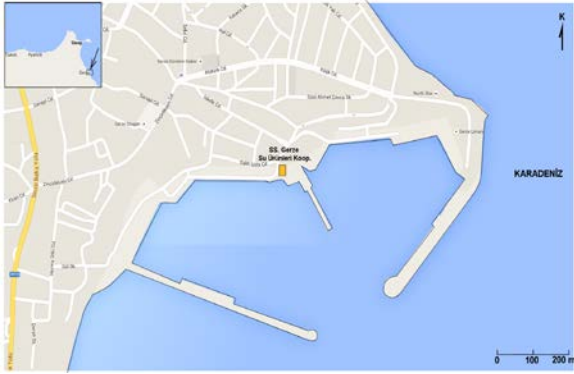
Şekil 1. Gerze Töngel Sokak balıkçı barınağı (Orjinal)

Gerze Limanı ve Balıkçı Barınağı

Gerze Balıkçı Barınağı 2003 yılında inşa edilen Köşk Burnu'ndan güney batı yönüne doğru uzanan 540 metrelik ana mendirek ile güney doğu yönünde uzanan 600 metrelik tali mendirekten oluşur. Limanda rıhtımlar bulunmakla beraber derinliği yeterli olmadığından 20 metreden büyük tekneler sadece liman içinde halen mevcut eski iskeleye yanaşabilmektedir. Mendirek

yapılarının büyüklüğüne rağmen kullanım kapasitesi düşük olduğu için limanın iyi bir taramaya ihtiyacı vardır. Liman içerisinde SS. Gerze Su Ürünleri Kooperatifi'nin binası ve küçük çaplı tesisleri mevcuttur. Kooperatifin sahibi olduğu çay bahçesi kiralanarak hizmet vermektedir.

Limanda ortalama boyları 8 – 10 metre olan 60 balıkçı tekninin bulunduğu ve bunlardan 20 tanesinin aktif olarak balıkçılık yaptığı belirlenmiştir. Limanda barınan tekneler eylül ayından itibaren salma ve voli ağlarıyla palamut, lüfer, kasım-mart ayları arasında kalkan, ekim-şubat arasında zargana, Ocak – Nisan arasında iskorpit ve bahar aylarında mezgit ve barbunya avcılığı yapmaktadır.



Şekil 2. Gerze limanı ve balıkçı barınağı (Orjinal)

Sinop Merkez Demirciköy Balıkçı Barınağı

Sinop il merkezine 15 km uzaklıkta organize sanayi bölgesinin sahil kesiminde kurulu olan barınak 925 m ana mendirek ile 285 m uzunluğunda tali mendirekten meydana gelmektedir. 2015 yılı sonunda yol, su elektrik konularında bazı iyileştirmeler yapılmış olmasına rağmen barınak balıkçı gemilerinin barınmasına ve balık indirmesine uygun değildir. Halen eksik veya yetersiz olan elektrik, su ve akaryakıt temin olanaklarının artırılması, kooperatif ve diğer balıkçılık hizmet binalarının, buz ve balık muhafaza olanaklarının oluşturulması gerekmektedir.

Sinop merkezine yakın olmasına rağmen Demirciköy Balıkçı Barınağında balıkçı gemilerinin barınmasına ve balık indirmesine uygun şartların çok uygun olmadığı için aktif balıkçılık yapan balıkçı sayısı azdır. Belli dönemlerde Sinop'tan gelen kıyı balıkçıları ile zaman zaman gırgır tekneleri yararlanmaktadır. Barınak ve çevresinde daha çok palamut, barbunya, mezgit, zargana ve kalkan avcılığı yapıldığı belirlenmiştir. Sayıları birkaç adet olan amatör balıkçı tekneleri ise çaparı ve el oltası ile avcılık yapılmaktadır.

Liman derinlik bakımından uygun olmadığı için özellikle fırtına sonrası oluşan ölü dalgalar ile sert lodos rüzgarlarında rıhtımlara bağlı teknelerde hasar oluşmakta hatta balıkçı tekneleri batmaktadır. Limanın daha fazla derinleştirilmesi ve lodostan korunmaları için tali mendirek içine küçük balıkçı teknelerinin bağlanacağı bir rıhtım yapılmasına ihtiyaç vardır. Barınakta teknelerin kıyıya çekilmesi ve bakımının yapılması için çekek yeri yoktur. Bağlantı yolu balık yüklü kamyonların kullanımı için uygun değildir. Elektrik ve su olanakları kısıtlıdır.



Şekil 3. Sinop merkez Demirciköy balıkçı barınağı (Orjinal)

Sinop Merkez Balıkçı Barınağı

Sinop batıdan doğuya doğru uzanan bir kıstaktan oluşan coğrafi yapısı nedeniyle kuzey rüzgarlarına kapalı iç limanı ile Karadeniz’de tek doğal limandır. 1950 li yılların sonuna kadar şehir içindeki iskelelerden balıkçılık ve taşımacılık sektörüne hizmet verilmiş, o yıllarda inşa edilen Et Balık Kurumu soğuk hava deposu ve balık indirme iskelesiyle günün koşullarında modern bir balıkçılık altyapısına kavuşmuştur. 1970 li yılların başında bugünkü limanın temelini oluşturan 200 metrelik bir mendirek ve küçük bir rıhtım inşa edilerek altyapı güçlendirilmiştir. Sonraki yıllarda gelişen balık işleme ve özellikle balık unu-yağı sanayi nedeniyle bu liman balıkçılığa oldukça önemli hizmetler vermiştir.

1980’li yıllardan itibaren yetersiz kalan limanda mendirek uzatması yapılmış olmasına rağmen bugün 3-4 metre arasında değişen derinlik ve sadece 60-80 m genişliğindeki haliyle büyük balıkçı gemilerine hizmet verecek durumda değildir. Ayrıca sığ ve lodosa açık olması nedeniyle zaman zaman küçük balıkçı gemileri hasar görmektedir. Büyük balıkçı gemileri 2013 yılında inşa edilen Demirciköy limanına yönlendirilmiş olmakla birlikte halen Sinop merkezinde balıkçı gemilerinin iyi hizmet aldığı söylenemez. Hamsi ve palamut sezonunda zaman zaman balıkçı teknelerinin iskeleden yararlanmasına izin verilmekte olup iskele gemi barınmasına uygun değildir. Sinop merkez balıkçı barınağı içinde 1980 li yıllardan buyana büyük balıkçı teknelerinin inşası ve bakımı için kullanılan bir çekek yeri mevcuttur. Şehrin içinde kalması, kara ulaşımının sıkıntılı olması ve çevrenin bir turizm alanına dönüşmesi nedeniyle balıkçı barınağı ve çekek yerinin belediyece ıslahı düşünülmektedir. Fakat 2016 yılı Temmuz ayı itibariyle barınağın balıkçı kooperatifleri ve belediye arasındaki statüsünün belirsizliği devam etmektedir.

Sinop merkez balıkçı barınağı bu bölgedeki en aktif balıkçılık faaliyetinin olduğu

bölgedir. Bu bağlamda yıl içerisinde dip uzatma ağlarından fanyalı, sade ve kalkan ağları ile avcılık yapılmakta bununla beraber volicilik, el oltası ve çapari, salma (akıntı ağı) ile palamut avcılığı aktif bir şekilde yapılmaktadır. İlkbahar mevsiminde başlayan kalkan balığı avcılığı aynı zaman periyodunda 32-40 mm ağ göz genişliğine sahip sade ve fanyalı uzatma ağları ile mezgit ve barbunya balığı avcılığı ile yıl boyu yapılmaktadır. Yaz aylarının başlarında iskorpit avcılığı yapılmaktadır. Aynı zamanda el oltası ve çapari ile çinekop, mezgit balığı ve istavrit balığı avcılığı yapılmaktadır. Bölgede bulunan birkaç gırgır teknesi ile hamsi avcılığı ve bu tekneler ile istavrit ve palamut avcılığı da yapılmaktadır. Sinop merkez balıkçı barınağında küçük ölçekli balıkçılık yapan tekneler yaklaşık olarak %92’lik bir oranla yoğunluk göstermektedir. Sinop’ta liman bölümü ve iskele dışında şehir önünde yat bağlamaya uygun şekilde inşa edilmiş bir rıhtım bulunmaktadır. Rıhtımda teknelere elektrik, su ve yakıt hizmeti gibi herhangi bir hizmet verecek altyapı yoktur. Her türlü rüzgara açık olan bu rıhtım halen fırtınalı havalarda haricinde tur teknelerine hizmet vermektedir.



Şekil 4. Sinop merkez balıkçı barınağı (Orjinal)

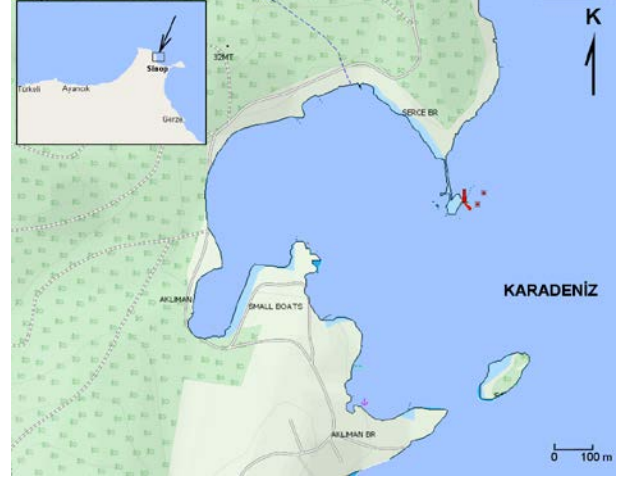
Sinop Merkez Akliman Doğal Barınma Yeri

Korunaklı bir koy durumundadır. 1970 li yılların başında koyun ağzındaki Karaada’ya

ana karayla bağlayan bir mendirek inşa edilerek liman daha kullanışlı hale getirilmiştir. Mendirek üzerinde kısa bir beton rıhtım bulunmakta olup sadece küçük teknelerin yanaşmasına uygundur. Limanda derinlik yer yer 1.5 m civarındadır. Büyük bölümü doğu yönlü rüzgarlardan ve fırtına sonrası oluşan solurganlardan etkilenmektedir. 1990 lı yıllarda limanda tarama yapılarak iç kesimde nispeten korunaklı bir alan oluşturulmuşsa da herhangi bir yanaşma yeri, yakıt, su ve elektrik temini için hizmet yapıları bulunmamaktadır. Liman bazen gırgır tekneleri tarafından dinlenme mekanı olarak kullanılmakta, iç bölümde birkaç trol teknesi balık indirme ve sığınma olanağı bulmaktadır. Bunun dışında boyları 5 m ile 12 metre arasında değişen kıyı balıkçılığı tekneleri barınmaktadır.

Akliman şehirleşme ve ışık kirliliğinden uzak Sarıkum –İnceburun, İnceburun Akliman arasındaki bölgedeki sakin ve verimli avlaklarda uzatma ağlarıyla palamut, levrek, zargana, iskorpit ve barbunya avlanılan bir bölgedir. Ayrıca diğer barınaklardan gelen teknelerin de katılımıyla kış sonu – ilkbahar aylarında kalkan ve sonbahar aylarında voli ağlarıyla palamut avcılığının yoğun yapıldığı bir bölgedir. Bu barınakta sürekli kalan az sayıda küçük tekne mevsimine göre sabit uzatma ağlarıyla palamut, barbunya, mezgıt, zargana ve kalkan avcılığı ile uğraşmaktadır. Barınma yeri ve çevresi doğal güzeleğe sahip olması nedeniyle çok miktarda amatör balıkçı teknesi de barınmakta olup temel avlanma araçları çaparı ve hedef türleri mevsimine göre istavrit, lüfer ve özellikle palamuttur.

Zaman zaman liman diğer illerden gelen salyangoz algarnası tekneleri tarafından barınma ve ürün indirme noktası olarak kullanılmaktadır.



Şekil 5. Sinop merkez Akliman doğal barınma yeri (Orjinal)

Kozak Yalısı Barınma Yeri

Erfelek ilçesi sınırları içindeki Şerefiye Köyü balıkçıları ve deniz ticareti yapanlar tarafından geçmişten bu güne kullanılan küçük bir barınma alanıdır. Önceki yıllarda insan gücüyle düzenlenmiş basit bir mendirekten ibaret olan bu barınma yeri daha sonra iş makinesi yardımı ile düzenlenerek daha kullanışlı hale getirilmiştir. Barınağın içi çok sığ olup önceki yıllarda tekne bağlanabilen en iç bölgesine kum yığılmış durumdadır. Fırtınalardan sonra oluşan solurganlardan çok fazla etkilenen barınakta ancak birkaç küçük tekne barınabilmektedir. Herhangi bir rıhtım, soğuk hava deposu veya balık indirmeye yönelik yapı bulunmamaktadır. Tekneler balıkçılar tarafından inşa edilmiş küçük iskelelere yanaşmakta ve barınak içinde başında bocurgat bulunan kayıkhanelerde bakımları yapılmaktadır. Sert deniz koşullarında burada tekne barınmasına olanak olmadığından tekneler ya kıyıya çekilmekte ya da yakındaki Gebelit Çayı'na girmektedir. Barınakta uzatma ve voli ağlarıyla palamut kalkan başta olmak üzere, iskorpit, lüfer, barbunya, mezgıt, zargana ve kefal avcılığı yapılmaktadır. Dip uzatma ağlarıyla avcılık yıl boyu aktif olarak sürmektedir.

Kozak Yalısı barınağı kötü koşullarına

rağmen halen geleneksel kıyı balıkçılığının yaşatıldığı otantik bir balıkçılık merkezidir. Bu ve benzeri barınakların otantik özellikleri korunacak şekilde sosyal projelerle desteklenmesi ve geleneksel balıkçılığın yaşatıldığı küçük merkezler haline getirilmesi yararlı olacaktır. Kapasitesi artırılmaksızın mendireğin güçlendirilmesi, çekek yerlerinin daha kullanışlı hale getirilmesi, balık tuzlama, çiroz benzeri geleneksel ürün üretiminin desteklenmesi bu yönde atılabilecek adımlardır.



Şekil 6. Kozak yalısı barınma yeri (Orjinal)

Gebelit Barınma Yeri

Barınma yeri Ayancık İlçesi Tarakçı Köyü sınırları içerisinde yer alır. Sığ bir haliç durumundaki Gebelit Deresi içindeki balıkçılar tarafından inşa edilmiş iskelelerden ibaret bir barınma yeridir. Barınak içerisinde Tarakçı ve Ayancık Su Ürünleri Kooperatifleri üyesi balıkçılar ile bazen Sinop ve Şerefîye Kozakyalısı'ndan gelen balıkçılar barınmaktadır. Hemen kıyıda Tarakçı Kooperatifine ait bir idari bina ve soğuk hava deposu bulunmaktadır. Kayıt yapıldığı günlerde buz makinesi alım çalışmaları devam etmekteydi. Barınma yerinde kooperatife ait binadan buradaki teknelerin ihtiyacını giderecek ölçüde elektrik ve su temin olanağı vardır.

Tekneler aşırı yağışlar sonrası meydana gelen sellerden etkilenmekte ve sert fırtınalarda dere ağzından tekne girişi mümkün olmamaktadır. Fırtınalı havalarda teknelerin içeri girmesi zor olduğu için

balıkçılar tarafından barınakta yer alan burundan doğu yönünde bir mendirek yapılarak barınağın koruma altına alınması istenmektedir. Barınakta kalkan, palamut, barbunya, iskorpit, çinekop ve zargana avcılığı yapılmaktadır. Ayrıca malozlama ile istavrit avcılığı yapıldığı da bildirilmiştir.

Barınağın deniz girişinin korunaklı hale getirilmesi buradan yararlanan ve yıl boyu aktif balıkçılık faaliyeti yapan tekneler için yararlı olacaktır. Fakat sel zararının önüne geçmek mümkün olmadığından burası ancak geçici bir barınma yeri olabilir. Kooperatif yetkilileri Ayancık merkezindeki Denizciler Mahallesi barınağının yeniden inşasından sonra Tarakçı ve Ayancık Kooperatiflerini birleştirerek tekneleri ve tesisleri oraya taşımaya düşündüklerini belirtmiştir.



Şekil 7. Gebelit barınma yeri (Orjinal)

Aliköy Çekme Yeri

Ayancık ilçesi Aliköy sınırları içerisinde yer alan çekme yeri kuzey doğu yönünde 90 metrelik zayıf bir kaya engelinden oluşmaktadır. Rüzgarlı havalarda tekne barınmasına uygun olmayıp tekneler kıyıya çekilmektedir. Çekme yerinde balıkçıların basit bir şekilde inşa ettiği kayıkhaneler dışında teknelere hizmet veren herhangi

ilave yapı bulunmamaktadır.

Çekek yerinde amatör ve ticari belgeli küçük tekneler barınmakta olup ticari balıkçılık sadece belirli dönemlerde ve kısıtlı olarak yapılmaktadır.



Şekil 8. Ayancık ilçesi Aliköy çekek yeri (Orjinal)

Denizciler Mahallesi Balıkçı Barınağı

Ayancık ilçe merkezinde barınak basit mendirek, rıhtım yapıları, balıkçı kulübeleri ve çekeklerden meydana gelmektedir. İlçenin en önemli balıkçılık altyapısıdır. Halen yapımı devam etmekte olan Sinop-Ayancık karayolu nedeniyle barınak yol dolgusunun altında kalacağından yeni bir barınağın yapımına ihtiyaç vardır. İlçeye yakın noktada rıhtım hizmetleri ve diğer altyapılarıyla daha uygun bir barınak yapılması halinde tüm ilçenin balıkçı teknelerine hizmet verebilecektir. Bu yönde başlatılan çalışmalar Tarakçı Kooperatifince takip edilmekte olup yeni barınağın tamamlanması halinde kooperatiflerin yeri ve yapısında da revizyon planlanmaktadır. Barınakta bulunan tekneler mevsimine göre aktif olarak kalkan, palamut, barbunya, iskorpit, çinekop ve zargana avcılığı yapmaktadır. Ayrıca yıl boyu düzenli olarak kısa fanyalı uzatma ağlarıyla (malozlama) istavrit, izmarit, barbunya avcılığı yapılmaktadır. Barınağın ilçe merkezine yakın olması nedeniyle çok sayıda amatör balıkçı teknesi tarafından kullanılmaktadır.



Şekil 9. Denizciler mahallesi balıkçı barınağı (Orjinal)

Çamurca - Kuğu Yalısı Barınma Yerleri

Bu alanlar Ayancık merkezini Çaylıoğlu'na bağlayan yol üzerindeki, ilçeye 2.5 km mesafede küçük iki körfezden oluşan plaj ve mesire yeridir. Körfez ağzında kıyı koruma amaçlı oluşturulan basit mendirekler sayesinde çekek ve bağlama imkanı oluşmuştur. Kuzey yönlü rüzgar ve dalgalara açık olup teknelerin sürekli denizde kalmalarına uygun değildir. Herhangi bir altyapı bulunmamakta ve yakın köylerde yaşayan halka ait birkaç ufak tekne buralarda barınmaktadır. Tekneler iyi havalarda denizde, rüzgar olduğunda ise karaya çekilerek muhafaza edilmektedir. Mevcut teknelerin çoğu ticari balıkçılık ruhsatına sahip olmayan amatör ya da ruhsatsız teknelerdir

Barınakta yoğun bir balıkçılık faaliyeti gerçekleşmemektedir. Birkaç küçük ölçekli balıkçı teknesi belirli dönemlerde amatör balıkçılık veya kısa dip uzatma ağlarıyla avcılık yapmaktadır.

Ayancık Çamurca örneğinde görüldüğü gibi Sinop kıyılarında pek çok yerde köylerin kıyısında küçük tekneler ve çok kısıtlı av araçlarıyla yapılan avcılık yörenin geleneksel balıkçılık geçmişine dayanmaktadır. Avlanan balık genellikle hane halkı veya yakın çevre tarafından değerlendirilir ve satışa sunulmaz. Diğer yandan şehirlere yakın bölgelerde yapılan benzeri avcılık genellikle ticari amaç taşır. Bunlardan bazıları araba arkasında taşınan tekneler ile göl ve barajlardan ıssız deniz kıyılarına kadar her yerde kontrolsüz

ticari avcılık yaparlar.



Şekil 10. Çamurca - Kuğu yalısı barınma yerleri (Orjinal)

Ustaburnu (Çaylıoğlu) Limanı

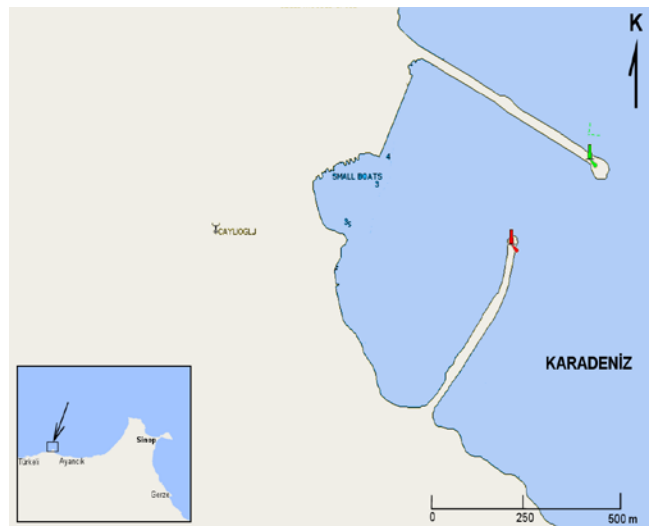
Ustaburnu'nun doğu tarafındaki korunaklı alana 1985 yılında inşa edilmiş olan liman batı-doğu yönünde 666 metre, güney-kuzey yönünde 500 metre kuvvetli mendireğe sahiptir. Araştırma yapılırken liman içerisinde bağlı 20 adet tekne belirlenmiş olup 6 tanesinin ticari avlanma ruhsatı mevcuttur. Diğer tekneler amatör balıkçılık veya dönem dönem küçük ağlarla ticari avcılık yapmaktadır. Liman içerisinde bir adet buzhane mevcut olup kooperatife değil şahsa aittir. Halen limana bağlı bir adet trol teknesi mevcuttur. Balıkçılık sezonunda limana yanaşan büyük balıkçı teknelerine limanda elektrik, su ve tuvalet hizmeti verilmemektedir.

Yöre halkı geçimini sadece balıkçılıktan sağlamaktadır. Bölgede yapılan barbunya balığı avcılığında balıkçılar ağlara nadir de olsa mersin balığı yakalandığını bildirmişlerdir. Bu bölgede genellikle voli ağları ile palamut avcılığı, dip uzatma ağları ile barbunya ve iskorpit avcılığı yapılmaktadır. Kalkan avcılığı ise pek yapılmamaktadır. Limana kayıtlı trol teknesi zaman zaman trol avcılığı ve algarna ile salyangoz avcılığı yapmaktadır. Trol ve gırgır sezonunda diğer illerden geçici olarak gelen algarna, gırgır ve trol tekneleri limandan yararlanmaktadır. Yol çok kötü olduğu için zorunlu kalmadıkça buradan

balık indirilmemektedir.

Liman içerisinde 3 adet küçük tekneler için çekek yeri mevcuttur. Balıkçılar yunus ve kunduzun ağlarına zarar vermesi ve 3 mil içerisinde kaçak avcılık yapan trol teknelerinden şikayet etmekte olup bu durum düzenli olarak denizde ağ bırakmalarına engel olmaktadır.

Yörenin yaşlı balıkçılarından edindiğimiz bilgiye göre; balıkçılar tarafından yörenin antik dönemlerdeki adına atfen İstefan Limanı olarak bilinen bu barınak siyasi bir vaat olarak inşa edilmiş fakat bu büyüklükte bir limanın ihtiyaçlarını karşılayacak altyapı ile desteklenmemiştir. Limanın yolu, elektrik, su ve akaryakıt ihtiyacı ve avlanacak balıkların değerlendirileceği balıkçılık endüstrisi ihmal edilmiştir. 1990 yılında liman içerisinde ülkemizde ilk Atlas Okyanusu salmon balığı yetiştiricilik tesisi kurulmuş, daha sonra alanın yetersiz olması ve fırtınalardan etkilenmesi nedeniyle Sinop İçlimanı'na taşınmıştır. Liman Karadeniz'in en önemli balık avı yataklarına yakın olup bağlantı yolları ve diğer altyapıların inşası halinde önemli bir balıkçılık endüstri bölgesi olabilir. Ayrıca limanın boyutları dikkate alındığında yeterli bağlantı yolları yapıldığında Karadeniz'in İçanadolu'ya en kısa yoldan açılan kapısı haline gelebilir.



Şekil 11. Ustaburnu (Çaylıoğlu) limanı (Orjinal)

Taşgüney (Ayvasıl) Çekkek Yeri

Türkeli ilçesine ait Maden ve Taşgüney Köyü halkı tarafından 5-7 m arasındaki 11 adet teknenin kıyıya çekilerek barındığı bir alandır. Teknelerin bazılarının ticari avlanma ruhsatları olmamasına rağmen düzenli olarak uzatma ağları ile balığa çıkmaktadırlar. Çekkek yerine ulaşım çok kısıtlıdır. Balıkçıların oluşturduğu olanaklardan başka hiçbir altyapı bulunmamaktadır.

Bu alan da Sinop'taki diğer eski balıkçı köyleri gibi geleneksel balıkçılığı yaşatmak için uygun bir plot bölge olabilir. Bu amaçla ruhsatsız teknelere boyut, motor gücü ve kullandıkları av aracı vasıfları ve miktarı olarak sınırlı bir özel ruhsat verilerek sistem içerisine alınabilir.



Şekil 12. Taşgüney (Ayvasıl) çekkek yeri (Orjinal)

Güzelkent (Helaldı) Balıkçı Barınağı

Güzelkent Limanı güney - kuzey yönünde başlayıp doğu - batı yönünde devam eden 650 metre ve güney-kuzey yönünde 190 metre uzunluğunda iki güçlü mendirekten oluşmaktadır. Limanda 250 metre beton rıhtım ile balıkçılar tarafından liman içine inşa edilmiş iskeleler ve balıkçılıkla alakasız pek çok sayfiye kulübesinden oluşmaktadır. Liman belde merkezine yakın olmasına rağmen yolu heyelan yüzünden sık sık kullanılamaz hale gelmektedir.

Limanda 11 adet ruhsatlı tekne mevcut fakat bunlardan sadece 5 tanesinin aktif olarak

balıkçılık yaptığı tespit edilmiştir. Balıkçı barınağı içerisinde soğuk hava deposu, balık indirme noktası ve mezat alanı yoktur. Barınak içerisinde yaklaşık 50 adet baraka mevcuttur. Bu bölgede avcılık yapan balıkçılar genel olarak 5 metreden küçük ruhsatsız teknelerin avcılığından şikâyet etmektedirler. Yılın eylül-kasım aylarında palamut voliciliği yapılmaktadır. Az sayıda tekne ilkbahar mevsiminde barbunya ile sezona başlamakta, kefal ve iskorpit avcılığı ile devam etmektedir. Güzelkent avlaklarında trol avcılığı serbest olduğu için kalkan balığı avcılığı pek yapılmamaktadır. Liman trol ve gırgır av sezonunda bir barınma ve balık indirme yeri olarak kullanılmaktadır. Yol şartları yanında halen kısıtlı olan su ve elektrik olanakları geliştirildiği takdirde limanın daha kullanışlı olma imkanı vardır.

Güzelkent limanı içerisinde aktif olarak çalışan bir balıkçı gemisi tersanesi mevcuttur. Çalışmanın yapıldığı 2015-2016 yıllarında tersanede 20 den fazla ve boyları 18 ile 30 metre arasında değişen sac balıkçı gemisi inşa edilmiştir. Daha önceki yıllarda Sinop Üniversitesi'ne ait Seydi Ali Reis araştırma gemisi bu tersanede inşa edilmiş olup ayrıca yoğun olarak balıkçı gemisi bakım onarım ve tadilat işleri de yapılmaktaydı. Liman içerisindeki sayfiye kulübelerinin artması nedeniyle tersanenin ve limanın çalışma koşulları giderek kötüleşmektedir. Limanda tersanecilik teşvik edilip limanda gerekli düzenlemeler yapılarak geri kalmış bu beldenin gelişimine katkıda bulunulabilir.



Şekil 13. Güzelkent (Helaldı) balıkçı barınağı (Orjinal)



Şekil 14. Türkeli balıkçı barınağı (Orjinal)

Türkeli Balıkçı Barınağı

Türkeli ilçesi merkezinde yer alan barınak batıdan doğuya uzanan 525 metre ana mendirek ile 325 metrelik tâli mendirekten meydana gelmektedir. Tali mendirek üzerinde 130 metrelik beton rıhtım bulunmaktadır.

Liman genel olarak atıl durumda olup daha çok gırgır ve trol av sezonunda dışarıdan gelen balıkçı gemileri tarafından kullanılmaktadır. Balıkçı barınağı içerisinde şahsa ait bir soğuk hava deposu mevcut olup mezar alanı yoktur. Elektrik, su ihtiyaçları kısıtlı sağlanmaktadır.

Liman sınırları içerisinde çalışmayan bir beton tesisi yer almaktadır. Ayrıca mendirekte ticari balıkçılık ruhsatı olmayan ilçe esnaflarınca yaptırılmış sayısı 30 u aşan sayfiye yapısı vardır. Balıkçılar ve kooperatif başkanı limanda ciddi şekilde sığlaşma sorunu olduğu belirtilmektedir. Yılın sadece belirli dönemlerinde birkaç adet küçük ölçekli balıkçı teknesi avcılık yapmaktadır. Bunun haricinde aktif bir balıkçılık faaliyeti gerçekleşmemektedir.

Güllüsu Çekerek Yeri

Türkeli Güllüsu Çekerek Yeri içerisinde 21 adet tekne bağlı durumda fakat bunlardan sadece 6 tanesi aktif olarak balıkçılık yaptığı tespit edilmiştir. Diğer tekneler genel olarak gurbetçi insanların ülkeye döndüklerinde kullandıkları ve memurların sportif amaçlı kullandıkları teknelerdir. Aynı zamanda liman içerisinde 6 tane teknenin plakası mevcut olduğu belirlenmiştir. Bu az sayıdaki aktif balıkçılık yapan balıkçılar genel olarak palamut, çinekop avcılığı ve barbunya balığı avcılığı yapmaktadırlar. Bu bölgede mezigit avcılığı ise pek yapılmamaktadır. Balıkçılar ile yapılan ikili görüşmelerde limanın 50 metre uzunluğunda mendireğe ihtiyacı olduğu bildirmişlerdir.

Bu bölgedeki balıkçılık faaliyetleri az sayıdaki küçük ölçekli balıkçılar tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu bölgede genellikle yıl boyu 32-40 mm ağ gözüne sahip dip uzatma ağları ile barbunya balığı avcılığı yapılmaktadır. Eylül ayından itibaren voli ağlarıyla palamut avcılığı başlamakta ve yılsonuna kadar sürmektedir. Mezigit ve kalkan balığına yönelik avcılık bu bölgede pek yapılmamaktadır. Barınaktaki amatör balıkçılık tekneleri uzun olta ve sırtı yöntemiyle çinekop ve seyrek olarak levrek avlamaktadır.



Şekil 15. Güllüsu çekek yeri (Orjinal)

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizde bulunan çok sayıdaki balıkçı limanı, barınağı ve çekek yerinin eksiklikleri bulunmakta olup, bu yerlerin rehabilitasyonun yapılarak eksikliklerinin giderilmesi gerekmektedir (Belen, 2012). Bu rehabilitasyonlarla balıkçılara daha iyi imkanların sunulması balıkçılık sektörünün geleceği ve sürdürülebilirliği açısından oldukça önemlidir.

Sinop genelde Türkiye, spesifik olarak da Karadeniz balıkçılığı için önemli bir ilimizdir. Sahip olduğu potansiyel bu önemi ve sağladığı faydayı daha fazla artırabilecek düzeydedir. Mevcut balıkçılık altyapıları potansiyelin doğru ve verimli kullanımını sağlayabilecek düzeyde değildir. Balıkçı liman ve barınakları balık boşaltma, pazarlama, satış ve muhafaza, tekne ve balıkçıların ihtiyaçlarının giderilmesi açısından yetersiz durumdadır. Altyapı yetersizlikleri balıkçılığı yapılabilir ve tercih edilen bir meslek olmaktan çıkartmaktadır. Oysa balıkçılık kaynaklarımızın doğru değerlendirilmesi, vatandaşlarımızın her açıdan değerli bu besinlere sağlıklı şartlarda ve bol miktarda ulaşabilmesi devlet politikası haline getirilmelidir. Mevzuatta ve teknolojiadaki gelişmelere rağmen bu görevlerin sahiplenilmemesi, sorunların iletilmesi ve çözülmesi ile ilgili girişimlerin bürokrasi kademelerinde absorbe edilmesi 60 yıldır yakınılan sorunların halen devam etmesine neden olmaktadır. Mevcut limanların tekneler ve çalışanların barınması,

elektrik, akaryakıt, buz temini, katı atık ve sintine atıklarının boşaltılması, teknelerin bakım ve onarımı, avlanan ürünlerin sağlıklı şartlarda boşaltılması, muhafaza edilmesi ve pazarlanması için özel olarak planlanmış yapılarla donatılması gerekmektedir.

TEŞEKKÜRLER

Bu çalışma Sinop Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından SÜF-1901-14-05 nolu proje ile desteklenmiştir.

5. KAYNAKLAR

Umar, B. (2007). *Paphlagonia*, s. 198, İstanbul, İnkılâp Kitabevi, ISBN 978-975-6900-28-4.

Baysal, K., (1971). Balıkçılığın Türkiye ekonomisi açısından tetkiki, *Balık ve Balıkçılık Dergisi* 19(4): 7-14.

Anonim, (1984). Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (1985-1989). T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı Yayın No: 1974, 206 s.

Erdem, Y., Özdemir, S., Özsandıkçı, U., Büyükdeveci, F., (2017). *Sinop Bölgesindeki Balıkçılık Altyapısının ve Su Ürünleri Avcılığında Kullanılan Av Araçlarının Teknik Özelliklerinin Belirlenmesi*. Sinop Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü, BAP, SÜF-1901-14-05, Sonuç Raporu, 88 s.

Tokaç, A., Ünal, V., Tosunoğlu, Z., Akyol, O., Özbilgin, H., Gökçe, G., (2010). Ege Denizi Balıkçılığı, s. 390, İzmir, İMEAK Deniz Ticaret Odası İzmir Şubesi Yayınları, ISBN 978-994-4607-47-6.

Doğanyılmaz Özbilgin, Y., Gökçe, G., Özbilgin, H., Çelik, O., Göçer, M., Ünal, V., Göncüoğlu, H., Tokaç, A., (2010). Kuzeydoğu Akdeniz'de Balıkçılık, s. 95, Mersin, Mersin Üniversitesi Yayınları, No: 25, (ed: Bahadır Çapar), ISBN 978-975-1025-73-9.

Dadaylı, E.A., (2012). Zonguldak İli Balıkçı Barınaklarının İncelenmesi, Kozlu Balıkçı Barınağı Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Z.K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 90 s.

Balık, İ., Topçu, T., (2013). Ordu ili balıkçı barınakları ve sorunları. *Ordu Üniversitesi Mavi Yaşam Araştırma Bülteni* 4(2): 8-14.

Boran, M., Avcı-Softa, Ş., (2016). Trabzon ilinde yer alan balıkçılık kıyı yapıları üzerine bir araştırma. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi* 33(4): 307-311.

Erdoğan Sağlam, N., Samsun, S., (2016). Giresun ili su ürünleri dernek ve kooperatiflerinin incelenmesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi* 6(14): 132-139.

Belen, S., (2012). Balıkçı Barınaklarının Rehabilitasyonu, Yüksek Lisans Tezi, D.E.Ü. Fen Bilimler Enstitüsü, 130 s.

Distribution of Organic Carbon in Surface Sediments of the Continental Shelf off the Indus Delta of Pakistan

Athar Ali KHAN^{1,*}, Rabea A. HAREDY¹

¹King Abdulaziz University, Faculty of Marine Sciences, Department of Marine Geology, Jeddah, 21589, Saudi Arabia

ABSTRACT

Surface sediments collected from the continental shelf off the Indus delta, Pakistan, were studied to determine the organic carbon content. The results suggest that textural characteristics influence the distribution of the organic carbon content in the sediments of the Indus shelf. The surface sediments of the Indus shelf are predominantly silt, silty clay and clayey silty sand. Generally, inner shelf sediments contain 50-70% silt and ~20% clay. A belt of coarser sediments containing >50% sand occurs in the North West outer shelf region. The fine clay content in the sediments increases with depth, from 20% at the Indus

river mouth to 60% at the continental slope region. Sediments of the Indus shelf contain a relatively high (~1.0%) content of organic carbon, and their distribution indicates textural influence. The coarse, silty sediments (50-70% silt) have a low organic carbon content of <1.0%. The fine-grained clayey sediments (20-40% clay) are characterized by relatively high (1-2%) organic carbon content. The highest organic carbon content of 2-3% occurs in fine-grained sediments of the outer shelf and the continental slope area, where 60% of the sediments are clayey sediments.

Keywords: Organic Carbon, Surface Sediments, Texture, Indus Continental Shelf

Article Info

Received: 08 January 2018

Revised: 05 June 2018

Accepted: 08 June 2018

* (corresponding author)

E-mail: aamkhan@kau.edu.sa

1. INTRODUCTION

In continental shelf areas, sediments contain various amounts of organic carbon. The organic carbon content of these sediments is controlled by factors such as the primary productivity of the area (Calvert, 1987; Pederson and Calvert, 1990; Calvert *et al.*, 1991), the bottom water dissolved oxygen (Demaison and Moore, 1980; Canfield, 1994), the sediment grain size (Premuzic *et al.*, 1982; Mayer *et al.*, 1985; Calvert, 1987; Ergin *et al.*, 1993), the sedimentation rate (Betts and Holland, 1991) and sorption to mineral surfaces (Mayer, 1994; Keil *et al.*, 1994a; Keil *et al.*, 1994b). The relative importance of the different factors controlling organic matter accumulation is a controversial subject. Extensive studies on sedimentary organic matter have been undertaken to understand these factors (Hedges and Keil, 1995; Arthur *et al.*, 1998; Hedges *et al.*, 1999; Keil and Cowie, 1999; Vanderwiels *et al.*, 2009; Zonneveld *et al.*, 2010). Monsoonal upwelling and high primary productivity (Prell and Kutzbach, 1992; Qasim, 1977) characterize the study area in the northern Arabian Sea. Water columns at depths between 150 and 1,500 m have a broad, intense oxygen minimum zone (Wyrтки, 1971; Von Stackleberg, 1972). The occurrence of sediments rich in organic matter on the continental margins of Oman, Pakistan and India has been reported (Von stackelberg, 1972; Prell *et al.*, 1992; Paropkari *et al.*, 1992, 1993; Calvert *et al.*, 1995). The organic carbon distribution in the surface sediments of the Arabian Sea and the controlling factors have been studied previously (Slater and Kropnick, 1984; Fontugne and Duplessy, 1986; Shimield *et al.*, 1990; Calvert *et al.*, 1995; Khan, 1999; Keil and Cowie, 1999; Cowie *et al.*, 1999; Schulte *et al.*, 2000; Cowie *et al.*, 2009). Detailed studies of the biogeochemical characteristics of sediments undertaken by Cowie *et al.* (1999) confirmed the

accumulation of rich sediments of organic matter, predominantly of marine origin.

Earlier studies showed that surface productivity and dissolved oxygen are not the only factors controlling organic carbon distribution in this area. Paropkari *et al.* (1992) suggested considering other factors such as the texture of sediments, sedimentation rates, shelf-slope morphology, clay mineralogy and hydrodynamic processes. In the deep sea area of the Arabian Sea, Khan (1999) showed the temporal changes in organic carbon accumulation are coupled both to paleo productivity and sedimentation rates. Luckage *et al.* (2012) investigated a sediment core of the Indus Canyon and suggested that the Indus River affects productivity and therefore organic matter preservation in the coastal northeastern Arabian Sea. Here, surface sediments collected in the early eighties are re-evaluated with respect to organic carbon. The sediment texture and the carbonate content are published elsewhere (Khan, 1993). Textural data (Khan, 1993) is incorporated in this study to understand the distribution of the organic carbon content of the Indus shelf sediment. In the present study, the spatial distribution of organic carbon in surface sediments from offshore of the Indus delta is investigated and discussed based on sediment characteristics only. This study supports the hypothesis that sediment texture influences the organic carbon distribution in the surface sediments of the continental shelf off the Indus delta in Pakistan.

1.1. Regional Geological Setting

The northeastern part of the Arabian Sea between the Owen-Murray Ridge and the Indian continental margin is a passive continental margin. This margin is characterized by a 100-km-wide continental shelf and a stable, gently inclined continental slope. The shelf off the Indus delta is relatively flat. The shelf break occurs at the

135 m isobath (Giosan *et al.*, 2006). The most pronounced morphological feature of the Indus shelf is the Indus Canyon (Islam, 1959; Shepard and Dill, 1966; Giosan *et al.*, 2006). The Indus canyon crosses the ~100-km-wide shelf and the continental slope and extends as a fan-valley or channel-levee system onto the Indus fan. The Indus Canyon has played a significant role in funneling sediment from the shelf edge to deeper areas towards the Indus submarine fan (Islam, 1959; Nair *et al.*, 1982; Wells and Coleman, 1984). The Indus River has been the major fluvial source of Arabian Sea sediments since the Early Miocene (Kolla *et al.*, 1981; Clift *et al.*, 2001; Clift *et al.*, 2004; Garzanti *et al.*, 2005).

2. MATERIAL AND METHOD

2.1. Study Area

The Indus shelf extends between Cape Monz and Sir Creek along the eastern continental margin of Pakistan as shown in Fig. 1. Prior to upstream damming, the Indus River supplied 450×10^6 t/year of sediments to the sea (Milliman *et al.*, 1984; Milliman and Syvitski, 1992). The sedimentation rate on the Indus shelf is approximately 10 cm/year (Gibbs, 1981). Sediments on the modern Indus shelf are dominated by high silt and low carbonate content (Nair *et al.*, 1982; Khan *et al.*, 1993). The texture of the surface sediments divides the study area broadly into (i) near shore and inner shelf silt dominant sediments (~20-70 m) (ii) northwestern outer shelf zone and shelf break with sandy sediments (~70-130 m) and (iii) a deeper zone of continental slope featuring fine clayey sediments (Khan *et al.*, 1993). Seasonal monsoonal upwelling results in high primary productivity and creates an oxygen minimum zone between depths of 200 to 1,500 m (Wyrтки, 1971; Von Stackleberg, 1972; Prell and Kutzbach, 1992).

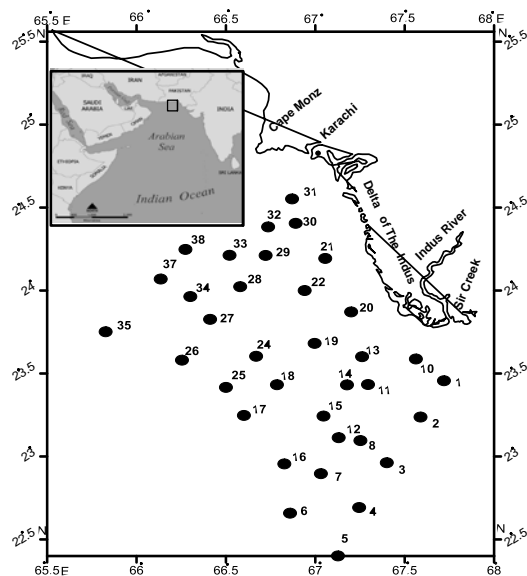


Fig.1. Location map of sediment sample stations

2.2. Sampling and Analytical Methods

2.2.1. Sampling marine sediments

Surface sediment samples from the continental shelf, off the Indus delta, Pakistan (lat. $22^{\circ} 47' 34''$ N to $24^{\circ} 43' 95''$ N and long. $65^{\circ} 58' 32''$ E to $67^{\circ} 54' 0''$ E) were collected using a Peterson grab. The location of the sediment samples is given in Fig. 1. At stations 9, 23, 36, 39 and 40, owing to failure of a grab sampler, sediments were not collected. The grab samples were transferred into plastic jars and transported onshore. The top 4-5 cm of the sediment sample was scraped with a spoon and stored in a jar for analysis.

2.2.2. Textural Analysis

Grain size analysis was performed using standard grain size analysis methods (Folk, 1980). Sand-sized (2 mm to $63 \mu\text{m}$), silt (63 to $4 \mu\text{m}$) and clay ($<4 \mu\text{m}$) fractions were separated by wet sieving. A dispersant was added to 50 gm of the sample and wet sieved through a $63\text{-}\mu\text{m}$ sieve. The fraction retained on the sieve was transferred to a pre-weighed evaporating dish. After drying, we calculated the coarser fraction ($>63 \mu\text{m}$) in terms of sand

content expressed as a percentage. Fine-sized particles (silt and clay) were characterized using their settling rates. Silt-sized material (<63 μm) was washed through the sieve and collected in a litter cylinder. The fine material (<63 μm) was concentrated by allowing a settling time and, after drying, was measured to determine the silt (<63 μm) percentage. The remaining suspended material in the liquid was measured to determine the clay content after drying the decanted water through evaporation.

2.2.3. Organic Carbon Analysis

Sediment samples were dried at 60-70° C. Bulk samples were ground to powder and homogenized. The powder sample was used for the analysis of organic carbon. A wet oxidation method using potassium dichromate and sulfuric acid as the oxidant was used (El-Wakeel and Riley, 1957). Gaudette *et al.* (1974) pointed out 100% yield can be achieved using this method.

3. RESULTS

3.1. Sediments

The surface sediments are gray, light gray, greenish gray, grayish green and brown in color. Sediment type and grain size characteristics of samples from the study area published earlier (Khan *et al.*, 1993) are given in Table 1. In the present study, the textural data have been studied to determine the relationship with organic carbon content. The texture of the sediments included coarse to fine sand, silt clay and silty clay. The surface sediments of the Indus shelf are dominated by the silt size (<63 μm) fraction, which ranges between 40 and 80%. Texturally, sediments are classified as clayey silt (Folk, 1980), and the results are presented as a ternary diagram

(Fig. 2). Skeletal remains and broken pieces of foraminiferal ooze, pelecypods and gastropod shells are the predominant biogenic constituents. Sediment texture and the percentage of sand, silt and clay at each station are shown in Fig. 3, and their spatial distribution pattern is shown in Fig. 4. Based on sediment texture, the Indus shelf can be classified into three distinct sedimentary zones; (i) the innermost shelf zone (20-70 m), dominated by clayey silt (Fig. 4a), (ii) the northwestern shelf zone (70-100 m), dominated by coarse grained clayey sand and sand, (Fig. 4b) and (iii) the outer shelf zone (>100 m) and inner continental slope area, which contains silty clay sediments (Fig. 4c). Sediments from the stations proximal to the contour of 100 m depth in the eastern part of the study area in Zone I are clayey silt (~40% clay content, Fig. 4c) with some shell fragments and abundant mica flakes. The silt content is highest (~70%) in near-shore stations (Fig. 4a). This amount decreases to 30% towards the outer shelf stations, where the sand content increases and represents Zone II. Sediments on the western side of the Indus Canyon in Zone II are coarser and form a sand belt between the 50-100 m isobaths (Fig. 4b). In Zone II, the shelf sediments change from silt to fine sand with abundant skeletal material. Sediments collected from station numbers 18,19, 24, 26, 27, 28, 34, 37 and 38 show high sand content ranging from 50 to 70% (Fig. 3). The highest sand content, (~60%), occurs in sediments from stations 18, 24, 27, 28, 34 and 37 (Fig. 3). Sediments of Zone III in and around the lower reaches of Indus canyon at the continental slope are fine silt and clay with less shell material (Fig. 4c). The clay size fraction is dominant in sediments from stations 5, 6, 7, 10, 12, 16, 22, 25, 31, 32, 33 and 35 and ranges between 40 and 70% (Fig. 3).

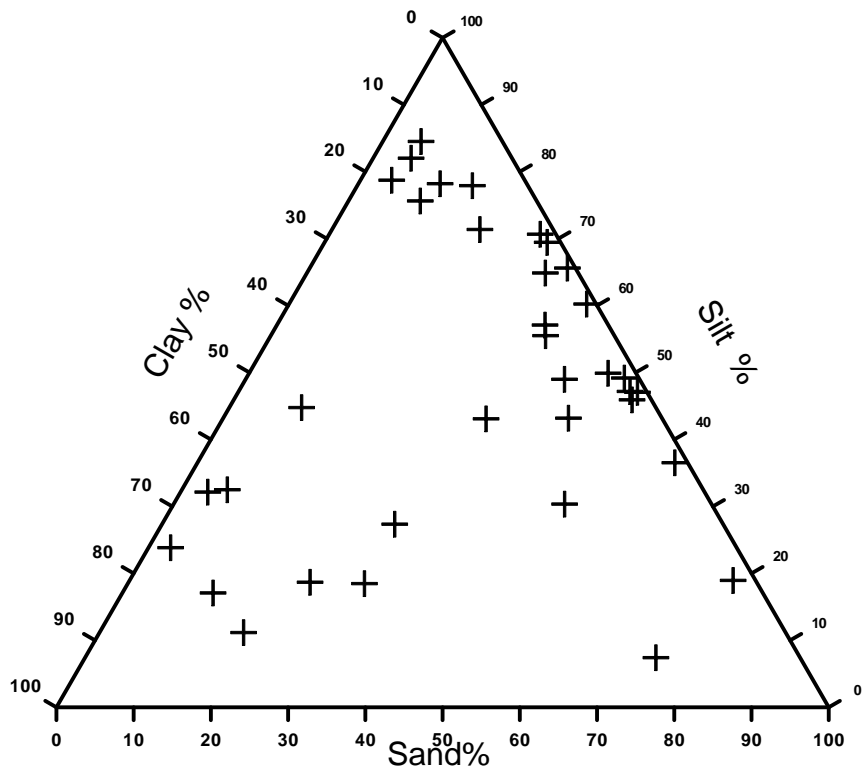


Fig. 2. Textural Characteristics of the Indus shelf sediments

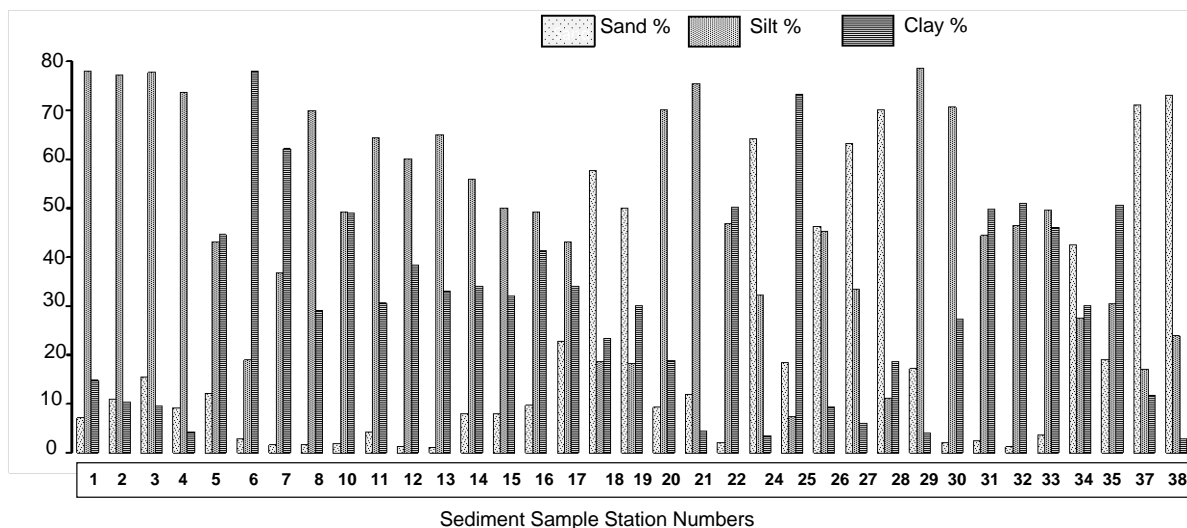


Fig. 3. Bar graph showing sand %, silt % and clay % in sediments of the Indus shelf

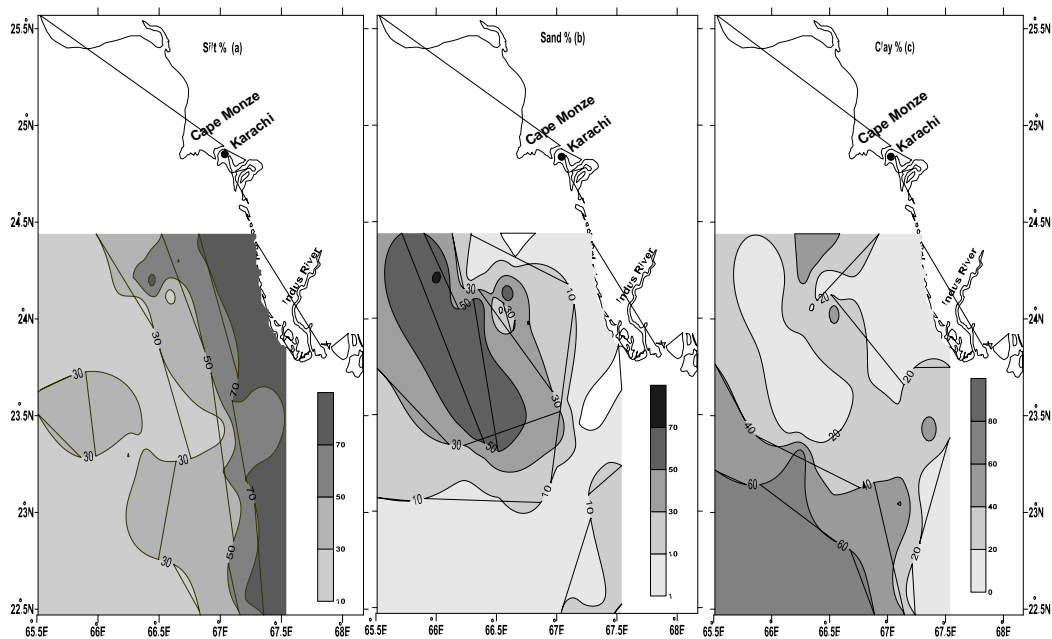


Fig. 4. Spatial distribution of sand, silt and clay % in the Indus shelf sediments

3.2. Organic Carbon Content

Sediment descriptions and organic carbon content are given in Table 1. The organic carbon content of the surface sediments from different stations is shown in a bar diagram (Fig. 5), and the surface distribution across the shelf is displayed in Fig. 6. The organic carbon content in the sediments from the continental shelf off the Indus delta ranges between 0.5% and 3.2%. Sediments present between the near shore zone and down to approximately 50 m water depth are low in organic carbon, which ranges from 0.5% to 1.0%. In general, organic carbon content in sediments increases from the inner shelf to the outer shelf regions. The sediments from the

outer shelf stations (depth of ~100 m) exhibit comparatively high amounts of organic carbon (1-2%) compared to the inner shelf sediments, which exhibit an organic carbon content of 0.5% to 1.0%. Sediments from stations 5, 6, 7, 15, 16, 17, 25, 26, 34, 35, and 37 (Fig. 5) exhibit a high organic carbon content that ranges between >1.5% and 3.0%. The highest organic carbon content of ~2.50% occurs in sediments from stations 5, 6, 25, 26, 34, and 36 at depths between 100 and 200 m. Station 5 and 6 are located in the eastern part of the study area around the Indus canyon, whereas stations 25, 26, 34 and 36 are located westward and are clayey in nature.

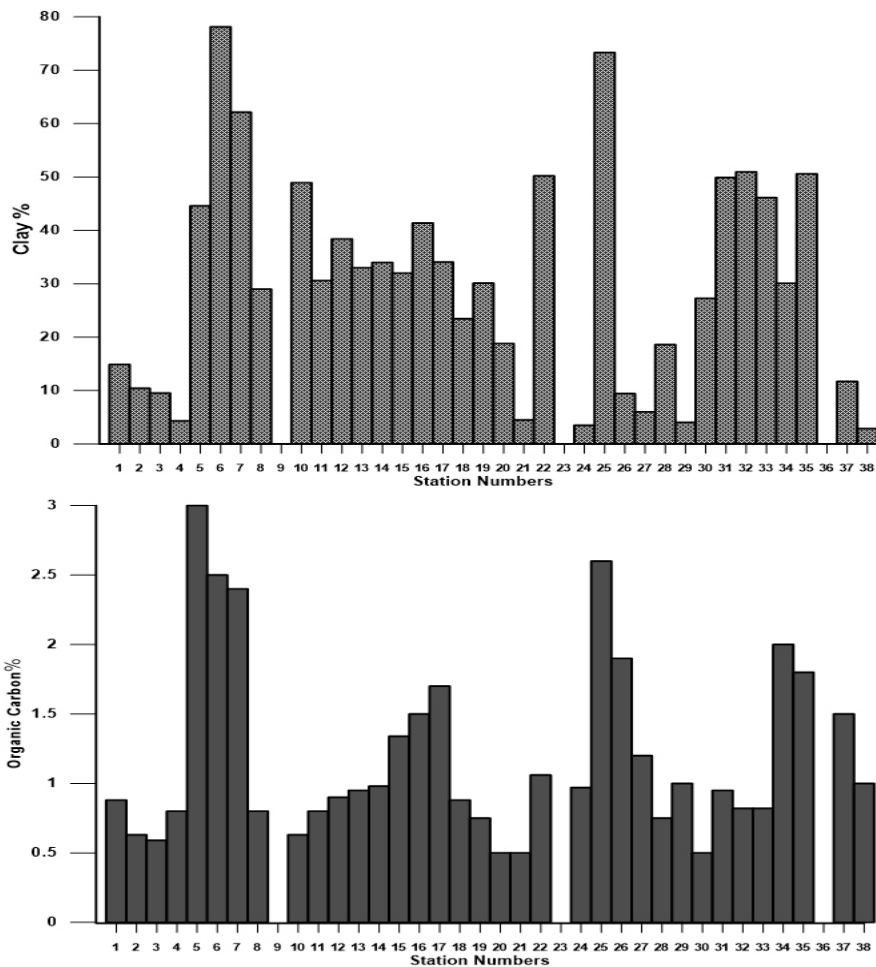


Fig. 5. Organic carbon % and clay % in sediments of the Indus shelf

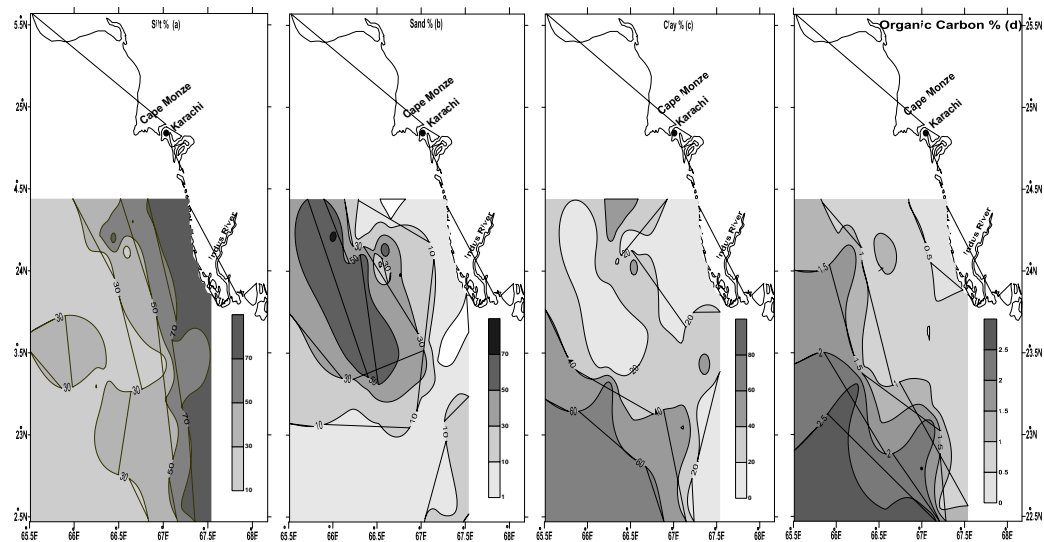


Fig. 6. Spatial distribution of sand, silt, clay and organic carbon % in the Indus shelf sediments

Table 1. Location, textural characteristics and organic carbon content of the Indus Shelf sediments

Station No	Depth(m)	Latitude (N)	Longitude (E)	Types of Sediments	Color	*Sand (%)	*Silt (%)	*Clay (%)	Organic Carbon %
1	13	23°.34'	67°.54'	Clay-silt	Dark grey	7.16	77.96	14.88	0.88
2	25	23°.23'	67°.43'	Clay-silt	Dark grey	11.05	77.26	10.42	0.63
3	26	23°.10'	67°.32'	Clay-silt	Dark grey	15.46	77.76	9.53	0.59
4	51	22°.56'	67°.22'	Clay-silt	Grey	9.16	73.74	4.3	0.8
5	113	22°.47'	67°.13'	Clay-silt	Grey	12.06	43.16	44.6	3
6	270	22°.54'	66°.58'	Silty-clay	Dark grey	2.88	19	78.12	2.5
7	112	23°.05'	67°.11'	Silty-clay	Dark grey	1.65	36.78	62.13	2.4
8	49	23°.17'	67°.2'	Clay-silt	Dark grey	1.72	70	29	0.8
10	26	23°.41'	67°.37'	Clay-silt	Grey	1.85	49.23	48.92	0.63
11	295	23°.35'	67°.24'	Clay-silt	Light grey	4.2	64.4	30.6	0.8
12	712	23°.18'	67°.14'	Clay-silt	Brownish grey	1.2	60.1	38.4	0.9
13	25	23°.45'	67°.18'	Clay-silt	Dark grey	1	65	33	0.95
14	80	23°.33'	67°.19'	Clay-silt	Dark grey	8	56	34	0.98
15	96	23°.22'	67°.01'	Clay-silt	Brownish grey	8	50	32	1.34
16	137	23°.07'	66°.52'	Clay-silt	Brownish grey	9.72	49.18	41.38	1.5
17	126	23°.25'	66°.39'	Clay-silt	Brownish grey	22.8	43.13	34.06	1.7
18	90	23°.34'	66°.5'	Clay-sand	Brownish grey	57.7	18.7	23.44	0.88
19	59	23°.44'	67°.0'	Clay-sand	Brownish grey	50	18.21	30.11	0.75
20	23	23°.57'	67°.09'	Clay-silt	Greenish grey	9.3	70.2	18.8	0.5
21	30	24°.17'	67°.04'	Sandy-silt	Grey	12	75.5	4.5	0.5
22	22	24°.05'	66°.54'	Silty-clay	Grey	2.1	46.8	50.2	1.06
24	104	23°.42'	66°.32'	Silty-sand	Brownish grey	64.3	32.19	3.5	0.97
25	222	23°.30'	66°.25'	Sandy-clay	Greenish grey	18.5	7.4	73.3	2.6
26	216	23°.44'	66°.15'	Silty-sand	Grey	46.23	45.19	9.42	1.9
27	102	23°.55'	66°.24'	Silty-sand	Grey	63.11	33.34	6	1.2
28	80	24°.06'	66°.34'	Clay-sand	Greenish grey	70.04	11.19	18.6	0.75
29	79	24°.19'	66°.44'	Sandy-silt	Grey	17.18	78.7	4.02	1
30	30	24°.29'	66°.65'	Clay-silt	Brown	2	70.69	27.28	0.5
31	27	24°.44'	66°.48'	Silty-clay	Grey	2.4	44.48	49.88	0.95
32	60	24°.32'	66°.37'	Silty-clay	Grey	1.2	46.44	50.96	0.82
33	60	24°.21'	66°.28'	Silty-clay	Grey	3.57	49.61	46.14	0.82
34	93	24°.09'	66°.17'	Clay-sand	Grey	42.5	27.4	30.1	2
35	174	23°.58'	65°.51'	Silty-clay	Brownish grey	19	30.4	50.6	1.8
37	157	24°.12'	66°.58'	Silty-sand	Dark brown	71.04	17.1	11.7	1.5
38	87	24°.22'	66°.03'	Silty-sand	Brown	73.16	23.85	2.84	1

*Published data (Khan, 1993)

4. DISCUSSION

Textural characteristics (sand silt and clay percentages) and the organic carbon content of the Indus shelf sediments from the study area are shown in bar diagrams in Figs. 3 and 5. The spatial distribution is also shown in Fig. 6. From the sand, silt, and clay percentages and their organic carbon content distribution, it is evident that sediments with a high clay percentage contain relatively high amounts of organic carbon. The correlation between the organic carbon content and the sand, silt, and clay percentages is shown in Fig. 7. These results suggest that organic carbon tends to be associated with fine sediments. Exceptions occurred only at station numbers 26 and 34 with ~2% organic carbon in coarser sediments (~50% sand). Station no. 26 is at a depth of 216 m, and station no. 34 is at 93 m. Increased organic carbon in the coarse sediments of these stations could be due to the bottom water oxygen and organic productivity, respectively.

It is known that particle size affects the organic carbon content of sediments (Trask, 1953; Brodovskiy, 1965; Van Andel, 1964; Hunt, 1996) and that clay contains more organic matter than coarse-grained sediments (Bush and Keller, 1981). In general, coarse sediments are expected to have lower organic matter content, either through less input or by winnowing of the organic content with fine-grained particles by erosive currents. Researchers (Listizen, 1972; Krissek and Scheidegger, 1983) have established a relationship between the clay content and the organic carbon content in marine sediments. Surface sediments and their organic carbon content determined in the present study (Fig. 6) reveal that bathymetry of the area and the sediment texture are the important controlling factors for the organic carbon content of sediments of the continental shelf off the Indus delta. The sediments are predominantly terrigenous. In the western part of the shelf, the sediments are coarser (silty sand) and

show increased biogenic content largely composed of skeletal material of calcareous organisms (Khan, 1993). The spatial distribution (Fig. 6) of sand, silt, clay and organic carbon and the R^2 values (Fig. 7) obtained for clay and sand suggest that the organic carbon content in sediments has more affinity towards fine clayey sediments. Sediments at station no. 6, 7 and 25 that are rich in clay content (50-70%) also show the highest organic carbon content value, i.e., >2.5%. There are stations (e.g., 34, 35, 37, and 38) from Zone II of the sandy belt that have relatively high organic carbon content. In contrast, the clayey sediments from stations 10, 30, 31, 32, 33 show relatively less organic carbon. Textural characteristics of the Indus shelf sediments suggest that there is a relationship between the grain size and the water depth. Sediments from shallow stations (~50 m water depth) are predominantly silty (50-70% silt) with low organic carbon ranging between 0.5 and 1%. Deeper stations from the outer shelf and the slope feature clay as the predominant sediment, along with higher organic carbon content (>2.0%). The textural dependency of the organic carbon content is evident from the fact that the fine-grained sediments (<63 μm) have higher values (Fig. 5) compared to the coarser sediments. The relationship of a high concentration of organic carbon with high clay content is consistent with other published data (Van Andel, 1964; Reinson, 1975). Stackelberg (1972) and Paropkari *et al.* (1987) have studied the distribution of organic carbon in the sediments of the western shelf of India. According to Paropkari *et al.* (1987) the difference in the organic carbon observed between the inner shelf and outer shelf sediments could be attributed to the differences in the grain size of sediments, sedimentation rates, and activity of benthic population and to the role of oxygenated water. The high organic carbon content associated with fine-grained sediments of the slope region could be ascribed to the influence of the oxygen

minimum layer on the sea floor. Oxygen poor water (<0.5 ml/l) extends from 200 m to 1,500 m in the Arabian Sea (Slater and Kroopnick, 1984). This oxygen minimum layer prevents the destruction of organic carbon through oxidation. High values of organic carbon in clayey sediments found on the outer Indus shelf and slope region could be a result of both decreased bottom water oxygen and sediment texture.

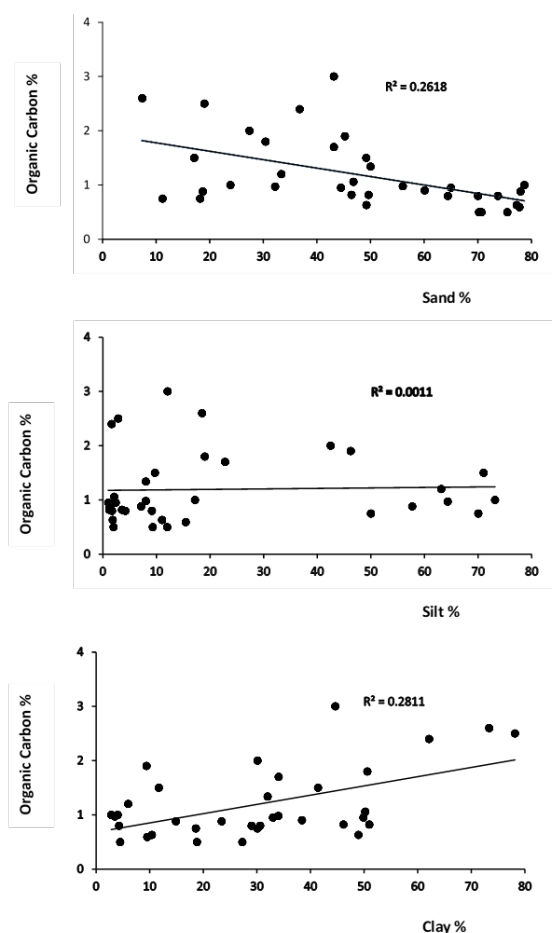


Fig. 7. Correlation between sand, silt, clay and organic carbon %

5. CONCLUSION

The organic carbon content of the Indus shelf sediments suggests a close relationship with the sediment texture. The textural dependence of the organic carbon content is evident from the fact that the fine-grained sediments (<63 μm) tend to have higher values when compared to the coarse sediments. The

organic carbon content in surface sediments of the outer shelf and the slope region is higher, and clay is the predominant sediment type. This study reveals the role of sediment texture in the distribution of the organic carbon content in sediments deposited off the Indus shelf of Pakistan. In this study, the observed spatial distribution pattern of the clay percentage in sediments suggests that the fine sediments are funneling through the Indus canyon and depositing deeper offshore. The organic carbon content distribution also indicates a similar process. The presence of fine, clayey sediments with a high OC content from the eastern stations in the canyon vicinity suggests that fine sediments may be acting as carriers and depositing.

ACKNOWLEDGEMENTS

First author would like to thank the ID4 cruise participants and their help in sample collection. We are grateful to DG NIO and acknowledge the help of M. Danish PSO, NIO Pakistan. Mr. Waqar and Mr. Jahangir of Geology Department Karachi University assisted and helped in the laboratory work for this research. Aid Zuberi and Talha A. Al-Dubai of Marine Geology Department King Abdul-Aziz University are thanked for using "SURFER" in producing the figures.

6. REFERENCES

- Calvert, S.E., (1987). Oceanographic controls on the accumulation of organic matter in marine sediments In: "Marine Petroleum source Rocks". (J. Brooks & A.J. Fleet, eds), Geol. Soc. Spec. Publication, 26: 137-151.
- Pedersen, T.F., Calvert, S.E., (1990). Anoxia vs productivity: what controls the formation of organic-rich sediments and sedimentary rocks? *Am. Assoc. Petrol Geol. Bull.* 74: 454-466.
- Calvert, S.E., Karlin, R.E., Toolin, L.J., Donahue, D.J., Southon, J.R., Vogel, J.S., (1991). Low organic carbon accumulation rates in Black Sea sediments. *Nature* 350 (6230): 692-695.
- Demaison, G.J., Moore, G.T., (1980). Anoxic environments and oil source bed genesis. *Am. Assoc. Petrol Geol. Bull.* 64: 1179-1209.

- Canfield, D.E., (1994). Factor influencing organic carbon preservation in marine sediments. *Chem. Geol.* 114: 315–329.
- Premuzic, E.T., Benkovitz, C.M., Gaffney, J.S., Walsh, J.J., (1982). The nature and distribution of organic matter in the surface sediments of world oceans and seas. *Org. Geochem.* 4: 63–77.
- Mayer, L. M., Rahim, P.T., Guerin, W., Macko, S.A., Walting, L., Anderson, F.E., (1985). Biological and granulometric controls on sedimentary organic matter of an intertidal mudflat. *Estuarine Coastal Shelf Science* 20: 491-503.
- Ergin, M., Bodur, M.N., Ediger, D., Ediger, V., Yilmaz, A., (1993). Organic carbon distribution in the surface sediments of the Sea of Marmara and its control by the inflows from adjacent water masses. *Marine Chemistry* 41:311-326.
- Betts, J.N., Holland, H.D., (1991). The oxygen content of ocean bottom waters the burial efficiency of organic carbon and the regulation of atmospheric oxygen. *Global and Planetary Change* 5: 5–18.
- Mayer, L.M., (1994). Relationship between mineral surfaces and organic carbon concentrations in soils and sediments. *Chem. Geology* 114: 347-363.
- Keil, R.G., Tsamakis, E., Fuh, C.B., Giddings, J.C., Hedges, J.I., (1994a). Mineralogical and textural controls on the organic composition of coastal marine sediments: hydrodynamic separation using SPLITT fractionation. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 58: 879-893.
- Keil, R.G., Montluion, D.B., Prahl, F.G., Hedges, J.I., (1994b). Sorptive preservation of labile organic matter in marine sediments. *Nature* 370: 549-552.
- Hedges, J.I., Keil, R.G., (1995). Sedimentary organic matter preservation: An assessment and speculative synthesis. *Mar. Chem.* 49: 81–115.
- Arthur, M.A, Dean, W.E., Laarkamp, K., (1998). Organic carbon accumulation and preservation in surface sediments on the Peru margin. *Chem. Geol.* 152: 273–286.
- Hedges, J.I., Hu, F.S., Devol, A.H., Hartnett, H.E., Tsamakis, E., Keil, R.G., (1999). Sedimentary organic matter preservation: A test for selective oxic degradation. *Am. J. Sci.* 299: 529–555.
- Keil, R.G., Cowie, G.L., (1999). Organic matter preservation through the oxygen- deficient zone of the NE Arabian Sea as discerned by organic carbon: mineral surface area ratios. *Marine Geology* 161: 13–22.
- Vanderwiele, S., Cowie, G.L., Soetaert, K., Middelburg, J.J., (2009). Amino acid biogeochemistry and organic matter degradation state across the Pakistan margin oxygen minimum zone. *Deep-Sea Res Pt II* 56(6–7): 376–392.
- Zonneveld, K.A.F., Versteegh, G.J.M., Kasten, S., Eglinton, T.I., Emeis, K.C., Huguet, C., Koch, B.P., de Lange, G.J., de Leeuw, J.W., Middelburg, J.J., Mollenhauer, G., Prahl, F., Rethemeyer, J., Wakeham, S., (2010). Selective preservation of organic matter in marine environments; processes and impact on the fossil record. *Biogeosciences* 7: 1-29.
- Prell, W.L., Kutzbach, J.E., (1992). Sensitivity of the Indian monsoon to forcing parameters and implications for its evolution. *Nature* 360: 647–652. doi: 101038/360647a0
- Qasim, S.Z., (1977). Biological productivity of the Indian Ocean Indian. *J. Mar. Sci.* 6: 122-137.
- Wyrtki, K., (1971). Oceanographic Atlas of the International Indian Ocean Expedition National Science Foundation US Government Printing Office Washington DC, 531.
- Von Stackelberg, U., (1972). Facies of sediments of the Indian-Pakistan continental margin (Arabian Sea). *Meteor Forsch Ergebnisse Reihe* 9: 1-73.
- Paropkari, A.L., Babu, C.P., Mascarenhas, A., (1992). A critical evaluation of depositional parameters controlling the variability of organic carbon in Arabian Sea sediments. *Marine Geology* 107(3): 213-226.
- Paropkari, A.L., Babu, C.P., Mascarenhas, A., (1993). New evidence for enhanced preservation of organic carbon in contact with oxygen minimum zone on the western continental slope of India. *Marine Geology* 111(1–2): 7-13.
- Calvert, S.E., Pedersen, T.F., Naidu, P.D., von Stackelberg, U., (1995). On the organic carbon maximum on the continental slope of the eastern Arabian Sea. *Journal of Marine Research* 53: 269–296.
- Slater, R.D., Kroopnick, P., 1984. Controls on dissolved oxygen distribution and organic carbon deposition in the Arabian Sea In: “Marine Geology and Oceanography of Arabian Sea and Coastal Pakistan”, (J.D. Milliman, B.U. Haq, eds.), Nostrand Reinhold, New York.

- Fontugne, M.R., Duplessy, J.C., (1986). Variations of the monsoon regime during the upper Quaternary: "evidence from carbon isotopic record of organic matter in north Indian Ocean sediment cores. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 56: 69-88.
- Shimmield, G.B., Price, N.B., Pedersen, T.F. (1990). The influence of hydrography bathymetry and productivity on sediment type and composition of the Oman Margin and in the Northwest Arabian Sea. In: "The geology and tectonics of the Oman region", (A.H.F. Robertson, M.P. Searle, A.C. Ries, eds), Geological Society Special Publication No 49, pp. 759-769, London.
- Khan, A.A., (1999). Accumulation of organic carbon in northwestern Arabian Sea sediments. *Pakistan Journal of Hydrocarbon Research* 11: 51-58. georefid: 2008-126645
- Cowie, G.L., Calvert, S.E., Pedersen, T.F., Schulz, H., von Rad, U., (1999). Organic content and preservational controls in surficial shelf and slope sediments from the Arabian Sea Pakistan Margin. *Mar. Geol.* 161: 23-38.
- Schulte, S., Mangelsdorf, K., Rullkoetter, J., (2000). Organic matter preservation on the Pakistan continental margin as revealed by biomarker geochemistry. *Organic Geochemistry* 31(10): 1005-1022.
- Cowie, G.L., Mowbray, S., Lewis, M., Matheson, H., McKenzie, R., (2009). Carbon and nitrogen elemental and stable isotopic compositions of surficial sediments from the Pakistan margin of the Arabian Sea. *Deep-Sea Research* 56: 271-282. doi:10.1016/j.jdsr.2008.05.031
- Lückge, A., Deplazes, G., Schulz, H., Scheeder, G., Suckow, A., Kasten, S., Haug, G.H., (2012). Impact of Indus River discharge on productivity and preservation of organic carbon in the Arabian Sea over the twentieth century. *Geology* 40(5): 399-402.
- Khan, A.A., Memon, M.G., Danish, M., Inam, A., (1993). Distribution of surface sediments off Indus delta on the continental shelf of Pakistan. *Pakistan Journal of Marine Sciences* 2(1): 33-39.
- Giosan, L., Constantinescu, S., Clift, P.D., Tabrez, A.R., Danish, M., Inam, A., (2006). Recent morphodynamics of the Indus delta shore and shelf. *Continental Shelf Research* 26: 1668-1684
- Islam, S.R., (1959). The Indus submarine canyon. *Oriental Geography* 3: 101-104.
- Shepard, F.P., Dill, R.F. (1966). *Submarine canyons and other sea valleys*. Rand McNally and Co, Chicago.
- Nair, R.R., Hashimi, N.H., Rao, P.C., (1982). Distribution and dispersal of clay minerals on the western continental shelf of India. *Mar. Geol.* 50: 1-9.
- Wells, J.T., Coleman, J.M., 1984. Deltaic morphology and sedimentology with special reference to the Indus River delta. In: "Marine Geology and Oceanography of Arabian Sea and Coastal Pakistan", (J.D. Milliman, B.U. Haq, eds.), pp. 85-100, Nostrand Reinhold, New York.
- Kolla, V., Ray, P.K., Kostecki, J.A., (1981). Surficial sediments of the Arabian Sea. *Mar. Geol.* 41:183-204.
- Clift, P.D., Shimizu, N., Layne, G., Blusztajn, J., (2001). Tracing patterns of unroofing in the Early Himalaya through microprobe Pb isotope analysis of detrital K-feldspars in the Indus Molasse. *Earth Planet Sci. Lett.* 188: 475- 491.
- Clift, P.D., Campbell, H., Malcolm, S.P., Andrew, C., Zhang, X., Hodges, K.V., Ali Athar, K., Charlotte, M.A., (2004). Thermochronology of the modern Indus River bedload; new insight into the control on the marine stratigraphic record. *Tectonics* 23. doi: 10.1029/2003TC001559
- Garzanti, E., Vezzoli, G., Ando, S., Paparella, P., Clift, P.D., (2005). Petrology of Indus River sands: a key to interpret erosion history of the Western Himalayan Syntaxis. *Earth and Planetary Science Letters* 229: 287-302.
- Milliman, J.D., Quraishee, G.S., Beg, M.A.A. (1984). Sediment discharge from the Indus River to the ocean: past present and future In: "Marine Geology and Oceanography of the Arabian Sea and Coastal Pakistan Van Nostrand Reinhold", (B. U. Haq, J. D. Milliman, eds), pp. 65-70, New York.
- Milliman, J. D., Syvitski, P. M., (1992). Geomorphic/ tectonic control of sediment discharge to the ocean: the importance of small mountainous rivers. *Journal of Geology* 100: 525-544.
- Gibbs, J.R., (1981). Sites of river derived sedimentation in the Ocean. *Geology* 9: 77-80.
- Folk, R.L. (1980). *Petrology of Sedimentary rocks*. Hemphill Publishing Company, Austin, Texas.
- El-Wakeel, S.K., Riley, J.P., (1957). The determination of organic carbon in marine muds. *J. Cons. Int. Explor. Mer.* 22(2): 180-183.

Gaudette, H., Muller, G., Stoffers, P., (1974). An inexpensive titration method for the determination of organic carbon in recent sediments. *J. Sed. Pet.* 44: 249-253

Trask, P.D., (1953). The sediments of the Western Gulf of Mexico. *Part II: Papers Phys Oceanogr and Meteorol Mass Inst Technol Woods Hole Oceanogr Inst* 12:51.

Brodovskiy, O.K., (1965). Accumulation of organic matter in bottom sediments. *Marine Geology* 3:33-82.

Van Andel, T.H., (1964). Recent marine sediments of the Gulf of California. In: "Marine geology of the Gulf of California", (T.H. Van Andel, G.D. Shor, eds.), *Am. Assoc. Petrol Geol. Mem.* 3:216.

Hunt, J.M. (1996). *Petroleum Geochemistry and Geology*, Freeman Press, New York.

Bush, W.H., Keller, G.H., (1981). The physical properties of Peru-Chile continental margin sediments-the influence of coastal upwelling on sediment physical properties. *Jour. Sedimentary Petrology* 51: 705-719.

Lisitzin, A.P., (1972). Sedimentation in the world Ocean. *Soc. Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication* 17: 218.

Krissek, L.A., Scheidegger, K.F., (1983). Environmental controls on sediment texture and composition in low oxygen zones off Peru and Oregon In: "Coastal Upwelling: Its Sediment Record Part B: Sediment Records of Ancient Coastal Upwelling Plenum", (J. Thiede, E. Suess, eds.), pp. 163-180, New York.

Reinson, G. E., (1975). Geochemistry of muds from shallow restricted estuary Australia. *Mar. Geol.* 19: 297-314.

Paropkari, A.L., Rao, C.M., Murty, P.S.N. (1987) Environmental controls on the distribution of organic matter in recent sediments of the western continental margin of India. In: "Petroleum geochemistry and exploration in the Afro-Asian region", (R.K. Kumar, P. Dwivedi, V. Banerjee & V. Gupta, eds), pp. 347-361, Rotterdam.

Body-Shell Dimension Relations and Growth Parameters of the Invasive Ark Clam (*Anadara inaequavalvis*) in Turkish Coast of the Black Sea

İşgalci *Anadara inaequivalvis*'in Vücut-Kabuk Boyutları İlişkileri ve Büyüme Parametreleri

Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi

Cilt: 4 Sayı: 1 (2018) 46-51

Nazlı KASAPOĞLU^{1*}

¹Central Fisheries Research Institute, Vali Adil Yazar Cad. No:14 Yomra, 61250 Trabzon, Turkey

ABSTRACT

In this paper, the relationship between body-shell dimensions and growth parameters of ark clam (*Anadara inaequavalvis* Bruguière, 1789) were estimated for the Black Sea. At the end of this research, there was a significant relationship between body size and shell dimensions. In addition to this, the Von Bertalanffy growth parameters were found as $L_{\infty}=8.61$ mm, $K=0.25$ and $t_0=-0.43$ yr⁻¹. Mortality rates were also analyzed for the ark clam as $Z=0.95$ yr⁻¹,

$M=0.77$ yr⁻¹, $F=0.18$ yr⁻¹. This research is important in terms of the first study of body-shell dimension relationships and mortality rates for *Anadara inaequavalvis* from the Black Sea. The ark clam can use a descriptor for the Good Environmental Status (GES) according to Marine Strategy Framework Directive (MSFD) 2th Task Group in European Commission.

Keywords: Black Sea, ark clam, body-shell dimensions

Article Info

Received: 10 January 2018

Revised: 20 March 2018

Accepted: 25 March 2018

* (corresponding author)

E-mail: nazliktu@gmail.com

ÖZET

Bu çalışmada Karadeniz’de *Anadara inaequavalvis* (Bruguière, 1789)’in vücut-kabuk boyu ilişkileri ve büyüme parametreleri tahmin edilmiştir. Sonuç olarak, vücut ölçüleri ile kabuk boyutları arasında önemli bir ilişki gözlenmiştir. Buna ek olarak, Von Bertalanffy büyüme parametreleri $L_{\infty}=8.61$ mm, $K= 0.25$ and $t_0= -0.43$ yr⁻¹ olarak bulunmuştur. Ayrıca, ölüm oranları $Z= 0.95$ yr⁻¹, $M= 0.77$ yr⁻¹, $F= 0.18$ yr⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Bu çalışma, *Anadara inaequavalvis*’in vücut-kabuk boyutları arasındaki ilişki ve ölüm oranlarının tahmin edildiği ilk çalışma olma özelliği taşımaktadır. Bu tür Avrupa Komisyonu’nun Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi 2. Grup’ta İyi Çevre Statüsü’nün bir tanımlayıcısı olarak da kullanılmaktadır.

Anahtar sözcükler: Karadeniz, vücut-kabuk boyutları

1. INTRODUCTION

Invasive species are defined as aquatic organisms threatening biological diversity by introducing into natural ecosystems according to IUCN Guidelines for the Prevention of Biodiversity Loss caused by Alien Invasive Species (2000). The studies on invasive/non-native/alien/exotic/introduced/allochthonous or non-indigenous species have been available in aquatic environments since early 1980s. These species tend to survive and subsequently reproduce (Gosling, 2003). The invasive alien species (IAS) are introduction resulting from human activities. For example, since the increase in cargo transportation, a lot of invasive species have been transported by ballast water all around the world. Besides, natural phenomenons are effects of distribution of them such as climate change or dispersal by ocean currents. IAS have negative effects on biodiversity, ecosystem processing, socio-economic life and human health in invaded areas (Olenin *et al.*, 2010). The Black Sea has a fragile ecosystem and is threatened by a lot of invasive species day by day.

Ark clam or blood cockle (*Anadara inaequavalvis* Bruguière, 1789), originated from the Indian Ocean, with a blood red color due to a high consistent level of hemoglobin in their bodies. It was introduced to the Black Sea in 1981 (Zolotarev and Zolotarev, 1987)

and since then it has been distributed along the coast. The reason for invasion success is that the hemolymph species which has ability of binding oxygen in the lack of oxygen (de Zwaan, Cortesi *et al.*, 1991; Holden and Pipe, 1994). Also, this species can tolerate salinity, hypoxic and anoxic water conditions just as veined whelk. It lives mostly in clay or sand substrata (Sahin *et al.*, 2009). This species is economically important in the Asian countries such as Malaysia, West India, China, Thailand, and Korea (Acarli *et al.*, 2012). This species replaced *Mytilus galloprovincialis* and it is under predation of *Rapana venosa* at present in the Black Sea (Erdogan Saglam *et al.*, 2010). The morphological characteristics changes of the individual *A. inaequivalvis* can use an indicator for the early determination of the effect of pollutants on benthic habitats (Kolyuchkina and Miljutin, 2013).

In this paper, we aimed to determine body-shell dimension relations of invasive ark clam and growth parameters for the Turkish Black Sea. This paper results can use to compare in future studies in order to the early pollution detection for Good Environmental Status (GES) in the Black Sea ecosystem. Besides, obtained data of the ark clam will enlighten and compare possibility for the future work.

2. MATERIAL AND METHODS

In this study, 313 specimens for *A. inaequalvis* were obtained from Trabzon between September 2010 and May 2011 (Figure 1). Samples were caught as discard species by bottom trawls (40 mm mesh size in cod-end). The length, width and height of shell were measured with digital callipers which are the nearest 0.01 mm (Figure 1). The weight of shell and its body was weighted as

nearly 0.01 g. The length-weight relationship was estimated by $W = aL^b$ where a and b are constant, W refers to weight of shell (g), and L refers to length of it (cm) (Ricker, 1975). The difference of the calculated and measured length was tested with student t test. *A. inaequalvis* ageing is hard issue therefore age and growth and mortality parameters estimated by FISAT II® (FAO-ICLARM Stock Assessment Tool, 2006-2018)

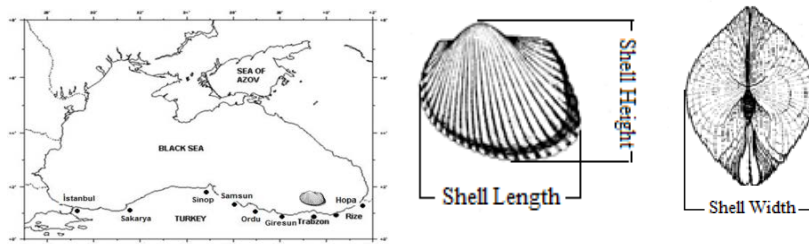


Figure 1. Sampling station and measurements of the samples (Measurement of the ark clam figure were modified from (Fischer and Bauchot, 1987))

3. RESULTS

The ark clam samples sizes were varied between 1.3-7.9 cm total lengths, 0.52-62.58 g total weight. The mean length and mean weight of ark clam were calculated as 4.23 cm and 20.05 g, respectively. The majority of the samples were detected in 3.0-4.0 cm (33.46%) size class (Figure 2). According to the regression analyses, there were strong relationship between total weight and shell height ($R^2= 0.957$), body weight and total weight ($R^2= 0.938$). The weak relationships were observed between bodyweight and shell height ($R^2= 0.849$) and followed by body

weight and shell weight ($R^2= 0.859$). The relationships between body and shell dimensions were given in Figure 3.

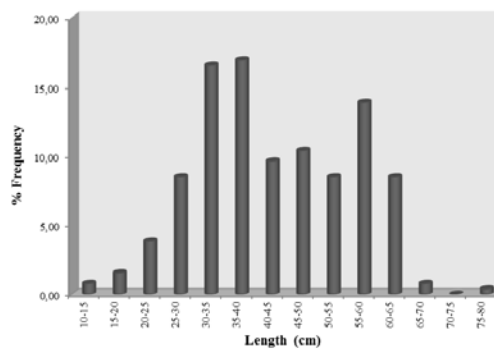


Figure 2. The length-frequency of ark clam

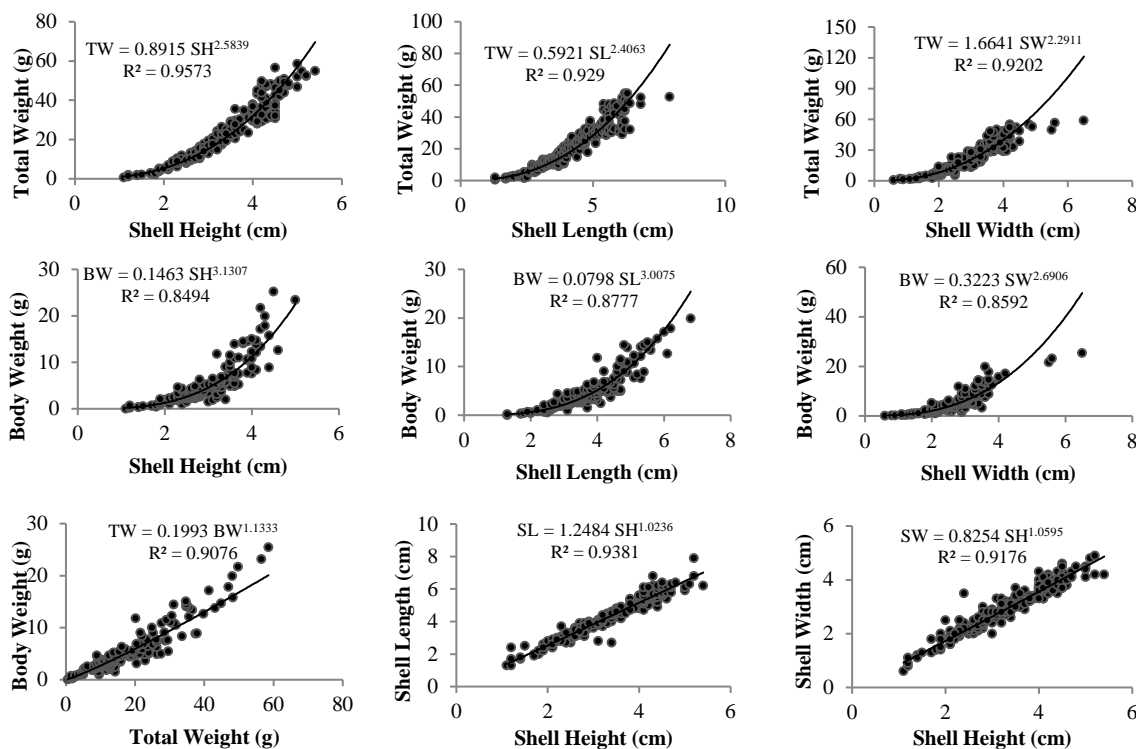


Figure 3. Relationships between body measurements and weights of ark clam

The ages of ark clam were determined as five-year class according to Bhattacharya's method using the length frequency data and shown in Figure 4.

The ages of ark clam were estimated between 1 and 5 according to length class from the Bhattacharya's method (Figure 4). The dominant age groups were observed as 2 (48.33%) and followed by the age groups 4 (19.70%), 3 (16.36%), 1 (8.55%) and 5 (7.06%). The mean measured length of the ages were with Bhattacharya method as 2.62 ± 0.27 cm for 1 age group, 3.65 ± 0.50 cm for 2 age group, 4.89 ± 0.35 cm for 3 age group, 5.79 ± 0.21 cm for 4 age group and 6.25 ± 0.21 cm for 5 age group. The calculated ages were also determined as 2.59 cm for 1 age group, 3.92 cm for 2 age group, 4.96 cm for 3 age group, 5.77 cm for 4 age group, 6.40 cm for 5 age group. There was no difference of the measured and calculated length and shown in Figure 5 ($P > 0.05$). The Von Bertalanffy growth parameters of the ark clam were calculated in ELEFAN I as $L_t = 8.61 (1 -$

$e^{-0.25(t+0.43)})$. Instantaneous total mortality rate (Z) of ark clam was calculated as 0.95 yr^{-1} , natural mortality rate (M) as 0.77 yr^{-1} , fishing mortality rate (F) as 0.18 yr^{-1} and exploitation rate as 0.19 yr^{-1} from the Length-Converted catch curve (Figure 6).

The recruitment pattern of ark clam *A. inaequalvis* was demonstrated in Figure 7. When NORMSEP normal distribution procedure was applied, two peak recruitments were found in May and November.

The probability of capture was estimated of the ark clam as $L_{25} = 3.05$ cm, $L_{50} = 3.53$ cm, $L_{75} = 4.00$ cm (Figure 8).

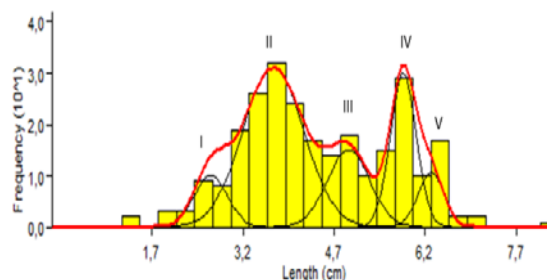


Figure 4. Age classes of ark clam

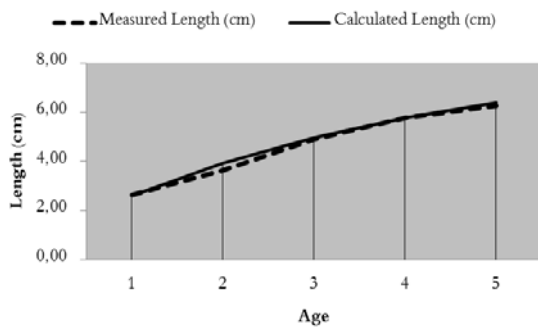


Figure 5. Differences calculated and measured length of ark clam

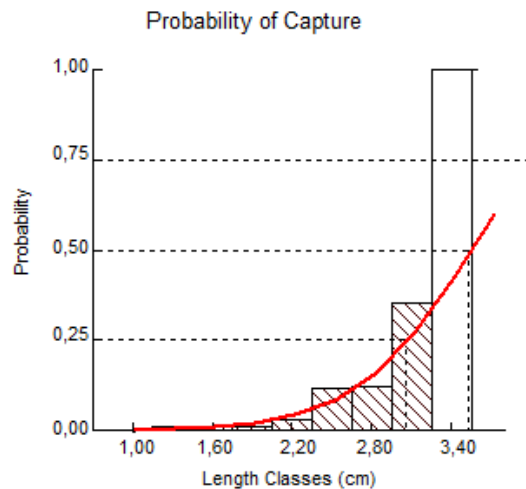


Figure 8. The probability of capture of ark clam

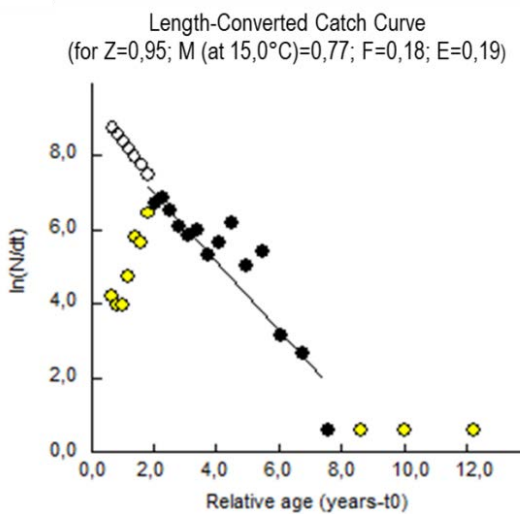


Figure 6. Catch curve for the mortality and exploitation rate of the ark clam

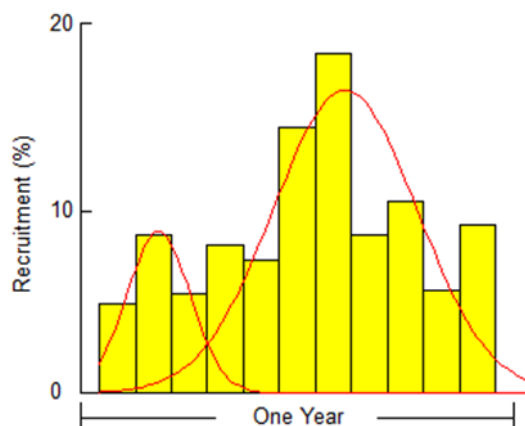


Figure 7. Recruitment pattern of ark clam

4. DISCUSSION

The body and shell dimension relations of the ark clam were calculated in this study. However, these results could not be but not compared with any study because of absence of the published scientific manuscript before. The same situation is also applicable for the mortality rates.

The ages and mean length of ark clam in this study were estimated as 1-5 years, these findings were also likewise with Sahin *et al.* (2009). Although, L_{∞} of the ark clam is calculated higher than Sahin *et al.* (1999). This could be explained with obtaining of larger size samples in this study than the Sahin *et al.* (1999).

The mortality rates show that there is low fishing pressure for ark clam in the Black Sea. The exploitation rate (0.18 yr^{-1}) of the ark clam is also highly lower than optimum fishing level (0.5 yr^{-1}) in the Turkish coast.

There are two recruitment peaks (the strong peak and the slight one) in this study. The strong recruitment curve time might be in July and the slight curve time could be in November. These findings are same with the results of Sahin *et al.* (2006). The slight peak in autumn might be caused of low lipid content (lipid uses for the wintering) in the ark

clam (Sahin *et al.*, 2006). The reasons of the strong curve in the spring and summer of the ark clam might also be related with the high sea temperature-chlorophyll-a and low salinity conditions (Acarli *et al.*, 2012).

5. CONCLUSION

The under controlling of invasive species is difficult in an ecosystem. In addition to, developing strategy provides bio-invasion impact/dimension or bio-pollution index in the invaded area for the GES according to Non-Indigenous Species-Marine Strategy Framework Directive Task Group 2. A monitoring strategy for the settled and incomer of the invaders especially toxic and harmful ones should be developed.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was funded by the Karadeniz Technical University Scientific Research Project (Grant number: 2008.117.001.1).

6. REFERENCES

IUCN Guidelines for the Prevention of Biodiversity Loss caused by Alien Invasive Species. (2000). Nairobi-Kenya.

http://www.issg.org/pdf/aliens_newsletters/SupplementIssue11.pdf is retrieved.

Gosling, E. M. (2003). *Bivalve Molluscs*, Fishing News Books (1st ed.). Blackwell Publishing.

Olenin, S., Alemany, F., Cardoso, A.C., Gollasch, S., Gouletquer, P., Lehtiniemi, M., Aleksandrov, B., (2010). *Non-indigenous species Marine Strategy Framework Directive*, Task Group 2 Report, Ispra, Italy.

Zolotarev, V.N., Zolotarev, P.N., (1987). Bivalve *Cunearca cornea* a new element of the fauna in the Black Sea. *Dokl. Akad. Nauk SSSR* 297: 501–503.

de Zwaan, A., Cortesi, P., van den Thillart, G., Roos, J., Storey, K. B. (1991). Differential sensitivities to hypoxia by two anoxia-tolerant marine molluscs: a

biochemical analysis. *Marine Biology* 111(3): 343–351.

Holden, J.K., R.K. Pipe, A.Q., G.C., (1994). Blood cells of the arcid clam, *Scapharca inaequalvis*. *Journal of the Marine Biological Association of the UK* 74(2): 287–299.

Sahin, C., Emiral, H., Okumus, I., Gozler, A.M., Kalayci, F., Hacimurtazaoglu, N., (2009). The Benthic Exotic species of the Black Sea: Blood Cockle *Anadara inaequalvis* (Bruguiere, 1789: Bivalve) and Rapa Whelk (*Rapana thomasiana*, Crosse, 1861: Mollusc). *Journal of Animal of Veterinary Advances* 8(2): 240–245.

Acarli, S., Lok, A., Yigitkurt, S., (2012). Growth and Survival of *Anadara inaequalvis* (Bruguiere, 1789) in Sufa Lagoon, Izmir, Turkey. *The Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh* 64: 691–697.

Erdogan Saglam, N., Duzgunes, E., Ogut, H., Kasapoglu, N., 2010. Introduced Species and Their Impacts in the Black Sea. In: CIESM Congress. Venice, Italy.

Kolyuchkina, G.A., Miljutin, D.M., (2013). Application of the Morpho-Functional Analysis of Hydrobionts (*Anadara* sp. cf. *Anadara inaequalvis* Bivalvia) to Environmental Monitoring. *Oceanology* 53(2): 169–175.

Ricker, W.E. (1975). *Computation and interpretation of biological statistics of fish populations*. Canada: Bulletin Fisheries Research Board.

FISAT II-FAO-ICLARM, (2018). *Stock Assessment Tool*. 2006-2018. F. and A. I. F. F. and A. D. (online). Rome.

Fischer, W., Bauchot, M.L.S.M. (1987). *Méditerranée et Mer Noire Vol II*. Rome: FAO.

Sahin, C., Duzgunes, E., Mutlu, C., Aydin, M., Emiral, H., (1999). Determination of the Growth Parameters of the *Anadara cornea* R. 1844 Population by the Bhattacharya Method in the Eastern Black Sea. *Tr. J. of Zoology* 23: 99–105.

Sahin, C., Duzgunes, E., Okumus, I., (2006). Seasonal Variations in Condition Index and Gonadal Development of the Introduced Blood Cockle *Anadara inaequalvis* (Bruguiere, 1789) in the Southeastern Black Sea Coast. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 6: 155–163.

Comparatively Evaluation of the Sprat (*Sprattus sprattus*) Fisheries in the Whole of the Black Sea and in the Turkish Coast of the Black Sea

Karadeniz'in Tamamında ve Türkiye Kıyılarında Yapılan Çaç (*Sprattus sprattus*) Balıkçılığının Karşılaştırmalı Olarak Değerlendirilmesi

İsmet BALIK^{1,*}

¹Ordu Üniversitesi, Fatsa Deniz Bilimleri Fakültesi, 52400, Fatsa/ORDU

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate comparatively the sprat (*Sprattus sprattus*) fisheries in the whole of the Black Sea and in the Turkish coast of the Black Sea. With this aim, the prior studies on the sprat fisheries conducted from 1970 to recent years in the Black Sea and Turkish coast of Turkey were examined. Especially changes in annual catch amounts and on likely reasons were focused. As a result of evaluating the obtained data, necessary precautions for sustainable fisheries were determined and solution proposals have been presented. Sprat is the second most caught fish species in recent years and an important raw material resource for fish flour and fish oil industry. Especially in the Samsun coast

of Turkey, this is target species for commercial pelagic trawl fisheries. Sprat has been caught by Georgia, Russia Federation, Ukraine, Romania and Bulgaria from the Black Sea since the beginning of 1970s. In Turkey, the first sprat fishing started in 1993 and increased gradually until 2007. Sprat catch increased rapidly from 2008 to 2011 and reached 87.141 tons in 2011 after which a sharp decline occurred (12.092 tons in 2012 and 9.764 tons in 2013). Then, it increased again and reached 41.648 tons in 2014 and 76.996 tons in 2015. Trend of annual catch values showed that there is no stability in the stock of this species in Turkish waters of the Black Sea.

Keywords: Turkish Black Sea coast, sprat, *Sprattus sprattus*, fishery.

Article Info

Received: 11 January 2018

Revised: 23 February 2018

Accepted: 01 November 2018

* (corresponding author)

E-mail: ibalik@hotmail.com

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Karadeniz'in tamamında ve Türkiye kıyılarında yapılan çaça (*Sprattus sprattus*) balıkçılığını karşılaştırmalı olarak incelemektir. Bu amaçla, 1970 yılından bugüne Karadeniz ve Karadeniz'in Türkiye kıyılarında yürütülmüş çaça balıkçılığına ilişkin önceki çalışmalar incelenmiştir. Özellikle yıllık av miktarlarındaki değişimler ve muhtemel nedenleri üzerinde durulmuştur. Elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda, sürdürülebilir balıkçılık için alınması gereken önlemler belirlenmiş ve çözüm önerileri sunulmuştur. Çaça, Karadeniz'deki ikinci en bol balık türüdür ve balık unu ve balık yağı fabrikaları için önemli bir hammadde kaynağıdır. Türkiye'nin özellikle Samsun kıyılarında, orta su trolü balıkçılığı için en önemli hedef türdür. Bu tür, 1970'lerin başından beri Gürcistan, Rusya Federasyonu, Ukrayna, Romanya ve Bulgaristan tarafından Karadeniz'den avlanmaktadır. Türkiye'de ise ilk çaça avcılığı 1993 yılında başlamış ve av miktarı 2007 yılına kadar tedrici olarak artış göstermiştir. Çaça avı 2008'den 2011'e hızla artarak 2011'de 87.141 tona ulaşmış ve ardından 2012'de 12.092 tona ve 2013'de 9.764 tona kadar keskin bir düşüş göstermiştir. Daha sonra tekrar artarak 2014 yılında 41.648 ton, 2015 yılında 76.996 ton seviyesine ulaşmıştır. Yıllık av değerlerinin eğilimi, Karadeniz'deki Türk sularında bu türün stokunda istikrar olmadığını göstermektedir.

Anahtar sözcükler: Karadeniz'in Türkiye kıyıları, çaça, *Sprattus sprattus*, balıkçılık.

1. INTRODUCTION

Fisheries activities in the Black Sea have been sustained since ancient times. In recent years, industrial, semi-industrial and small-scale fisheries coexist using many different fishing gears. With small pelagic species such as anchovies intensively fishing, the catch amount which was around 400 thousand tons in 1970, exceeded 900 thousand tons in 1988. During the period from the end of the 1980s to the today, the total annual landing varied between 300 and 600 thousand tons, mainly due to the rapid collapse of pelagic fish stocks.

Fish stocks in the Black Sea are often shared by fleets from 6 riparian countries. In this sea, 68% of the total catch is fished by Turkey. This country was followed by Ukraine, Russian Federation and Georgia, respectively. More than 90% of the fish caught from the Black Sea consisted of small pelagic fish species (less than 10 species) such as anchovy, horse mackerel

(*Trachurus mediterraneus*) and etc. Fisheries in this sea are affected by different threats such as the effects of increased pollution from human activities, habitat degradation, the introduction of alien species, overfishing and the impacts of climate-driven changes in the marine ecosystem (FAO, 2016a).

After the anchovy, the sprat (*Sprattus sprattus*) is the second most abundant, planktivory and pelagic fish species in the Black Sea. For larger fish species, they are an important food source. They are very important for the ecosystem. Because they represent the link between plankton and predator fish. Thus its population level exerts top down control on the lower components of the food web, and bottom-up control on the upper components of the ecosystem of zooplankton and a main food resource for top predators (dolphins, spiny dogfish, mackerel, whiting, turbot etc.). Anchovy and sprat populations show strong fluctuations depending on environmental

conditions. Food supply is one of the most important conditions determining the population size of small pelagic fish (Nikolsky, 1965).

As mentioned above, sprat is an important fish species for Black Sea fishery in terms of both its mission in ecosystem and commercial value. Especially in the last 20 years, the fishing pressure on the sprat stock has increased considerably and it affected negatively the sprat stock. The present study was focused on history and current status of the sprat fisheries in the Black Sea and Turkish waters of the Black Sea.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Black Sea

The Black Sea is a sea isolated from the World Oceans. It connected to the Oceans via the Mediterranean Sea through Istanbul and Canakkale straits and Gibraltar straits and with the Sea of Azov in the northeast through the Kerch Strait. It lies among Bulgaria, Romania, Ukraine, Russia Federation, Georgia and Turkey. The Black Sea coast lines of Ukraine, Turkey, Russia Federation, Georgia, Bulgaria and Romania are 1.628, 1.400, 475, 310, 300 and 225 km, respectively (European Commission, 2010). The southern of Black Sea is covered by the Turkish Exclusive Economical Zone (EEZ) (172.199 km²), the northwest and the north-central by the Ukraine EEZ (144.038 km²), the northeastern by the Russian Federation EEZ (66.854 km²), the southeast by the Georgian EEZ (22.765 km²), and the western by the Bulgarian (35.156 km²) and Romanian EEZ's (20.598 km²) (Oguz *et al.*, 2012).

Black Sea receives significant fresh water input from rivers such as the Danube, the Dnieper and the Don and its catchment area is over one third of continental Europe. The Black Sea has high river supply, but water output through the İstanbul strait is restricted. That is, water cycling is rather limited. This created a typical stratification in this sea and waters below ca. 150 m are anoxic. With more than 80% of its waters

being anoxic with a high content of hydrogen sulfide, the Black Sea contains the largest mass of lifeless water on Earth. Marine organisms are concentrated in the upper oxygenated layer, and the continental shelf situated above the limit of anoxia hosts abundant bottom life. While the continental shelves of the Black Sea are wider in the northwest and southwest regions, does not exceed 20 km in the remaining parts of the sea. The wide north-western shelf in particular is the most important spawning and feeding area for the Black Sea fish species. In the Black Sea, all the waters are under the jurisdiction of the coastal states (European Commission, 2010).

Marine fisheries is an important economic sector in the Black Sea countries, and virtually all the commercial fish stocks in the Black Sea are shared among riparian countries. 48.3% of the total catch obtained from the Black Sea are fished by Turkey. 32.70, 10.08, 4.14, 2.78 and 2.17% of total catch were fished by Ukraine, Russia, Georgia, Romania and Bulgaria, respectively (Ak and Genc, 2012). On the other hand, according to FAO (2016b) Turkey's share in the total catch was 68% and it was followed by Ukraine, Russian Federation and Georgia. The Black Sea is characterized by a relatively low species diversity and high productivity (Knudsen *et al.*, 2010). Over the last 50 years, ichthyofauna in the Black Sea has undergone major changes concerning either its qualitative and quantitative structure and the behaviors of various species.

2.2. Sprat (*Sprattus sprattus*)

Sprat is a small-bodied pelagic fish species that is most abundant in shallow waters. Sprat reaches sexual maturity at age 1. It spawns throughout the year, but the most intense spawning occurs between November and March. In the winter period, eggs are encountered in the surface and deeper waters and in the summer period only at depths below 10 m (Radu *et al.*, 2010). In the summer period, the juvenile and adult sprat leave the upper layer and

thus avoid severe competition for food with other plankton-consumers such as *Mnemiopsis leidyi*. During this period their preferred food consists mainly of the cold-water *Calanus* and *Pseudocalanus* copepods living below the cold intermediate layer of the water column (Totoiu *et al.*, 2016).

Sprat is a relatively short-lived fish species. It is caught predominately age 1 and age 2. Fish that is 4 years or older are rarely caught. This species is widely distributed in the Europe and North Africa, ranging from Morocco to Norway, including the Black Sea and Baltic Sea (Whitehead, 1985 and 1986), but stays largely within the 50 m depth contour and is also common in inshore waters. Its distribution is strongly affected especially by hydrographic conditions. It is known that larvae are the most abundant in the vicinity of tidal mixing

fronts (Valenzuela and Vargas, 2002). This species can adapt to salinity changes in a wide range and therefore this species is abundant in estuaries (Araujo *et al.*, 2000). The Black Sea sprat is an important species for the Black Sea ecosystem. Daytime it is found in deeper waters and nights move closer to the surface. It forms big schools and migrates seasonally between inshore and open sea (Ivanov and Beverton, 1985). But there are no specific spawning or feeding migrations. Mostly adults tend to stay under thermocline, they only go up in the spring and in the autumn. In warm water, the offspring cover a large spreading area on the surface (Radu *et al.*, 2010). It is known that this species is widely distributed in the north-western part of the Black Sea. It is a migratory fish species and has migration routes in the Black Sea basin (Figure 1).

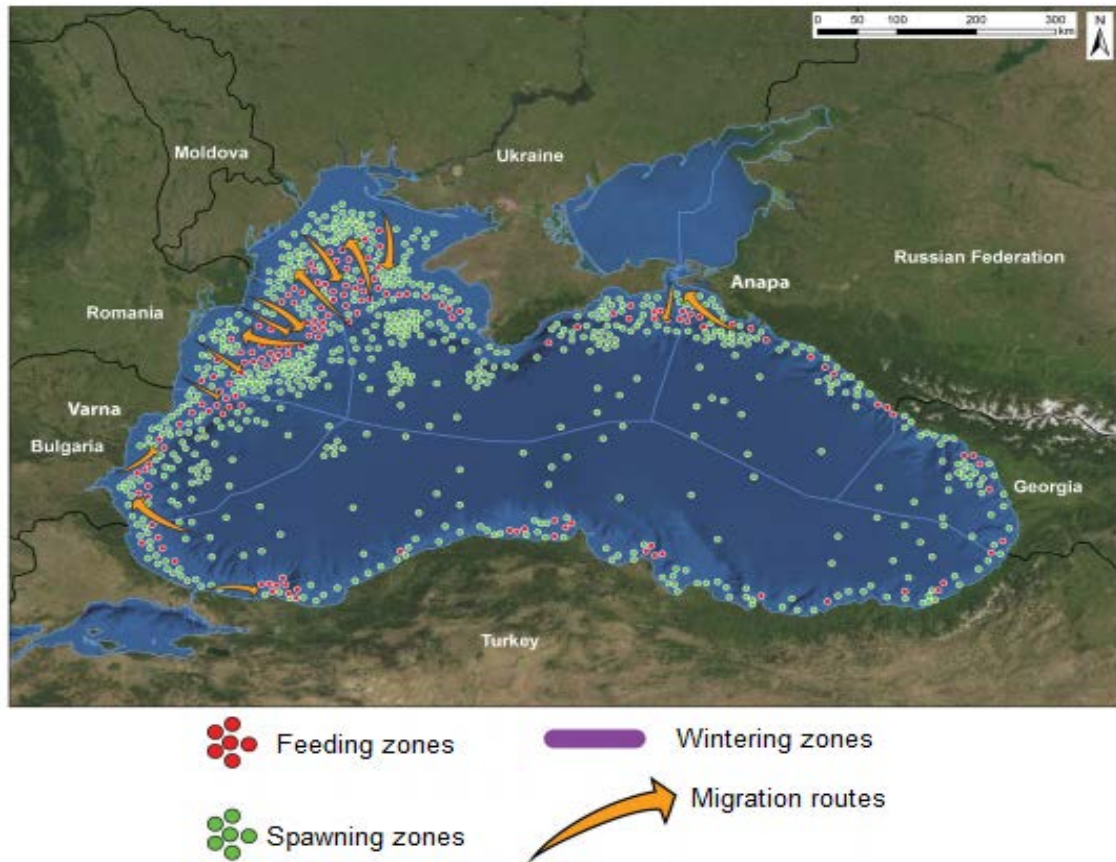


Figure 1. Sprat migration routes in the Black sea basin (European Commission, 2013).

Sprat is one of the most important fish species in the Black Sea that is fished and consumed by the riparian countries. It is the most abundant small pelagic fish species in the this sea together with anchovy and horse mackerel and accounts for most of the landings in the north-western part of the Black Sea. Although there is no target species except of Turkey, whiting is also caught as a bycatch in the sprat fishery (Raykov, 2006). In the Black Sea, sprat fisheries is carried out during daytimes and when they form large schools. This species is generally fished with pelagic pair trawls and purse seine nets.

Sprat lives at depth of 80-100 m during the winter period, approaches the littoral region in April and May, and migrate from the coast to the open sea to avoid high water temperature in the summer period. This species is an important food for many top predators. It is mainly landed for industrial processing, but a small market exists for human consumption. It is not the only raw material for the fishmeal and oil industry, but also fresh food for people (Ceylan and Emir, 2015)

2.3. Data Collection and Analysis

To evaluate the sprat fisheries in the Turkish Black Sea coast were gathered scientific results from previous some studies in this sea (Prodanov *et al.*, 1997; Düzgüneş and Erdoğan, 2008; Radu *et al.*, 2010; Knudsen *et al.*, 2010; Oğuz *et al.*, 2012; Öztürk *et al.*, 2013; FAO, 2016a and etc.), catch data from the FAO (2016b) and TUIK (2016) fishery statistics and information and opinions of fishermen on the sprat fisheries.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Sprat fisheries in the Black Sea

The opportunities of marine fishing in the Black Sea limited by its specific characteristics (Limborg *et al.*, 2009). The exploitation of the fish recourses is

restricted by the shelf area. Sprat is present over the entire shelf, but the concentration of fishing agglomerations is highly influenced by environmental conditions, especially the direction and intensity of wind and water temperature (Radu *et al.*, 2013). Since the waters below 100-150 m of the Black Sea are anoxic and contain hydrogen sulfide, fishing conducted mostly on the continental shelf (Shlyakhov and Shlyakhova, 2011). The continental shelves are widest in the northwest of this sea. Thus, it is known that this species is widely in the north-western part of the Black Sea.

The sprat stock in the Black Sea were overfished by the former Soviet Union in the 1950s and 1970s (Barros, 2011). According to SAU (2016) statistics, the sprat have been commercially fishing in the Black Sea since the beginning of 1970s (Figure 2). After the 1970s, the fishing pressure on this species has increased rapidly and high exploitation has caused to decline of its stock. It is also suggested that this decrease is due to the increase in the abundance of the predatory ctenophore *Mnemiopsis leydii* in the late 1980s (Daskalov, 1998; Shiganova and Bulgakova, 2000). During 1980-2002, the dramatic reduction and the disappearance of the traditional predators from the Black Sea ecosystem (bluefish, Atlantic mackerel, bonito, dolphins) led to increase in the pelagic fish stocks (sprat, anchovy, horse mackerel) (Daskalov, 2002; Daskalov *et al.*, 2007). After the 1990 stock collapse, recruitment, biomass and catches of sprat began to increase, and the stock reached the previous peak-level recorded in the 1980s by the early 2000s (European Commission, 2010). However, the sprat catch decreased again between 2003 and 2007. Between 2008-2011, the total catch of this species has increased excessively because of intensification of sprat fishing in Black Sea coast of Turkey. This overfishing caused a decrease in the sprat catch again.

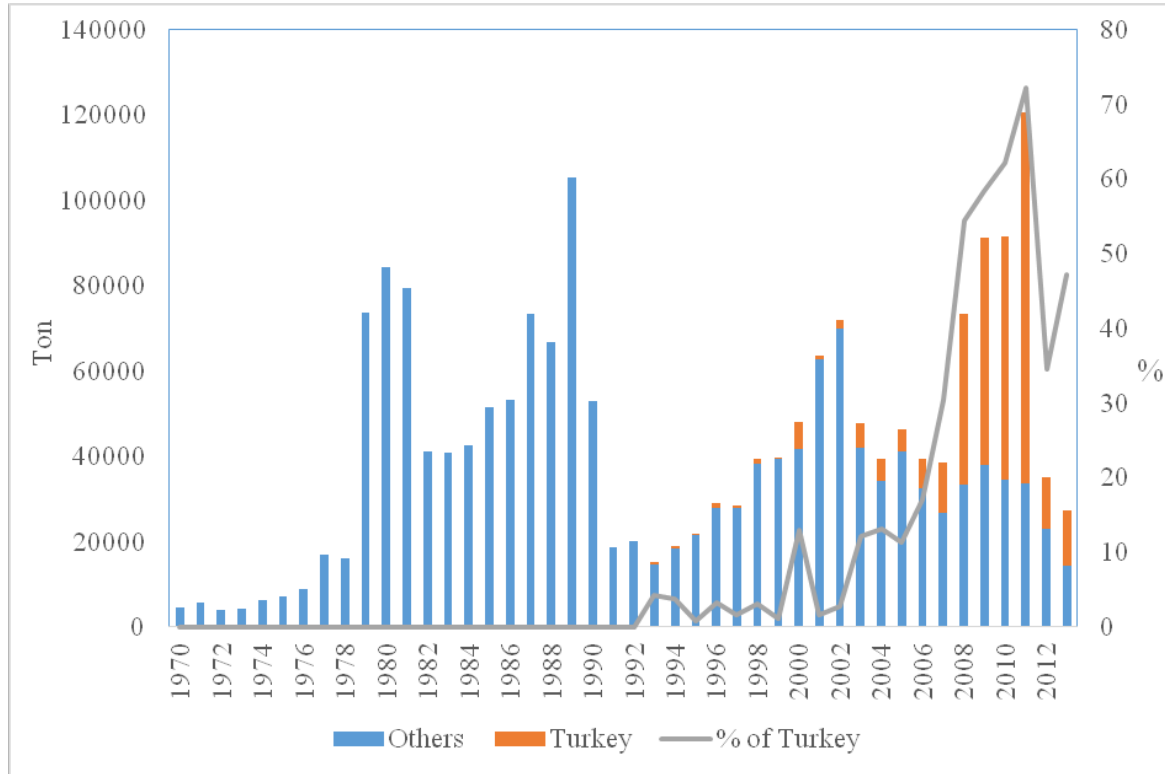


Figure 2. Distribution of the sprat catch captured by Turkey and other Black Sea countries in the Black Sea from 1970 to 2013.

3.2. Sprat fisheries in the Turkish coast of the Black Sea

The sprat is caught only in along Yesilirmak-Kızılırmak shelf area in the Turkish waters of the Black Sea (Figure 3). In recent years, about 40 pairs of vessels have operating to catch sprat in this shelf area. In the Black Sea coast of Turkey, the sprat are caught by pelagic pair trawls. Fishing with these nets can be done at 0-24 m in the spring and 40-80 m in the autumn (European Commission, 2013).

In Turkey, there was only two pelagic trawl vessels between 1993 and 1996. It has reached 8, 30, 70 and 82 in the 2000, 2005, 2010 and 2011 years, respectively. Thus, the catch amount of sprat has steadily increased until 2010, with increasing number of pelagic trawl vessels (Figure 4).

In Turkish waters of the Black Sea, very little sprat was caught until the mid-2000s.

After those years, both the vessel number and the catch amount increased sharply and peaked in 2011. Then, the annual catch collapsed in 2012 and 2013, but it started to increase again in 2014 and 2015.

SAU (2016) fishery statistics shows that the sprat has been caught by Turkish fishermen since the early 1990s. But, it has become a target species in the mid-2000s. Because, it had no value as food until that years. In fact, it is still so. However, between 1983 and 1995 a total of 25 fish flour and oil factories were established by the government's credit support (Özdamar and Aral, 1995). Catch amount of the anchovy was not enough to provide food and the raw material of these factories. The sprat was considered as an alternative raw material for these factories. Therefore, it has been used as a raw material in the fish flour and oil factories since the end of 1990s.

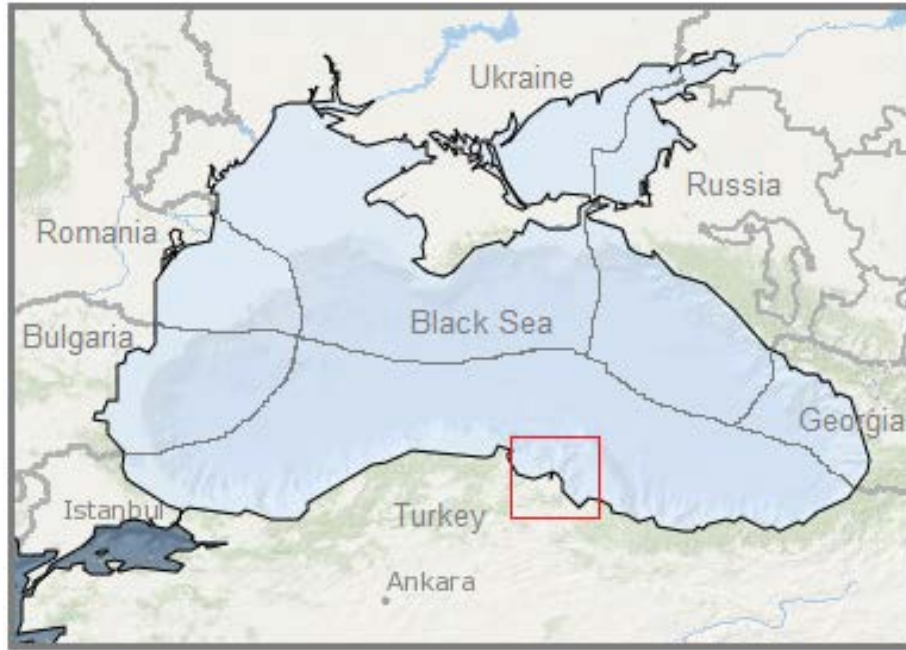


Figure 3. Map showing free area for sprat fishing with pelagic trawl in the Samsun shelf.

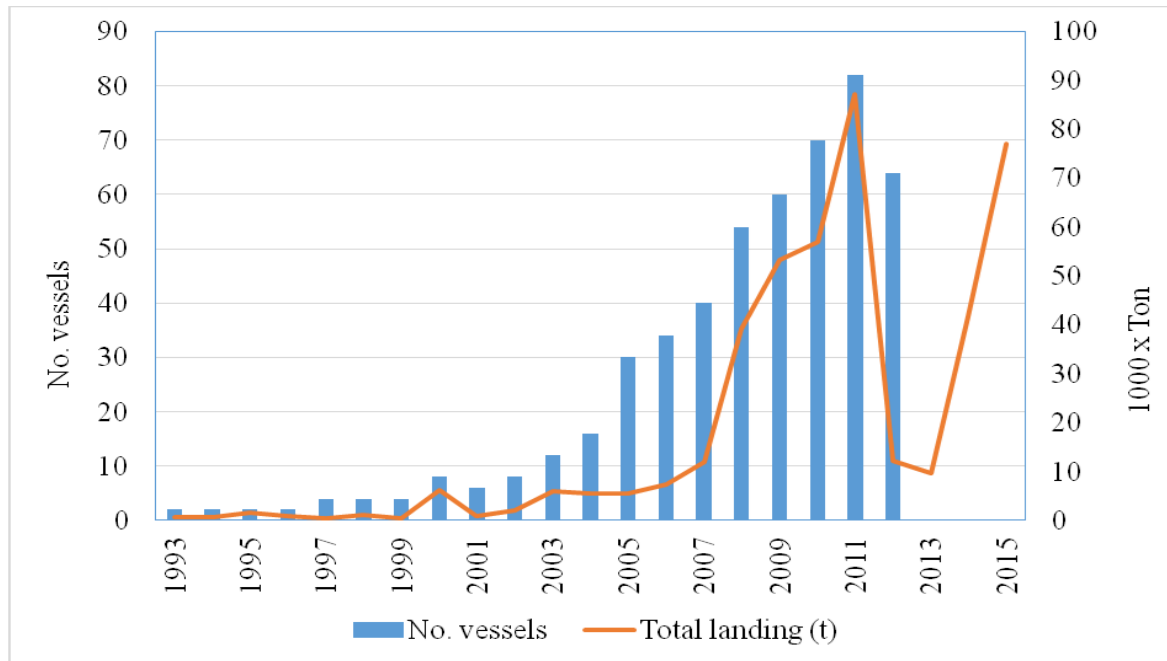


Figure 4. Distributions of the annual sprat catch and vessel number in the Turkish waters of the Black Sea (European Commission, 2013; TSI, 2016).

The sprat was caught with the traps and other fishing nets until the 1970s. In the Black Sea, pelagic trawl was used first time by Bulgaria in 1970 and by Russia Federation after 1976 for fishing sprat (Zengin *et al.*, 2002). At first, pelagic trawl was used to catch the shark (*Mustellus* spp.)

in the Turkish waters of the Black Sea in the 1990s (Zengin *et al.*, 2002). During fishing operations, some fishermen observed that anchovy was also caught in this net. In briefly, it has been using for the anchovy, horse mackerel and sprat fishing in the Samsun self since that years.

Zengin *et al.* (2011) reported that the mesh size of pelagic trawls used was 12 mm for sprat fishery in the Samsun shelf. For this mesh size, largely (80%) of the sprat catch were composed of 2 and 3 aged mature individuals having 8 and 9.3 cm average total lengths, respectively. The rate of 1 year old individuals in catch composition was only 9%. It can be concluded that the actual fishery already using 12 mm mesh size do not make any negative impact on immature population and can be defined as confident in the Samsun shelf area. On the other hand, the same study emphasized that the fishery should be more deliberate in the period of new recruitments namely in March, April and May. Because, the ratio of young individuals was found relatively higher in the fall and winter than spring. In fall (September, October and November) almost all of the population was composed of mature individuals. The length range for this period was from 8.0 cm to 9.5 cm. In February, while the spawning considerable decreased, the rate of immature individuals was 30% and new recruits started to be observed. The rate of young individuals in the population was 40.3% in March, 62.3% in April and 55.5% in May.

The sprat catch reaches its maximum value in the spring, especially between March and May. It is suggested that increase in the spring months is possibly related with the vertical migration behavior of sprat depending on season and sea water temperature (Zengin *et al.*, 2002). In addition, the individual experience of the fisherman and the quality of technical equipment on the vessel are factors influencing the amount of daily catch.

The management of population requires in the spring period much more sensitivity than in the fall and winter periods, as the sprat school involving new recruits moves toward the near shore ecosystem. Here, the sprat shares habitat with other benthopelagic macro fauna. In the Turkish coast of the Black Sea, the bottom and pelagic trawling are forbidden between 15 April and 31 August. Exceptionally, the sprat fishing

is free from the April 15 to May 15 between Samsun Province Yakakent District Çayağzı Cape (41°41.040'N-35°25.193'E) and Ordu Province Unye District Taşkana Cape (41°08.725 'N-37°17.531'E) in the 24 m and deeper waters (RG, 2016). To protect young individuals in this period, the minimum fishing depth should be increased from 24 m to 40 m. This is a reasonable management strategy to conserve the young population. On the other hand, along the waters deeper than 40 m, the mesh size of 12 mm which is already in practice is sufficient to maintain the population which is largely composed of new recruits.

According to Zengin *et al.* (2011), the sprat is not exposed to a significant fishing pressure in the last two decades for the southern coast of Black Sea. At least, the actual landing in 2010 confirms this statement. The sprat fishery started at the beginning of 2000s and increased rapidly in the last decade in the Turkish coast. For this reason, perhaps being the unique population in Turkish coast that has not been previously exploited—or slightly exploited—the sprat population may likely give response to heavy exploitation in future years. The parameters of fishery did not reflect a fishing pressure on the population until 2010, but threatens a steadily increased fishing effort. Another important indicator can be mentioned as the growing demand on sprat by the regional fishing industry producing fish oil and meal.

In fact, fishing of sprat started at the beginning of 2000s and increased rapidly until 2011 in the Turkish waters of the Black Sea. Within this period, the vessel number of the pelagic trawl increased gradually. Therefore, this development probably caused excessive sprat fishing. The response to the steadily increased fishing pressure appeared in 2011 as suddenly decrease in the catch amount. According to Zengin *et al.* (2011), another important indicator can be mentioned as the growing demand on sprat by the regional fishing industry producing fish oil and meal.

4. CONCLUSION

- The total sprat catch was very less at the beginning of the 1970's. It peaked at the beginning and end of the 1990s and 2000s.
- Sprat has been caught in Turkish coast of the Black Sea since the early 1990s and its proportion in the total sprat catch was very low until the mid-2000s. However, in the late 2000s, more than half of the total sprat catch was caught from the coast of Turkey.
- Sprat is an important raw material resource for fish flour and fish oil industry.
- The sprat is caught only in along Yesilirmak-Kızılırmak shelf area in the Turkish waters of the Black Sea.
- The sprat catch in Turkish coast of the Black Sea showed significant fluctuations in the recent years.
- According to regulations of sprat fisheries in Turkey: - Sprat must be fished by pair pelagic trawls during daytime, - Fishing must be conducted at depths of 20-40 m in the spring and in the deeper water (40-80 m) in the autumn.
- In Turkey, pelagic trawls operate as paired vessels. Vessels engaged in the sprat fishery need to receive license eligible only for one fishing period from Samsun City Directorate of Food, Agriculture and Livestock.
- In the Black Sea pelagic trawling starts in 1 September as same as bottom trawling, it lasts until May 15. Bottom trawling ends in April 15.
- Fishing with pelagic trawl is banned in waters shallower of the Black Sea than 24 m between 15 April and 31 August. But, between 15 April and 15 May it is allowed in waters deeper than 24 m limited with offshore of Çayağzı Cape (Samsun-Yakakent) in west and Akçay estuary (Samsun - Ordu city border) in east. The rate of young individuals in the sprat population is larger in the April and May periods than other seasons and they move toward the near shore ecosystem in these months. In order to prevent the fishing of the young individuals, the sprat fishery should not be allowed at least in waters below 40 m depth

from 15 April to 15 May.

- There are no regulations on sprat fishing such as quotas, regional prohibit, etc. Current arrangements are not sufficient for sustainable sprat fisheries in the Black Sea.
- As in Romania and Bulgaria which are European Union countries, quota should be applied in other riparian countries for the sprat fisheries.
- For more opening of the mouth of the pelagic trawl, the fishermen add extra weights to the lead line of pelagic trawl. Thus, they catch benthic fish species instead of pelagic species. In order to prevent this illegal fishing, operations of pelagic trawl vessels should be controlled more frequently.

5. REFERENCES

- FAO, (2016a). GFCM Capture Production 1970-2014, <http://www.fao.org/figis/servlet/SQServlet?file=/work/FIGIS/prod/webapps/figis/temp/hqp4292544257770521264.xml&doctype=html> is retrieved.
- Nikolsky, G.V. (1965). *The theory of the dynamics of fish stock*, Nauka, Moscow.
- Oguz, T., Akoglu, E., Salihoglu, B., (2012). Current state of overfishing and its regional differences in the Black Sea. *Ocean and Coastal Management* 58: 47-56.
- European Commission, (2010). Fisheries in The Black Sea. *Directorate General For Internal Policies Policy Department B: Structural And Cohesion Policies Fisheries*, pp. 69.
- Ak, O., Genç, Y. (2012). The Black Sea Fishery. In A. Tokaç, A.C. Gücü and B. Öztürk (Eds.), *The state of the Turkish fisheries*, pp. 182-213, Istanbul, Turkey, Turkish Marine Research Foundation.
- FAO, (2016b). The State of Mediterranean and Black Sea Fisheries. *General Fisheries Commission for the Mediterranean*, pp. 135, Rome, Italy.
- Knudsen, S., Zengin, M., Koçak, M.H., (2010). Identifying drivers for fishing pressure. A multidisciplinary study of trawl and sea snail fisheries in Samsun, Black Sea coast of Turkey. *Ocean and Coastal Management* 53: 252-269.

- Radu, G., Anton, E., Raykov, V., Yankova, M., Panayotova, M., 2010. Sprat and turbot fisheries in the Bulgarian and Romanian Black Sea areas. International Multidisciplinary Scientific Geoconference and Expo SGEM, 20 - 26 June 2010, Albena, Bulgaria.
- Totoiu, A., Galatchi, M., Danilov, C., Timofte, F., Radu, G., 2016. The state of sprat (*Sprattus sprattus*, Linnaeus 1758) population in the Romanian marine area, its importance in local economy and as prey for larger fisheries. 16th International Multidisciplinary Scientific Geo Conference SGEM 2016, SGEM2016 Conference Proceedings, June 28-July 6, 2016, 3(2): 893-900.
- Whitehead, P.J.P., 1985. FAO Species Catalogue Volume 7 Clupeoid fishes of the world. An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, shads, anchovies and wolf-herrings. Part 1 Chirocentridae, Clupeidae and Pristigasteridae (FAO Fisheries Synopsis No. 125), 7(1), Rome.
- Whitehead, P.J.P. (1986). Clupeidae. In P.J.P. Whitehead, M.L. Bauchot, J.C. Hureau, J. Nielsen and E. Tortonese (eds.), Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Volume I, UNESCO, pp. 268-281, Paris.
- Valenzuela, G.S., Vargas, C.A., (2002). Comparative larval growth rate of *Sprattus sprattus* in relation to physical and biological oceanographic features in the North Sea. *Archive of Fishery and Marine Research* 49(3): 213-230.
- Araujo, F.G., Williams, W.P., Bailey, R.G., (2000). Fish assemblages as indicators of water quality in the middle Thames Estuary, England (1980-1989). *Estuaries* 23(3): 305-317.
- Ivanov, L., Beverton, R.J.H., (1985). The fisheries resources of the Mediterranean. Part two: Black Sea. *Etud. Rev. CGPM/Stud. Rev. GFCM*. 60: 135.
- Raykov, V., (2006). From EU25 to EU27. *European newsletter of fisheries and environment IEEP*, 17: 10-11.
- Ceylan, V., Emir, M., (2015). Structural and Economic Analysis of Turkish Fishmeal and Fish Oil Industry. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 15: 835-844.
- Prodanov, K., Mikhailov, K., Daskalov, G.M., Maxim, K., Chashchin, A., Arkhipov, A., Shlyakhov, V., Ozdamar, E., 1997. Environmental management of fish resources in the Black Sea and their rational exploitation. *Studies and Reviews, GFCM* 68, FAO Rome, 178 pp.
- Duzgunes, E., Erdogan, N., (2008). Fisheries management in the Black Sea countries. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 8: 181-192.
- Öztürk, B., Topaloğlu, B., Kıdeys, A., Bat, L., Keskin, Ç., Sezgin, M., Amaha Öztürk, A., Yalciner, A.C., (2013). A proposal for new marine protected areas along the Turkish Black Sea coast. *J. Black Sea/Mediterranean Environment* 19(3): 365-379.
- TUIK, (2016). Fishery Statistics. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1005 is retrieved.
- Limborg, M.T., Pedersen, J.S., Hemmer-Hansen, J., Tomkiewicz, J., Bekkevold, D., (2009). Genetic population structure of European sprat *Sprattus sprattus*: Differentiation across a steep environmental gradient in a small pelagic fish. *Marine Ecology Progress* 379: 213-224.
- Radu, G., Maximov, V., Anton, E., Cristea, M., Țiganov, G., Țoțoiu, A., Spînu, A.D., (2013). State of the fishery resources in the Romanian marine area. *Cercetări Marine* 43: 268-295.
- Shlyakhov, V.A., Shlyakhova, O.B., (2011). Dynamics of structure trawl catches of sprat for Ukrainian Black Sea shelf and their impact on natural factors and fishing. Main results integrated studies in the Black Sea region and the world's oceans, *Proceedings Yug NIRO* pp. 49.
- Barros, P. (2011). Mediterranean and Black Sea. In: Review of the State of world marine fishery resources. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*, 569, FAO, Rome, pp. 77-92.
- SAU, (2016). Sea Around Us. <http://www.seaaroundus.org/> is retrieved.
- Daskalov, G., (1998). Using abundance indices and fishing effort data to tune catch-at-age analyses of sprat *Sprattus sprattus* L., whiting *Merlangius merlangus* L. and spiny dogfish *Squalus acanthias* L. in the Black Sea. *CIHEAM - Options Mediterraneannes* 35: 215-228.
- Shiganova, T.A., Bulgakova, Y.V., (2000). Effects of gelatinous plankton on Black Sea and Sea of Azov fish and their food resources. *ICES J Mar Sci* 57: 641- 648.
- Daskalov, G.M., (2002). Overfishing drives a trophic cascade in the Black Sea. *Marine Ecology -Progress Series* 225: 53-63.

Daskalov, G.M., Grishin, A.N., Rodionov, S., Mihneva, V., (2007). Trophic cascades triggered by overfishing reveal possible mechanisms of ecosystem regime shifts. *PNAS* 104 (25): 10518-10523.

European Commission, (2013). Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF) – 2013 Assessment of Black Sea stocks (STECF 13-20). *Publications Office of the European Union*, p. 429, Luxembourg, EUR 25309 EN, JRC 85367.

Özdamar, E., Aral, O., 1995. Orta Karadeniz Bölgesindeki Balık Unu Fabrikalarında 1994-1995 Av Sezonunda İşlenen Balıkların Kompozisyonunun İncelenmesi, Doğu Anadolu Bölgesi I. (1993) ve II. (1995) Su Ürünleri Sempozyumu, pp. 691-703, Erzurum.

Zengin, M., Düzgüneş, E., Dinçer, A.C., Mutlu, C., Bahar, M., Tabak, İ. 2002. Karadeniz’de orta su trolünün kullanım olanakları ve av verimliliğinin araştırılması. *Tagem/Haysud/1998/17/03/007 Proje Sonuç Raporu*. p. 130, Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Trabzon.

Zengin, M., Gümüş, A., Süer, S., Dağtekin, M., Dalgıç, G. 2011. Karadeniz’deki Trol Balıkçılığını İzleme Projesi, Ara Rapor. Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü (Proje No: 373), *TAGEM/HAYSÜD/2010/09/01/04. TAGEM 2011 Yılı Program Değerlendirme Toplantısı*, 7-11 Şubat, 2011, Antalya.

RG, (2016). 4/1 numaralı ticari amaçlı su ürünleri avcılığının düzenlenmesi hakkında tebliğ. Resmi Gazete, Tebliğ no: 2016/35, Tarih: 13.08.2016, Sayı: 29800. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2016/08/20160813-17.pdf> is retrieved.

**First record of the red-mouthed goby, *Gobius cruentatus* (Gobiidae)
from the middle Black Sea coast**

**Kırmızı ağızlı kaya balığının *Gobius cruentatus* (Gobiidae)
Orta Karadeniz için ilk kaydı**

Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi

Cilt: 4 Sayı: 1 (2018) 63-67

Mehmet AYDIN^{1,*}, Barış BODUR¹

¹ *Fatsa Faculty of Marine Sciences, Ordu University, Turkey*

ABSTRACT

Two individuals of goby species *Gobius cruentatus* (one male and one female) were captured by fishing line on 20 October 2017 at a depth of two meters from the middle Black Sea coast. The total lengths and weights were measured as 108.61 mm and

13.85 g for the male and 112.57 mm and 20.70 g for the female specimens. This is the first record of occurrence for *G. cruentatus* from the middle Black Sea region.

Keywords: Red-mouthed goby, *Gobius cruentatus*, Black Sea, Turkey

Article Info

Received: 01 March 2018

Revised: 29 May 2018

Accepted: 05 June 2018

* (corresponding author)

E-mail: maydin69@hotmail.com

ÖZET

Bu çalışmada, iki adet (biri dişi ve diğeri erkek) *Gobius cruentatus* türü kayabalığı Orta Karadeniz Bölgesi'nde 20 Ekim 2017 tarihlerinde olta ile, 2 m derinlikte örneklenmiştir. Örneklenen erkek ve dişi bireyin boy ve ağırlıkları sırasıyla 108.61 mm ve 13.85 g, 112.57 mm ve 20.70 g olarak ölçülmüştür. Bu bildirim *G. cruentatus* türü için Orta Karadeniz'de ilk kayıttır.

Anahtar sözcükler: Kırmızı ağızlı kayabalığı, *Gobius cruentatus*, Karadeniz, Türkiye

1. INTRODUCTION

Gobius cruentatus (Gmelin, 1789) is a benthic species prevalent in the North Atlantic Ocean and the Mediterranean Sea. Individuals prefer to inhabit coastal rocky fields and the areas near cast stones (Miller, 1986). *G. cruentatus* is not native to the Black

Sea, and its first record along the Turkish coasts of the Black Sea was noted by Engin *et al.*, (2007) for the Eastern Black Sea (Hopa and Rize, Turkey). The species later was recorded on the coasts of Sevastopol by Boltachev *et al.*, (2009) and on the coasts of Anapa and Novorossiysk by Prokofiev (2016) (Figure 1).

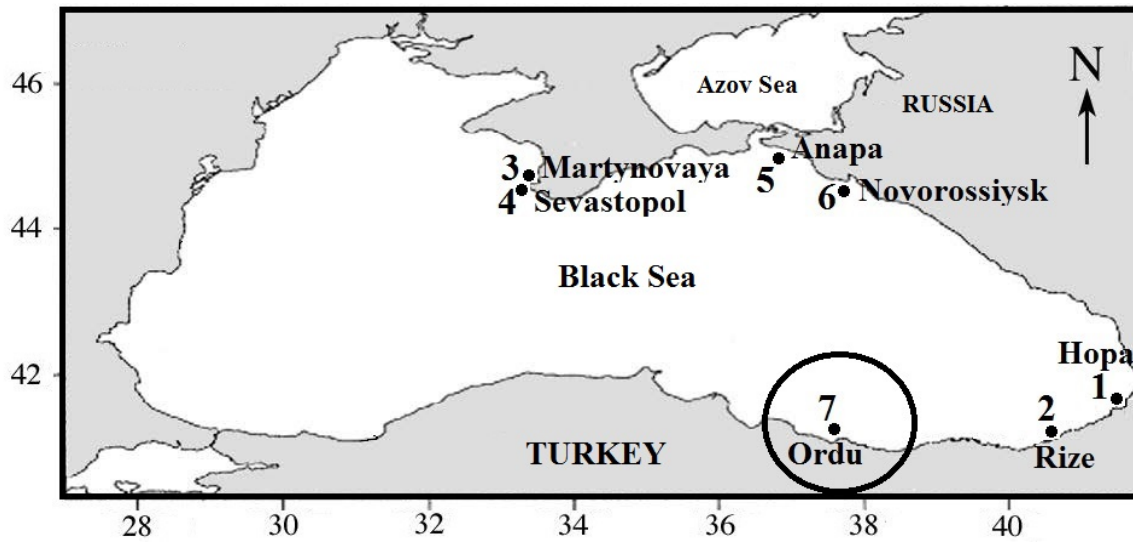


Figure 1. Map of the Black Sea showing sites of records of *Gobius cruentatus*. 1 and 2) Engin *et al.*, (2007), 3 and 4) Boltachev *et al.*, (2009), 5 and 6) Prokofiev, (2016), 7) This study.

2. MATERIAL AND METHOD

The samples used in the study, two *Gobius cruentatus* specimens, one of each sex, were captured by a fishing line on 20 October 2017 from a depth of 2 m at the Ordu/Fatsa harbor located in the middle Black Sea region. The specimens were sent to a laboratory for necessary measurements to be carried out.

3. RESULTS

The total lengths of the male and female specimens were 108.61 mm and 112.57 mm,

respectively, and the total weights of the male and female specimens were 13.85 g and 20.70 g, respectively (Figure 2).

The gonads of the female fish were determined to have reached maturity, and the gonad weight was measured to be 1.47 g (Figure 3). The number of eggs was 16250 eggs/1g. In addition, the diameters of the eggs were measured (50 eggs), and the mean egg diameter was determined to be 531.23 ± 38.2 μm (minimum 385.84 μm ; maximum 689.55 μm). Table 1 shows the metric and meristic characteristics of the specimens.



Figure 2. *Gobius cruentatus* specimen (male)



Figure 3. *Gobius cruentatus* specimen (female)

Table 1. Some metric and meristic characteristics of *Gobius cruentatus*

Character	Value	
	Male	Female
Total length (mm)	108.61	112.57
Total weight (g)	13.85	20.70
Standard length (mm)	88.84	95.09
Max. body depth (mm)	19.06	23.88
Head length (mm)	24.11	26.63
Post-orbital distance (mm)	12.35	14.00
Eye diameter (mm)	6.54	6.61
Caudal peduncle minimal depth (mm)	8.02	8.67
Pre-dorsal distance (mm)	29.41	32.18
Length of dorsal 1 fin basis (mm)	16.87	17.72
Length of dorsal 2 fin basis (mm)	27.45	28.14
Length of pectoral fin basis (mm)	20.74	21.93
Length of ventral fin basis (mm)	19.46	22.01
Pre-anal distance (mm)	50.54	58.28
Length of anal fin basis (mm)	22.71	24.91
Dorsal 1 fins	VI	
Dorsal 2 fins	I+14	
Anal fins	I+13	
Pectoral fins	20	
Ventral fins	8	
Caudal fins	16	
Line-Lateral scales	52	54

4. DISCUSSION

The species has been speculated to exist in the Black Sea since the early 2000s (Prokofiev, 2016). However, the presence of the species in the Black Sea was first recorded in 2007 (Engin *et al.*, 2007). This study is the second study on the presence of *G. cruentatus* on the Turkish coasts of the Black Sea and the fourth study on its presence in the Black Sea (Engin *et al.*, 2007; Boltachev *et al.*, 2009; Prokofiev, 2016). Marine species of the Mediterranean Sea are known to pass through the Turkish strait systems (Dardanelles and Bosphorus) and adapt to the Black Sea, and the “mediterraneanization” of the Black Sea has long been observed. Reports mention the presence of various Mediterranean species in the northern regions of the Black Sea (Boltachev and Yurakhno, 2002; Boltachev and Karpova, 2014; Prokofiev, 2016). In recent years, the number of reports on the presence of the Mediterranean species along

the southern coasts of the Black Sea has increased (Yankova *et al.*, 2013; Aydın, 2015; Aydın and Sözer, 2016; Aydın, 2017a; 2017b; 2017c) which is an indicator of the ever-escalating “mediterraneanization” of the Black Sea.

The gonads of the female specimen were determined to have reached maturity. That indicates that the species has developed reproductive traits in the Black Sea. This study is the first to report on egg diameter and egg count for the Black Sea.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by Ordu University’s Research Fund (Project Number: AP-1735).

5. REFERENCES

Miller, P.J., (1986). Gobiidae, in *Fishes of the North-Eastern Atlantic and Mediterranean*, 3: 1019–1085, Paris: UNESCO.

- Engin, S., Keskin, A.C., Akdemir, T., Seyhan, D., (2015). Occurrence and new geographical record of Striped Seabream *Lithognathus mormyrus* (Linnaeus, 1758) in the Turkish Coast of Black Sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 15: 937-940.
- Boltachev, A.R., Karpova, E.P., Danilyuk, O.N., (2009). Findings of new and rare fish species in the coastal zone of the Crimea (the Black Sea), *Journal of Ichthyology*. 49 (4): 277-291.
- Prokofiev, A.M., (2016). *Gobius cruentatus* (Gobiidae) in Russian waters of the Black Sea Coast of the Caucasus. *Journal of Ichthyology* 56(1): 162-165.
- Engin, S., Turan, D., Kovačić, M., (2007). First record of the red-mouthed goby, *Gobius cruentatus* (Gobiidae), in the Black Sea, *Cybiurn* 31(1): 87-88.
- Boltachev, A. R., Yurakhno, V.M., (2002). New evidences on continued mediterrization of ichthyofauna of the Black Sea, *Voprosy Ikhtiologii* 2(6): 744-750.
- Boltachev, A.R., Karpova, E.P., (2014). Faunistic revision of alien fish species in the Black Sea, *Russian Journal of Biological Invasions* 5(4): 225-241.
- Yankova, M., Pavlov, D., Ivanova, P., Karpova, E., Boltachev, A., Bat, L., Oral, M., Mgeladze, M., (2013). Annotated checklist of the non-native fish species (Pisces) of the Black Sea. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment* 19(2): 247-255.
- Aydın, M., (2015). A new fish species in the middle Black Sea coastal area: *Serranus hepatus* (Linnaeus, 1758). *Yunus Araştırma Bülteni* 4: 45-48.
- Aydın, M., Sözer, A., (2016). Presence of the Gilthead Seabream in the Black Sea. *Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences* 2(2): 49-55.
- Aydın, M., (2017a). First record of Blue Crab *Callinectes sapidus* (Rathbun 1896) from the Middle Black Sea Coast. *Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences* 3(2): 121-124.
- Aydın, M., (2017b). Some biological parameters of painted comber (*Serranus scriba* L., 1758) in the Black Sea. *Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences* 3(1): 34-41.
- Aydın, M., (2017c). Presence of the Striped Seabream (*Lithognathus mormyrus* L., 1758) in the Black Sea. *Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences* 3(1): 49-54.

Occurrence of the Red Sea Goatfish *Parupeneus forsskali* (Fourmanoir & Guézé, 1976) from the Western Mediterranean Coast of Turkey

Türkiye'nin Batı Akdeniz Sahillerinden Kızıldeniz Barbunu *Parupeneus forsskali* (Fourmanoir & Guézé, 1976)'nin Bulunuşu

Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi

Cilt: 4 Sayı: 1 (2018) 68-72

**Deniz ERGÜDEN^{1*}, Yusuf Kenan BAYHAN², Sibel ALAGÖZ ERGÜDEN³,
Ayhan ALTUN¹**

¹Marine Science and Technology Faculty, Iskenderun Technical University, Iskenderun-Hatay, Turkey

²Kahta Vocational School, Adyaman University, Kahta, Adyaman, Turkey

³Imamoglu Vocational School, Cukurova University, Imamoglu, Adana, Turkey

ABSTRACT

Three specimens of the Red Sea goatfish *Parupeneus forsskali* were recorded from two locations at a depth of 12-18 m. One was observed during the SCUBA diving in Fethiye Bay on 15 June 2016 and the other two were collected via trawling during a benthic survey in Aydıncık coast on 24 December 2016. *P. forsskali* was first recorded in the Mediterranean coast of Turkey twelve years ago. This lessepsian species appears to be continually spreading

and easily establishing new populations in the Mediterranean Sea coast of Turkey. Our study indicated the westward expansion of *P. forsskali* along to Mediterranean coasts. The present study also investigated the way of introduction and possible depths of its spread in the Mediterranean Sea.

Keywords: Mullidae, Lessepsian, Aydıncık coast, Fethiye Bay, Turkey

Article Info

Received: 07 March 2018

Revised: 22 May 2018

Accepted: 01 June 2018

^{*}(corresponding author)

E-mail:deniz.erguden@iste.edu.tr

ÖZET

Parupeneus forsskali'nin üç bireyi 12-18 m derinliklerden iki bölgeden kaydedilmiştir. Birinci birey 15 Haziran 2016 tarihinde SCUBA dalışı sırasında Fethiye Körfezi'nden gözlenmiş, diğer iki birey 24 Aralık 2016'da Aydıncık sahilinde yapılan bentik bir tarama sırasında trol ile örneklenmiştir. *P. forsskali* ilk olarak on iki yıl önce Türkiye'nin Akdeniz kıyılarında kaydedildi. Bu lessepsiye türler, sürekli yayılmakta ve Türkiye'nin Akdeniz kıyılarında kolaylıkla yeni popülasyonlar oluşturabilmektedir. Çalışmamız, *P. forsskali*'nin batıya doğru genişlemesini Akdeniz kıyılarında göstermiştir. Bu çalışmada ayrıca bu türün Akdeniz'deki dağılım alanları ve muhtemel bulunduğu derinlikler kaydedilmiştir.

Anahtar sözcükler: Mullidae, Lessepsiye, Aydıncık sahili, Fethiye Körfezi, Türkiye

1. INTRODUCTION

The Red Sea goatfish *Parupeneus forsskali* (Fourmanoir and Guézé, 1976) is a tropical fish species distributed throughout the Red Sea and Gulf of Aden region (Randall, 2004; Randall and Heemstra, 2009; Froese and Pauly, 2017). The Red Sea goatfish usually found on sand bottoms near coral reefs (Kumaran and Randall, 1984). It commonly feeds on invertebrates (Hobson, 1974). The introduction of this species in the Mediterranean Sea was thought to be via the Suez Canal. First encounter of this species in the eastern Mediterranean Sea was reported from Taşucu-Mersin, Turkish coast of Mediterranean Sea as a result of observation carried out between 2000 and 2004 (Cınar et al., 2006). Eventually, Yağlıoğlu and Ayas (2016) have also indicated the presence of the species in the same region. Recent studies indicated that this species successfully inhabited different locations in the eastern Mediterranean and reports from Iskenderun Bay (Gürlek et al., 2016) and Antalya Bay (Gokoglu and Teker, 2016) of Turkey, and coast of Israel (Sonin et al., 2013), Lebanon (Bariche et al., 2013) and Cyprus (Chartosia and Michailidis, 2016) and Syria (Ali et al.,

2016) and finally Mugla coast and Rhodes (Yapici and Filiz, 2017; Kondylatos and Corsini-Foka, 2017).

Evidential range expansion of the species indicated a quick establishment of the populations of *P. forsskali* in the Mediterranean Sea. Relatively rapid range extension of the species was confirmed as a results of this study with the addition of two new locations; Aydıncık in Mersin Bay and Fethiye Bay. This is the first confirmation of the presence of *P. forsskali* in the western coast of Turkey.

2. MATERIAL AND METHOD

One specimen of *P. forsskali* was observed and photographed during the diving and benthic surveys in Fethiye coast in southern Aegean on 15 June 2016 at a depth of 12 m (Figure 1). Another two specimens of *P. forsskali* were captured by a commercial trawler at a depth 18 m in Aydıncık coast (Mersin), (36° 07' 38" N; 33° 19' 44" E) on 24 December 2016 (Figure 2). All measurements were made with a digital caliper. The weight was measured with a precision scale of 0.01 g. Morphological and taxonomic descriptions and color of the captured specimens were

given according to Bariche *et al.* (2013), Sonin *et al.* (2013) and Gürlek *et al.* (2016).



Figure 1. Underwater observations of *Parupeneus forsskali* from Fethiye coast (western Mediterranean Sea, Turkey) in June 2016



Figure 2. Two Red Sea goatfish, *Parupeneus forsskali* caught off Aydıncık coast (North-eastern Mediterranean Sea, Turkey) in December 2016

3. RESULTS

The descriptions of three specimens from Fethiye and Aydıncık were similar to that of those reported from Turkey (Cınar *et al.*, 2006; Gürlek *et al.*, 2016), Lebanon (Bariche *et al.*, 2013) and Israel (Sonin *et al.*, 2013). Morphometric data of two specimens obtained from fishing were shown in Table 1. Data on the occurrence of *P. forsskali* in the Mediterranean Sea is summarized in Table 2.

This species is characterized by a single black stripe starting from tip of snout, passing through eye and ending at the end of second dorsal fin base. There is also a black spot on caudal peduncle and the lower edge of the spot is place just above the lateral line.

Color: Body below the stripe is white; the scale edges are narrowly reddish. The background color at dorsal is pinkish. The first dorsal, pectoral and ventral fins also have a pink color while the second dorsal, anal and caudal fins are rather yellowish.

4. DISCUSSIONS

Current data indicated that the occurrence of *P. forsskali* is more common in the Mersin Bay than in Iskenderun Bay or Fethiye Bay. This observation suggests that the habitat in Mersin Bay is more favorable for the reproduction of the species (Ben Rais Lasram *et al.*, 2010).

Existing records of this lessepsian species suggest that *P. forsskali* migrate westward from the eastern Mediterranean Sea coast of Turkey. Our study confirms westward extension of *P. forsskali* along the Mediterranean Sea to southwestern Mediterranean Sea coasts of Turkey.

5. CONCLUSIONS

The result of observation suggests that *P. forsskali* is expanding their distribution and establishing new populations all around Mediterranean coast of Turkey. Furthermore, Mersin and Fethiye coast seem to be favorable niches for the rapid range extension of this species. It is important that the establishment of this lessepsian fish species has to be monitored closely with further studies in order to determine the effect of the presence of the species to local populations and Mediterranean ecosystem.

Table 1. Morphometric measurements of the specimen of *Parupeneus forsskali* from Aydıncık coast, Turkey. Morphometric measurements as proportions (%) are given in parentheses.

Measurements (mm)	Specimens	
	1	2
Samples	1	2
Sex	♀	♀
Metrics		
Total length	152.00	114.40
Fork length	138.03	99.84
Standard length	129.65	91.46
Body depth	30.95	23.88
Head length	38.46	25.83
Eye diameter	7.31	6.95
Pre-anal length	79.31	55.08
Pre-pelvic length	39.92	27.88
Pre-pectoral length	40.65	30.31
Pre-orbital length	18.78	11.51
Pre-dorsal length	41.36	29.76
Meristics		
Dorsal fin ray (D ₁)	VIII	VIII
Dorsal fin ray (D ₂)	9	9
Anal fin ray (A)	7	7
Ventral fin ray (V)	I+5	I+5
Pectoral fin ray (P)	13	14
Weight (g)	40.15	15.20

Table 2. Review of *P. forsskali* species from different sampling area

References	Record Date	Location	Country	Depth (m)	Total Length (mm)
Cinar <i>et al.</i> (2006)	2000	Taşucu, Mersin	Turkey	150	-
Cinar <i>et al.</i> (2006)	2004	Mersin	Turkey	-	-
Bariche <i>et al.</i> (2013)	2012	Beirut	Lebanon	40	209
Sonin <i>et al.</i> (2013)	2013	Haifa	Israel	45	175
Gürlek <i>et al.</i> (2016)	2015	Iskenderun Bay	Turkey	30	231
Yağlıoğlu and Ayas (2016)	2015	Yeşilovacık Bay	Turkey	100-110	190
Ali <i>et al.</i> (2016)	2015	off Jableh	Syria	30	205
Gokoglu and Teker (2016)	2016	Gulf of Antalya	Turkey	8-10	-
Yapici and Filiz (2017)	2016	off Turunç, Mugla	Turkey	10	-
Kondylatos and Corsini-Foka (2017)	2016	Rodos	Greece	5-30	93.5-108.6
Present study	2016	Aydıncık	Turkey	55	152.0-114.4
Present study	2016	Fethiye	Turkey	12	-

6. REFERENCES

- Randall, J.E., (2004). Revision of the goatfish genus *Parupeneus* (Perciformes: Mullidae), with descriptions of two new species. *Indo-Pacific Fishes* 36: 1-64.
- Randall, J.E., Heemstra, P.E., (2009). Three new goatfishes of the genus *Parupeneus* from the western Indian Ocean, with resurrection of *P. seychellensis*. *Smithiana Bulletin* 10: 37-50.
- Froese, R., Pauly, D., (2017). FishBase. World Wide Web electronic publication [version 02/2017], <http://www.fishbase.org> adresinden alınmıştır.
- Kumaran, M. & Randall, J.E., (1984). Mullidae. In "Western Indian Ocean fishing area." (W. Fischer & G. Bianchi, eds), FAO species identification sheets for fishery purposes Vol. 3, pp. 1-51, Italy, Rome.
- Hobson, E. S., (1974). Feeding relationships of teleostean fishes on coral reefs in Kona, Hawaii. *Fisheries Bulletin* 72(4): 915-1031.
- Çınar, M.E., Bilecenoğlu M., Öztürk, B., Can, A., (2006). New records of alien species on the Levantine coast of Turkey. *Aquatic Invasions* 1: 84-90.
- Yağlıoğlu, D., Ayaş, D., (2016). New occurrence data of four alien fishes (*Pisodonophis semicinctus*, *Pterois miles*, *Scarus ghobban* and *Parupeneus forsskali*) from the North Eastern Mediterranean (Yeşilovacık Bay, Turkey). *Biharean Biologist* 10(2): 150-152.
- Gürlek, M., Gündüz, M.N., Uyan A., Doğdu, S.A., Karan, S., Gürlek, M., Ergüden, D., Turan, C., (2016). Occurrence of the Red Sea goatfish *Parupeneus forsskali* (Fourmanoir & Guézé, 1976) from Iskenderun Bay, Northeastern Mediterranean. *Natural and Engineering Sciences* 1(1): 7-10.
- Gökoğlu, M. & Teker, S., (2016). First record of Forskål's goatfish *Parupeneus forsskali* (Perciformes: Mullidae) in the Gulf of Antalya. In "New Mediterranean Biodiversity Records (July 2016)." (T. Dailianis, O. Akyol, N. Babali, M. Bariche & F. Crocetta, et al. eds), *Mediterranean Marine Science* 17(2), pp. 608-626, Attiki, Greece.
- Sonin, O., Salameh, P., Edelist, D., Golani, D., (2013). First record of the Red Sea goatfish, *Parupeneus forsskali* (Perciformes: Mullidae) from the Mediterranean coast of Israel. *Marine Biodiversity Records* 6: 105.
- Chartosia, N., Michailidis, N., (2016). First confirmed presence of the Red Sea goatfish *Parupeneus forsskali* (Fourmanoir & Guézé, 1976) from Cyprus. *Marine Biodiversity Records* 9(33): 1-4.
- Ali, M., Diatta, Y., Alkusaury, H., Saad, A., Capapé, C., (2016). First record of Red Sea goatfish *Parupeneus forsskali* (Osteichthyes: Mullidae) from the Syrian coast (Eastern Mediterranean). *Journal of Ichthyology* 56(4): 616-619.
- Yapici, S. & Filiz, H., (2017). First detection of *Parupeneus forsskali* in the Aegean Sea by visual census. In "New Mediterranean Biodiversity Records (December 2017)." (C. Stamouli, E. H. K. H. Akel, E. Azzurro, R. Baku & A. A. Bas, et al., eds), *Mediterranean Marine Science*. 18(3), pp. 1-23, Attiki, Greece.
- Kondylatos, G. & Corsini-Foka, M., (2017). Two aliens new to the Hellenic Aegean waters: *Parupeneus forsskali* (Perciformes, Mullidae) and *Herdmania momus* (Tunicata). In "New Mediterranean Biodiversity Records (December 2017)." (C. Stamouli, E. H. KH. Akel, E. Azzurro, R. Baku & A. A. Bas, et al., eds), *Mediterranean Mediterranean Marine Science*. 18(3), pp. 1-23, Attiki, Greece.
- Bariche, M., Bilecenoğlu, M., Azzurro, E., (2013). Confirmed presence of the Red Sea goatfish *Parupeneus forsskali* (Fourmanoir and Guézé, 1976) in the Mediterranean Sea. *BioInvasions Records* 2: 173-175.
- Ben Rais Lasram, F, Guilhaumon, F, Albouy, C, Somot S., Thuiller, W., Mouillot, D., (2010). The Mediterranean Sea as a 'cul-desac' for endemic fishes facing climate change. *Global Change Biology* 16: 323-3245.

Oil Spills Detection from SAR Images Using Wavelets

Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi

Cilt: 4 Sayı: 1 (2018) 73-80

Igor VUJOVIĆ^{1,*}, Ivica KUZMANIĆ¹

¹University of Split, Faculty of Maritime Studies, SPAADREL, Ruđera Boškovića 37, 21000 Split, Croatia

ABSTRACT

Oil spills detection is an actual environmental problem. Oil spills can occur during ships' oil and/or fuel leakage or in great catastrophes. Small leaks are hardly detectable. Early detection and monitoring of greater spills can be useful in damage suppression and control. A new oil spill detection algorithm is presented in the

paper. The algorithm is based on wavelet analysis of the radar image and the data fusion of VTS data, which should correlate to the image processing results to obtain the validated detection. The proposed algorithm exploits both the approximation and the details of the wavelet decomposition.

Keywords: Image processing, Ecology, Oil spill, Data fusion, VTS.

Article Info

Received: 22 March 2018

Revised: 02 May 2018

Accepted: 04 May 2018

* (corresponding author)

E-mail: ivujovic@pfst.hr

1. INTRODUCTION

Oil spill detection on sea/ocean surface has been considered in many references due to the increased interest in monitoring and/or prevention of environmental accidents. The typical approach is the usage of SAR (Synthetic Aperture Radar) images obtained by ships, coast or satellites (Akkartal and Sunar, 2008; Likoka *et al.*, 2015; Brekke and Solberg, 2005; Salberg *et al.*, 2014; Santillan and Paringit, 2011; ElZaart and Ghosn, 2013; Ramakrishnan and Majumdar, 2013; Fana *et al.*, 2015). SAR can be seen as an active sensor in the microwave range which cannot be influenced by any weather conditions (Kwon and Li, 2012). The SAR antenna records backscattered pulses, which are processed by SAR processor to produce a SAR image. When analyzing SAR data, the SAR image is commonly analyzed instead of EMW (Electro-Magnetic Wave) raw data. Hence, the problem of SAR data interpretation is resolved as an image analysis problem. The area of image processing and analysis is very wide and advancing. Satellite surveillance is effective for coverage of large surfaces with little cost, like oceans. It is inevitable for monitoring large oil spills. Further advantages of SAR over optical sensing are the ability to function at any weather and time of day or night at lower cost than alternatives, such as airborne ocean surveillance. Image processing/analysis is not all-mighty and its result is the detection of possible, not actual oil spills. Some other quality should be added to differentiate between possible (lookalikes) and actual oil spills. Data fusion is proposed in various forms to obtain such additional quality. In this paper, data fusion of VTS ship tracking and image data processing is proposed, because Adriatic Sea (our zone of interest) is narrow and small.

Repeated ecological accidents call for the development of methods for fast and reliable detection of oil spills on large sea surfaces. There are many different

researches and approaches to this issue. Several of them are mentioned in the second section.

The dangers of oil spills are more evident in narrow seas and straits. We are especially interested in an example of such a sea – the Adriatic Sea, as a part of the Mediterranean, in which there is tanker traffic and exploitation of gas from rigs. Furthermore, great plans from several governments exist for further exploitation of oil and gas, increasing the probability of accidents. The detection and monitoring of oil spills in narrow seas is important as well.

This paper is organized as follows. The second section overview some researches in this field. The third gives the mathematical background. The fourth section describes the proposed algorithm. Results are presented in the fifth section. Finally, conclusions are given.

2. LITERATURE OVERVIEW

Results in (Marghany, 2001) show that texture analysis can be promising for automatic oil spill detection by SAR data. The classification of segmented structures was further considered in (Karantzalos and Argialas, 2008). The properties of such structures were extracted in real-time. Automatic segmentation was covered by (Arvelyna *et al.*, 2001; Keramitsoglou *et al.*, 2002; Saleh, 2004). Different approaches were used in various references. Fuzzy logic was used in i.e. (Ramakrishnan and Majumdar, 2013). Wavelets for noise reduction were used in (Amirmazlaghani *et al.*, 2009). RADARSAT and ENVISAT SAR images were used in (Solberg *et al.*, 2004). A training sequence of 60 to 100 frames was used. Results for suspicious areas are very encouraging. However, there are problems with distinguishing oil spills from seaweed agglomerates, especially in the Baltic. Basically, algorithms incorporate three main parts: detection of dark spots, feature extraction and classification. Adaptive threshold is used for the first part in (Solberg *et al.*, 2004). Classification

features are calculated in the second stage. Finally, the third stage is the classification of every spot (low to high reliability of spill detection).

Morphological SAR image analysis was used in (Gasull *et al.*, 2002) to detect oil spills. The goal was to segment oil spills without prior knowledge. Final confirmation is obtained by cross-correlation with the ship's movement. Reference (Lia and Zhangab, 2014) dealt with morphological characteristics of the oil spills in order to detect it correctly.

Publicly available software image was enhanced to obtain better oil spill detection results in (Vyas *et al.*, 2015). Fuzzy solution for oil spill classification was presented in (Keramitsoglou *et al.*, 2006). The probabilistic approach to distinguishing oil spills from lookalikes is presented in (Shu *et al.*, 2010). The manner of distinguishing dark pixels caused by oil spills from background dark pixels is proposed. Texture entropy algorithm was presented in (Bhogle and Patil, 2012), which is an improvement of the Mahalanobis classification (Marghany and Hashim, 2011).

Wavelet transform (WT) spectrum was considered in (Dongmei *et al.*, 2015). It was used to classify thickness of the oil spill film at the 5th level of decomposition by the db4 (Daubechies wavelet of 4th order) kernel.

One of literature approaches in oil spill detection (Logman *et al.*, 2017) is to combine a simple averaging method and the Discrete Wavelet Transform (DWT). DWT is used to check the frequency discrepancy effect between the SAR images.

More complex is a method presented in (Osman *et al.*, 2017), where cross-correlation and the Fast Fourier Transform (FFT) are used to estimate oil flow in deep waters.

Fast connection of the oil spill and the sourced ship is presented in (Lupidi *et al.*, 2017). The authors developed wavelet correlator, but in ship detection part of the algorithm, not in part of oil spills detection. (Song *et al.*, 2017) used RADARSAT-2

SAR images as a dataset for creation of optimized wavelet neural networks (WNN). As the neuron function, Morlet wavelet was used. There were no explanation why this wavelet and the WNN is compared only to un-optimized WNN with the same wavelet. Hyperspectral characteristics of the oil-polluted sea ice was explored in (Liu *et al.*, 2018), where the 5th level of the decomposition of the DWT was used. The wavelet family was also db4.

(Huang *et al.*, 2018) used wavelet packages to extract coefficients of the significance. Then, NN was used to perform pattern recognition – oil spill detection.

3. MATHEMATICAL BACKGROUND

WT is an integral transform, which can be defined as in definition 2.1 (Mallat, 2009; Jansen and Oonincx, 2005; Christopher and Walnut, 2006).

Definition 2.1. Let $\psi(t) \in L_2(\mathbf{R})$ be the wavelet in the time domain and $\Psi(\omega)$ the same wavelet in the frequency domain. If and only if exists the integral:

$$CWT_f(a,b) = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \int_{-\infty}^{\infty} f(t)\psi^*\left(\frac{t-b}{a}\right)dt = \langle \psi_{a,b}(t), f(t) \rangle \quad (1)$$

the following rules apply:

$$1^\circ \int \psi(t)dt = \Psi(\omega = 0) = 0 \quad (2)$$

2^o Translated (which is presented with parameter b) and scaled (which is presented with parameter a) function of $\psi(t)$ is described as

$$\psi_{a,b}(t) = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \cdot \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) \quad (3)$$

where $a, b \in \mathbf{R}$ and $a \neq 0$. Function $\psi(t)$ is called mother wavelet, and $\psi\left(\frac{t-b}{a}\right)$ is

dilated version of mother wavelet at given scale a . In practical applications, scale parameter is always $a \leq 1$.

3° Normalization rules apply: $\|\psi_{a,b}(t)\| = \|\psi(t)\|$, and

$$4^\circ \|\psi(t)\|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |\psi(t)|^2 dt = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} |\Psi(\omega)|^2 d\omega = 1 \quad (4)$$

Then the CWT satisfies the sufficient and necessary conditions and it is called Continuous Wavelet Transform (CWT) (Kingsbury and Magarey, 1997; Vujović *et al.*, 2012; Chandrasekhar *et al.*, 2014).

4. PROPOSED ALGORITHM

The proposed algorithm exploits WT characteristics to detect oil spills. However, since oil spills resemble many other dark-tone phenomena, the algorithm cannot be claimed to detect oil spills exclusively and nothing else. Therefore, data fusion is included to differentiate between lookalikes and actual oil spills. The proposed algorithm's flowchart is shown in Fig. 1. The algorithm can be explained in four steps:

Step 1: Input is a satellite radar image. This image is inverted and the inverted image is used as the second input. Both inputs are decomposed by DWT. In the experiments, we used Daubechies wavelet (Matlab designation db10).

Step 2: Thresholds are calculated. For the approximation of the inverted original image, the threshold is set to about 80 to 90% of the maximum coefficients value (threshold T_1). To obtain detail coefficients of the original image, the thresholds are set to about 1% of the maximum of the details of the original image (threshold T_2).

Step 3: Approximation coefficients are thresholded in such a way that coefficients below the threshold are discarded. This generates the candidates' mask of approximation coefficients. Both sets of detail coefficients are thresholded (details of the original and the inverted image) with the same threshold. Candidates' mask of detail coefficients is obtained if detail coefficients

of the original and the inverted image are both bellow the calculated threshold (step 2). Candidates' masks (for approximation and details) are denoised using morphological closing operation. The morphological closing operation is a dilation followed by an erosion, using the same structuring element for both operations.

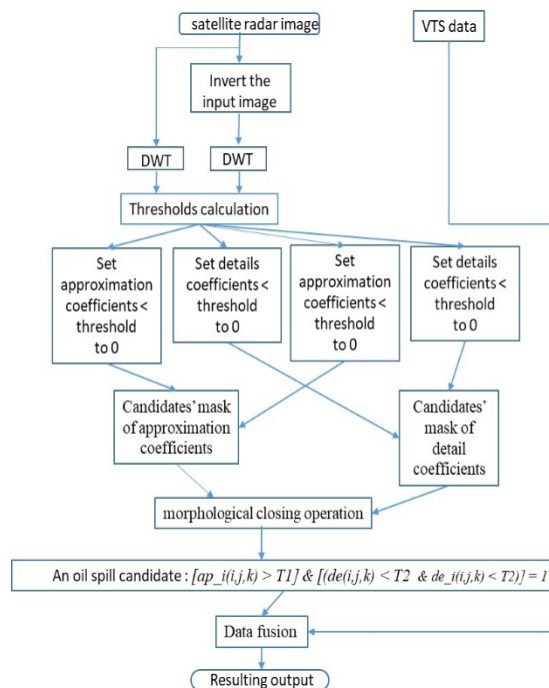


Figure 1. Flowchart of the proposed algorithm

Grey-scale erosion is not used, because thresholding produces a binary image. Binary erosion of A by B is denoted as $A - B$ and defined as a set of operations, where a set of pixel locations z is obtained by overlapping foreground pixels in A with a structuring element:

$$A - B = \{z | (B_z \subseteq A)\} \quad (5)$$

The binary dilatation of A by B , denoted by $A \oplus B$, is defined as a set of operations:

$$A \oplus B = \{z | (\hat{B})_z \cap A \neq \emptyset\}, \quad (6)$$

where \hat{B} is the reflection of the structuring element B . It is a set of pixel locations z ,

where the reflected se overlaps with foreground pixels in A when translated to z (Matlab help – `imclose`, 2012).

An oil spill candidate is identified if the logical expression is truth:

$$[ap_i(i,j,k) > T1] \& [(de(i,j,k) < T2 \& de_i(i,j,k) < T2)] = 1 \quad (7)$$

where ap_i denotes approximation coefficients of the inverted image, and de and de_i the detail coefficients of the original and the inverted image.

Step 4: Data fusion is the last step. In order to validate that an oil spill candidate is actually a spill, and not some other dark-color phenomenon, data fusion must be applied. The VTS data is correlated with possible oil spills obtained by image processing (step 3). If the correlation of the candidate for oil spill with possible sources (ships, rags, etc.) is high, than it is an oil spill, and actions to protect the environment, reduce damage and save lives should be taken. If the correlation is low, than it is some other phenomenon and no action should be taken.

5. RESULTS

Dataset is obtained by RADARSAT-2. Figure 2 shows an example of the original (input to the proposed algorithm) image. There are many dark areas which could be oil spills.

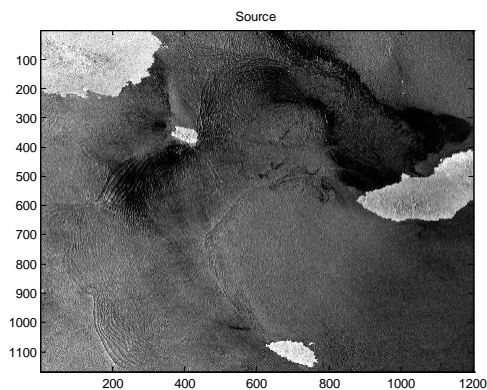


Figure 2. An example of the source image imported in Matlab software package

Figure 3.a illustrates the detection of possible oil spills in the approximation coefficients of the WT. White are areas of possible oil spill locations. The figure is obtained by the application of the morphological filter (see step 3 in the proposed algorithm). Figure 3.b shows the same, but without the application of the morphological filter. The morphological filter can be concluded to give a more compact mask of possible oil spills.

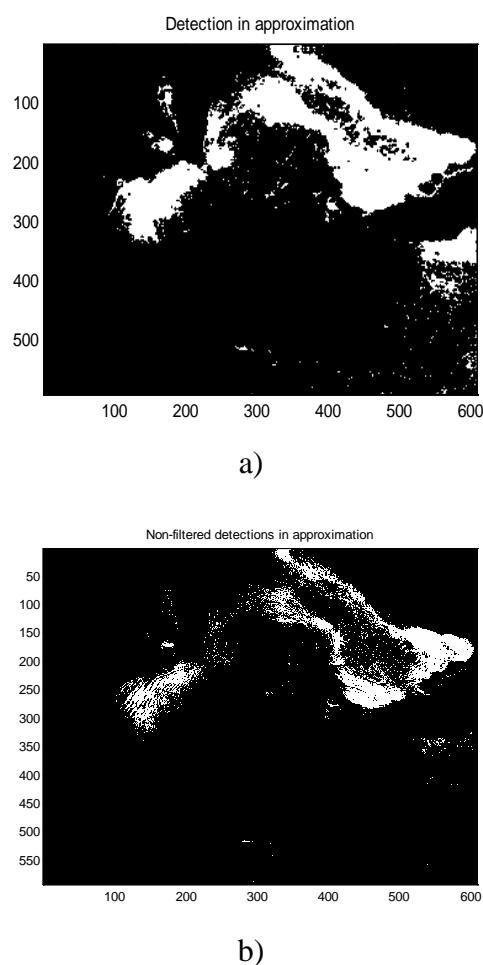


Figure 3. Example of the results:
a) detection of possible oil spills in the approximation coefficients of the WT,
b) non-filtered approximation coefficients of the WT

Figure 4.a shows vertical detail WT coefficients, which are too noisy to be useful. The first instinct is to decrease the noise threshold. However, since it is already at about 1%, there is no realistic change.

Diagonal details (Fig. 4.b) are even worse. Static noise is too great to be denoised. Horizontal details (Fig. 4.d) also contain great noise, but after morphological filtering (Fig. 4.c), it is reduced to a meaningful image. Finally, Figure 5 shows the result of (7).

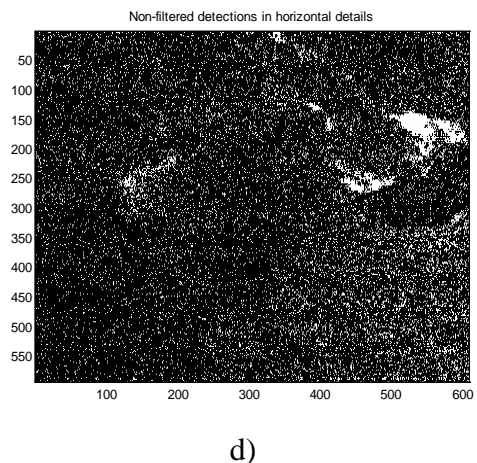
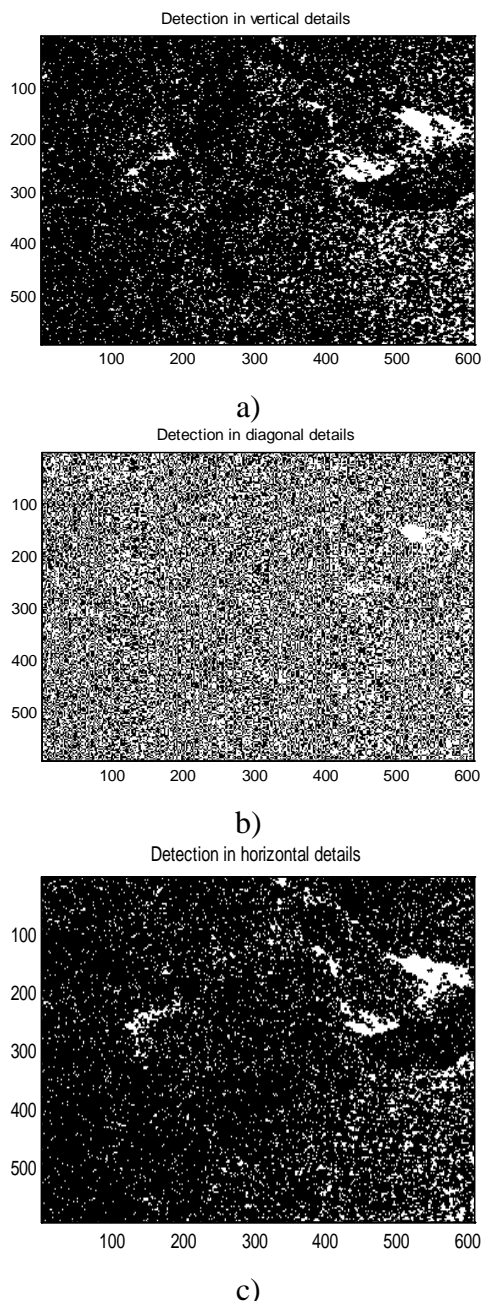


Figure 4. Example of the results: a) vertical details coefficients of WT, b) diagonal details coefficients of WT, c) horizontal details coefficients of WT filtrated with morphological operations, d) horizontal details coefficients of WT filtrated without filtering

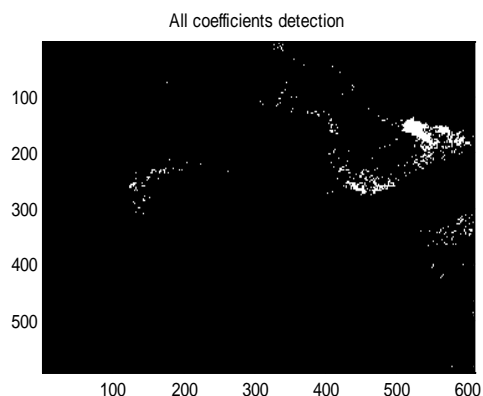


Figure 5. Fused detection for all coefficients with proposed logical relation

6. CONCLUSIONS

A new algorithm for oil spill detection is presented in the paper. The algorithm exploits approximation coefficients and detail coefficients. In order to obtain better results, inverted image is first formed. Approximation coefficients of the inverted image are thresholded to extract white areas. Details of the original and the inverted image are thresholded with the same threshold. If equation (7) is satisfied, possible oil spill is detected. Validation is proposed to be performed with data from the

VTS, which must correlate the oil spill with a possible source. Although, these results are promising, further research should be performed to obtain more reliable conclusions about the usefulness of the proposed algorithm in real situations. Further work should include establishing of ground-truth data for testing of various algorithms in the field.

Step 4 of the proposed algorithm is vital to final classification of look-alikes. Namely, big dark regions could be many things, i.e. algal blooms, wind shadows, result of image acquisition (depending on polarization), dirt from ships carried by ocean/sea currents, etc. However, the proposed algorithm differs from others, because different levels of data are fused. The first data is low-processed image data, and the second highly-processed information. So, it can be said that step 4 is like differential diagnostics.

ACKNOWLEDGEMENTS

This paper was funded by the Ministry of Science and Education of the Republic of Croatia through Faculty of Maritime Studies science project: “Establishment of reference database for studying the influence of weather conditions on marine video surveillance”, ERDBSIWCMVS no. 2673./2017.

7. REFERENCES

Akkartal, A., Sunar, F., (2008). The Usage of Radar Images in Oil Spill Detection. *The Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci.* XXXVII/Part B8: 271-276.

Likoka, A.A., Likoka, A.P., Karathanassi, V., (2015). Water Observation with Radar of Synthetic Opening Images. http://balwois.com/balwois/administration/full_paper/ffp-511.pdf.

Brekke, C., Solberg, A. (2005). *Feature Extraction for Oil Spill Detection Based on SAR Images*. Lecture notes in computer science, Springer, vol. 3540, pp. 75–84, Berlin.

Salberg, A.B., Rudjord, O., Solberg, A.H.S., (2014). Oil Spill Detection in Hybrid Polarimetric SAR Images. *IEEE T. Geosci. Remote.* 52(10): 6521-6533.

Santillan, J.R., Paringit, E.C., 2011. Oil Spill Detection in Envisat ASAR Images Using Radar Backscatter Thresholding and Logistic Regression Analysis. 32nd Asian Conference on Remote Sensing (ACRS 2011), 3-7 October 2011, Vol. 1, pp. 473-480, Tapei, Taiwan.

ElZaart, A. Ghosn, A.A., 2013. SAR images thresholding for oil spill detection. Proc. Saudi Int. Electronics, Communications and Photonics Conference (SIEPC), 27-30 April 2013, pp. 1-5. Riyadh, Saudi Arabia.

Ramakrishnan, R., Majumdar, T.J., (2013). Classification of oil spill in the Krishna-Godavari offshore using ERS-1 SAR images with a fuzzy logic approach. *Indian J. Mar. Sci.* 42(4): 431-436.

Fana, J., Zhangb, F., Zhaob, D., Wang, J., (2015). Oil Spill Monitoring Based on SAR Remote Sensing Imagery. *Aqu. Proc.* 2015(3): 112–118.

Kwon, T.J. & Li, J. (2012). Mapping Marine Oil Spills from Space. In: “Advances in Mapping from Remote Sensor Imagery”, CRC Press, pp. 361–386, London.

Marghany, M., (2001). RADARSAT Automatic Algorithms for Detecting Coastal Oil Spill Pollution. *Int. J. Appl. Earth Obs.* 3(2): 191-196.

Karantzalos, K., Argialas, D., (2008). Automatic Detection and Tracking of Oil Spills in SAR Imagery with Level Set Segmentation. *Int. J. Remote Sens.* 29 (21): 6281-6296.

Arvelyna, Y., Oshima, M., Kristijono, A., Gunawan, I., 2001. Auto Segmentation of Oil Slick in RADARSAT SAR Image Data around Rupa Island, Malacca Strait. 22nd Asian Conference on Remote Sensing, 5-9 November 2001, pp. 1032-1036, Singapore.

Keramitsoglou, V., Cartalis, C., Kiranoudis, C., 2002. An integrated fuzzy classification system for automatic oil spill detection using SAR images. Proc. of SPIE, Vol. 4880, pp. 131–140.

Saleh, N.M. (2004). Automated oil spill detection with ship borne radar. MSc Thesis, International Institute for Geo-information Science and Earth Observation, Enschede, Netherlands.

- Amirmazlaghani, M., Amindavar, H., Moghaddamjoo, A., (2009). Speckle Suppression in SAR Images Using the 2-D GARCH Model. *IEEE T. Image. Process.* 18(2): 250-259.
- Solberg, A.S., Brekke, C., Solberg, R., Ove Husoy, P., 2004. Algorithms for oil spill detection in Radarsat and ENVISAT SAR images. Proc. 2004 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium IGARSS '04, 20-24 September 2004, Vol. 7, pp. 4909 – 4912, Anchorage, AK, USA.
- Gasull, A., Fàbregas, X., Jiménez, J., Marqués, F., Moreno, V., Herrero, M.A., (2002). Oil Spills Detection in SAR Images Using Mathematical Morphology, Proc. of the 11th European Signal Processing Conference EUSIPCO'2002, September 2002, , vol. I, pp. 25-28, Toulouse, France.
- Lia, Y., Zhangab, Y., (2014). Synthetic aperture radar oil spills detection based on morphological characteristics. *Geo-spatial Inf. Sci.* 17(1): 8-16.
- Vyas, K., Patel, U., Shah, P., Zaveri, T., (2015). Enhancing the Capabilities of ImageJ by Incorporating Feature Extraction from SAR Images for Oil Spill Detection. *Int. J. Adv. Research Eng. Technol. (IJARET)* 6(4): 41-50
- Keramitsoglou, I., Cartalis, C., Kiranoudis, C.T., (2006). Automatic identification of oil spills on satellite images. *Environ. Modell. Softw.* 2006(21): 640–652.
- Shu, Y., Li, J., Yousif, H., Gomes, G., (2010). Dark-spot detection from SAR intensity imagery with spatial density thresholding for oil-spill monitoring. *Remote Sens. Environ.* 114: 2026–2035.
- Bhogle, P.M., Patil, S., (2012). Oil Spill Detection in SAR Images Using Texture Entropy Algorithm and Mahalanobis Classifier. *Int. J. Eng. Sci. Technol. (IJEST)* 2012(4): 4823-4826.
- Marghany, M., Hashim, M., (2011). Comparison between Mahalanobis classification and neural network for oil spill detection using RADARSAT-1 SAR data. *Int. J. Phys. Sci.* 6(3): 566-576.
- Dongmei, S., Bin, L., Shouchang, C., Yi, M., Yajie, Z., Chen, S., Jianyong, C., (2015). Classification of the Different Thickness of the Oil Film based on Wavelet Transform Spectrum Information. *Aquat. Pr.* 3: 133–143.
- Longman, F.S., Mihaylova, L.S., Coca, D., 2017. Oil Spill Segmentation in Fused Synthetic Aperture Radar Images. 4th International Conference on Control Engineering & Information Technology (CEIT), 16-18 December 2016, Hammamet, Tunisia.
- Osman, A.B., Mark O.V., Fakhruddin, M.H., Faye, I., (2017). Wavelet-based Optical Velocimetry: an Alternative Technique for Deepwater Oil Spill Flow Rate Estimation. *Indian J. Geo-Mar. Sci.* 46(12): 2579-2587.
- Lupidi, A., Staglianò, D., Martorella, M., Berizzi, F., (2017). Fast Detection of Oil Spills and Ships Using SAR Images. *Remote Sens.* 9: 230.
- Song, D., Ding, Y., Li, X., Zhang, B., Xu, M., (2017). Ocean Oil Spill Classification with RADARSAT-2 SAR Based on an Optimized Wavelet Neural Network. *Remote Sens.* 9: 799.
- Liu, B., Li, Y., Liu, C., Xie, F., Muller, J.P., (2018). Hyperspectral Features of Oil-Polluted Sea Ice and the Response to the Contamination Area Fraction. *Sensors.* 18: 234.
- Huang, X.D., Wang, C.Y., Fan, X.M., Zhang, J.L., Yang, C., Wang, Z.D., (2018). Oil Source Recognition Technology using Concentration-synchronous-matrix-fluorescence Spectroscopy Combined with 2D Wavelet Packet and Probabilistic Neural Network. *Sci. Total Environ.* 616–617: 632-638.
- Mallat, S. (2009). *A Wavelet Tour of Signal Processing*, 3rd ed., Academic Press, New York.
- Jansen, M., Oonincx, P. (2005). *Second Generation Wavelets and Applications*, Springer – Verlag, London.
- Christopher, H., Walnut, D. F. (2006). *Fundamental Papers in Wavelet Theory*, Princeton University Press, London.
- Kingsbury, N.G., Magarey, J.F.A., 1997. Wavelet Transforms in Image Processing. Proc. First European Conference on Signal Analysis and Prediction, 24-27 June 1997, pp. 23 – 24, Prague, Czech Republic.
- Vujović, I., Šoda, J., Kuzmanić, I., (2012). Cutting-edge Mathematical Tools in Processing and Analysis of Signals in Marine and Navy. *Trans. Marit. Sci.* 1(1): 35-48.
- Chandrasekhar, E., Dimri, V. P., Gadre, V. M. (2014). *Wavelets and Fractals in Earth System Sciences*, CRC Press, Boca Raton.
- Mathworks, (2018). Image Processing Toolbox – User's Guide, Mathworks, Natick, MA. Available at: https://www.mathworks.com/help/pdf_doc/images/images_tb.pdf

An evaluation on the fish diversity of Saroz Bay and Gökçeada Island (Northern Aegean Sea)

Saroz Körfezi ve Gökçeada (Kuzey Ege Denizi) Balık Tür Çeşitliliği Üzerine Bir Değerlendirme

Tülin ÇOKER¹, Okan AKYOL^{2,*}

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

²*Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 35440 Urla, İzmir, Türkiye*

ABSTRACT

In this review, updated check-list of marine fish in the Bay of Saroz, northern Aegean Sea was presented. From the results of relevant studies by the coastal fisheries and trawls in Saroz Bay, we therefore determined totally 280 fish species,

belonging to 96 families. Coastal fisheries in Saroz Bay consist of small scale such as gillnet, trammel net, longline and handline fisheries, while the large scale fisheries is very limited.

Keywords: Ichthyofauna, fish diversity, Saroz Bay, Gökçeada, Aegean Sea

Article Info

Received: 18 April 2018

Revised: 20 May 2018

Accepted: 21 May 2018

* (corresponding author)

E-mail: okan.akyol@ege.edu.tr

ÖZET

Bu derlemede, Saroz Körfezi'ndeki (Kuzey Ege Denizi) deniz balıklarının güncellenmiş tür çeşitliliği sunulmuştur. Saroz Körfezi'nde gerçekleştirilen kıyı balıkçılığı ve trol çalışmalarından toplanan sonuçlardan 96 familyaya ait 280 balık türü tespit edilmiştir. Saroz Körfezi'ndeki balıkçılık uzatma ağları, paraketa ve olta gibi küçük ölçekli balıkçılıktan oluşurken, büyük ölçekli balıkçılık oldukça sınırlıdır.

Anahtar sözcükler: İhtiyofauna, balık çeşitliliği, Saroz Körfezi, Gökçeada, Ege Denizi.

1. GİRİŞ

Türkiye'nin kuzey batısında büyük ve verimli körfezlerinden biri olan Saroz Körfezi, konumu, jeomorfolojik yapısı, hidrografik ve ekolojik özellikleri nedeniyle Ege Denizi'nde özel bir öneme sahiptir. Toplam yüzölçümü 41680 hektar olan Saroz Körfezi Edirne ve Çanakkale illerinin sınırları içinde yer almakta olup %40'ı koruma altındadır. Sularının yüksek oksijen içeriği ve körfeze dökülen akarsuların getirdiği bol besin tuzları nedeniyle tür bakımından zengin, önemli bir balıkçılık alanıdır. Körfezde başta sardalya ve hamsi olmak üzere, istavrit, karagöz, kefal, orkinos, lüfer, mercan, mezigit, mırmır, sarpa, tekir, torik ve kalamar bulunmaktadır. Saroz Körfezi hala bol balık bulunan sayılı kıyılarımızdandır (Yılmaz ve Serbest, 2005). 22.12.2010 tarihinde 27793 sayılı Bakanlar Kurulu kararı ile Saroz Körfezi'nin yaklaşık 75 bin hektarlık bölümü Türkiye'nin 15. Özel Çevre Koruma (ÖÇK) bölgesi olarak ilan edilmiştir. Topografik olarak Kuzeyde Saroz Körfezi'nden başlayan ve Girit'in kuzeyine kadar bir S şeklinde uzanan çöküntü, Ege Denizi'ni Kuzey-Güney doğrultusunda, Gökçeada ve Limni Adası'nın arkasından geçen derin çukur şeklinde iki platoya ayırmıştır (Türkoğlu vd. 2004). Bu iki platodan doğuda kalan bölümü Türkiye'nin kıta sahanlığını oluşturmaktadır. Bu çukur, körfezi dip balıkçılığı açısından elverişsiz duruma getirmektedir. Ancak, çukurun kuzeyinde ve Semadirek Adası'nın arkasında kalan oldukça geniş ve sığ deniz dibi alanı dip balıkçılığı açısından elverişlidir (Kocataş vd.

1992). Körfezin güney kısmı açığında bulunan Gökçeada deniz parkı ve adanın kuzeyi başta olmak üzere bu verimli körfezin bazı bölümleri özellikle büyük ölçekli (gırgır, trol) balıkçılığa; deniz parkının bulunduğu Yıldız Koyu ile Çiftlik Koyu arasında kıyından 1 mil uzunluğundaki alan ise her türlü balıkçılığa kapalıdır (bkz. 4/1 nolu tebliğ; no: 2016/35).

Saroz Körfezi güneyi açıklarında bulunan Gökçeada, küçük ölçekli balıkçılığın hâkim olduğu körfezin alt uzantısında önemli bir balıkçılık merkezidir. Türkiye'nin en büyük adası olan Gökçeada, büyük ölçekli balıkçılığa kapalıdır ve 1999 yılında adanın kuzey kıyılarında küçük bir alanda oluşturulmuş Türkiye'nin ilk "deniz parkının" da katkısıyla balık tür çeşitliliği bakımından oldukça zengin bir adadır. Yine Akdeniz'de zıpkınla kılıç avının yapıldığı iki bölgeden biri olan Gökçeada-Saroz Körfezi'nde (diğeri Sicilya Adası) ada balıkçıları, Marmara adalı balıkçılarla birlikte Gökçeada'nın Kaleköy limanını mesken tutan 30 kadar platformlu tekneleriyle Nisan-Haziran ayları arasında bu sahalarda avlanmaktadır. Adada 7 tip fanyalı, 9 tip sade olmak üzere toplam 16 farklı uzatma ağı ile 3 tip paraketa kullanılmaktadır. Ada civarında öne çıkan türler ise köpekbalığı, melanur, kılıç, sinarit, mercan, lüfer, kolyoz, palamut ve istakoz-böcek gibi türlerdir (Akyol ve Ceyhan, 2014).

Saroz Körfezi'nin kuzeyinde, Meriç Nehri Deltası'nda yer alan Enez Dalyanı da önemli bir balıkçılık sahasıdır. Enez lagün kompleksi, Dalyan (Peso), Işık (Üzmene) ve

Taşaltı olmak üzere üç lagünden oluşmaktadır. Bu dalyan 1972'den beri, S.S. Enez Su Ürünleri Kooperatifi tarafından işletilmektedir. Kefaller, levrek, çipura ve yılanbalıkları dalyandaki hedef türlerdir ve bunlar dalyan kuzulukları, uzatma ağları ve pinterlerle avlanmaktadır (Akyol ve Ceyhan, 2010a). Körfezin diğer önemli balıkçılık limanları ise Enez, Sultaniçe, İbrice, Kavakköy ve Kabatepe'dir. Körfez dâhilinde hedeflenen türler ve hedef dışı balık türleri son yıllarda artan bilimsel çalışmalarla ortaya çıkmaktadır. Küresel ısınmayla birlikte bu kuzey enlemlerindeki sahaya bazı egzotik türlerin de giriş yapmaya başladığı bilinmektedir. Yıllar içerisindeki tür değişimlerinin izlenmesi için farklı tarihlerde rapor edilmiş balık tür listeleri elde etmek, bu tip göç, istila ve rekabet olgularının ortaya konmasında ve aynı zamanda, elde edilen bu listeler üzerine araştırma programları kurgulamaya olan katkıları nedeniyle önemlidir.

Bu çalışmada, Saroz Körfezi'nde (Gökçeada dâhil) yapılmış çeşitli çalışmalarla saptanmış balık tür çeşitliliğinin ortaya konması amaçlanmıştır. Böylece, körfezde ve Gökçeada'da günümüze dek saptanmış mevcut balık türleri üzerine bir liste elde edilerek, tartışılmış ve konuyla ilgili araştırmacılara bir kaynak oluşturulmuştur.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Saroz Körfezi ve Gökçeada'da balık ve balıkçılık üzerine bugüne kadar yürütülen toplam 28 çalışma ve bir medya haberi (fotoğraflı bir lahosun güncel kaydı) derlenerek bahsi geçen balık türleri listelenmiştir. Listeye esas olan balıkların bilimsel isimlendirmelerinde ve türlerin dağılımlarının belirlenmesinde FishBase ve WoRMS temel alınmıştır. Balıkların orijinleri ise [A-M] Atlanto-Mediterran, [C] Kozmopolit, [L] Lesepsiyen ve [M] Akdeniz endemiği şeklinde kodlanmıştır.

3. BULGULAR

Saroz Körfezi ve Gökçeada'da 1998–2018 yılları arasında yapılan çalışmaların derlenmesiyle elde edilen tür listesine göre (Tablo 1), şimdiki dek 96 familyaya ait toplam 280 balık türü tespit edilmiştir. Bu türlerin %12,9'u kıkırdaklı balıklardan oluşmuştur. Listeye dâhil edilen balıkların orijinlerine göre dağılımı ise %77,5'i Atlanto-Mediterran, %11,8'i Kozmopolit, %10'u Endemik ve %0,7'si Lesepsiyen'dir.

Tablo 1. Saroz Körfezi'nin balık türleri

CHONDRICHTHYES

ALOPIIDAE

Alopias vulpinus (Bonnaterre, 1788) [C]²⁰

SCYLIORHINIDAE

Scyliorhinus canicula (Linnaeus, 1758) [A-M]^{2,3,7,8,9,11,12,14,19,20,22}

Scyliorhinus stellaris (Linnaeus, 1758) [A-M]^{7,11,13,19,20}

Galeus melastomus Rafinesque, 1810 [A-M]^{3,7,11,12,19,20}

TRIAKIDAE

Mustelus asterias Cloquet, 1819 [A-M]^{7,12,19,20}

Mustelus mustelus (Linnaeus, 1758) [A-M]^{3,7,11,12,14,19,20}

Mustelus punctulatus Risso, 1827 [A-M]⁷

SQUALIDAE

Squalus acanthias Linnaeus, 1758 [C]^{2,7,8,9,11,19}

Squalus blainville (Risso, 1827) [A-M]^{3,7,8,9,12,14,19,20,22}

DALATIIDAE

Etmopterus spinax (Linnaeus, 1758) [A-M]^{3,7,11,12,19,20}

Dalatias licha (Bonnaterre, 1788) [C]^{12,20}

HEXANCHIDAE

Hepranchias perlo (Bonnaterre, 1788) [C]^{3,7}
Hexanchus griseus (Bonnaterre, 1788) [C]^{3,7,20}

CENTROPHORIDAE

Centrophorus granulosus (Bloch and Schneider, 1801) [C]⁷

ODONTASPIDIDAE

Carcharias taurus Rafinesque, 1810 [C]^{7,19}

CARCHARHINIDAE

Prionace glauca (Linnaeus, 1758) [C]^{12,20}

SPHYRNIDAE

Sphyrna zygaena (Linnaeus, 1758) [C]¹²

OXYNOTIDAE

Oxynotus centrina (Linnaeus, 1758) [A-M]^{7,8,9,12,19}

SQUATINIDAE

Squatina squatina (Linnaeus, 1758) [A-M]^{7,12,13}

RHINOBATIDAE

Rhinobatos rhinobatos (Linnaeus, 1758) [A-M]¹²

TORPEDINIDAE

Torpedo nobiliana (Bonaparte, 1835) [A-M]¹

Torpedo marmorata Risso, 1810 [A-M]^{1,3,7,8,9,10,11,12,13,19}

RAJIDAE

Dipturus oxyrinchus (Linnaeus, 1758) [A-M]^{3,4,7,8,9,11,12,19,20}

Leucoraja naevus (Müller and Henle, 1841) [A-M]^{4,7,12}

Raja clavata Linnaeus, 1758 [A-M]^{3,4,7,8,9,11,12,14,19}

Raja miraletus Linnaeus, 1758 [A-M]^{1,3,4,7,8,9,11,12,13}

Raja asterias Delaroche, 1809 [M]^{8,9,13}

Raja radula Delaroche, 1809 [M]^{1,2,3,4,7,8,9,12,13}

Rostroraja alba (Lacepède, 1803) [A-M]^{3,4,7,11,12,13,19}

DASYATIDAE

Dasyatis pastinaca (Linnaeus, 1758) [A-M]^{1,3,4,7,8,9,11,12,13,19,22}

Bathytoshia lata (Garman, 1880) [A-M]^{4,7}

Dasyatis tortonesei Capapé, 1975 [M]¹²

GYMNURIDAE

Gymnura altavela (Linnaeus, 1758) [A-M]^{4,7}

MYLIOBATIDAE

Mobula mobular (Bonnaterre, 1788) [A-M]¹²

Myliobatis aquila (Linnaeus, 1758) [A-M]^{1,3,4,7,8,9,11,19}

Aetomylaeus bovinus (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817) [A-M]^{4,7}

HOLOCEPHALI

CHIMAERIDAE

Chimaera monstrosa Linnaeus, 1758 [A-M]^{7,11,12,19}

OSTEICHTHYES

CLUPEIDAE

Alosa fallax (Lacepède, 1803) [A-M]^{1,10,12,13}

Sardina pilchardus (Walbaum, 1792) [A-M]^{7,12,14,15,16,18,24*,25*}

Sprattus sprattus (Linnaeus, 1758) [A-M]^{7,8,14,16,18,25*}

Sardinella aurita Valenciennes, 1847 [A-M]^{1,12,13,15}

Sardinella maderensis (Lowe, 1838) [A-M]¹²

ENGRAULIDAE

Engraulis encrasicolus (Linnaeus, 1758) [A-M]^{1,3,7,8,9,11,14,16,21,24*}

ARGENTINIDAE

Argentina sphyraena Linnaeus, 1758 [A-M]^{3,7,9,11,12,14,19,22}

AULOPIDAE

Aulopus filamentosus (Bloch, 1792) [A-M]¹²

CHLOROPHTHALMIDAE

Chlorophthalmus agassizi Bonaparte, 1840 [C]^{7,12,19}

MURAENIDAE

Muraena helena Linnaeus, 1758 [A-M]^{12,13}

CONGRIDAE

Conger conger (Linnaeus, 1758) [A-M]^{2,3,7,8,9,11,12,13,14,19,20,22}

OPHICHTHIDAE

Echelus myrus Linnaeus, 1758 [A-M]¹²

Ophisurus serpens (Linnaeus, 1758) [A-M]⁷

SYNGNATHIDAE

Hippocampus guttulatus Cuvier, 1829 [A-M]¹²

Nerophis ophidion (Linnaeus, 1758) [A-M]^{16,21}

Syngnathus acus Linnaeus, 1758 [A-M]^{12,16,21,22}

Syngnathus abaster Risso, 1827 [A-M]¹⁶

Syngnathus typhle Linnaeus, 1758 [A-M]^{7,12,16,21}

MERLUCCIDAE

Merluccius merluccius (Linnaeus, 1758) [A-M]^{1,2,3,6,7,8,9,10,11,12,13,14,19,20,25*}

GADIDAE

Gadiculus argenteus Guichenot, 1850 [A-M]^{3,7,11,12,19,22}

Merlangius merlangus (Linnaeus, 1758) [A-M]^{3,7,8,9,12,24*}

Micromesistius poutassou (Risso, 1827) [A-M]^{3,7,11,12,19}

Trisopterus capelanus (Lacepède, 1800) [M]^{3,7,8,9,12,13}

LOTIDAE

Gaidropsarus mediterraneus (Linnaeus, 1758) [A-M]^{12,21,24*,25*}

Gaidropsarus biscayensis (Collett, 1890) [A-M]^{12,21}

Gaidropsarus vulgaris (Cloquet, 1824) [A-M]^{25*}

Molva dipterygia (Pennant, 1784) [A-M]^{11,12}

Molva macrophthalma (Rafinesque, 1810) [A-M]^{3,7,19}

Molva molva (Linnaeus, 1758) [A-M]¹⁴

MORIDAE

Lepidion lepidion (Risso, 1810) [M]²⁰

Mora moro (Risso, 1810) [A-M]²⁰

PHYCIDAE

Phycis blennoides (Brünnich, 1768) [A-M]^{3,7,8,9,11,19,20}

Phycis phycis (Linnaeus, 1766) [A-M]^{1,7,12,13,20,21}

CAPROIDAE

Capros aper (Linnaeus, 1758) [A-M]^{3,7,8,9,11,19,22}

BALISTIDAE

Balistes capriscus Gmelin, 1789 [A-M]¹²

BELONIDAE

Belone belone (Linnaeus, 1760) [A-M]^{12,15,16,18,21}

GONOSTOMATIDAE

Cyclothone braueri Jespersen and Taning, 1926 [C]²⁰

MACROURIDAE

Coelorinchus caelorhincus (Risso, 1810) [A-M]^{3,7,11,12,19,22}

Hymenocephalus italicus Giglioli, 1884 [A-M]^{7,12,19}

Nezumia aequalis (Günther, 1878) [A-M]¹¹

Nezumia sclerorhynchus (Valenciennes, 1838) [A-M]¹²

Trachyrincus scabrus (Rafinesque, 1810) [A-M]¹²

MYCTOPHIDAE

Benthoosema glaciale (Reinhardt, 1837) [A-M]^{12,20,24*}

Ceratoscopelus maderensis (Lowe, 1839) [A-M]¹²

Diaphus holti Taning, 1918 [A-M]^{12,24*}

Hygophum benoiti (Cocco, 1838) [A-M]¹²

Hygophum hygomii (Lütken, 1892) [C]^{24*}

Lampanyctus crocodilus (Risso, 1810) [A-M]²⁰

Lobianchia dofleini (Zugmayer, 1911)[C]¹²

Myctophum nitidulum Garman, 1899 [C]¹²

Notoscopelus elongatus (Costa, 1844)[M]¹²

CHLOPSIDAE

- Chlopsis bicolor* Rafinesque, 1810 [A-M]¹²
CALLANTHIIDAE
Callanthias ruber (Rafinesque, 1810) [A-M]¹²
TETRAODONTIDAE
Lagocephalus lagocephalus (Linnaeus, 1758) [C]¹²
Lagocephalus spadiceus (Richardson, 1845) [L]¹²
Sphoeroides pachygaster (Müller and Troschel, 1848) [C]²⁷
LOBOTIDAE
Lobotes surinamensis (Bloch, 1790) [C]¹²
CENTROLOPHIDAE
Centrolophus niger (Gmelin, 1789) [A-M]^{20,25*}
ZEIDAE
Zeus faber Linnaeus, 1758 [C]^{3,7,8,9,11,12,13,19,22}
SERRANIDAE
Anthias anthias (Linnaeus, 1758) [A-M]¹²
Epinephelus costae (Steindachner, 1878) [A-M]¹²
Epinephelus marginatus (Lowe, 1834) [A-M]¹²
Epinephelus aeneus (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817) [A-M]^{28,29}
Serranus cabrilla (Linnaeus, 1758) [A-M]^{1,3,7,8,9,11,12,13,15,16,18,21,22,24*}
Serranus hepatus (Linnaeus, 1758) [A-M]^{7,8,9,11,12,13,14,16,18,21,22,24*}
Serranus scriba (Linnaeus, 1758) [A-M]^{1,2,7,8,9,12,13,15,16,18,21,22}
MORONIDAE
Dicentrarchus labrax (Linnaeus, 1758) [A-M]^{2,12}
CEPOLIDAE
Cepola macrophthalma (Linnaeus, 1758) [A-M]^{3,7,8,9,12,13,14,22,24*}
TRACHICHTHYIDAE
Hoplostethus mediterraneus Cuvier, 1829 [C]^{3,7,11,12,19}
CORYPHAENIDAE
Coryphaena hippurus Linnaeus, 1758 [C]¹²
POMATOMIDAE
Pomatomus saltatrix (Linnaeus, 1766) [A-M]^{1,2,6,7,12,13,14,21,28}
CARANGIDAE
Lichia amia (Linnaeus, 1758) [A-M]^{10,12,21,28}
Naucrates ductor (Linnaeus, 1758) [C]¹²
Seriola dumerili (Risso, 1810) [C]^{12,13}
Trachurus picturatus (Bowdich, 1825) [A-M]⁷
Trachurus mediterraneus (Steindachner, 1868) [A-M]^{1,2,3,7,10,12,13,15}
Trachurus trachurus (Linnaeus, 1758) [A-M]^{1,3,7,8,9,11,12,13,15,19,21,22,24*}
Trachinotus ovatus (Linnaeus, 1758) [A-M]^{12,16,18}
POLYPRIONIDAE
Polyprion americanus (Bloch and Schneider, 1801) [A-M]^{12,20}
SCIAENIDAE
Sciaena umbra Linnaeus, 1758 [A-M]^{12,13,21}
Umbrina cirrosa (Linnaeus, 1758) [A-M]^{2,12}
MULLIDAE
Mullus barbatus barbatus Linnaeus, 1758 [A-M]^{1,3,6,7,8,9,11,12,13,14,15,16,18,19,21,24*}
Mullus surmuletus Linnaeus, 1758 [A-M]^{1,2,6,7,9,11,12,13,14,16,18,21,24*}
SPARIDAE
Boops boops (Linnaeus, 1758) [A-M]^{1,2,3,6,7,8,9,10,11,12,13,19,21,22,28}
Dentex dentex (Linnaeus, 1758) [A-M]^{1,6,7,8,9,11,12,13,21,22,28}
Dentex gibbosus (Rafinesque, 1810) [A-M]^{24*}
Dentex macrophthalmus (Bloch, 1791) [A-M]^{2,7,8,9,14}
Dentex maroccanus Valenciennes, 1830 [A-M]^{3,7,8,9,11,12,13,19}
Diplodus annularis (Linnaeus, 1758) [A-M]^{1,3,7,10,12,13,14,15,16,18,21,22}
Diplodus puntazzo (Walbaum, 1792) [A-M]^{1,7,12,13,16,18,21,22}
Diplodus sargus (Linnaeus, 1758) [A-M]^{1,6,12,13,16,18,21,22,28}
Diplodus vulgaris (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817) [A-M]^{1,2,3,6,7,10,12,13,15,16,18,21,22,28}
Lithognathus mormyrus (Linnaeus, 1758) [A-M]^{1,2,6,12,13,15,16,18,21,24*}

- Oblada melanura* (Linnaeus, 1758) [A-M]^{1,2,6,7,12,13,15,21,28}
Pagellus acarne (Risso, 1827) [A-M]^{1,7,8,9,10,11,12,15,16,18,19,21}
Pagellus bogaraveo (Brünnich, 1768) [A-M]^{3,7,8,9,11,12,13,14,15,16,18,19}
Pagellus erythrinus (Linnaeus, 1758) [A-M]^{1,3,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,18,19,21}
Pagrus pagrus (Linnaeus, 1758) [A-M]^{2,7,8,9,12,13}
Sarpa salpa (Linnaeus, 1758) [A-M]^{1,2,6,10,12,13,15,16,18,21,28}
Sparus aurata Linnaeus, 1758 [A-M]^{2,6,12,21,22}
Spondyliosoma cantharus (Linnaeus, 1758) [A-M]^{1,3,6,7,10,12,13,15,16,21,22}
CENTRACANTHIDAE
Centracanthus cirrus Rafinesque, 1810 [A-M]^{8,9}
Spicara smaris (Linnaeus, 1758) [A-M]^{1,3,7,8,9,11,12,13,14,15,16,18,21,22}
Spicara maena (Linnaeus, 1758) [A-M]^{1,3,7,8,9,10,11,12,13,14,16,18,21,22}
POMACENTRIDAE
Chromis chromis (Linnaeus, 1758) [A-M]^{1,12,13,16,18,21,22}
LABRIDAE
Coris julis (Linnaeus, 1758) [A-M]^{1,2,3,7,12,13,15,16,18,21,22}
Labrus mixtus Linnaeus, 1758 [A-M]^{12,13}
Labrus bergylta Ascanius, 1767 [A-M]^{12,13}
Labrus merula Linnaeus, 1758 [A-M]^{1,12,13}
Labrus viridis Linnaeus, 1758 [A-M]^{12,13}
Symphodus cinereus (Bonnaterre, 1788) [A-M]^{1,12,16,18,21,22}
Symphodus tinca (Linnaeus, 1758) [A-M]^{1,7,13,16,18,21,22}
Symphodus roissali (Risso, 1810) [A-M]^{1,21,22}
Symphodus rostratus (Bloch, 1791) [M]^{1,13,16,21,22}
Symphodus melops (Linnaeus, 1758) [A-M]¹³
Symphodus doderleini Jordan, 1890 [M]^{12,22}
Symphodus mediterraneus (Linnaeus, 1758) [A-M]^{12,13,16,18,21,22}
Symphodus ocellatus (Linnaeus, 1758) [A-M]^{12,16,18,21,22}
Centrolabrus melanocercus (Risso, 1810) [M]^{16,18,22}
Thalassoma pavo (Linnaeus, 1758) [A-M]^{12,22}
Xyrichtys novacula (Linnaeus, 1758) [A-M]¹²
AMMODYTIDAE
Gymnammodytes cicerelus (Rafinesque, 1810) [A-M]^{24*,25*}
TRACHINIDAE
Trachinus draco Linnaeus, 1758 [A-M]^{1,2,3,6,7,8,9,12,13,16,18,21,22}
Trachinus radiatus Cuvier, 1829 [A-M]^{1,7,12,22}
Echiichthys vipera (Cuvier, 1829) [A-M]^{8,9,12,22}
Trachinus araneus Cuvier, 1829 [A-M]^{1,10,12,13}
URANOSCOPIDAE
Uranoscopus scaber Linnaeus, 1758 [A-M]^{1,2,3,7,8,9,12,13,16,21,22,24*}
TRACHIPTERIDAE
Trachipterus trachipterus (Gmelin, 1789) [C]¹²
TRICHIURIDAE
Lepidopus caudatus (Euphrasen, 1788) [A-M]^{3,7,11,12,19,25*}
SCOMBRIDAE
Auxis rochei (Risso, 1810) [C]¹²
Sarda sarda (Bloch, 1793) [A-M]^{6,12,24*,28}
Scomber colias Gmelin, 1789 [A-M]^{1,2,3,6,7,10,12,13,14,15,28}
Scomber scombrus Linnaeus, 1758 [A-M]^{2,3,7,8,9,12,13,15,19,24*,28}
Thunnus thynnus (Linnaeus, 1758) [A-M]¹²
XIPHIIDAE
Xiphias gladius Linnaeus, 1758 [C]^{6,12,28}
GOBIIDAE
Aphia minuta (Risso, 1810) [A-M]²³
Buenia affinis Iljin, 1930 [M]²³
Chromogobius quadrivittatus (Steindachner, 1863) [M]²³
Chromogobius zebratus (Kolombatovic, 1891) [M]²³
Deltentosteus quadrimaculatus (Valenciennes, 1837) [A-M]^{7,8,9}

- Gobius auratus* Risso, 1810 [A-M]^{22,23}
Gobius bucchichi Steindachner, 1870 [M]^{21,22,23}
Gobius cruentatus Gmelin, 1789 [A-M]^{22,23}
Gobius paganellus Linnaeus, 1758 [A-M]^{12,22,23,24*}
Gobius geniporus Valenciennes, 1837 [M]^{16,18,21,22,23}
Gobius cobitis Pallas, 1814 [A-M]^{1,12,21,23}
Gobius kolombatovici Kovacic and Miller, 2000 [M]²³
Gobius roulei de Buen, 1928 [A-M]²³
Gobius niger Linnaeus, 1758 [A-M]^{7,8,9,12,13,14,21,22,23}
Gobius vittatus Vinciguerra, 1883 [M]²³
Lesueurigobius friesii (Malm, 1874) [A-M]^{7,12,14,23}
Millerigobius macrocephalus (Kolombatovic, 1891) [M]²³
Pomatoschistus marmoratus (Risso, 1810) [A-M]^{12,16,18,21}
Pomatoschistus microps (Kroyer, 1838) [A-M]^{24*}
Pomatoschistus minutus (Pallas, 1770) [A-M]^{24*,26}
Pomatoschistus bathi Miller, 1982 [M]²³
Pomatoschistus pictus (Malm, 1865) [A-M]^{24*}
Pseudaphya ferreri (de Buen and Fage, 1908) [M]²³
Thorogobius ephippiatus (Lowe, 1839) [A-M]²³
Thorogobius macrolephis (Kolombatovic, 1891) [M]²³
Zebrus zebrus (Risso, 1827) [M]²³
Zosterisessor ophiocephalus (Pallas, 1814) [M]^{21,23}
- DACTYLOPTERIDAE
Dactylopterus volitans (Linnaeus, 1758) [A-M]^{12,13}
- SEBASTIDAE
Helicolenus dactylopterus (Delaroche, 1809) [A-M]^{3,7,8,9,11,12,19,20}
- BLENNIIDAE
Aidablennius sphyinx (Valenciennes, 1836) [A-M]^{21,22}
Blennius ocellaris Linnaeus, 1758 [A-M]^{3,7,8,9,12,14}
Coryphoblennius galerita (Linnaeus, 1758) [A-M]¹²
Parablennius gattorugine (Linnaeus, 1758) [A-M]¹²
Parablennius tentacularis (Brünnich, 1768) [A-M]^{12,21}
Parablennius sanguinolentus (Pallas, 1814) [A-M]^{12,21}
Parablennius incognitus (Bath, 1968) [A-M]²¹
Salaria pavo (Risso, 1810) [A-M]²¹
- CLINIDAE
Clinitrachus argentatus (Risso, 1810) [A-M]²²
- SPHYRAENIDAE
Sphyraena sphyraena (Linnaeus, 1758) [A-M]^{1,7,10,12,21}
Sphyraena viridensis Cuvier, 1829 [A-M]^{7,12}
- MUGILIDAE
Chelon labrosus (Risso, 1827) [A-M]^{12,16,18,21}
Liza aurata (Risso, 1810) [A-M]^{2,12,16,18,21}
Liza ramada (Risso, 1827) [A-M]^{12,13,21}
Liza carinata (Valenciennes, 1836) [L]¹²
Liza saliens (Risso, 1810) [A-M]²¹
Mugil cephalus Linnaeus, 1758 [C]¹²
Oedalechilus labeo (Cuvier, 1829) [A-M]^{1,12,13,21}
- ATHERINIDAE
Atherina boyeri Risso, 1810 [A-M]^{16,21,22}
Atherina hepsetus Linnaeus, 1758 [A-M]^{12,13,21}
Atherina presbyter Cuvier, 1829 [A-M]¹²
- SCORPAENIDAE
Scorpaena elongata Cadenat, 1943 [A-M]⁷
Scorpaena notata Rafinesque, 1810 [A-M]^{1,2,3,7,8,9,12,13,14,16,18,21}
Scorpaena porcus Linnaeus, 1758 [A-M]^{1,2,3,6,7,12,13,16,18,21,22}
Scorpaena scrofa Linnaeus, 1758 [A-M]^{7,12,13,15,16,18,22}
Scorpaena maderensis Valenciennes, 1833 [A-M]^{7,16,18,22}

TRIGLIDAE

- Chelidonichthys cuculus* (Linnaeus, 1758) [A-M]^{7,9,19,22}
Chelidonichthys lastoviza (Bonnaterre, 1788) [A-M]^{3,7,8,9,12,13,17,22}
Chelidonichthys lucerna (Linnaeus, 1758) [A-M]^{2,3,7,8,9,10,11,12,13,17,19,21,22}
Eutrigla gurnardus (Linnaeus, 1758) [A-M]^{3,7,8,9,12,14,17,19,22}
Trigla lyra Linnaeus, 1758 [A-M]^{3,7,8,9,11,12,17,19,22}
Lepidotrigla cavillone (Lacepède, 1801) [A-M]^{3,7,8,9,11,12,14,17,19}

PERISTEDIIDAE

- Peristedion cataphractum* (Linnaeus, 1758) [A-M]^{7,12,19}

TRIPTERYGIIDAE

- Tripterygion delaisi* Cadenat and Blache, 1970 [A-M]²²
Tripterygion tripteronotum (Risso, 1810) [M]²²

CITHARIDAE

- Citharus linguatula* (Linnaeus, 1758) [A-M]^{5,7,8,9,11,12,13,14,19,22}

SCOPHTHALMIDAE

- Lepidorhombus boscii* (Risso, 1810) [A-M]^{3,5,7,11,12,19}
Lepidorhombus whiffiagonis (Walbaum, 1792) [A-M]^{5,7}
Scophthalmus maximus (Linnaeus 1758) [A-M]⁷
Scophthalmus rhombus (Linnaeus, 1758) [A-M]^{2,5,7,12}

PLEURONECTIDAE

- Platichthys flesus* (Linnaeus, 1758) [A-M]¹²

BOTHIDAE

- Arnoglossus kessleri* Schmidt, 1915 [M]¹⁶
Arnoglossus laterna (Walbaum, 1792) [A-M]^{1,3,5,7,8,9,13,14,16,21,24*}
Arnoglossus imperialis (Rafinesque, 1810) [A-M]^{1,5,7}
Arnoglossus rueppelii (Cocco, 1844) [A-M]⁵
Arnoglossus thori Kyle, 1913 [A-M]^{1,5,7,8,9,13,16,21,22}
Bothus podas (Delaroche, 1809) [A-M]^{1,12,13,16,21}

SOLEIDAE

- Buglossidium luteum* (Risso, 1810) [A-M]^{1,12,13}
Microchirus ocellatus (Linnaeus, 1758) [A-M]^{5,7,12,13,14}
Microchirus variegatus (Donovan, 1808) [A-M]^{5,7,8,9,12,13,24*}
Monochirus hispidus Rafinesque, 1814 [A-M]^{1,5,7,12,13}
Pegusa impar (Bennet, 1831) [A-M]²¹
Pegusa nasuta (Pallas, 1814) [M]^{1,2,12,14}
Pegusa lascaris (Risso, 1810) [A-M]^{12,13}
Synapturichthys kleinii (Risso, 1827) [A-M]¹²
Solea solea (Linnaeus, 1758) [A-M]^{3,5,7,8,9,12,13,14,22,25*}

CYNOGLOSSIDAE

- Symphurus nigrescens* Rafinesque, 1810 [A-M]^{5,7,8,9}

LOPHIIDAE

- Lophius budegassa* Spinola, 1807 [A-M]^{7,8,9,11,19}
Lophius piscatorius Linnaeus, 1758 [A-M]^{3,7,12,13,14}

CALLIONYMIDAE

- Callionymus fasciatus* Valenciennes, 1837 [M]⁷
Callionymus lyra Linnaeus, 1758 [A-M]^{7,8,9,14,24*}
Callionymus maculatus Rafinesque, 1810 [A-M]²²
Callionymus pusillus Delaroche, 1809 [A-M]^{8,9,12,21,24*}
Synchiropus phaeton (Günther, 1861) [A-M]^{12,22}

STERNOPTYCHIDAE

- Argyrolepecus hemigymnus* Cocco, 1829 [C]^{12,20}
Maurolicus muelleri (Gmelin, 1789) [C]^{7,19,24*}

STOMIIDAE

- Stomias boa boa* (Risso, 1810) [A-M]²⁰

OPHIDIIDAE

- Ophidion barbatum* Linnaeus, 1758 [A-M]^{1,3,7,8,9,12,13}
Ophidion rochei Müller, 1845 [M]^{7,14,19}

GOBIESOCIDAE

Diplecogaster bimaculata (Bonnaterre, 1788) [A-M]²¹

Lepadogaster candolii Risso, 1810 [A-M]¹²

CENTRISCIDAE

Macroramphosus gracilis (Lowe, 1839) [C]¹²

Macroramphosus scolopax (Linnaeus, 1758) [C]^{7,19}

APOGONIDAE

Apogon imberbis (Linnaeus, 1758) [A-M]¹³

ANGUILLIDAE

Anguilla anguilla (Linnaeus, 1758) [A-M]¹²

MOLIDAE

Mola mola (Linnaeus, 1758) [C]¹²

Ranzania leavis (Pennant, 1776) [C]¹²

ECHENEIDAE

Remora remora (Linnaeus, 1758) [C]¹²

ISTIOPHORIDAE

Tetrapturus belone Rafinesque, 1810 [M]¹²

¹Keskin ve Ünsal (1998); ²Torcu-Koç vd. (2004); ³İşmen vd. (2007); ⁴Yığın ve İşmen (2009); ⁵Özekinci vd. (2009); ⁶Akyol ve Ceyhan (2010b); ⁷Cengiz vd. (2011); ⁸Altuğ vd. (2011); ⁹Keskin vd. (2011); ¹⁰Akmirza (2013); ¹¹Keskin vd. (2014); ¹²Gönülal ve Güreşen (2014); ¹³Karakulak vd. (2006); ¹⁴Bozkurt (2010); ¹⁵Cengiz (2013); ¹⁶Altın vd. (2015); ¹⁷Arslan İhsanoğlu vd. (2016); ¹⁸Altın ve Ayyıldız (2018); ¹⁹Öz ve İşmen (2017); ²⁰Gönülal (2017); ²¹Keskin vd. (2013); ²²Dalyan vd. (2015); ²³Engin vd. (2016); ²⁴Türkoğlu vd. (2004); ²⁵Çoker ve Cihangir (2015); ²⁶Ozen vd. (2007); ²⁷Eryılmaz vd. (2003); ²⁸Yıldız vd. (2012); ²⁹Milliyet (2014). *ihtiyoplankton.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Saroz Körfezi sularında ve Gökçeada kıyılarında şimdiye dek yapılmış çalışmalardan toplam 280 balık türünü içeren bir liste elde edilmiştir. Bölgede yapılmış çalışmaların azlığı, derin deniz türlerinin tam olarak belirlenememesi, örnekleme araçları ve bunların seçiciliği de göz önüne alındığında, şüphesiz, bu tür listesi körfezdeki mevcut balık türlerinin bir kısmını kapsıyor olmalıdır. Belirlenen tür sayısı Bilecenoğlu vd. (2014)'nin Ege Denizi için bildirdiği güncellenmiş balık tür sayısının yaklaşık %64'üdür. Kuzey enlemlerinde yer alan Saroz Körfezi'nin balık tür çeşitliliği devam edecek çalışmalarla ve bölgeye ulaşması muhtemel egzotik ve yabancı balık türleriyle şüphesiz daha da artabilir.

Bu derlemede, *Dentex gibbosus*, *Hygophum hygomi* ve *Gymnamodytes cicerelus* türleri sadece ihtiyoplankton çalışmalarıyla saptanmıştır. Bu türlerle beraber 34 türe ait yumurta-larva da Saroz Körfezi ve Gökçeada civarından bildirilmiştir. Erginleri ister mesopelajik ister demersal olsun farklı derinliklerde yaşayan birçok türden balığın

yumurta ve larvası planktonda ergin türlere nazaran daha pratik olarak basit bir kepçeyle elde edilebilmektedir. Leiby (1984), balık tür çeşitliliği çalışmalarında ihtiyoplanktonun önemini vurgulamaktadır ve bu tür çalışmalara daha fazla ihtiyaç vardır.

Listede yer alan *Spicara flexuosa* ve *S. maena*'ya ait ayrı kayıtlar, FishBase'de kabul edilmiş geçerli tür ismi olan *S. maena* olarak birleştirilmiştir. Tür isimleri güncellenmiş ve kabul edilen son hali ile verilmiştir (örneğin *Epinephelus alexandrinus* yerine *E. costae*). Daha önce bir kayıta (Cengiz vd. 2011) verilen *Alosa agone* türü tirsi balığı Avrupa göllerinde yaşayan bir tatlı su formu olduğu için listeden çıkarılmıştır. Ayrıca, *Molva machrophthalma* ve *Atherina presbyter* sadece Batı Akdeniz'de bulunan türler; *Myctophum nitidulum* ve *Macrorhamphosus gracilis* Akdeniz'de bulunmayan türler olarak bölge için şüpheli kayıtlar olarak görünmektedir. Bu durumu Yunanistan'ın Ege Denizi için güncellenmiş balık tür listesi de teyit etmektedir (Papaconstantinou, 2014). Bunun yanı sıra Bilecenoğlu vd. (2014)'ne göre, çok yakın türler olarak *Macrorhamphosus gracilis* ile *M. scolopax*'ın

genetik ayrımı son analizlerde yapılamamıştır. Söz konusu şüpheli türlerin doğruluğunu kontrol etmek ise müze kayıtları bulunmaması sebebiyle mümkün görünmemektedir.

Bu çalışmada, Saroz Körfezi'nde iki Lesepsiyen tür kaydedilmiştir. Bunlardan *Lagocephalus spadiceus* türü balon balığı daha önce Çanakkale Boğazı'ndan da kaydedildiği için (Tuncer vd., 2008) mantıklı olmakla beraber, *Liza carinata* türü kefal ispata muhtaçtır. Sonuçta, Saroz Körfezi balık faunasının tam olarak belirlenmesi ve izlenmesi için daha kapsamlı ve yeni araştırmalara ihtiyaç vardır.

5. KAYNAKLAR

Yılmaz, R., Serbest, D., (2005). Researches on the environmental effects of the coastal sand dunes in Saros Gulf. *Trakya Univ. Journal of Science* 6: 83-90. (in Turkish).

Türkoğlu, M., Ünsal, M., İşmen, A., Mavili, S., Sever, T.M., Yenici, E., Kaya, S., Çoker, T. (2004). *Çanakkale Boğazı ve Saroz Körfezi (Kuzey Ege Denizi) alt ve üst besin tabakalarının dinamiği*. TUBITAK YDABAG-101Y081 nolu Proje sonuç raporu. 306 s.

Kocataş, A., Bilecik, N. (1992). *Ege Denizi Canlı Kaynakları*. Bodrum Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Yayınları, Seri A No: 7, Bodrum, 88 s.

Akyol, O. & Ceyhan, T. (2014). Fisheries in Gökçeada. In: Hazırlayanlar: B. Öztürk & Y. Pazarkaya. *Gökçeada-Doğa ve Kültür Varlıkları*. Cem Yayınevi, pp. 93-103, İstanbul. (in Turkish).

Akyol, O., Ceyhan, T., (2010a). Fisheries in Enez Lagoon (Edirne, Northern Aegean Sea). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 27: 31-34. (in Turkish).

Keskin, Ç., Ünsal, N., (1998). The fish fauna of Gökçeada Island, NE Aegean Sea, Turkey. *Italian Journal of Zoology* 65 (Suppl.): 299-302.

Torcu-Koç, H., Aka, Z., Türker Çakır, D., (2004). An investigation on fishes of Saros Bay (northern Aegean Sea). *BAÜ Fen Bil. Enst. Dergisi* 6(2): 4-12.

Ismen, A., Ozen, O., Altinagaç, U., Özekinci, U., Ayaz, A., (2007). Weight-length relationships of 63 fish species in Saros Bay, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology* 23: 707-708.

Yığın, C.C., Ismen, A., (2009). Length-weight relationships for seven rays from Saros Bay (North Aegean Sea). *Journal of Applied Ichthyology* 25(Suppl.): 106-108.

Özekinci, U., Cengiz, Ö., Ismen, A., Altinagaç, U., Ayaz, A., (2009). Length-weight relationships of thirteen flatfishes (Pisces: Pleuronectiformes) from Saros Bay (North Aegean Sea, Turkey). *Journal of Animal and Veterinary Advances* 8(9): 1800-1801.

Akyol, O., Ceyhan, T., (2010b). Coastal fisheries and fishing resources of Gökçeada Island (Aegean Sea). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 27: 1-5. (in Turkish).

Cengiz, Ö., İşmen, A., Özekinci, U., Öztekin, A., (2011). An investigation on fish fauna of Saros Bay (northern Aegean Sea). *Afyon Kocatepe University Journal of Science* 11: 31-37. (in Turkish).

Altuğ, G., Aktan, Y., Oral, M., Topaloğlu, B., Dede, A., Keskin, Ç., İşinibilir, M., Çardak, M., Çiftçi, P.S., (2011). Biodiversity of the northern Aegean Sea and southern part of the Sea of Marmara, Turkey. *Marine Biodiversity Records* 4: 65.

Keskin, Ç., Turan, C., Ergüden, D., (2011). Distribution of the Demersal fishes on the continental shelves of the Levantine and North Aegean Seas (Eastern Mediterranean). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 11: 413-423. doi: 10.4194/trjfas.2011.0311

Akmirza, A., (2013). Monogeneans of fish near Gökçeada, Turkey. *Turkish Journal of Zoology* 37: 441-448.

Keskin, Ç., Ordines, F., Ates, C., Moranta, J., Massuti, E., (2014). Preliminary evaluation of landings and discards of the Turkish bottom trawl fishery in the northeastern Aegean Sea (eastern Mediterranean). *Scientia Marina* 78(2): 213-225.

Gönülal, O., Güreşen, S.O., (2014). A list of macrofauna on the continental shelf of Gökçeada Island (northern Aegean Sea) with a new record (*Gryphus vitreus* Born, 1778) for the Turkish seas. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment* 20(3): 228-252.

Karakulak, F.S., Erk, H., Bilgin, B., (2006). Length-weight relationships for 47 coastal fish species from the northern Aegean Sea, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology* 22: 274-278.

Bozkurt, Ö. (2010). Comparisons of trawl catch compositions in Saros and Gökova Bays. Yüksek Lisans Tezi, DEÜ Fen Bil. Enst., 72 s. (in Turkish).

- Cengiz, Ö., (2013). Length-weight relationships of 22 fish species from the Gallipoli Peninsula and Dardanelles (Northeastern Mediterranean, Turkey). *Turkish Journal of Zoology* 37: 419-422.
- Altın, A., Ayyıldız, H., Kale, S., Alver, C., (2015). Length-weight relationships of forty-nine fish species from shallow waters of Gökçeada Island, northern Aegean Sea. *Turkish Journal of Zoology* 39: 971-975.
- Arslan Ihsanoglu, M., Ismen, A., Yigin, C.C. 2016. *Distribution and population structure of gurnard species (Triglidae) in Saros Bay (North Aegean Sea, Turkey)*. Rapp. Comm. Int. Mer Médit., 41: 378.
- Altın, A., Ayyıldız, H., (2018). Relationships between total length and otolith measurements for 36 fish species from Gökçeada Island, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology* 34: 136-141.
- Öz, M.İ., İşmen, A., 2017. Saros Körfezi derin deniz balıkları. In: O. Gönülal, B. Öztürk & N. Başusta, (eds.). I. Türkiye Derin Deniz Ekosistemi Çalıştayı, 19 Haziran, pp 101-111, Gökçeada, Bildiriler Kitabı. TUDAV yayını no: 45.
- Gönülal, O., 2017. Kuzey Ege derin deniz (500-1500 m) macrofauna topluluğu. In: Gönülal, O., Öztürk, B. & Başusta, N. (eds.). I. Türkiye Derin Deniz Ekosistemi Çalıştayı, 19 Haziran, pp 129-138, Gökçeada, Bildiriler Kitabı, TUDAV yayını no: 45.
- Keskin, Ç., Oral, M., İnanmaz, Ö.E., 2013. Juvenile fish assemblages around Gökçeada Island (North Aegean Sea, Eastern Mediterranean): *Posidonia oceanica* (L.) Delile meadows, rocky and bare sand areas. In: Y. Aktan & V. Aysel (eds), First International Workshop on *Posidonia oceanica* (L.) Delile on the coast of Turkey, 19-20 Sept., pp 144-152, Gökçeada, TUDAV Publication No. 39.
- Dalyan, S., Tüzün, S., Horasanlı, A.Ö., 2015. Saros Körfezi'nde tespit edilen balık türleri. In: O. Düzbastılar (ed), 18. Sualtı Bilim ve Teknoloji Toplantısı Bildiriler Kitabı. 14-15 Kasım, s. 41-49, Urla.
- Engin, S., Irmak, E., Seyhan, D., Akdemir, T., Keskin, A.C., (2016). Gobiid fishes of the coastal zone of the Northeastern Aegean Sea. *Marine Biodiversity* 1-12.
- Çoker, T., Cihangir, B., 2015. Kış 2002 döneminde Kuzey Ege Denizi, Gökçeada civarının balık yumurtalarla dağılımı. Ekoloji Sempozyumu, 6-9 Mayıs, s.176, Sinop.
- Ozen, O., Irmak, E., Bilecenoğlu, M., (2007). Occurrence of *Pomatoshidtus minutus* (Pallas, 1770) (Pisces: Gobiidae) along the north Aegean coast of Turkey. *Annales Series historia naturalis* 17: 161-164.
- Eryılmaz, L., Özuluğ, M., Meriç, N., (2003). The smooth pufferfish, *Sphoeroides pachygaster* (Müller & Torschel, 1848) (Teleostei: Tetraodontidae), new to the Northern Aegean Sea. *Zoology in the Middle East* 28: 125-126.
- Yıldız, T., Gönülal, O., Karakulak, F.S., (2012). Fishing gears and technical features in coastal fisheries of Gökçeada Island. *İ.Ü. Su Ürünleri Dergisi* 27: 1-25. (in Turkish).
- Milliyet, (2014). Saros'ta 66,5 kiloluk dev lağos balığı. 19 Aralık 2014. <https://www.milliyet.com.tr> adresinden alınmıştır.
- Bilecenoğlu, M., Kaya, M., Cihangir, B., Çiçek, E., (2014). An updated checklist of the marine fishes of Turkey. *Turkish Journal of Zoology* 38: 901-929.
- Leiby, M.M., (1984). Life history and ecology of pelagic fish eggs and larvae. *Marine Plankton Life Cycle Strategies* 6: 121-140.
- Papaconstantinou, C. (2014). *Fauna Graeciae*. An updated checklist of the fishes in the Hellenic Seas, Monographs on Marine Sciences, 7, Athens 2014, HCMR, pp. 340.
- Tuncer, S., Aslan Cihangir, H., Bilecenoğlu, M., (2008). First record of the Lessepsian migrant *Lagocephalus spadiceus* (Tetraodontidae) in the Sea of Marmara. *Cybius* 32: 347-348.

Volume: 4 Issue: 1 is indexed by

