



ORDU
UNIVERSITY

Volume: 4 Issue: 2 DECEMBER 2018 TURKISH JOURNAL OF MARITIME AND MARINE SCIENCES



www.jmms.odu.edu.tr



ORDU
UNIVERSITY

Volume: 4 Issue: 2 DECEMBER 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 / 12 / 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

İzzettin TEMİZ Ünal ÖZDEMİR Nur Jale ECE	93-105	Efficiency Analysis of Samsun Port Which Is Located on the Europe-Caucasia-Asia Transportation Corridor (RA)
Süleyman ÖZDEMİR Yakup ERDEM Zekiye BİRİNCİ ÖZDEMİR Ercan ERDEM Hakan AKSU	106-115	Estimation of growth parameters and mortality rates of sprat (<i>Sprattus sprattus</i> L.) and anchovy (<i>Engraulis encrasicolus</i> , L.) captured in the Black Sea (RA)
Aytekin SARICA Yunus Emre FAKIOĞLU Oğuzhan DEMİR Ebrucan KALECİK Gökhan GÖKÇE Hüseyin ÖZBİLGİN	116-127	Optimization of Main Engine Fuel Consumption and Reduction of CO ₂ Emission in Trawl Fisheries (RA)
Seda KONTAŞ Derya BOSTANCI Serdar YEDİER Gülşah KURUCU Nazmi POLAT	128-138	Investigation of Fluctuating Asymmetry in the Four Otolith Characters of <i>Merlangius merlangus</i> Collected from Middle Black Sea (RA)
Osman SAMSUN Okan AKYOL Tevfik CEYHAN	139-145	Mortalities and Exploitation Rate of Mediterranean Horse Mackerel, <i>Trachurus mediterraneus</i> (Steindachner, 1868) in the Central Black Sea (RA)
Polina LEMENKOVA	146-155	Factor Analysis by R Programming to Assess Variability Among Environmental Determinants of the Mariana Trench (RA)
Ferhat KABAKLI Deniz ERGÜDEN	156-162	Relationships Between Fish Length and Otolith Dimensions of Redcoat, <i>Sargocentron rubrum</i> (Forsskal, 1775) in the Southeastern Mediterranean Sea, Turkey (RA)
Okan AKYOL Tülin ÇOKER	163-166	On the Presence of the Lessepsian <i>Pomadasys stridens</i> (Haemulidae) in the Aegean Sea (Marmaris Bay, Turkey) (SC)
Ersin Fırat AKGÜL	167-179	Cruise Ports in Turkey: Analysis of Market Structure and Competitiveness (RA)

Efficiency Analysis of Samsun Port Which Is Located on the Europe-Caucasia-Asia Transportation Corridor

Avrupa-Kafkasya-Asya Ulaşım Koridorunda Yer Alan Samsun Limanı'nın Verimlilik Analizi

Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi

Cilt: 4 Sayı: 2 (2018) 93-105

İzzettin TEMİZ¹, Ünal ÖZDEMİR^{1*}, Nur Jale ECE¹

¹Mersin Üniversitesi Denizcilik Fakültesi, Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Bölümü, Mersin

ABSTRACT

The improvement of sea borne trade depends on adaptation of innovations and developments in maritime transport, port and logistic sectors. The integration of the ports with adequate transport infrastructure to international transport network will contribute the improvement the sector. The Samsun Port is located on Transcaucasia Transport Corridor which has wide hinterland interconnects the markets and contributes seaborne trade. It is required that long term plan and arrangements including scientific studies to reach a logistic center position in Transcaucasia Transport Corridor and to provide

sustainable competitiveness in international markets for medium term and long term strategic planning of Samsun Port. In this study, the productivity analysis of Samsun Port are conducted and required comments are put forward to increase the efficiency of the port services. The factors which effect performance of the ports are gathered and interrelated and level of importance of factors are determined by Fuzzy DEMATEL (The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory).

Keywords: Transcaucasia Transport Corridor, Samsun Port, Hinterland, Seaborne Trade.

Article Info

Received: 12 October 2017

Revised: 15 November 2018

Accepted: 19 November 2018

*Corresponding Author

E-mail: unalozdemir@mersin.edu.tr

ÖZET

Deniz ticaretinin gelişimi uluslararası deniz taşımacılığı, liman ve lojistik sektöründeki yenilikler ve gelişmelere uyum sağlamak ile mümkündür. Limanların yeterli ulaştırma altyapısının uluslararası ulaşım ağları ile entegre edilmesi sektörün gelişimine önemli bir katkı sağlayacaktır. Transkafkasya Ulaşım Kanalı Koridoru da; geniş hinterland alanlarına sahip, pazarları birbirine bağlayan, bölgesel alanda deniz ticaretinin gelişmesine olumlu katkılar sağlayabilecek bir koridor olarak gösterilmektedir. Samsun Limanı, deniz ticaretine katkı sağlayan ve pazarları birbirine bağlayan geniş bir hinterlanda sahip Transkafkasya Koridoru hattı üzerinde yer almaktadır. Samsun Limanının orta ve uzun vadeli stratejik planlamasına yönelik, Transkafkasya koridoru içerisinde lojistik üs pozisyonuna gelebilmesi ve uluslararası piyasada sürdürülebilir rekabet koşullarını yakalayabilmesi için bilimsel çalışmaları içeren uzun dönemli plan ve düzenlemelere ihtiyaç vardır. Bu noktadan yola çıkılarak çalışmada, Samsun Limanı'na ilişkin bir verimlilik analizi yapılmış olup, ortaya çıkan sonuçlar doğrultusunda limanın daha etkin ve verimli hizmet sunabilmesi için öneriler yapılmıştır. Çalışmada, liman çalışma performansını etkileyen çeşitli etkenler bir araya getirilerek, bu etkenlerin birbirleri ile olan ilişkileri ve önem dereceleri bulanık DEMATEL (The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) yöntemi yardımı ile incelenmiştir.

Anahtar sözcükler: Transkafkasya, Samsun Limanı, Hinterland, Deniz Ticareti.

1. GİRİŞ

Avrupa Birliği (AB) tarafından geliştirilen Bağımsız Devletler Topluluğu ülkelerinin Kafkasya ve/veya Karadeniz üzerinden Avrupa'ya bağlantısını sağlamak amacıyla bir Doğu-Batı Koridoru olan çok modlu ulaşım koridoru TRACECA “(Avrupa-Kafkasya-Asya Ulaşım Koridoru-İpek Yolu) geliştirilmiştir (Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, 2017). Türkiye Traceca Anlaşmasını 1998 yılında imzalamış, 2001 yılında Parlamento tarafından onaylanmış ve 2002 yılında TRACECA programına tam üye olarak dâhil edilmiştir. Avrupa ile Orta Doğu ulaşım koridorlarının üzerinde yer alan Türkiye bir aktarma noktası potansiyeline sahip olup, bölgesel bir ulaştırma ve taşımacılık merkezi konumundadır (Ovalı, 2008). Bu nedenle, TRACECA Programı kapsamında Haydarpaşa ile Samsun Limanları TRACECA koridoruna dahil edilmiştir (Kişi vd., 2005). Buna istinaden Türkiye, kara ve demiryollarıyla ilgili olarak çeşitli

yatırımlarını hızlandırmıştır. Bu kapsamda tüm Orta Asya Cumhuriyetlerini Batı ulaştırma güzergâhlarına bağlayan Kars-Bitlis Kars- Tiflis Demiryolu Hattı Projesi 2017 yılında hayata geçmiş olup, İstanbul Tüp Boğazı Geçidi Projesi'nin 2019 yılında tamamlanması planlanmaktadır (URL-1, 2018). Asya ile Avrupa arasında denizyolu ulaşımını sağlayan Samsun ve Haydarpaşa Limanların da söz konusu Programa dâhil edilmesiyle Samsun Limanı daha da önem kazanmıştır (Aytaç vd. 2007).

Karadeniz’de İstanbul, Samsun, Odesa, Batum, İliçevsk, Poti, Burgaz, Köstence ve Varna limanları; Hazar Denizi’nde Aktau, Bakü ve Türkmenbaşı limanları TRACECA Programı kapsamına alınmıştır. TRACECA Koridorunun Türkiye üzerinden karayolu bağlantısı İstanbul-Samsun-Hopa karayolu ve İstanbul-Ankara-Kars-Tiflis demiryolu vasıtasıyla sağlanması planlanmaktadır (Ovalı, 2008).

Karadeniz Bölgesinin en büyük limanı olan ve geniş bir hinterlanda sahip Samsun

Limanı söz konusu bölgede demiryolu bağlantısının olduğu tek limandır. Samsun Limanı Rusya'nın Novorossiysk, Tuapse ve Soçi; Kırım'ın, Feodosiya, Sevastopol, Yalta, Kız-Oğul, Todor ve Yevpatorskiy; Azak Denizi'nde Taganrog, Yalta, Jdanov, Azov ve Geniçesk; Gürcistan'ın Poti, Suchumive Batumi; Ukrayna'nın, Odesa, İlichevski ve Nikolayev; Romanya'nın Köstence; Bulgaristan'ının Varna limanları ile deniz taşımacılığı faaliyetlerini yürütmektedir (URL-2, 2018).

Samsun Limanı; karayolu ve Samsun-Sivas ve Samsun-Çarşamba hatları ile TCDD demiryolu bağlantısıyla Anadolu'ya gidecek ve Anadolu'dan gelen yüklerin limana/limandan akışında Ankara, Kayseri, Sivas, Kırşehir, Konya, Malatya, Niğde, Amasya, Çorum, Yozgat, Kastamonu, Tokat, Ordu, Sinop ve Erzincan illerini kapsayan geniş bir hinterlanda hizmet vermektedir (DTO, Sektör Raporu, 2016). Samsun Limanı karayolu ve demiryolu bağlantıları ile kombine taşımacılığa da uygundur. Samsun uluslararası ölçekte de, Avrupa ile Rusya'dan gelen yüklerin Ortadoğu ve Orta Asya Ülkeleri'ne taşınmasında önemli bir merkez konumuna ve dış ticaret potansiyeline sahiptir. Ayrıca, Samsun Limanı Karadeniz ülkelerinin Türk Boğazları ile bağlantısını sağlayan Karadeniz'de merkezi bir konumda olması dışında karayolu ve demiryolu bağlantısı ile Akdeniz'de önemli bir konumda olan Mersin Limanı'na, buradan da dünya denizlerine ulaşma imkânı sağlamaktadır (Esmer ve Oral, 2012). Söz konusu avantaj nedeniyle Samsun Limanı aktarma yüklere hizmet verebilme bakımından lojistik üs olma potansiyeline sahiptir.

Samsun Limanı, İşletme Hakkının Devri yöntemiyle 31.03.2010 tarihinde 36 yıl süreyle özelleştirilerek, Ceynak Lojistik ve Ticaret AŞ'ne devredilmiştir (DTO, Sektör Raporu, 2016). Samsun Limanı'nın, TRACECA Programı denizyolu

kapsamına alınan Karadeniz'deki limanlardan biri olması nedeniyle TRACECA kapsamındaki bölge ülkelerinin bölgesel bir ulaştırma ve taşımacılık merkezi konumuna gelecek olup, uluslararası ticaretteki rolünü güçlendirecek, bölgesel ve ulusal ekonomiye katkı sağlayacaktır. Samsun Limanı'nın TRACECA kapsamında bir ulaştırma koridoru konumuna gelebilmesi ve dolayısıyla bölgesel ve ulusal ekonomiye katkı sağlaması için yeterli altyapı ve üstyapıya sahip olması, verimli ve etkin işletilmesi, elleçleme operasyonlarının zamanında ve hasarsız olarak en az maliyetle yapılması gerekmektedir.

Bu amaçla çalışmada Samsun limanının etkinlik analizi ele alınmıştır. Literatürde konuya ilişkin yapılan benzer çalışmalarda Brooks (2006) yapmış olduğu çalışmada, liman performans değerlendirme kriterlerini ele almıştır. Bu kriterlerin bazıları; müşteri odaklı yaklaşım, liman ücretleri (yükleme/boşaltma ve terminal maliyetleri, vergiler, liman masrafları, vinç kiralari), süre (gemi dönüş, yükün limanda bekleme, transit depo süresi), geminin varış ve ayrılış sıklıkları vb. olarak belirlenmiştir. Talley (1994) ise yapmış olduğu çalışmada liman performanslarını etkileyen en önemli kriterlerin; optimum sürede elleçlenen yük miktarı, liman/taşımacılık maliyetleri ve hizmet kalitesi olduğunu belirtmiştir. Venkatasubbaiah vd. (2014) çok kriterli karar verme yöntemi yardımı ile konteyner terminallerinin performans analizlerine ilişkin yaptıkları çalışmada liman verimliliğini etkileyen faktörleri; gemi, vinç, rıhtım, terminal alanı, ekipman, işgücü verimliliği ve maliyet etkinliği olarak belirlemişlerdir. Ha ve Yang (2017) yapmış oldukları çalışmada liman performans göstergelerini DEMATEL ve Analitik Ağ Süreci (AAS) yöntemleriyle incelemişlerdir. Bu çalışma sonuçlarına göre liman performansını etkileyen

kriterler; hizmet güvenliği, vinç verimliliği, elleçlenen yüklerin artışı, geminin geri dönüş süresi, net kar marjı, hizmet maliyeti, gelir artışı, hasarlı yüklerin oranı ve deniz bağlantısı olarak belirlenmiştir.

Samsun limanına ilişkin yapmış olduğumuz bu çalışmada liman verimliliğini etkileyen kriterler; limanın konumu, vinç (kreyn) sayısı, rıhtım uzunluğu, elleçlenen yük miktarı, limanda gemilerin ortalama bekleme süresi, depolama alanı yükleme hattının uzunluğu, kapasitesi, rıhtım derinliği, intermodal ulaştırma bağlantıları ve personel sayısı olarak ele alınmıştır. Bu kriterler bulanık çok kriterli karar verme tekniklerinden DEMATEL yöntemi ile değerlendirilmiştir. Sonuç olarak liman verimliliğini etkileyen kriterler önem derecelerine göre sırasıyla; limanın konumu, intermodal ulaştırma bağlantıları, yıllık elleçlenen toplam yük miktarı, toplam rıhtım uzunluğu, limanda ortalama gemi bekleme süreleri, yükleme hattının uzunluğu, liman içi toplam depolama alanı kapasitesi, rıhtım derinliği, toplam kreyn sayısı ve personel sayısı olarak tespit edilmiştir.

2. METODOLOJİ

Yıllar itibarıyla değişken ivmeli olarak büyüme gösteren küresel deniz ticaret hacmi, beraberinde Dünya limanlarının da gelişmesine ve değişimine zemin hazırlamaktadır. Birçok uluslararası liman bu değişime uyum sağlamakta iken bazı limanlar ise istenilen performansı gösteremeyerek günümüz pazar şartlarını karşılayamayacak duruma gelmiştir. Özellikle bu limanlar otomasyon sistemlere uyum sağlamada zorluklar yaşayarak ve teknolojik altyapı eksikliği ile limanla entegrasyonunu sağlayacak demiryolu ve karayolu bağlantılarının eksikliğinden dolayı, transit taşımacılıktan yeterli payı alamamaktadırlar (Onat, 2005;

Özdemir vd. 2016). Bu çalışmanın amacı; Samsun limanı ele alınarak, belirtilen problemlerin ortaya çıkmasına sebebiyet veren bileşenlerin nicel yöntem ve teknikler ile belirlenebilmesi ve geleceğe yönelik uygulanabilir çözümler sunulması olarak açıklanabilir. Limanların verimlilik ölçütlerinin ne olduğunun belirlenebilmesi, karar almayı gerektiren çok sayıda kriter ve sistemi bir arada barındırmaktadır (Merk ve Dang, 2012). Problemin ortaya çıkmasına neden olan faktörlerin kendi aralarında farklı ölçülerde etkileşim içerisinde olması, bağımsız olarak düşünülmesinin önüne geçmektedir. Bu tarz sorunlar ele alınır iken; fazla sayıda bağımlı verinin ele alınması ve uygulanabilir çözümlere ulaşabilmek için mevcut alternatifler arasından seçim yapılması veya sıralanması, bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri yardımı ile yapılması doğru bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir (Zhang ve Lu, 2002; Yang ve Hung, 2007; Awad vd. 2013; Özdemir vd. 2016; Özdemir vd. 2017).

Çalışmada bulanık çok kriterli karar verme tekniklerinden birisi olan DEMATEL yardımı ile liman verimliliğini etkileyen ölçütler incelenerek, bu ölçütlerin aralarındaki ilişki incelenmeye çalışılmıştır. Belirlenen kriterlerin kendi arasında sıralanarak, limanlardaki verimliliği etkileyebilecek fiziksel özellikler ele alınmış ve bu etkenlerin birbirleri arasındaki yapı ve ağırlıklarının tespit edilebilmesi için Bulanık DEMATEL yönteminden yararlanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda da denizcilik sektörünün önemli bir bileşenini oluşturan liman yönetimi konusunda, alternatif hareket seçenekleri ve yeni hipotezler belirlenerek uygun bir model önerilmiştir. Çalışmadaki analiz aşamasında kullanılan yöntem bölüm 2.1. başlığı (Bulanık DEMATEL Yöntemi) altında özetlenmiştir.

2.1. Bulanık DEMATEL Yöntemi

DEMATEL yöntemi, kriterlerin birbirleri arasındaki ilişkiler ile birlikte ağırlıklarının ortaya konulabilmesi amacıyla Cenevre Battelle Memorial Araştırma Merkezi tarafından 1972 ve 1976 arasında geliştirilmiş etkili, uygulanabilir ve pratik birçok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemi olarak kabul edilmektedir. Yöntemde; problemi oluşturan faktörlerin aralarındaki etkileşimlerin grafiksel olarak ortaya konulabilmesi, yöntemi diğer ÇKKV tekniklerinden ayıran önemli farklardan birisidir. Bu sayede yöntem problemi oluşturan kriterler arasındaki ilişkiyi ve bu ilişkinin türüne göre önem dağılımlarını ve birbirleri arasındaki etkileşimleri tespit edebilmektedir (Wu ve Lee, 2007; Bali vd. 2014; Özdemir, 2016; Özdemir vd. 2016). DEMATEL yönteminin farklı uygulama biçimleri bulanmaktadır (Chang vd. 2011; Lin, 2013; Sumrit ve Anuntavoranich, 2013; Tsai vd. 2015; Özdemir, 2016). Bulanık DEMATEL'in uygulanma aşaması aşağıda genel olarak özetlenmeye çalışılmıştır.

Bir bulanık $\tilde{C}$ üçgensel bulanık kümesinde sayılar (r, y, z) şeklinde 3 değerler ile belirtilmekte ve buna ilişkin üyelik fonksiyonu da aşağıdaki gibi ifade edilmektedir.

$$\mu_{\tilde{C}}(x) = \begin{cases} 0, & x < r \\ \frac{x-r}{p-r}, & r \leq x \leq p \\ \frac{p-x}{p-y}, & p \leq x \leq y \\ 0, & x > y \end{cases}$$

Adım 1. Uzman gruptan oluşturulan ikili karşılaştırma matrislerini değerlendirmelerinden elde edilen sözel ifadelerin üçgen bulanık sayılar ile ifade edilebilmesi amacıyla bulanık değerlendirme skalasından yararlanılır. Çalışmada bu amaçla literatürden

yararlanılarak kullanılacak olan skala Tablo 1' deki gibi belirlenmiştir (Özdemir, 2016; Özdemir vd. 2016; Özdemir vd. 2017).

Tablo 1. Bulanık dilsel ifadeler ve üçgen bulanık sayı karşılıkları

Dilsel Terimler	Üçgen Bulanık Sayı Karşılıkları
Eşit Önemli (0)	(0;0;0,25)
Az Etkili (1)	(0;0,25;0,50)
Oldukça Etkili (2)	(0,25;0,50;0,75)
Çok Etkili (3)	(0,50;0,75;1)
Kesin Etkili (4)	(0,75;1;1)

Adım 2. Uzman grubun problemi oluşturan kriterler için ikili karşılaştırma matrislerine göre görüşlerinin alınması sağlanarak $\tilde{M} = [\tilde{M}_{ij}]_{n \times n}$ ile ifade edilen ve kriterlerin kendi aralarındaki ilişki bakımından ikili karşılaştırmalar ile elde edilen ($n \times n$) boyutlu bir matris oluşturulur. Bu matris $\tilde{M}_{ij}$, "i" kriterinin "j" kriterini etkileme derecesi anlamına gelmektedir.

Adım 3. Normalleştirilmiş Bulanık Direk İlişki Matrisi: Normalleştirilmiş bulanık direk ilişki matrisi $\tilde{Z} = [\tilde{z}_{ij}]_{n \times n}$ şeklinde belirtilerek ve Formül 1 ve Formül 2 yardımı ile hesaplanabilir.

$$\tilde{z}_{ij} = \frac{\tilde{M}_{ij}}{s} = \left(\frac{k_{ij}}{s}, \frac{py_{ij}}{s}, \frac{u_{ij}}{s} \right) \quad (1)$$

$$\begin{aligned} S &= \max_{1 \leq i \leq n} \left(\sum_{j=1}^n k_{ij} \right) \\ s &= \max_{1 \leq i \leq n} \left(\sum_{j=1}^n py_{ij} \right) \\ s &= \max_{1 \leq i \leq n} \left(\sum_{j=1}^n u_{ij} \right) \end{aligned} \quad (2)$$

Adım 4. Toplam Bulanık İlişki Matrisinin Tespiti: 3. Aşama sonucunda ulaşılan normalleştirilmiş bulanık direk ilişki matrisi (Z_k, Z_p, Z_u) olarak üç ayrı matris biçiminde ifade edilebilir. Bu sayede toplam bulanık ilişki matrisi Formül 3 yardımı ile hesaplanır. Formül 3'de "I" birim matrisini temsil etmektedir.

$$\begin{aligned}\tilde{T} &= \tilde{Z} + \tilde{Z}^2 + \tilde{Z}^3 + \dots \\ &= \sum_{i=1}^{\infty} \tilde{Z}^i \\ &= \tilde{Z} (I - \tilde{Z})^{-1}\end{aligned}\quad (3)$$

Formülde $\tilde{T} = [\tilde{t}_{ij}]_{n \times n}$ ile gösterilebilir ve $\tilde{t}_{ij} = (\tilde{t}_{ij,k}, \tilde{t}_{ij,p}, \tilde{t}_{ij,u})$ ve “i” kriterinin “j” kriterine yönelik uzman grubun görüşleri doğrultusundaki toplam etkileşim derecesini ifade etmektedir.

Adım 5. Gönderici ve Alıcı Grupların Tespiti: $\tilde{T}$ matrisindeki “i.” satırın toplamı $\tilde{D}_i = \sum_{j=1}^n \tilde{t}_{ij}$ ve “j.” sütun toplamı $\tilde{R}_j = \sum_{i=1}^n \tilde{t}_{ij}$ olsun. $\tilde{D}_i$ “i” kriterinin diğer kriterler ile olan direk ve dolaylı toplam etkileşim seviyesini belirtir. Diğer yandan $\tilde{R}_j$ ise diğer kriterlerden “i” kriterinin aldığı hem direk hem de dolaylı toplam etkiyi ifade etmektedir. $(\tilde{D} + \tilde{R})$ toplamı “i” kriterinin hem gönderici hem de alıcı toplam etkileşim değerini göstermektedir. $(\tilde{D} - \tilde{R})$ farkı ise “i” kriterinin sisteme sağladığı toplam net etkiyi belirtmektedir. $(\tilde{D} - \tilde{R})$ sonucu pozitif olması durumunda “i” kriteri gönderici grup veya etkileyen, negatif olduğunda ise alıcı grup veya etkilenen olarak isimlendirilmektedir. Eğer “i” kriteri için $(\tilde{D} - \tilde{R})$ pozitif değerli ise bu kriterin diğer kriterler üzerinde daha yüksek etkiye ve daha yüksek önceliğe sahip olduğu ifade edilir. Eğer “i” kriteri için $(\tilde{D} - \tilde{R})$ negatif değerli olursa bu kriterin diğer kriterler üzerinde daha az etkiye ve daha düşük önceliğe sahip olduğu ifade edilir.

Adım 6. Durulaştırma: Bu aşamada bulanık sayı değerlerinin incelenebilir net verilere çevrilmesi gerçekleştirilerek, elde edilen verilerin incelenebilmesi ve buna ilişkin yorumların yapılması olanaklı hale getirilir. Bu sayede problemi oluşturan ana faktörlerin birbirleri ile olan yapıları ve önem dereceleri kıyaslanabilir. Bu amaçla çalışmada Formül 4 ve 5’de gösterilen hesaplama yönteminden yararlanılmıştır.

$$(\tilde{D}_i + \tilde{R}_i) = \frac{k+p+u}{3} \quad (4)$$

$$(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i) = \frac{k+p+u}{3} \quad (5)$$

Durulaştırılmış verilere ulaşıldıktan sonra, uygun eşik değer tespit edilerek kriterlerin aralarındaki etkileşimi kolayca görebilmemizi sağlayan grafik diyagramı oluşturulur.

Adım 7. Kriter Ağırlıklarının Tespiti: Oluşturulan kriterlere ilişkin ağırlıklar Formül 6 ve Formül 7 yardımı ile hesaplanabilir.

$$w_i = \sqrt{[(\tilde{D}_i + \tilde{R}_i)]^2 + [(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i)]^2} \quad (6)$$

$$W_i = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (7)$$

3. YAPILAN ÇALIŞMA

Çalışmanın uygulama kısmı 3 aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk olarak bahsi geçen kriterler belirlenmiş daha sonrada yöntem kısmında belirtilen aşamalarda kullanılması amacıyla, sözel verilerin üçgen bulanık sayılara dönüştürülebilmesi için ihtiyaç duyulan sayı skalası belirlenerek, uzman grubun değerlendirme verileri toplanmıştır. İkinci aşamada Bulanık DEMATEL yöntemi yardımı ile gerekli analiz ve hesaplama aşamaları uygulanmıştır. Son aşamada ise analizler sonucu elde edilen veriler incelenerek, probleme ilişkin çözüm önerileri getirilmesi amaçlanmıştır.

Araştırma modeli sürecinde kriterlerin belirlenmesinde literatürden yararlanılmıştır. Ayrıca ülkemizdeki bazı liman yetkilileri (Liman operasyon müdürü, liman terminal şefi) ve limancılık konusu üzerinde uzmanlaşmış akademisyenlerle (gemi ve liman tecrübeleri olan) görüşmeler yapılarak kriterler tespit edilmeye çalışılmıştır. Literatür taraması kapsamında limanlar ile ilgili yapılmış birçok makale incelenmiştir (Slack, 1985; Murphy ve Daley, 1994; Tongzon ve Sawant, 2007; Chang vd.

2008; Da Cruz vd. 2013; Varan ve Cerit, 2014; Özdemir vd. 2016; Solak Fıfşkın vd. 2016). Yapılan değerlendirmeler sonucunda Tablo 2’de gösterilen 10 kriterin çalışmada kullanılmasına karar verilmiştir.

Liman yönetimi konusunda uzman 3 akademisyen ve ülkemizdeki değişik limanlarda çalışan, liman operasyonlarında üst düzey yetkili 6 liman yöneticisi olmak üzere toplam 9 kişilik karar verici grup oluşturulmuştur. Karar verici grubun görüşlerinin alınabilmesi amacıyla oluşturulan ikili karşılaştırma matrislerini içeren anket formları katılımcılara e-posta yolu ile uygulanmıştır.

Tablo 2. Çalışmada kullanılacak kriterler.

Kriterler	
K1	Toplam Kreyn Sayısı
K2	Toplam Rıhtım Uzunluğu
K3	Yıllık Elleçlenen Toplam Yük Miktarı
K4	Limanda Ortalama Gemi Bekleme Süreleri
K5	Liman İçi Toplam Depolama Alanı Kapasitesi
K6	Yükleme Hattının Uzunluğu
K7	Rıhtım Derinliği
K8	İntermodal Ulaştırma Bağlantıları
K9	Limanın Konumu
K10	Personel Sayısı

Toplanan anket verilerindeki sözel ifadeler Tablo 1’deki sayı skalası yardımı ile üçgen bulanık sayılara dnştrlmştir. Daha sonra bu veriler tek bir matris altında

toplanabilmesi amacıyla matrislerin aritmetik ortalaması alınarak ortak bir matris elde edilmiş ve bir sonraki aşamada Formül 1 ve Formül 2 yardımı ile normalleştirilmiş direk ilişki matrisi Tablo 3’ deki gibi elde hesaplanmıştır.

Hesaplanan normalleştirilmiş direk ilişki matrisinin bulanık sayıları (Ak, Ap, Au) ifade edilecek şekle dnştrlmştir. Daha sonra ise Formül 3 yardımıyla toplam bulanık ilişki matrisi T^* hesaplanmıştır. Kriterlerin etkileşim derecelerinin belirlenebilmesi amacıyla (D^+R^-) ve (D^-R^+) değerleri hesaplanmıştır. Formül 4 ve Formül 5 kullanılarak durulaştırma hesaplamaları yapılmış Formül 6 ve Formül 7 yardımı ile de kriter ağırlıkları hesaplanmıştır. Buna ilişkin sonuçlar Tablo 4’deki gibidir.

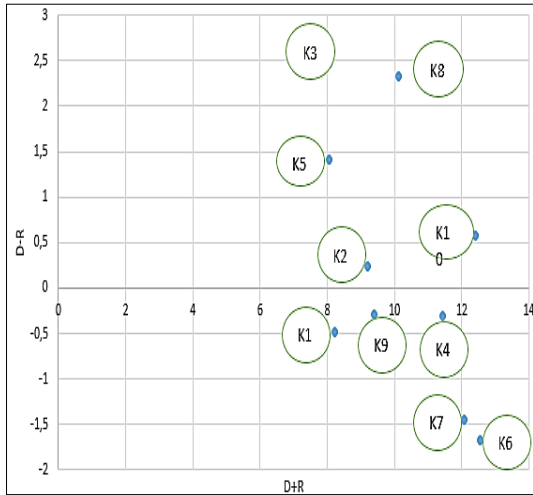
Tablo 3. Normalleştirilmiş bulanık direk ilişki matrisi.

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
K1	0;0;0	0,09;0,11;0,14	0;0,06;0,11	0,20;0,19;0,17	0,21;0,27;0,33	0,11;0,13;0,17	0,18;0,21;0,23	0,20;0,19;0,18	0,14;0,31;0,47	0;0;0,5
K2	0,06;0,09;0,12	0;0;0	0,18;0,23;0,26	0;0;0,06	0,14;0,17;0,27	0,21;0,23;0,37	0,32;0,37;0,44	0,15;0,34;0,47	0,13;0,35;0,39	0,03;0,08;0,11
K3	0,03;0,08;0,11	0,03;0,08;0,11	0;0;0	0,25;0,37;0,38	0,04;0,17;0,23	0,04;0,17;0,33	0,27;0,35;0,39	0,31;0,33;0,39	0,14;0,15;0,17	0,09;0,11;0,14
K4	0,20;0,19;0,17	0,20;0,19;0,18	0;0;0,06	0;0;0	0,06;0,27;0,37	0,14;0,19;0,27	0,04;0,13;0,26	0,11;0,27;0,31	0,08;0,11;0,17	0;0,06;0,09
K5	0,17;0,17;0,18	0,09;0,09;0,14	0,13;0,16;0,18	0,18;0,21;0,23	0;0;0	0,13;0,16;0,18	0,17;0,21;0,37	0,03;0,08;0,11	0,17;0,23;0,27	0,03;0,11;0,37
K6	0;0,06;0,09	0;0;0,5	0,18;0,21;0,23	0,12;0,16;0,18	0,08;0,011;0,17	0;0;0	0;0;0,06	0,09;0,09;0,14	0,06;0,27;0,37	0,09;0,27;0,44
K7	0,09;0,09;0,12	0;0,04;0,08	0,17; 0,19;0,20	0,0;0,6;0,9	0,21;0,33;0,37	0,05;0,07;0,24	0;0;0	0,13;0,16;0,18	0,35;0,41;0,47	0,23;0,21;0,18
K8	0,09;0,09;0,12	0,06;0,09;0,12	0;0;0,06	0,11;0,13;0,17	0,06;0,09;0,18	0,09;0,37;0,41	0,27;0,35;0,47	0;0;0	0;0;0,5	0,20;0,19;0,17
K9	0,09;0,11;0,14	0,17;0,17;0,16	0,18;0,21;0,23	0,18;0,24;0,27	0,21;0,33;0,41	0,18;0,37;0,47	0,03;0,09;0,17	0,03;0,08;0,11	0;0;0	0;0;0,5
K10	0,09;0,09;0,14	0,09;0,11;0,14	0;0;0,5	0,0;0,08;0,21	0;0;0,5	0;0;0,06	0,20;0,19;0,17	0,18;0,24;0,27	0;0,06;0,09	0;0;0

Tablo 4. D ve R değerleri

	$\bar{D} + \bar{R}$	$\bar{D} - \bar{R}$	$\bar{D}_i + \bar{R}_i$	$\bar{D}_i - \bar{R}_i$	w_i
K1	3,62; 6,30; 11,12	0,14; 0,18; 0,21	8,21	-0,49	0,071096
K2	6,18; 8,21; 15,48	0,31; 0,29; 0,18	9,21	0,24	0,110716
K3	2,02;4,23; 8,11	-1,35; -1,20;-1,08	8,05	2,47	0,117716
K4	5,15;7,01, 12,74	0,21; 0,37; 0,38	11,43	-0,31	0,101396
K5	6,22; 7,14; 14,45	-1,19;-0,61; -0,43	8,04	1,41	0,082096
K6	0,21; 0,29;0,36	-1,15;-0,71; -0,33	12,54	-1,67	0,091796
K7	2,52;5,37; 11,31	-0,91;-0,73;-0,18	12,08	-1,44	0,081796
K8	7,00; 11,02; 14,03	0,53; 0,34; 0,20	10, 12	2,33	0,141598
K9	7,62; 11,03; 15,11	0,33; 0,34;0,14	9,38	-0,29	0,158591
K10	6,58; 7,17; 12,48	0,93; 0,24;0,17	12,42	0,58	0,043196
	Σ	-	-	-	1

Şekil 1’de problemi oluşturan kriterlere ilişkin etki yönlü grafik diyagramı görülmektedir.



Şekil 1. Etki yönlü grafik diyagramı

Şekil 1’deki grafiğe göre, liman verimliliğini etkileyen faktörler bakımından; yıllık elleçlenen toplam yük miktarı (K3), intermodal ulaştırma

bağlantıları (K8), liman içi toplam depolama alanı kapasitesi (K5), personel sayısı (K10) ve toplam rıhtım uzunluğu (K2) kriterleri etkileyen faktörler iken toplam kreyn sayısı (K1), limanın konumu (K9), limanda ortalama gemi bekleme süreleri (K4), rıhtım derinliği (K7) ve yükleme hattının uzunluğu (K6) ise diğer kriterlerden etkilenen özellikler göstermektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan çalışma ile limanların verimliliğini etkileyebilecek olan kriterler belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre liman verimliliğini etkileyen kriterler önem derecelerine göre sırasıyla; limanın konumu (K9), intermodal ulaştırma bağlantıları (K8), yıllık elleçlenen toplam yük miktarı (K3), toplam rıhtım uzunluğu (K2), limanda ortalama gemi bekleme süreleri (K4), yükleme hattının uzunluğu (K6), liman içi

toplam depolama alanı kapasitesi (K5), rıhtım derinliği (K7), toplam kreyn sayısı (K1) ve personel sayısı (K10) olarak tespit edilmiştir. Bu kriterler içerisinde yıllık elleçlenen toplam yük miktarı (K3), intermodal ulaştırma bağlantıları (K8), liman içi toplam depolama alanı kapasitesi (K5), personel sayısı (K10) ve toplam rıhtım uzunluğu (K2) etkileyen kriterler iken toplam kreyn sayısı (K1), limanın konumu (K9), limanda ortalama gemi bekleme süreleri (K4), rıhtım derinliği (K7) ve yükleme hattının uzunluğu (K6) ise etkilenen kriterler bulunmuştur.

Analiz sonuçları doğrultusunda ilk iki sırada yer alan, limanın konumu (K9) ve intermodal ulaştırma bağlantıları (K8) kriterleri limanların verimliliği ve etkinlikleri açısından temel noktalar olarak değerlendirilebilir. Limanlar içinde en önemli unsurlardan birisi limanın ticari hinterlandını ve talep bölgelerini oluşturan alanlardır. Bölgenin en eski limanı olan Samsun Limanı, özelleştirme süreci tamamlandığında ismi Samsunport olarak değiştirilmiştir. Samsun limanı, bulunduğu bölgede Türkiye'nin en büyük limanı olması ve bu bölgenin Avrupa'ya ve Rusya'nın içleri ile Hazar Denizi'ne nehir bağlantısının sağlanması ile Avrupa ve Orta Asya kaynaklı yükler için bir geçiş alanı haline gelmiş olması limanın gelişmeye açık bir durumda olduğunu göstermektedir. Ayrıca yine Samsun limanın Karadeniz bölgesinde demiryolu bağlantısı olan tek liman olması da oldukça önemli bir avantaj sağlamaktadır. Bu bölgede Romanya'nın Köstence limanı ile Rusya'nın en büyük limanı olan Novorossisk, Ukrayna'da ise Odessa ile İlichevsk limanlarında lojistik üs olma potansiyeline sahip yeni bir konteyner limanı inşası ve mevcut konteyner terminallerinin de fiziki açıdan büyütme, kapasite arttırma faaliyetleri devam etmekte olup, bazı limanların da hinterlandının genişleyebilmesi amacı ile karayolu ve demiryolu şebeke

bağlantılarının kurulabilmesi için gerekli çalışmaların yapıldığı bilinmektedir. Özellikle Türkiye'nin stratejik önemi yüksek olan bu bölgede dış rekabet koşullarının dışında kalmadan deniz ticaretinde gelişme gösterebilmesi için liman geliştirme çalışmalarına ve projelere ağırlık verilmesi doğru bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir.

Çalışma sonuçlarına göre liman verimliliği açısından önemli diğer kriterler; yıllık elleçlenen toplam yük miktarı (K3) ve toplam rıhtım uzunluğu (K2) olarak tespit edilmiştir. Samsun limanında yıllık elleçlenen toplam yük miktarı 2016 yılı sonu itibarıyla 10.003.832 ton olup bu rakam Türkiye'nin Karadeniz Bölgesinde bulunan limanları arasında en fazla yük elleçleme kapasitesini oluşturmaktadır. Samsun limanının mevcut kapasitesi şuan için daha yüksek miktarlardaki yüke hizmet verebilecek durumdadır. Bir diğer kriter olan rıhtım uzunluğu değerlendirildiğinde ise Samsun limanı şu an 7 ile 12 metre arasındaki derinliklerde, 1756 metrelik bir rıhtım uzunluğuna sahip olup bu rıhtımlarda genel kargo, konteyner ve Ro-Ro gemilerine yönelik elleçlemeler yapılmakta olup tüm bu operasyonların gelişmiş liman otomasyon sistemleri ile desteklenmektedir. Limanın toplam rıhtım uzunluğu ülkemiz ve Karadeniz'deki dış paydaş limanların rıhtım uzunlukları ile mukayese edildiğinde bulunduğu ölçek bazında yeterli seviyede olmasına karşın maksimum derinliğinin 12 metre olması, limana giriş yapmak isteyen büyük tonajlı gemiler açısından sorun olarak değerlendirilmektedir.

Özellikle günümüzde gemilerin tonajlarının giderek artması, Samsun limanın ileriye dönük olarak büyük gemilere hizmet veremeyecek olmasının önüne geçilmesi açısından limanda derinleştirme çalışmalarının bir an önce yapılması doğru bir yaklaşım olacaktır. Ayrıca Samsun ili sınırlarında bulunan ve Samsunport'un en yakın rakabetçileri olarak gösterilen Toros

ve Yeşilyurt Limanları ele alındığında Samsun limanına göre daha fazla su derinliğine sahip olmaları bu limanların daha avantajlı olduklarını göstermektedir. Fakat bu iskelelerin depolama alanları ve rıhtım uzunluklarının daha dar olması nedeni ile rıhtımların aynı anda tahliye, antrepolama ve depolama olanakları Samsun Limanı'na göre daha sınırlıdır. Bununla birlikte Yeşilyurt ve Toros limanlarını Karadeniz'in meteorolojik ve oşinografik etkilerinden gemileri koruyabilecek mendirek, dalgakıran gibi fiziksel alt yapı elemanları bulunmamaktadır.

2002 yılından itibaren Transkafkasya Projesi sürecine alınan Samsun limanı, Orta Asya-Kafkasya-Orta Avrupa hattı boyunca önemli bir aktarma limanı ve lojistik üs olma özelliklerine haizdir. Samsun'un stratejik önemi bu bölgenin odak noktasında bulunmasının yanında karayolu ve daha da önemlisi demiryolu bağlantısı ile Akdeniz'e kadar uzanabilen bir hinterland ağının bulunması dolayısıyla Akdeniz üzerinden tüm dünya denizlerine doğrudan ulaşabilme imkânı ile de açıklanabilir. Bu noktada, bölgesel anlamda rekabetçisinin kısıtlı olması, demiryolu ve aktif bir karayolu bağlantısı bulunması ayrıca stratejik konumunun doğurmuş olduğu avantajları göz önünde bulundurarak lojistik üs olma potansiyelinin değerlendirilebilmesi için Samsun limanı ileriye dönük yatırım ve gelişmelere ihtiyaç duymaktadır.

Yapılan çalışma ile oldukça önemli bir koridor üzerinde yer alan Samsun limanına yönelik bir değerlendirme örneği yapılmaya çalışılmıştır. Çalışmanın limanın geleceğe yönelik stratejik hedeflerin belirlenmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Çalışmada kullanılan teknik ile uzman görüşlerinin değerlendirilmesi sağlanmış ve bu şekilde daha gerçekçi sonuçlar ortaya konabilmiştir. Ayrıca gelecekte yapılacak olan çalışmalarda çok kriterli karar verme

yöntemlerinin değişik kombinasyonları kullanılarak daha kapsamlı araştırmalar yapılabilir. Aynı zamanda yapılan çalışmanın literatürdeki bir eksikliği kapatarak daha proaktif çözümler sunabilecek farklı araştırmalara yol gösterici nitelikte olduğu da düşünülmektedir.

5. KAYNAKLAR

Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, TRACECA Ulusal Sekreterliği, TRACECA – Avrupa-Kafkasya-Asya Ulaşım Koridoru, <http://www.traceca.org.tr/> adresinden alınmıştır.

Ovalı, S., (2008). Traceca Projesi ve Türkiye. *International Journal of Economic and Administrative Studies* 1(1): 152-163.

Kişi, H., Önce, G., Ersoy, A.G., (2005). Uluslararası ulaştırma koridorları kapsamında Doğu Karadeniz Limanlarının transit ticaretteki rolünün bölge ekonomisine etkileri. Doğu Karadeniz Bölgesi Kalkınma Sempozyumu, 13-14 Ekim, Trabzon.

URL-1, (2018). 9.02.2018, <https://www.tccb.gov.tr/>

Aytaç, B.P., Çelik F., Türe, F., 2007. Ülkemiz Ulaştırma Politikalarının Doğu Karadeniz Bölgesi'nin Kalkınması Üzerindeki Etkileri, 7. Ulaştırma Kongresi, Bildiriler Kitabı, 19-21 Eylül 2007, s.141.

URL-2, (2018). 20.02.2018, <http://www.samsunport.com.tr>.

DTO (2016). 2016 Deniz Sektörü Raporu, İstanbul ve Marmara, Ege, Akadeniz, Karadeniz Bölgeleri. Deniz Ticaret Odası, İstanbul, 2017, http://www.denizticaretodasi.org.tr/Shared%20Documents/sektorraporu/2016_sektor_tr.pdf, adresinden alınmıştır.

Esmer, S., Oral, E.Z., 2012. Samsun Limanı'nın Deniz Ticaretindeki Pazar Payını Arttırma Koşullarının İncelenmesi, Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları IX. Ulusal Kongresi, 14-17 Kasım 2012, s. 1-2, Antakya.

Brooks, M.R., (2006). Issues in Measuring Port Devolution Program Performance: A Managerial Perspective. *Research in Transportation Economics* 17: 604.

- Talley, W.K., (1994). Performance indicators and port performance evaluation evaluation. *Logistics and Transportation Review* 30(4): 339.
- Venkatasubbaiah, K., Rao, K.N., Rao, M.M., (2014). Evaluation of Performance of Container Terminals Through DEMATEL-AHP. *International Journal for Quality Research* 8(4): 535.
- Ha, M., Yang, Z., (2017). Comparative analysis of port performance indicators: Independency and interdependency. *Transportation Research Part A* <http://dx.doi.org/10.1016/j.tra.2017.06.013>.
- Onat M. (2005). Dünya Limanlarında Rekabet Ve Düzenleme; Marmara Bölgesi Konteyner Terminallerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özdemir, Ü., Yılmaz, H., Başar, E., 2016. Investigation of Port Efficiency Criteria with Fuzzy Dematel Method: Hopa And Batumi Ports. "II. International Conference "Innovation Challenges of The Maritime Industry: Maritime Transport, Engineering Technologies, Logistics, Tourism", 2016-09-08, 2016-09-09, Batumi, Gürcistan.
- Merk, O., Dang, T. (2012). Efficiency of World Ports in Container and Bulk Cargo (Oil, Coal, Ores and Grain). *OECD Regional Development Working Papers*, 2012/09, OECD Publishing.
- Zhang, G., Lu, J., (2002). An Integrated Group Decision-Making Method Dealing with Fuzzy Preferences for Alternatives and Individual Judgments for Selection Criteria. *Group Decision and Negotiation* 12: 501-515.
- Yang, T., Hung, C.C., (2007). Multiple Attribute Decision Making Methods for Plant Layout Design Problem. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing* 23(1): 126-137.
- Awad, M.R., Nazmy, T., Ismael, I.A., (2013). Integrating Approach For Multi Criteria Decision Making (Case Study: Ranking For Bulk Carrier Shipbuilding Region). *International Journal Of Scientific & Technology Research* 2(10): 77-86.
- Özdemir, Ü., Ece, N.J., Gedik, N., (2017). Türkiye’de Denizcilik Eğitiminin Geleceğine Yönelik Nicel Bir Çalışma Örneği. *Journal of Eta Maritime Science* 5(2): 154-170.
- Wu, W.W., Lee, Y.T., (2007). Developing global managers’ competencies using the fuzzy DEMATEL method. *Expert Systems with Applications* 32: 499-507.
- Bali, Ö., Tutun, S., Pala, A., Çörekçi, C., (2014). A Mcdm Approach with Fuzzy Dematel and Fuzzy Topsis For 3 PL Provider Selection. *Journal of Engineering and Natural Sciences* 32: 222-239.
- Özdemir, Ü., (2016). Bulanık DEMATEL ve Bulanık TOPSIS Yöntemleri Kullanılarak Limanlarda Yaşanan İş Kazalarının İncelenmesi. *Journal of ETA Maritime Science* 4(3): 235-247.
- Chang, B., Chang, C.W., Wu, C.H., (2011). Fuzzy DEMATEL Method for Developing Supplier Selection Criteria. *Expert Systems with Applications* 38(3): 1850-1858.
- Lin, R.J., (2013). Using Fuzzy DEMATEL to Evaluate the Green Supply Chain Management Practices. *Journal of Cleaner Production* (40): 32-39.
- Sumrit, D., Anuntavoranich, P. (2013). Using DEMATEL Method to Analyze the Causal Relations on Technological Innovation Capability Evaluation Factors in Thai Technology-Based Firms. *International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies* 4(2): 81-103.
- Tsai, S.B., Chien, M.F., Xue, Y., Li, L., Jiang, X., Chen, Q., Wang, L., (2015). Using the Fuzzy DEMATEL to Determine Environmental Performance: A Case of Printed Circuit board Industry in Taiwan. *PloS One* 10(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0129153>
- Slack, B., (1985). Containerization, inter-port competition, and port selection. *Maritime Policy & Management* 12(4): 293-303.
- Murphy, P.R., Daley, J.M., (1994). A comparative analysis of port selection factors. *Transportation Journal* 34(1): 15-21.
- Tongzon, J., Sawant, L., (2007). Port choice in a competitive environment: From the shipping lines' perspective. *Applied Economics* 39(4): 477-492.
- Chang, Y.T., Lee, S.Y., Tongzon, J.L., (2008). Port selection factors by shipping lines: Different perspectives between trunk liners and feeder service providers. *Marine Policy* 32(6): 877-885.

Da Cruz, M.R.P., Ferreira, J.J., Azevedo, S.G., (2013). Key factors of seaport competitiveness based on the stakeholder perspective: An analytic hierarchy process (AHP) model. *Maritime Economics & Logistics* 15(4): 416-443.

Varan, S., Cerit, A.G., (2014). Concentration and competition of container ports in Turkey: A statistical analysis. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi* 6(1): 91-109.

Solak, F.C., Akgül, E.F., Çetin, Ç.K., (2016). Liman Rekabetçiliğini Etkileyen Faktörler: Ege Bölgesi Konteyner Terminalleri Kullanıcılarına Yönelik Bir Vzaıp Uygulaması. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi* 8: 1-23.

Estimation of growth parameters and mortality rates of sprat (*Sprattus sprattus* L.) and anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L.) captured in the Black Sea

Karadeniz’de avlanan çaça (*Sprattus sprattus* L.) ve hamsi (*Engraulis encrasicolus*, L.) balıklarının büyüme parametreleri ve ölüm oranlarının tahmini

Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi

Cilt: 4 Sayı: 2 (2018) 106-115

Süleyman ÖZDEMİR^{1*}, Yakup ERDEM¹, Zekiye BİRİNCİ ÖZDEMİR¹, Ercan ERDEM², Hakan AKSU³

¹ Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi 57000 Aklıman-Sinop

² Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü, 06060 Lodumlu-Ankara

³ Sinop Üniversitesi Meslek Yüksekokulu 57000 Orduköy-Sinop

ABSTRACT

Length composition of anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L.) and sprat (*Sprattus sprattus* L.), important small pelagic species of Black Sea, were determined in this study. Growth parameters and mortality rates for anchovy and sprat, using length composition data of fishes, were estimated. A total of 150 tons anchovy and 75 tons sprat (225 tons fish) were caught end of the 13 midwater trawl tows in the study. Length of 1516 numbers anchovy and 4214 numbers sprat were measured in the study. Maximum, minimum and average length of species were established 15.2 cm, 5.2 cm, 11.28±0.04 cm; 12.8 cm, 5.7 cm, 8.5±0.01 cm respectively.

Growth and population parameters of anchovy and sprat were calculated; asymptotic length (L_{∞}) 17.01 cm, 13.38 cm, Brody growth coefficient (K) 0.28, 0.23; instantaneous rate of mortality (Z) 2.73 year⁻¹, 2.88 year⁻¹; rate of natural mortality (M) 0.41 year⁻¹, 0.52 year⁻¹, rate of fishing mortality (F) 2.18 year⁻¹, 1.51 year⁻¹, exploitation rate (E) 0.80 year⁻¹, 0.82 year⁻¹ respectively. Growth and population parameters, calculated by the length composition for species, were compared with other studies.

Keywords: Anchovy, sprat, growth parameters, mortality rates, exploitation rate.

Article Info

Received: 15 December 2017

Revised: 06 April 2018

Accepted: 08 April 2018

^{*} (corresponding author)

E-mail: suleymanozdemir57@yahoo.com

ÖZET

Bu çalışmada Karadeniz'in önemli küçük pelajik türleri olan hamsi (*Engraulis encrasicolus*, L.) ve çaça (*Sprattus sprattus* L.) balıklarının boy kompozisyonu verileri kullanılarak büyüme parametreleri ve ölüm oranları tahmin edilmiştir. Araştırmada 13 ortasu trol ağı çekimi yapılarak 150 tonu hamsi, 75 tonu çaça olmak üzere toplam 225 ton balık avlanmıştır. Yapılan örneklemede 1516 adet hamsi ve 4214 adet çaça balığının boyu ölçülmüştür. Türlerin maksimum, minimum ve ortalama boyları sırasıyla 15.2 cm, 5.2 cm, 11.28 ± 0.04 cm; 12.8 cm, 5.7 cm, 8.5 ± 0.01 cm olarak tespit edilmiştir. Hamsi ve çaçanın büyüme ve populasyon parametreleri sırasıyla; asimptotik boy (L_{∞}) 17.01 cm, 13.38 cm; büyüme katsayısı (K) 0.28, 0.23; anlık ölüm katsayısı (Z) 2.73 yıl^{-1} , 2.88 yıl^{-1} ; doğal ölüm katsayısı (M) 0.41 yıl^{-1} , 0.52 yıl^{-1} , balıkçılık ölüm oranı (F) 2.18 yıl^{-1} , 1.51 yıl^{-1} ve sömürülme oranı (E) 0.80 yıl^{-1} , 0.82 yıl^{-1} olarak hesaplanmıştır. Türler için boy kompozisyonundan hesaplanan büyüme ve populasyon parametreleri yapılan diğer çalışmaların sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

Anahtar sözcükler: Hamsi, çaça, büyüme parametreleri, ölüm oranları, sömürülme oranı

1. GİRİŞ

Dünya su ürünleri üretiminde olduğu gibi ülkemizde de pelajik türler ilk sırada yer almaktadır. Bu türler içerisinde 102 595 ton ile birinci sırada hamsi, ikinci sırada ise 50 225 ton ile çaça balığı bulunmaktadır (TUİK, 2017). İnsan gıdası olarak tüketilen hamsi balığından maksimum ve devamlı yarar sağlayarak avcılığının devam ettirilmesi gerekmektedir (Erdem ve ark., 2007). Karadeniz'de avlanan ve insan besini olarak kullanılmayan ancak ülkemiz balık unu-yacı sanayinde hammadde olarak önemli bir yere sahip olan diğer bir tür ise çaçadır (Erdem ve Özdemir, 2008). Her iki tür temelde farklı alanlarda değerlendirilse de balıkçılığımızın başarısında ortak paydada yer almaktadır (Özdemir ve ark., 2006a). Çaça balığı özellikle, balık unu-yacı sektörü için hammadde konumundaki hamsi üzerindeki baskının azaltılmasında tek alternatif türdür (Özdemir ve ark., 2007). Hamsi ve çaça türlerinin gelecek yıllarda balıkçılığımıza ve su ürünleri üretimimize olumlu katkılar sağlayabilmesi için stok durumunun biyolojisi ve populasyon

dinamiğinin bilinmesi yanında, bu bilgilerin güncellenerek düzenli olarak takip edilmesi gerekmektedir (Samsun ve ark, 2006; Kalaycı ve ark, 2006; Özsandıkçı, 2015). Balıkların büyüme ve populasyon parametrelerinin hesaplanmasında pul, otolit ve kemiksi yapılarındaki yaş halkalarının okunması yoluyla çoğunlukla yaş tayininden elde edilen veriler kullanılmaktadır (Gümüş ve Polat, 1999; Yılmaz ve Polat, 2002; Polat ve ark., 2009). Ancak bu yöntemlerin hassas ve okumaların zaman alması nedeniyle, populasyonu tam temsil edecek sayıda ve dikkatlice boy ölçümleri alınarak elde edilen boy kompozisyonu verilerinin kullanılmasıyla da birçok parametrenin hesaplanması mümkündür (Erkoyuncu, 1995; Sparre ve Venema, 1998; Özbilgin ve ark., 2004; Özdemir ve ark., 2006b; Özdemir ve ark., 2009).

Bu çalışmada Karadeniz'in önemli küçük pelajik türleri olan hamsi (*Engraulis encrasicolus*, L.) ve çaça (*Sprattus sprattus* L.) balıklarının boy kompozisyonu ve bu veriler kullanılarak balıkların büyüme ve populasyon parametreleri tahmin edilmiştir.

Elde edilen büyüme ve populasyon parametreleri türler üzerine farklı yöntemlerle yapılan diğer çalışma sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma 2008–2009 avcılık sezonunda Orta Karadeniz Bölgesi Samsun ili kıyılarında yürütülmüştür. Araştırmada kullanılan ortasu trolü ağları çift tekne ile çekilmektedir. Ağın torba ağ göz açıklığı 24 mm dir. Yapılan her bir ağ çekimi 120 dakika ve 2.5 knot çekim hızı ile gerçekleştirilmiştir. Her çekim sonunda ortasu trolü ile avlanan hamsi ve çaça balıklarının toplam av miktarı kaydedilmiştir. Her çekim sonrasında toplam av içerisinde alt örnekleme ile alınan balıkların 1 mm hassasiyetli ölçüm tahtasında cm olarak total boyları ve 0.01 hassasiyetle g olarak ağırlıkları ölçülmüştür. Elde edilen boy kompozisyonu verileri ile türlerin populasyon parametrelerinden maksimum boy (L_{∞}), büyüme katsayısı (K), anlık ölüm katsayısı (Z), doğal ölüm oranı (M), balıkçılık ölüm oranı (F) ve işletme oranı (E) hesaplanmıştır.

Von Bertalanfy Büyüme Denklemi (VBBD) parametrelerinden maksimum (asimptotik) boy (L_{∞}) ‘un ve anlık ölüm katsayısı Z’ nin tahmininde Wetherral ve ark. (1987), büyüme katsayısı (K)’nın tahminde ise Pauly (1980)’nin $a = \log K + 2 \log L_{\infty}$ formülü kullanılmıştır. Hesaplamalarda kullanılan K değerleri daha önceki çalışmalarda değişik yöntemlerle elde edilen K değerleridir. K’nın tahmini için kullanılan “a” değeri (a_{ort}) türler üzerine yapılan diğer çalışmalarda bulunan “a” değerlerinin ortalamaları alınarak bulunmuştur.

L_{∞} ve Z nin tahmininde $Li_{(ort)} = \sum(Li) / \sum f$ olmak üzere $Li_{(ort)} = a + bLi$ regresyon denklemi kullanılarak $L_{\infty} = a / (1 - b)$ ve $Z / K = (b / (1 - b))$ eşitliklerinden hesaplanmıştır. Doğal ölüm oranı M ise; $\ln M = -0.0152 - 0.279 \ln L_{\infty} + 0.6543 \ln K + 0.4634 \ln T$

formülü ile hesaplanmıştır (Sparre ve Venema, 1998). Burada T ilgilenilen balık stoğunun bulunduğu bölgedeki yıllık ortalama su sıcaklığı değeri olup 10 °C olarak tespit edilmiştir. Türlerin balıkçılık ölüm oranı $F = Z - M$ ve stoktan yararlanma (işletme) oranı $E = F / Z$ formülleri ile hesaplanmıştır.

Ayrıca türlerin boy-ağırlık ilişkisinin belirlenmesinde Pauly (1984) tarafından önerilen $W = aL^b$ eşitliğinden, “b” değerinin test edilmesinde “t” testinden yararlanılmıştır.

3. BULGULAR

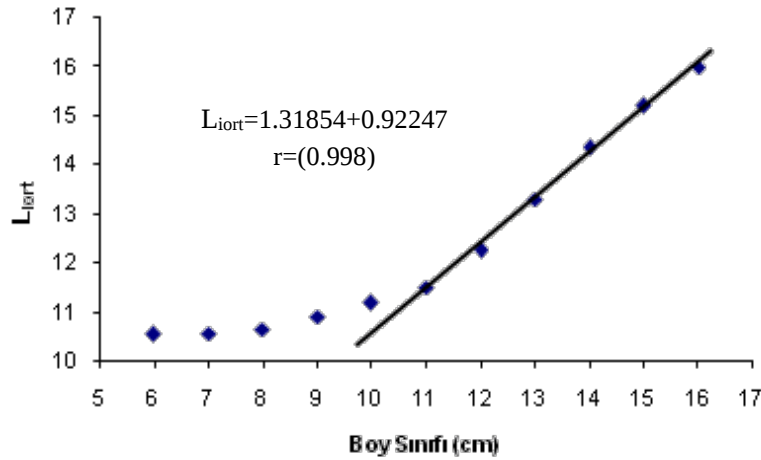
Araştırma süresince 225 ton balık avlanmış olup bu miktarın 150 tonu hamsi ve 79 tonu ise çaça balıklarından oluşmaktadır. Hesaplamalarda kullanılmak üzere 1516 adet hamsi ve 4214 adet çaça balığının bireysel olarak total boyları ölçülmüştür. Hamsi için ortalama boy 11.28 ± 0.04 cm, çaça için 8.5 ± 0.01 cm hesaplanmıştır. Hamsi balığı için boy-ağırlık ilişkisi $W = 0.0096L^{2.8166}$ ($n=1516$, $r=0.984$), çaça balığı için $W = 0.0089L^{2.8259}$ ($n=4214$, $r=0.981$) olarak hesaplanmıştır. Hamsi ve çaça balıkları için büyüme negatif allometrik bulunmuştur.

Hamsinin boy dağılımına bakıldığında en fazla yakalanmanın 11 cm’lik boy grubunda olduğu tespit edilirken ikinci sırada 12 cm’lik boy grubu yer almıştır. Avlanan hamsinin % 78’lik bölümü minimum av boyunun üzerindedir. Hamsi balıklarının boy sınıflarına göre dağılımı ve bu veriler kullanılarak hesaplanan % N ve Li_{ort} değerleri Tablo 1. de verilmiştir.

Hamsi balığının boy sınıfı değerleri ile doğrusal dağılım gösteren değerler arasındaki ilişkiye ait regresyon denklemindeki a ve b katsayıları kullanılarak maksimum boy (L_{∞}) 17.01 cm olarak belirlenmiştir (Şekil 1).

Tablo 1. Hamsi balığına ilişkin veriler

	Boy sınıfı (cm)	N (adet)	% N	L_{iort}
	6	6	0.40	10.56
	7	36	2.37	10.57
	8	127	8.38	10.66
	9	170	11.21	10.91
	10	252	16.62	11.19
Hesaplamada Kullanılan Boylar	11	550	36.28	11.51
	12	298	19.66	12.27
	13	60	3.96	13.30
	14	12	0.79	14.35
	15	4	0.26	15.19
	16	1	0.07	16.01
	Toplam	1516		



Şekil 1. Hamsi balığına ait L_{∞} ve Z/K ' nın hesaplanmasında kullanılan değerler

Hamsi balıklarının populasyon parametreleri sırasıyla; K değeri 0.23, anlık ölüm katsayısı (Z) 2.73 yıl⁻¹, doğal ölüm katsayısı (M) 0.41 yıl⁻¹, balıkçılık ölüm katsayısı (F) 2.18 yıl⁻¹, işletme oranı (E) 0.80 yıl⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

Çaça balıklarının boy kompozisyonu incelendiğinde en fazla yakalanmanın 2050 adet bireyle 9 cm lik grubunda olduğu, bunu

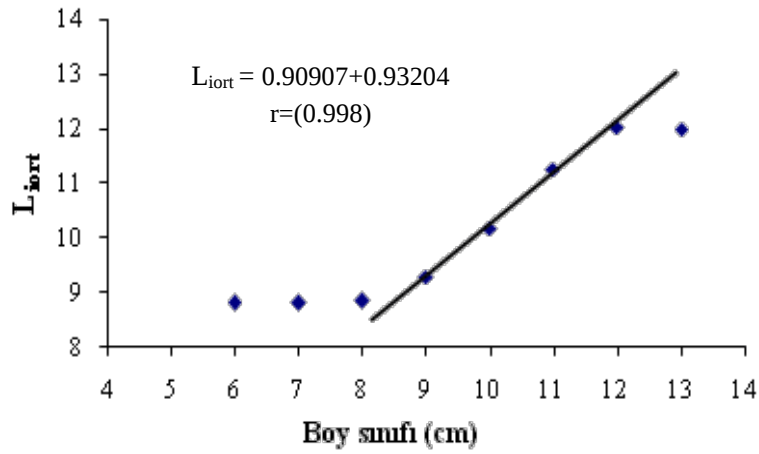
8 cm lik boy grubunun izlediği belirlenmiştir. Çaçanın boy sınıflarına göre dağılımı ve bu veriler kullanılarak hesaplanan % N ve L_{iort} değerleri Tablo 2. de gösterilmiştir. Çaça balığının boy sınıfı değerleri ile doğrusal dağılım gösteren değerler arasındaki ilişkiye ait regresyon denklemindeki a ve b katsayıları kullanılarak maksimum boy (L_{∞}) 13.38 cm

olarak belirlenmiştir (Şekil 2). Çaçı balıklarının populasyon parametreleri sırasıyla; K değeri 0.28 anlık ölüm katsayısı (Z) 2.88 yıl⁻¹, doğal ölüm katsayısı (M) 0.52

yıl⁻¹, balıkçılık ölüm katsayısı (F) 1.51 yıl⁻¹, işletme oranı (E) 0.82 yıl⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

Tablo 2. Çaçı balığına ilişkin veriler

	Boy sınıfı (cm)	N (adet)	% N	L _{iort}
	6	6	0.14	8.82
	7	68	1.61	8.82
	8	1412	33.51	8.85
Hesaplamada Kullanılan Boylar	9	2050	48.65	9.29
	10	580	13.76	10.18
	11	73	1.73	11.27
	12	24	0.57	12.04
	13	1	0.02	13.01
	Toplam	4214		



Şekil 2. Çaçı balığına ait L_{∞} ve Z/K ' nin hesaplanmasında kullanılan değerler

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Hamsi ve çaça balıkları Karadeniz’de ortasu trolü ile avlanan önemli küçük pelajikler arasındadır. Son yıllarda üretimdeki artışı ile çaça balığı palamut, istavrit, sardalya ve lüfer gibi pelajik türleri geride bırakarak ikinci sırada yer almaya başlamıştır (TÜİK, 2017). Çalışmada 13 ortasu trolü ağı çekimi sonuncunda hamsi ve çaça türlerinden oluşan 250 ton balık avlanmıştır. Hamsi % 67 lik oranı ile çaça balığından daha fazla avlanan tür olmuştur.

Araştırmada hamsi için elde edilen ortalama boyun (11.28 ± 0.04 cm) su ürünleri tebliğinde belirtilen minimum avlama boyundan (9 cm) yüksek olduğu tespit edilmiştir. Toplam avlanan hamsi miktarı içinde sadece % 22 lik bölümü 9 cm lik boyun altında yakalanmıştır. Karadeniz’de yapılan çalışmalarda ortasu trolü ile avlanan hamsinin ortalama boyunu Bilgin ve ark. (2006) 11.3 cm, Samsun ve ark. (2006) 11.3 cm; Özdemir ve ark. (2006) 10.2 cm; Erdem ve ark. (2007) 10.8 cm; Erdem ve Özdemir (2008) 10.6 cm, Sağlam ve Sağlam (2013) 11.6 cm olarak belirlemiştir.

Erdem ve Erkoyuncu (1997) torba göz açıklığı 22 mm olan ortasu trolü ile avlanan hamsinin % 50 seçicilik boyunu 11.07 cm olarak tespit ederek, av aracının gırgır ağına göre daha seçici olduğunu bildirmiştir. Tüm bu sonuçlar ortasu trolünün hamsi avcılığındaki başarısını da ortaya koymaktadır.

Araştırmada hamsinin büyümesi negatif allometrik olarak ($b=2.8166$, güven aralığı 2.7588-2.8744, $p<0.05$) belirlenirken, “b” değeri diğer çalışma sonuçları (Özdamar ve ark., 1994; Şahin ve ark., 2004; Samsun ve ark., 2004; Bilgin ve ark., 2006; Kalaycı, ve ark., 2007; Yankova ve ark., 2011; Sağlam ve Sağlam, 2013; Özdemir ve Duyar, 2013) ile benzerlik göstermektedir. Satılmış ve ark. (2014) ise hamsi balığının izometrik ($b=3$) büyüme, Erkoyuncu ve Özdamar (1989) ile Özdamar ve ark. (1995) da türün pozitif allometrik ($b>3$) büyüme

gösterdiğini belirtmektedir.

Çaça balığının büyümesi de hamside olduğu gibi negatif allometrik olarak ($b= 2.8259$, güven aralığı 2.7845-2.8676, $p<0.05$) tespit edilmiştir. Karadeniz’de çaçanın boy ağırlık ilişkisi üzerine yapılan çalışmaların (Kalaycı ve ark., 2006; Yankova ve ark., 2011, Özdemir ve Duyar, 2013; Özdemir ve ark., 2015) sonuçları ile elde edilen sonuçlar yakınlık göstermektedir. Avşar (1995) ve Şahin, (1999) ise çaça balığının büyümesini pozitif allometrik ($b>3$), Satılmış ve ark. (2014) da türün büyümesinin izometrik ($b=3$) olduğunu ifade etmektedir.

Populasyon dinamiği çalışmalarında örnekleme zamanı, sahası, yöntemi, örnek miktarı gibi değişkenler balığın yaş, boy, ağırlık ve cinsiyet kompozisyonunu değiştirebilmektedir (Gulland, 1966). Bunlara bağlı olarak balığın beslenme aktivitesi, midesinin boş veya doluluk durumu, gonad gelişim evresi, üreme dönemi, yumurtlama öncesi ve sonrası safhalarının da “b” değeri üzerinde bir etkisinin olduğu söylenebilir.

Çalışma sonunda boy kompozisyonundan elde edilen populasyon parametreleri, yaş ve Bhattacharya yöntemi kullanılan araştırma sonuçlarındaki bazı parametreler ile benzerlik gösterirken bazıları ile farklılıklar göstermiştir.

Hamsi için boy kompozisyonu yöntemi ile yaş kompozisyonu yönteminin L_{∞} değerlerinin birbirine yakın olduğu belirlenirken Bhattacharya yöntemi L_{∞} değerinden düşük bulunmuştur. Anlık ölüm katsayısı (Z) ve balıkçılık ölüm katsayısı (F), Sağlam ve Sağlam (2013) dışındaki diğer çalışma sonuçlarından yüksek tahmin edilmiştir (Tablo 3). Bu iki parametrenin farklılığı araştırmanın yapıldığı av sahası, av mevsimi, av aracı tipi, av aracı kullanım süresi, balık sürü yapısı, örnekleme yöntemi ve örnek miktarı ile balıkların etkilenebileceği birçok çevresel faktörden kaynaklanabilir (Gulland, 1966).

Tablo 3. Çeşitli araştırmacıların hamsi için farklı yöntemlerle elde ettikleri parametreler

Araştırmacılar	Metot	L_{∞}	K	Z	M	F	E
Erkoyuncu ve Özdamar, 1989	(Y)	16.76	0.32	1.56	0.46	1.10	0.71
Mutlu ve ark., 1993	(Y)	15.82	0.34	1.61	0.53	1.08	0.67
Özdamar ve ark., 1994	(Y)	17.51	0.27	1.23	0.45	0.78	0.63
Özdamar ve ark., 1995	(Y)	16.80	0.31	1.25	0.47	0.78	0.62
Kayalı, 1998	(B)	17.42	0.28	2.08	0.68	1.40	0.67
Gözler ve Çiloğlu, 1998	(Y)	16.97	0.26	1.37	0.49	0.88	0.64
Mutlu, 2000	(Y)	15.82	0.34	2.07	0.67	1.40	0.68
Samsun ve ark., 2004	(Y)	17.07	0.28	1.64	0.46	1.44	0.66
Şahin ve ark., 2006	(Y)	16.10	0.29	0.93	0.39	0.54	0.58
Bilgin ve ark., 2006	(Btch)	21.17	0.19	1.85	0.34	1.51	0.82
Sağlam ve Sağlam, 2013	(Y)	16.37	0.43	2.84	0.66	2.18	0.77
* Bu çalışma	(B)	17.01	0.23	2.73	0.41	2.18	0.80

(B): Boy kompozisyonu

(Y): Yaş kompozisyonu

(Btch): Bhattacharya metodu

İşletme oranlarının (E) optimum olan 0.5 değerinden oldukça yüksek çıkması türler üzerinde son yıllarda artan bir av baskısı olduğunu göstermektedir. Avşar (1995) çaça balığı için işletme oranını 0.55 olarak tespit ederken, Kalaycı ve ark. (2006) ile mevcut çalışmadaki E değerinin oldukça yükselerek 1.5 kat arttığı görülmektedir. Bununla birlikte Romanya kıyılarında çaça balığının işletme oranını Daskalov ve ark. (2012) (E) 0.54, Radu ve ark. (2013) (E) 0.46 olarak bildirmektedir (Tablo 4). Romanya kıyılarında tür üzerinde bir av baskısının olmadığı ve optimum oranda işletildiği söylenebilir.

Çaça avcılığı sürü yapısı gereği en etkin ortasu trolü ile avlanabilmektedir. Son yıllarda Karadeniz’de ortasu trolü ile çaça avcılığı giderek artmaktadır. Ayrıca Karadeniz’de ortasu trolü ile avcılığın dar bir sahada yapılması stokların hızlı bir şekilde yıpranmasına neden olabilmektedir. Bu nedenle Karadeniz’de çaça avcılığının daha geniş sahalara yayılarak yapılması balık unu-yağı üretiminde yoğun olarak değerlendirilen hamsi üzerindeki baskıyı azaltırken, hem çaça balığı üretiminin yükselmesine katkı sağlayabilecek hem de stokun hızla yıpranmasının da önüne geçilebilecektir.

Tablo 4. Bazı araştırmacıların çaça balığı için farklı yöntemlerle elde ettikleri parametreler

Araştırmacılar	Metot	L_{∞}	K	Z	M	F	E
Ivanov, 1983	(Y)	13.41	0.45	-	-	-	-
Avşar, 1995	(Y)	13.76	0.41	1.64	0.74	0.91	0.55
Şahin, 1999	(Y)	13.88	0.36	-	-	-	-
Panayotava, 2001	(Y)	14.80	0.20	-	-	-	-
Kalaycı ve ark., 2006	(Btch)	14.10	0.28	2.32	0.47	1.52	0.80
Daskalov ve ark., 2012	(Y)	15.20	0.40	1.30	0.57	0.73	0.56
Radu ve ark., 2013	(Y)	12.63	0.53	1.07	0.93	0.81	0.46
Tserkova, 2013	(Y)	13.68	0.27	-	-	-	-
* Bu çalışma	(B)	13.38	0.28	2.88	0.52	1.51	0.82

(B): Boy kompozisyonu

(Y): Yaş kompozisyonu

(Btch): Bhattacharya metodu

Patterson (1992) stoktan yararlanma oranının $E=0.5$ olmasının küçük pelajik stokların uygun işletilebilmesinde önemli bir kriter olduğunu belirtmektedir. Bilgin (2006) Karadeniz’de hamsi üzerine son 20 yılda (1985-2005) yapılan çalışmalardan elde edilen populasyon parametrelerini kullanarak ortalama işletme oranını (E) 0.68 olarak hesaplamıştır. Bu oranlar özellikle başta Karadeniz’in ve su ürünleri üretimimizin en önemli türü olan hamsi balığının sürdürülebilirliği ve maksimum ürün elde edilmesi açısından bazı yasal tedbirlerin alınmasını gündeme getirmektedir. Av baskısının sürekli yükselmesi ve bu seviyede avcılığa devam edilmesi balık stoklarının aşırı yıpranmasına hatta tamamen çökmesine neden olabilir.

Sonuç olarak çalışmada her iki tür için, yaş yöntemine göre daha kolay bir yöntem olan boy kompozisyonu tespiti ile balıkların büyüme ve populasyon parametrelerinin hesaplanabileceği belirlenmiştir. Elde edilen sonuçların balık stoklarının ve populasyonun durumu hakkında önemli bilgiler yansıtabildiği görülmektedir. Bu sonuçların balıkçılık yönetiminde, avcılığı yapılan türler için avcılık stratejilerinin belirlenmesinde ve su ürünleri avcılığının yasal düzenlemelerinde dikkate alınmasının

balıklarımızın ve balıkçılığımızın geleceği açısından yararlı olacağı kanısındayız.

KAYNAKLAR

TÜİK, (2017). *Türkiye İstatistik Kurumu, Su Ürünleri İstatistikleri 2016*, No: 3177, 48 s.

Erdem, Y., Özdemir, S., Satılmış, H.H., (2007). Hamsi (*Engraulis encrasicolus* L.) avcılığında kullanılan ortasu trolünün gece-gündüz av verimi ve boy kompozisyonunun karşılaştırılması. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 23(1-2): 230 -237.

Erdem, Y., Özdemir, S., (2008). Karadeniz kıyılarında çift tekne ile çekilen ortasu trolü ile bazı pelajik balıkların avcılığı, *O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi* 23(2): 78-82.

Özdemir, S., Erdem, Y., Satılmış, H.H., Birinci Özdemir, Z., (2006a). Karadeniz’de ortasu trolü ile gece süresince avlanan hamsi (*Engraulis encrasicolus* L., 1758)’nin av verimi ve boy kompozisyonunun belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi* 23(3-4): 417-421.

Özdemir S., Erdem, Y., Satılmış, H.H., Birinci Özdemir, Z., Erdem, E., (2007). İki Farklı Av Sahasında Ortasu Trolü ile Avlanan Hamsi (*Engraulis encrasicolus*, L.) Balığının Sürü Yapısı ve Av Veriminin İncelenmesi. *F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* 19(1): 33-40.

- Samsun, O., Kalaycı, F., Samsun, N., Bilgin, S., (2006). Karadeniz’de ortasu trolü ile avlanan pelajik balıkların bazı biyolojik özellikleri ve avcılık verilerinin incelenmesi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi* 23(1/3): 487-493.
- Kalaycı, F., Bilgin, S., Samsun, O., Samsun, N., (2006). Orta Karadeniz’de avlanan çaça (*Sprattus sprattus phalericus* Risso, 1826) balığı stoğunun genel durumu ve balık endüstrisi içerisindeki yerinin araştırılması. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi* 23(1/3): 449-455.
- Özsandıkçı, U., (2015). Orta Karadeniz’de (Samsun-Yakakent, Ordu-Akçay) avlanan çaça (*Sprattus sprattus phalericus* Risso, 1826) balığının avlanabilir biyokütle tahmini, Yüksek Lisans Tezi, Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 49 s.
- Gümüş, A., Polat, N., (1999). Yaş tayini hesaplamalarında hata kaynakları, X. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 506-523, Adana.
- Yılmaz, S., Polat, N., (2002). Age determination of shad (*Alosa pontica* Eichwald, 1838) inhabiting the Black Sea. *Turkish Journal of Zoology* 26: 393-398.
- Polat, N., İnceismail, Y., Yılmaz, S., Bostancı, D., (2009). Karadeniz (Samsun)’de yaşayan zargana (*Belone belone* L., 1761)’da yaş tayini, yaş-boy ve boy-ağırlık ilişkileri. *Journal of Fisheries Sciences* 3(3): 187-198.
- Erkoyuncu, E., (1995). *Balıkçılık Biyolojisi ve Populasyon Dinamiği Ders Kitapları*, s. 265, Samsun, O.M.Ü. Yayınları No: 196.
- Sparre, P., Venema, S.C. (1998). Introduction to Tropical Fish Stock Assessment Part 1: Manual, FAO, *Fisheries Technical Paper*, 306/1, Rev. 2.
- Özbilgin, H., Tosunoğlu, Z., Bilecenoğlu, M., Tokaç, A., (2004). Population parameters of *Mullus barbatus* in Izmir Bay (Aegean Sea), using length frequency analysis. *J. Appl. Ichthyol.* 20: 231-233.
- Özdemir, S., Erdem, Y., Sümer, Ç., (2006b). Kalkan (*Psetta maxima*, Linnaeus, 1758) ve mezgit (*Merlangius merlangus euxinus*, Nordman 1840) balıklarının yaş ve boy kompozisyonundan hesaplanan bazı populasyon parametrelerinin karşılaştırılması. *O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi* 21(1): 71-75.
- Özdemir, S., Erdem, E., Birinci Özdemir, Z., Şahin, D., (2009). Karadeniz’de avlanan pelajik türlerden istavrit (*Trachurus trachurus*), lüfer (*Pomatomus saltatrix*) ve tırsı (*Alosa alosa*) balıklarının boy kompozisyonundan populasyon parametrelerinin tahmini. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 21(1): 1-8.
- Wetherall, F.A., Polovina, J.J., Ralston, S., (1987). Estimating growth and mortality in steady state fish stocks from length-frequency data. (In Pauly, D. and Morgan G.R. 1987. Length Based Methods in Fisheries Research. ICLARM Conf. Proc. 13, 53-74, Manila.
- Pauly, D., (1980). *A Selection of Simple Methods for the Assessment of Tropical Fish Stocks*, FAO Fisheries Circular, 729, 54.
- Pauly, D., (1984). *Fish population Dynamics in Tropical Waters; A Manuel for Use With Programmable Calculators*, ICLARM, Stud. Rev. 8: 325p, Manila.
- Bilgin, S., Samsun, N., Samsun, O., Kalaycı, F., (2006). Orta Karadeniz’de 2004-2005 av sezonunda hamsi’nin, *Engraulis encrasicolus* L., 1758, boy-frekans analiz metodu ile populasyon parametrelerinin tahmini. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi* 23(1/3): 259-364.
- Sağlam, N.E., Sağlam, C., (2013). Age, growth and mortality of anchovy *Engraulis encrasicolus* in the south-eastern region of the Black Sea during the 2010-2011 fishing season. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 93(8): 2247-2255.
- Erdem, Y., Erkoyuncu, İ., (1997). Hamsi (*Engraulis encrasicolus*, L.) avcılığında kullanılan ortasu trol ağlarının seçiciliğinin belirlenmesi üzerine bir araştırma, Akdeniz Balıkçılık Kongresi Bildiriler Kitabı 683-691, İzmir.
- Özdamar, E., Khiara, K., Sakuramoto, K., Erkoyuncu, İ., (1994). Variation in the population structure of European anchovy, *Engraulis encrasicolus* L. in the Black Sea. *Journal of Tokyo University of Fisheries* 81(2): 123-134.
- Samsun, O., Samsun, N., Karamollaoglu, A.C., (2004). Age, growth, and mortality rates of the European anchovy (*Engraulis encrasicolus* L. 1758) off the Turkish Black Sea coast. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science* 28: 901-910.
- Kalaycı F., Bilgin, S., Samsun, O., Samsun, N., (2007). Length- weight relationship of 10 fish species caught by bottom trawl and midwater trawl from the Middle Black Sea, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 7: 33-36.
- Yankova, M., Pavlov, D., Raykov, V., Mihneva, V., Radu, G., (2011). Length-weight relationships of ten fish species from the Bulgarian Black Sea waters. *Tr. J. of Zoology* 35: 265-270.

- Özdemir, S., Duyar, H.A., (2013). Length-weight relationships for ten fish species collected by trawl surveys from Black Sea Coast, Turkey. *International Journal of Chemical, Environmental & Biological Sciences (IJCEBS)* 1(2): 405-407.
- Satılmış, H.H., Sümer, S., Özdemir, S., Bayraklı, B., (2014). Length-weight relationships of the three most abundant pelagic fish species caught by mid-water trawls and purse seine in the Black Sea. *Cahiers de Biologie Marine* 55(2): 259-265.
- Erkoyuncu, İ., Özdamar, E., (1989). Estimation of the age, size and sex composition and growth parameters of anchovy *Engraulis encrasicolus* L. in the Black Sea. *Fisheries Research* 7: 241-247.
- Özdamar, E., Samsun, O., Erkoyuncu, İ., (1995). Karadeniz'de (Türkiye) 1994-1995 av sezonunda hamsi (*Engraulis encrasicolus* L.) balığına ilişkin populasyon parametrelerinin tahmini. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi* 12(1-2): 135-144.
- Özdemir, S., Erdem, E., Birinci Özdemir, Z., Aksu, H., (2015). Monthly monitoring of length-weight relationships of allis shad (*Alosa immaculata* Bennett, 1835), horse mackerel (*Trachurus mediterraneus* Steindacher, 1968) and sprat (*Sprattus sprattus* Linnaeus, 1758) from the Southern Black Sea, Turkey. *Cahiers de Biologie Marine* 56(1): 25-30.
- Avşar, D., (1995). Population parameters of sprat (*Sprattus sprattus phalericus* RISSO) from the Turkish Black Sea coast. *Fisheries Research* 21: 437-453.
- Şahin, T., (1999). Some biological characteristics of sprat (*Sprattus sprattus phalericus* RISSO, 1826) on the Eastern Black Sea Coast. *Turkish Journal of Zoology* 23(1): 249-255.
- Gulland, J.A., (1966). *Manual of Sampling and Statistical Methods for Fisheries Biology, Part 1. Sampling Methods*, Manual 3 FAO Man. in Fish. Sci. No: 3.
- Mutlu, C., Düzgüneş, E., Şahin, C., (1993). Doğu Karadeniz'deki Hamsi (*Engraulis encrasicolus* L., 1758) balıklarının bazı populasyon parametreleri üzerine bir araştırma. Doğu Anadolu Bölgesi I. Su Ürünleri Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 423-431, Erzurum.
- Kayalı, E. (1998). Doğu Karadeniz ekosistemindeki hamsi (*Engraulis encrasicolus* L., 1758) ve istavrit (*Trachurus mediterraneus*) balıklarının biyolojik özellikleri üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 238 s., Trabzon.
- Gözler, A.M., Çiloğlu, E., (1998). Rize-Hopa açıklarında 1997-1998 avlanma sezonunda avlanan hamsi (*Engraulis encrasicolus* L., 1758) balığının bazı populasyon parametreleri üzerine bir araştırma. Doğu Anadolu Bölgesi III. Su Ürünleri Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 373-383, Erzurum.
- Mutlu, C., (2000). Doğu Karadeniz'de hamsi populasyonunun özellikleri ve stok miktarının tahmininde analitik yöntemlerin uygulanması, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 112 s., Trabzon.
- Şahin, C., Gözler, A.M., Hacımurtazaoğlu, N., (2006). 2004-2005 Av Sezonunda Doğu Karadeniz'deki Hamsi (*Engraulis encrasicolus* L., 1758) Populasyonunun Yapısı. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi* 23: 497-503.
- Daskalov, G., Osio, C., Charef, A., (2012). *Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF), Assessment of black sea stocks (STECF-12-15)*. European Commission, JRC Scientific and Policy Report, 279 p., Italy.
- 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* 45: 268-295.
- Ivanov, L., (1983). Population parameters and methods for limitation of sprat catch (*Sprattus sprattus*) in the Western part of the Black Sea. *Izv. Inst. Ribn. Resours* 20:7-46.
- Panayotova, M., (2001). Growth parameters of the Black Sea sprat (*Sprattus sprattus* L.) during the period 1998 - 2000 along the Bulgarian Black Sea coast. *Oceanologia* 3: 163-169.
- Tserkova, F., (2013). Growth parameters of the Black Sea sprat (*Sprattus sprattus* L.) during the period November 2010 -March 2012 along the Bulgarian Black Sea coast. *Bulg. J. Agric. Sci.* 1: 109-113.
- Patterson, K., (1992). Fisheries for small pelagic species: an empirical approach to managements targets. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 2: 321-338.
- Bilgin, S., (2006). Türkiye sularında (Karadeniz) avlanan (1985-2005 av sezonu) hamsi balığının, *Engraulis encrasicolus* (L., 1758), balıkçılık biyolojisi yönünden değerlendirilmesi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 22 (1-2): 213-222.

Optimization of Main Engine Fuel Consumption and Reduction of CO₂ Emission in Trawl Fisheries

Trol Gemilerinde Ana Makine Yakıt Tüketiminin Optimizasyonu ve CO₂ Emisyonlarının Azaltılması

Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi

Cilt: 4 Sayı: 2 (2018) 116-127

Aytekin SARICA^{1,*}, Yunus Emre FAKIOĞLU¹, Oğuzhan DEMİR¹, Ebrucan KALECİK¹, Gökhan GÖKÇE² Hüseyin ÖZBİLGİN³

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

³Mersin Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Mersin, Türkiye, 33169

ABSTRACT

In this study on the determination and optimization of fuel consumption in trawlers, a system has been established which could display and record of instant and total fuel consumption, speed, position and engine rpm in Lamas-1 research vessel. The ideal rpm values for cruising and trawling operation have been determined as 1000 rpm and 1400 rpm through the system respectively. The values obtained from cruise trials have been proved that speed increase of approximately 1 knot have been a hundred percent (100%) increase in the

fuel consumption. Furthermore, obtained ideal rpm value for trawl operation has been achieved up to 28% fuel savings. CO₂ emissions have been calculated from obtained cruising and trawling fuel consumptions. CO₂ emissions of optimized rpm values have been compared for both cruising and trawling operation values, and the reduction of 88% and 43% attained respectively.

Keywords: Trawl fisheries, fuel consumption, energy efficiency, CO₂ emission.

Article Info

Received: 03 June 2018

Revised: 27 July 2018

Accepted: 01 August 2018

* (corresponding author)

E-mail: saricaaytekin@hotmail.com

ÖZET

Trol gemilerinde yakıt tüketiminin tespiti ve optimizasyonu üzerine yapılan bu çalışmada Lamas-1 araştırma gemisine anlık ve toplam yakıt tüketimi, hız, konum ve makine devrini gösteren ve kaydedebilen bir sistem kurulmuştur. Sistem aracılığıyla seyir ve trol operasyonu için ideal devir değerleri sırasıyla 1000 rpm ve 1400 rpm olarak belirlenmiştir. Seyir denemeleri sonucunda elde edilen değerler, yaklaşık 1 knot hız artışı için yakıt tüketiminin %100 arttığını göstermiştir. Trol operasyonunda ise elde edilen ideal devirin %28'e varan yakıt tasarrufu sağladığı bulunmuştur. Trol operasyonu ve seyir için elde edilen yakıt tüketimleri üzerinden CO₂ emisyonları hesaplanmıştır. Optimize olarak tespit edilen devir değerlerinin CO₂ emisyonları hem seyir hem trol operasyonu için diğer verilerle karşılaştırılmış ve sırasıyla %88 ve %43 emisyon azalması elde edilmiştir.

Anahtar sözcükler: Trol balıkçılığı, yakıt tüketimi, enerji etkinliği, CO₂ emisyonu.

1. GİRİŞ

Yakıt tüketimi ve enerji tasarrufu konusu makine gücüyle hareketini sağlayan balıkçı gemilerinin en önemli gider kalemlerinden birisini oluşturmaktadır. Uluslararası literatürde balıkçılık üzerine yapılan çalışmalar, yakıt tüketiminin toplam giderlerin %25-50'sini oluşturduğunu belirtmektedir (Tyedmers, 2001; Lam ve ark., 2011; Gaston ve ark., 2012; Cheilari ve ark., 2013; FAO, 2014). Bu maliyetin azaltılması için en uygun seyir ve trol çekim hızlarının tespit edilmesi ve kullanılması işlemlerinin yaygın olarak araştırıldığı dikkat çekmektedir (Sala ve ark., 2010; 2011; Poos ve ark., 2013; Laurens ve Dasira, 2014). Farklı durumlarda enerji tüketimlerini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada yaklaşık 30 metre boyunda ve eşit makine gücüne (1207 HP) sahip iki trol gemisine yakıt ölçüm ve gemi çalışma verilerini görüntüleyebilen bir sistem (CorFu-m) kurulmuştur. Bu gemilerden biri demir gövdeli ve CPP (Controllable Pitch Propeller-Ayarlanabilir Pervane Açılı) diğeri ise ahşap gövdeli ve FPP (Fixed Pitch Propeller-Sabit Pervane Açılı) yapıya sahiptir. Seyir hızındaki 0,5 knot'lık bir

azalma ve pervanenin dakikadaki devir sayısındaki küçük bir düşüşle iki gemide de %10-15 arasında bir yakıt tasarrufu elde edilmiştir (Sala ve ark., 2010). Makine kullanım değerleri üzerinden yapılan hesaplamalarla kırıllı trol gemileri için seyir hızının optimize edilmesiyle %35,6 (Sala ve ark., 2011) tasarruf öngörülürken benzer bir çalışmada modelleme yöntemiyle %40'a (Poos ve ark., 2013) varan yakıt tasarrufu tespit edilmiştir. Adriyatik'te 1000-1200 HP, 25-35 m boy, farklı pervane ve gövde yapısı özelliklerine sahip iki adet orta su trol gemisi üzerinde yapılan çalışmada da benzer yakıt ölçüm ve görüntüleme sistemi kullanılarak belirledikleri en uygun seyir hızı değeriyle %15'e yakın tasarruf elde edilmiştir (Laurens ve Dasira, 2014). Ulusal çalışmalarda makine devri ve gemi hızının balıkçı gemilerinde yakıt tüketimine etkisini inceleyen bir çalışmaya rastlanmamaktadır. Ayrıca yakıt tüketimini anlık olarak ölçüp kaydedebilen ve elde edilen değerlerin karşılaştırıldığı bir sistem de ilk defa bu çalışmada kullanılmıştır. Uluslararası birçok çalışmada balıkçı gemilerinin ekosistem etkisi üzerinde odaklanıldığı, özellikle 1 kg ürün için tüketilen yakıtın ve salınan CO₂'nin yaygın

olarak araştırıldığı görülmektedir (Cheilari ve ark., 2013; Driscoll ve Tyedmers, 2010; Suuronen ve ark., 2012). Avrupa'da balıkçılık sektöründeki 54 filoya ait toplam yakıt tüketimleri ve maliyetleri, ürün ağırlıkları ve değerleri, gemilerin sayısı ve yıllarını kapsayan bir çalışma yapılmıştır. Toplam maliyetler dâhilinde 2002-2008 yılları arasında yakıt fiyatlarındaki artışın ekonomik performansa ve enerji verimliliğine etkisi değerlendirilmiştir. 2008 yılında balığın kilogramı başına 1,81 kg CO₂ emisyonu gerçekleşmiş olup, orta su trolleri ve çevirme ağıları için bu miktar 0,21 kg, 40 m'den büyük kırıklı troller için ise 9,5 kg CO₂ olarak bildirilmiştir (Cheilari ve ark., 2013). 1995-2006 yılları arasında Atlantik'te ringa türünün yakalanması üzerine yapılan bir çalışmada kullanılan yakıt ve salınan CO₂ gazının miktarı ve etkisi hesaplanmıştır. Gırgır, tek tekneyle çekilen orta su trolü ve çift tekneyle çekilen orta su trolü için CO₂ emisyonları sırasıyla 65 kg/t, 337 kg/t ve 365 kg/t olarak tespit edilmiştir (Driscoll ve Tyedmers, 2010). Özellikle trol gibi diğer av araçlarına nispeten daha yüksek yakıt tüketimi olan av araçları için çevreye olumsuz etkisi azaltılmış ve yakıt verimi yüksek; (LIFE: Low-Impact and Fuel-Efficient) balıkçılığın oluşturulması gerektiği vurgulanmıştır (Suuronen ve ark., 2012). Yakıt tüketiminde olduğu gibi CO₂ emisyonlarının da balıkçı gemileri için sayısal yöntem kullanılarak hesaplandığı bir çalışmaya ulusal literatürde rastlanılmamıştır. Uluslararası birçok yayında çalışıldığı literatürde tespit edilen, hem balıkçının hem tüketicinin özellikle Avrupa'da önem verdiği ekosistem etkisi konusunda ilk sayısal hesaplama bu araştırma ile yapılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Yakıt Ölçüm Cihazının Kurulumu ve Testleri

Çalışma Orta Doğu Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri Enstitüsü'ne ait Lamas-1 araştırma gemisinde, Mersin Körfezi olarak

tanımlanan; batıda Taşucu'ndan başlayarak doğuda Karataş'a kadar uzanan bölge sınırları içinde gerçekleştirilmiştir. Lamas-1 14,59 m boyunda ve 23 groston büyüklüğünde ahşap malzemeden yapılmış bir gemidir (Şekil 1). Gemide Volvo Penta D7A-TA model 6 silindirli, 4 stroklu, 237 HP bir ana makine ve 8,8 HP bir jeneratör mevcuttur. Gemi ana makinesi ve jeneratörü dizel yakıt enerjisiyle çalışmakta, ana makine yakıt pompası çıkışında 2-4 bar arasında basınç oluşmaktadır. Gemi ana makinesinin en yüksek yakıt tüketimi saatte 40 litredir. Mevcut haliyle makinenin en yüksek devri 2300 rpm (devir/dakika), üretici firma tarafından en yüksek torka ulaşılan devir sayısı ise 1600 rpm olarak belirtilmiştir. Geminin yeni karina bakımından sonraki maksimum hızı 12 knot, maksimum yakıt kapasitesi de 3200 litredir. Her iki tamburunda 6 mm çapında 1200 m uzunluğunda çelik tel mevcuttur. Köprü üstünde mevcut devir saati kadranı, veri elektronik olarak gelmesine rağmen 100 rpm'lik dilimler halinde anlık devri göstermektedir. Köprü üstünde ayrıca Raymarine a7 seri, 10 Hz bilgi alım hızına sahip, dokunmatik panelli bir GPS (Global Positioning System; Küresel Konumlama Sistemi) cihazı, Furuno marka yankı iskandili (echo sounder), su üstü radarı ve haberleşme cihazları mevcuttur.



Şekil 1. Lamas-1 araştırma gemisi

Geminin anlık ve toplam yakıt tüketimini ölçmek amacıyla, ana makine yakıt girişine bir adet, yakıt geri dönüşüne bir adet olmak üzere toplamda iki adet FLS marka,

ULF03.H.0.2 tipi düşük debiler için minyatür türbin debi ölçüm cihazı bağlanmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Debi ölçüm cihazı (Debimetre)

Debi ölçüm cihazı 24 Volt doğru akım besleme bağlantısıyla, -10°C ile 60°C arasında, 6 bar en yüksek basınca kadar çalışmakta ve %1 hassasiyetle saatte 250 litreye kadar ana makine pompa çıkışında ve geri dönüşünde tüketilen yakıtı ölçebilecek özelliktedir. Makinenin anlık devrini dijital olarak %0,5 hassasiyette ölçebilen bir elektronik takometre ana makine şaftı üzerine kurulmuştur (Şekil 3).



Şekil 3. Devir ölçer (Takometre)

Debi ölçerler ve takometre cihazlarının ürettikleri sinyaller, dat4540 frekans/puls-akım veya frekans/puls voltaj çevirici aracılığıyla, 4-20mA, 0-20mA veya 0-10 volta çevrilmektedir. 4-20mA, 0-20mA veya 0-10 volt değerleri dat3017-i analog modül 8 kanallı sinyal çeviriciye aktarılarak analog bilgiyi dijital 16 bit formatına çevirmektedir. Dat3017-i analog modüle aynı zamanda RST model GPS aracılığıyla anlık zemine göre hız ve konum bilgileri de aktarılmaktadır. Blendajlı kablolarla dat3017-i analog

modüle aktarımı yapılan tüm bilgiler 800 milisaniyelik değerlendirme aralığıyla köprü üstüne monte edilmiş olan ht-60ts dokunmatik ekran operatör paneline (Şekil 4) 10 saniyelik aralıklarla ortalamaları yazılım tarafınca alınarak çıkarılabilir harici belleğe aktarılmaktadır. Panel dışarıya veri aktarımı için 64 gigabayt kapasiteye kadar arttırılabilen USB 2.0 çıkışına ayrıca 5,7" (diyagonal) dokunmatik ekrana, 320x240 ekran çözünürlüğüne, 32 bit işlemci sistemine sahiptir. Böylece köprü üstünde tüm verileri ekran üzerinde okuyup kayıt altına almak mümkün olmaktadır.



Şekil 4. Dokunmatik ekran operatör paneli

Denemelerin kıyaslanabilir doğru sonuçlar alabilmesi için Meteoroloji Genel Müdürlüğü üzerinden alınan verilerce rüzgâr hızının en fazla 1-3 km/saat ve havanın açık olduğu şartlarda işlemler yapılmıştır. Ayrıca makine devri değiştirildiğinde akaryakıt tüketiminin yeni devirde sabitleneceği ana kadar geçen maksimum süre bu bölümde ölçülmüştür. Akaryakıt tüketim verilerinin 100'er rpm arttırılarak alınan değerlerinin ilk artış anındaki 20 saniyelik süreç tüketimin sabitlenme süreci olarak görülerek regresyon analizine dahil edilmemiştir.

2.2. Seyir İçin İdeal Devir Sayısının Belirlenmesi

Bu çalışma Mersin Körfezi'nde Aralık 2017-Ocak 2018 arasında, Tırtar Limanı açıkları 15-36 metre derinliklerde yürütülmüştür. Seyir değerleri için 4007 adet devir verisi değerlendirilmiş olup

yapılan seyir denemeleri rüzgâr her zaman geminin pupasından gelecek şekilde gerçekleştirilmiştir.

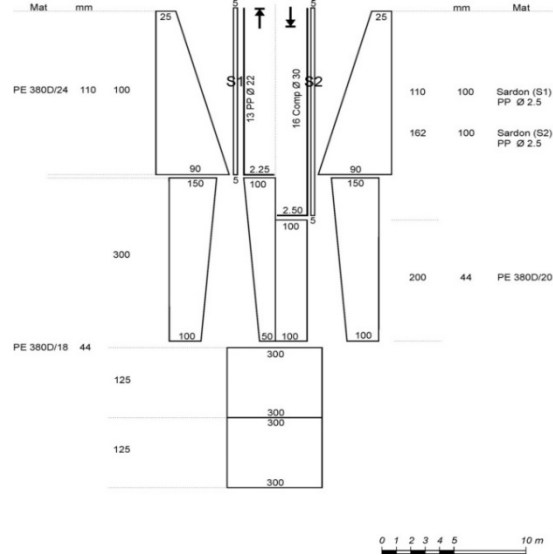
Bu amaçla seyir sırasındaki birim mesafede tüketilen en düşük akaryakıt miktarı için en uygun makine devir sayısı denemeleri yapılmıştır. Gemi aynı rotada seyrederken, makine devri 1000-2000 rpm arasında her 2 dakikada 100 rpm arttırılarak seyir gerçekleştirilmiştir. Toplam 10 seyirde yapılan bu ölçümlerin her biri için 22, toplam süre olarak 220 dakika seyir yapılmıştır.

Öncelikle her devir için tüketilen akaryakıt miktarı regresyon analizine tabi tutulmuştur ve makinenin 100'lük devir dilimlerindeki ortalama saatteki tüketim miktarı tespit edilmiştir. Sonra GPS verileriyle her devir için gemi hızına regresyon analizi uygulanmıştır ve makinenin 100'lük rpm dilimlerindeki ortalama saatteki hızı tespit edilmiştir. Son olarak, her 100 rpm'lik (x) devir verileri o devir için elde edilen akaryakıt tüketiminin (L/saat) (C_x), hızı (mil/saat) (V_x) bölünmesiyle, bir mil mesafenin kat edilebilmesi için gerekli yakıt miktarı $a_x = C_x / V_x$ (L/mil) hesaplanmıştır. Daha sonra (a_x) değeri ile devir sayı arasındaki ilişki analiz edilerek bir milin en düşük yakıtla seyredilebilmesi için uygulanması gereken devir değeri ve bu değerden uzaklaştıkça artan tüketimin oranı hesaplanmıştır. Regresyon analizleri Regresyon analizleri "Excel" (Microsoft Corporation, Redmond, WA) programı kullanılarak yapılmıştır.

2.3. Trol Çekimi için İdeal Devir Sayısının Belirlenmesi

Geminin trol çekimi sırasındaki birim mesafede tüketeceği en düşük akaryakıt miktarı için uygulanması gereken makine devir sayısı, çekim denemeleri rüzgâr her zaman geminin pupasından gelecek şekilde tespit edilmiştir. Gemi aynı rotada trol çekimi yaparken makine 1300-1600 rpm arasında her 10 dakikada bir önce 100 birim arttırılarak sonra 1600-1300 rpm arası aynı yöntemle azaltılarak trol çekimi gerçekleştirilmiştir. 355 adet devir

verisinin değerlendirildiği trol çekiminin toplam süresi 70 dakikadır. Çalışmada 600 göz tek yaka demersal trol ağı kullanılmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. 600 göz tek yaka demersal trol ağının teknik planı (Özbilgin ve ark., 2013)

Makine devrinin hızla ve yakıtla ilişkisi regresyon analizleriyle incelenmiştir. Ayrıca bir mil için tüketilen yakıt miktarı (a_x) ile devir sayısı arasındaki ilişkiye de aynı şekilde regresyon analizi uygulanarak en düşük yakıtla bir mil trol çekiminin düzgün bir şekilde uygulanabilmesi için gereken devir değeri ve bu değerden uzaklaştıkça artan tüketimin oranı hesaplanmış ve kutu-bıyık grafiği ile gösterilmiştir. Regresyon analizleri "Excel" (Microsoft Corporation, Redmond, WA) programı kullanılarak yapılmıştır.

2.4. CO₂ Emisyonunun Hesaplanması

Toplam CO₂ emisyonu hesaplamalarında Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) Tier 1 yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde birim zaman ya da toplamda yanmada kullanılan yakıtın miktarı değer olarak gigagrama çevrilmiştir. IPCC tablolarından elde edilen dizel yakıtı ait yanma faaliyetlerinden kaynaklanan net kalorifik değer, karbon emisyon faktörü ve meydana gelen

yanmada karbonun oksitlenme oranı aynı tablodan elde edilerek çarpılmıştır. Ayrıca elde edilen değer, CO₂ moleküler ağırlığının karbonun molekül ağırlığına oranı ile çarpılarak, oksitlenmiş karbon emisyon değeri, CO₂ emisyon değerine dönüştürülmüştür. Elde edilen CO₂ emisyon değeri ton CO₂ veya 10⁻³ ile çarpılarak Gg (Gigagram) CO₂ birim değerinde yani kiloton CO₂ biriminde ifade edilmiştir.

CO₂ emisyonu = Tüketilen Yakıt Miktarı (Kt) x Çevrim Katsayıları (43 TJ/Kt) x Emisyon Faktörü (Dizel Yakıt İçin: 20,2 tC/TJ) x Verimlilik Katsayısı (0,99) x CO₂ Çevrim Katsayısı (44/12) (1) (Pekin, 2006).

Kt = Kiloton = Gigagram
TJ/Kt = Net Kalori Değeri

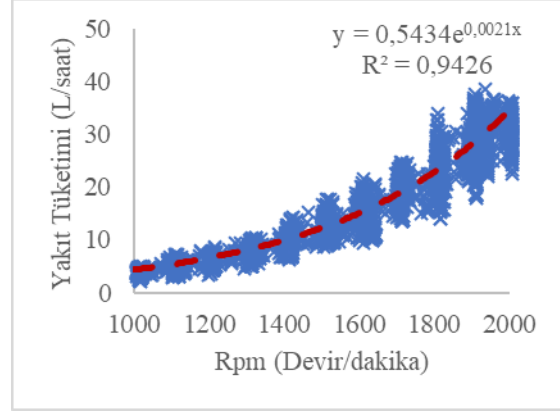
3. BULGULAR

3.1. Yakıt Tüketimi Ölçümleri

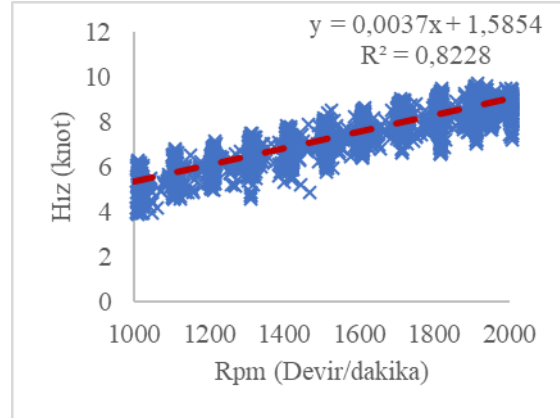
Gemi ana makinesinin en düşük devri 800 rpm olsa da 1000 rpm altında gemi ana makinesinin verimli olarak çalışmadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle seyir için makinenin verimli çalıştığı devir aralığı 1000-2000 rpm olarak belirlenmiştir. Seyir anında anlık ve toplam yakıt tüketiminin, devir sayısının, hızın ve konumun değişimleri takip edilmiş, değişimler kayıt altına alınmıştır. İki günlük denemelerin sonucunda cihazın değerleri düzenli olarak okuyup kayıt edebildiği tespit edilmiştir.

3.2. Seyir İçin İdeal Devir Sayısı

Öncelikle makine devir sayısının yakıt tüketimiyle ve seyir hızıyla olan ilişkileri regresyon analiziyle incelenmiştir. Yakıt tüketimi için $y = 0,5434e^{0,0021x}$ ve seyir hızı için ise $y = 0,0037x + 1,5854$ denklemleriyle anlamlı ($p < 0,05$) istatistiksel veriler sunmaktadır. (Şekil 6 ve 7)

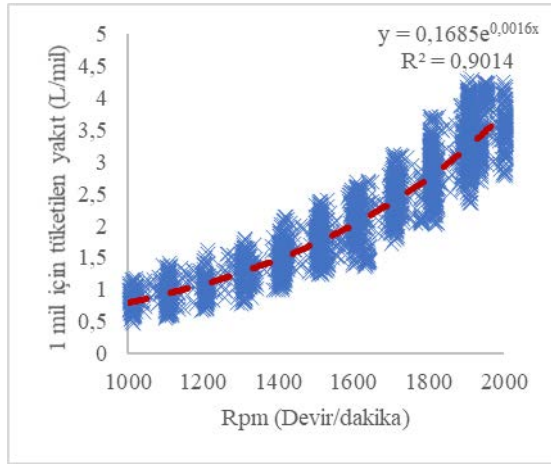


Şekil 6. Seyir için devir sayısı-yakıt tüketimi ilişkisi



Şekil 7. Seyir için devir sayısı-hız ilişkisi

Birim mesafedeki yakıt tüketimi ve devir sayısı ilişkisi (Şekil 8) için de regresyon analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda $y = 0,1685e^{0,0016x}$ denklemleri elde edilmiş ve istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,05$) bir ilişki bulunmuştur.



Şekil 8. Seyir için birim mesafedeki yakıt tüketimi ve devir sayısı ilişkisi

“x” bağımsız değişkeni devir için 1000-2000 arasında değerlendirilmiş ve en düşük devir sayısı olan 1000 rpm en az yakıt tüketimiyle en fazla mesafenin alındığı durum olarak belirlenmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Seyir durumu verileri

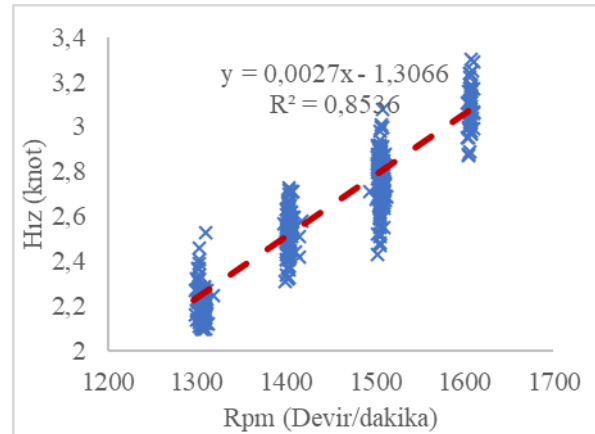
Rpm (Devir/Dakika)	1 mil için tüketilen yakıt (L/mil)	Hız (knot)	Yakıt tüketimi (L/saat)
1000	0,83	5,28	4,43
1100	0,97	5,65	5,47
1200	1,14	6,02	6,75
1300	1,34	6,39	8,33
1400	1,58	6,76	10,27
1500	1,85	7,13	12,68
1600	2,17	7,50	15,64
1700	2,55	7,87	19,29
1800	3,00	8,24	23,80
1900	3,52	8,61	29,37
2000	4,13	8,98	36,23

Yapılan seyir denemelerinde en uygun seyir hızı aynı zamanda en düşük makine devir sayısı ve hızının elde edildiği 1000 rpm olarak belirlenmiştir. Ayrıca devir sayısının hızla artışı doğrusal bir denklemle

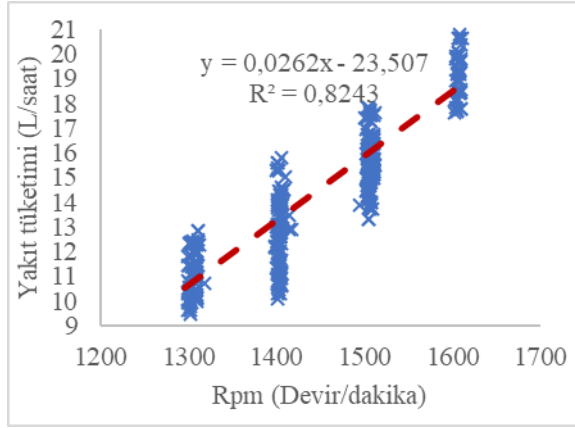
açıklanırken yakıt tüketiminin üstel bir artış karakteristiğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Arttırılan her 300-400 rpm aralığında hızda ortalama 1 knot civarında bir artış olurken, yakıt tüketim değerlerinin ortalama %100’e yakın arttığı tespit edilmiştir. Yapılan gözlemler doğrultusunda seyirde ortalama kullanılan devir sayısının 1800-1900 rpm aralığında olduğu görülmüştür. Devir sayısının %10 azaltılarak seyir yapılması hızda %10 civarında düşüşe sebep olurken ortalama %30 yakıt tasarrufunun elde edilmesini sağlamaktadır.

3.3. Trol Çekimi İçin İdeal Devir Sayısı

Aynı hat üzerinde en düşük yakıt tüketimiyle en uygun trol çekim makine devir sayısının tespit edilebilmesi için devir sayısı, hız ve yakıt tüketimleri sırasıyla belirlenmiştir. Öncelikle makine devir sayısı hız ve ardından da yakıt tüketimiyle ilişkisi regresyon analiziyle belirlenmiştir. Devir sayısı-hız ilişkisi için $y=0,0027x-1,3066$ ve devir-yakıt ilişkisi için $y=0,0262x-23,507$ denklemleri elde edilerek regresyon analizi sonucu ($p<0,05$) olmak üzere istatistiksel olarak anlamlı bir veri sunmaktadır (Şekil 9 ve 10).

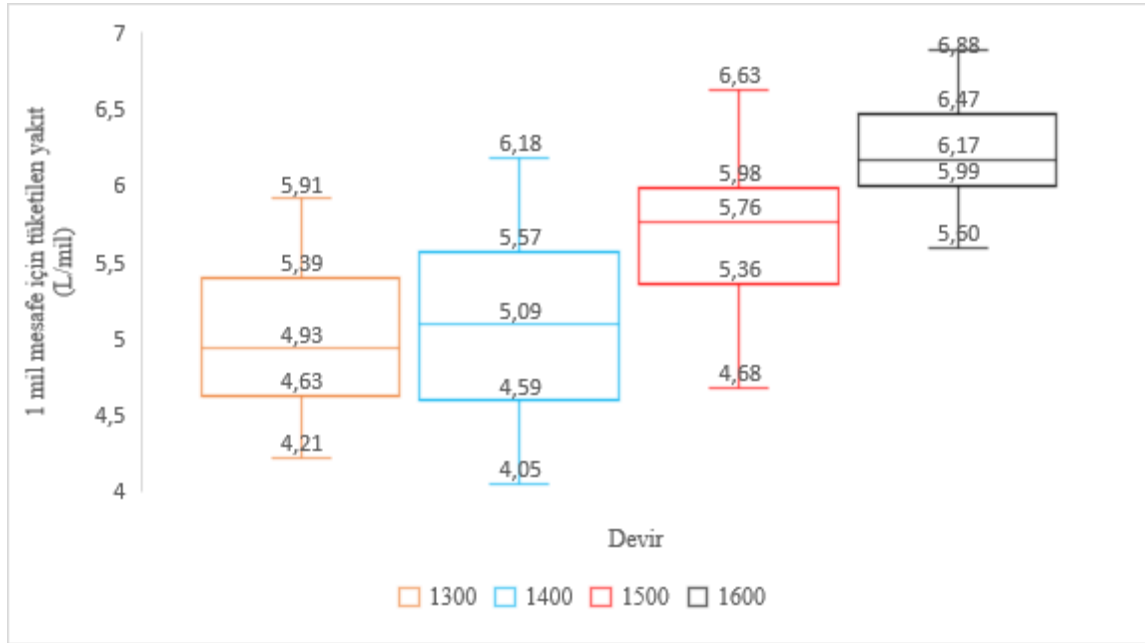


Şekil 9. Trol çekimi makine devir sayısı-hız ilişkisi



Sonuç olarak ise trol çekiminde 1 mil mesafenin kat edilebilmesi için en uygun devir sayısı değeri regresyon analizi sonucunda $y=0,0038x$ (Şekil 11) denklemiyle istatistiksel açıdan anlamlı şekilde elde edilmiştir ($p<0,05$).

Şekil 10. Trol çekimi makine devri-yakıt tüketimi ilişkisi



Şekil 11. Trol çekimi birim mesafedeki tüketim ve devir sayısı ilişkisi kutu-bıyık grafiği

Tablo 2. Trol çekiminde operasyonundan elde edilen veriler

Rpm	1 mil için tüketilen yakıt (L/mil)	Hız (knot)	Yakıt Tüketimi (Litre/saat)
1300	4,93	2,2	10,55
1400	5,09	2,47	13,17
1500	5,76	2,74	15,79
1600	6,17	3,01	18,41

Elde edilen bulgular hem 1 mil için tüketilen toplam yakıt hem de saatlik yakıt tüketiminde makine için en uygun değer 1300 rpm olduğunu göstermiştir (Tablo 2). Ancak ortalama çekim hızının 2,2 knot olarak elde edildiği bu devirde kapıların veya av aracının farklı zemin veya akıntı durumlarında düzgün şekilde çalışmasının sorun oluşturabileceği düşünülmüştür. 1400 ve 1300 rpm değerlerinde 1 mil için tüketilen yakıt ve saatlik tüketilen yakıt miktarlarında sırasıyla %3 ve %2,5'lik artış görülse de av aracının düzgün ve verimli çalışabilmesi ve kutu-bıyık grafiğindeki 1300 rpm yakıt tüketim değerleriyle arasında belirgin istatistiksel tüketim farkı görülmemesi nedeniyle 1400 rpm en uygun değer olarak kabul edilmiştir. İdeal devir değeri 1400 rpm olarak kabul edilmesiyle

1500 rpm için yakıt tüketiminde saatte %16, 1600 rpm için saatte %28 yakıt tasarrufları elde edilmiştir. Ayrıca 1 mil mesafede tüketilen yakıt miktarında da 1500 ve 1600 rpm verilerine kıyasla sırasıyla %7 ve %16 yakıt tasarrufu sağlanmıştır.

3.4. CO₂ Emisyonu

Seyir ve trol çekiminde tüketilen dizel yakıt miktarı üzerinden IPCC Tier 1 yöntemi kullanılarak CO₂ emisyon miktarı hesaplanmıştır (Tablo 3 ve 4). Hesaplama sonucunda 1 ton dizel yakıt için yaklaşık 3,153 ton CO₂ emisyonu meydana geldiği belirlenmiş olup tüm hesaplamalarda bu değer kullanılmıştır.

Tablo 3. Seyir için CO₂ emisyon bulguları

Rpm (Devir/Dakika)	Toplam yakıt tüketimi (L/saat)	CO ₂ emisyon miktarları (kg/saat)
1000	4,43	13,97
1100	5,47	17,25
1200	6,75	21,28
1300	8,33	26,26
1400	10,27	32,38
1500	12,68	39,98
1600	15,64	49,31
1700	19,29	60,82
1800	23,80	75,04
1900	29,37	92,60
2000	36,23	114,23

Tablo 4. Trol çekimi için CO₂ emisyon bulguları

Rpm (Devir/Dakika)	Toplam yakıt tüketimi (L/saat)	CO ₂ emisyon miktarları (kg/saat)
1300	10,55	33,26
1400	13,17	41,52
1500	15,79	49,78
1600	18,41	58,05

Seyir durumunda 1000-2000 rpm arasında CO₂ emisyonunda %88'e yakın artış görülmüş olup ideal olarak bulunan 1000 rpm hem yakıtta tasarruf sağlarken hem de ekosisteme zararı azaltılmış makine kullanım değeri olarak tespit edilmiştir. Trol çekiminde ise 1300-1600 rpm arasında benzer şekilde %43'e yakın CO₂ emisyonunda artış bulunmuştur.

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada trol gemilerinde yakıt tüketiminin ve ekosisteme verilen zararın belirlenmesi ve azaltılması amacıyla Lamas-1 araştırma gemisiyle seyir ve trol çekimi için optimize edilmiş makine kullanım değerleri tespit edilmiştir. Bu araştırmanın yapılmasında gemiye anlık ve toplam yakıt tüketimini, seyir hızını, konumu ve makine devir sayısını görüntüleyen ve kaydedebilen cihazlar kurulmuş ve bu tarz bir sistem ulusal alanda ilk kez kullanılmıştır. Sistem sayesinde seyir için 1000-2000 rpm aralığında yapılan denemelerde 4007 adet devir verisi değerlendirilmiş ve en uygun seyir hızının en düşük seyir devri ve hızının elde edildiği 1000 rpm ve 5,28 knot olduğu tespit edilmiştir. 5,28-8,98 knot seyir hızı aralığında verimli şekilde çalışabildiği görülen gemide 1 knot hız artışının elde edilebilmesi için toplam yakıt tüketiminin %100'e yakın arttığı tespit edilmiştir. Ortalama 1800-1900 rpm aralığında seyir yapan gemide makine

devir sayısında yapılacak sadece %10 civarında bir azalmanın %30'a yakın yakıt tasarrufu sağladığı bulunmuştur. Hız denemeleri farklı birçok araştırmada görülmekte olup (Sala ve ark., 2010; 2011; Poos ve ark., 2013; Laurens ve Dasira, 2014), gemi makinesinin çalışması ve yakıt tüketiminin sistem üzerinden takip edilerek en uygun değerlerin belirlenmesi veya hız düşümleri ile yakıt tüketiminde belirgin tasarruflar elde edilmiştir. Ancak balıkçının zaman kısıtlaması olduğu durumlarda, devir sayısı uygulamasının ne kadar etkin olacağının cevabının ticari sahada araştırılarak görülmesi gereklidir.

Trol çekimi için ise 1300-1600 rpm ve 2,2-3,01 knot değerleri arasında yapılan denemelerde 355 adet devir verisi değerlendirilmiştir. 1300 rpm ve 2,2 knot değerleri en düşük yakıt tüketimine sahip bulunsa da operasyonun güvenliği açısından 1400 rpm ve 2,47 knot tercih edilmiş ve %28'e ulaşan yakıt tasarrufu elde edilmiştir. Trol çekimleri gemi makinesinin yüksek güç ürettiği, dolayısıyla normal seyir halindeki devir sayısı değerinden daha fazla yakıt tüketimlerinin gerçekleştiği operasyonlardır (Poos ve ark., 2013). Trol operasyonundaki tüketimi azaltmak için yapılan çalışmalarda hız düşümleri yapılarak sürüklenme direnci düşürülmüş ve av miktarında istatistiksel olarak önemli bir değişim olmaksızın net gelir miktarında belirgin artışlar elde edilmiştir (Parente ve ark., 2008). Devir sayısındaki değişimlerin

yakıt tüketimine etkisi belirgin olmakla birlikte, bu değişimlerin operasyondaki rolünü net olarak görebilmek için sisteme yük hücreleri (kantar) eklenerek trol telindeki ve torbadaki dirençlerin değerlerinin de görülmesi gerektiği düşünülmektedir.

Seyir ve trol operasyonlarında elde edilen değerler ile IPCC Tier 1 yöntemi kullanılarak CO₂ emisyonları her bir devir değeri için hesaplanmıştır. Optimizasyon sonucu elde edilen seyir için 1000 rpm, trol çekimi için 1400 rpm değerleriyle sırasıyla %88 ve %43 CO₂ emisyon miktarında azalma elde edilmiştir. Balıkçı gemilerinde kullanılan makinelerinin CO₂ emisyon değeri olarak ekosisteme etkisinin sayısal yöntemler kullanılarak ulusal alanda ilk kez hesaplanıp tespit edildiği bu çalışma bulguları uluslararası çok sayıda çalışmada görülmektedir (Cheilari ve ark., 2013; Driscoll ve Tyedmers, 2010; Suuronen ve ark., 2012) Thomas ve ark., 2010; Hansen ve ark., 2013; Marlen, 2012). Bu etkinin belirlenmesi için ölçüm cihazlarının kullanımı mümkün olmakla birlikte diğer ekosisteme zararlı gazların etkileri de tespit edilebilmektedir. Başlangıç olarak yapılan bu çalışmanın geliştirilerek balıkçının ve tüketicinin konu hakkında bilinçlendirilmesi gereklidir. Yeni çalışmalarda bu alandaki eksikliklerin giderilmesi için diğer balıkçılık çeşitlerinin yakıt tüketimlerinin ve ekosistem etkilerinin neler olduğu ve bu etkilerin azaltılması için alınması gereken önlemlerin çalışılması önem arz etmektedir.

TEŞEKKÜR BÖLÜMÜ

Araştırma araçlarının teminindeki desteklerinden ötürü 1150647 numaralı, “Trol Ağzında Balık Davranışları ve Kurşun Yaka Modifikasyonlarının Tür Seçiciliğine Etkisi” başlıklı TÜBİTAK projesine teşekkür ederiz.

5. KAYNAKLAR

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, 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. doi: 10.1016/j.marpol.2012.12.006.

FAO, 2014. The state of world fisheries and aquaculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

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, 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. doi:10.1016/j.oceaneng.2011.02.004

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. doi:10.1093/icesjms/fss196

Laurens J.M., Dasira, A., 2014. Improving the propulsive efficiency of an Indonesian trawler. Third International Symposium on Fishing Vessel Energy Efficiency E-Fishing, Vigo, Spain.

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. doi:10.1016/j.marpol.2009.08.005

Suuronen, P., Chopina, F., Glassb, C., Løkkeborgc, S., Matsushita, 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

Özbilgin, H., Gökçe, G., Özbilgin, Y., Eryaşar, A.R., Kalecik, E., Bozaoğlu, A.S. 2013. *Mersin Körfezi Trol Balıkçılığında Tür ve Boy Seçiciliğini Arttırmaya Yönelik Araştırmalar*. TÜBİTAK 109O684 Proje Final Raporu.

Pekin, M.A. (2006). Ulaştırma Sektöründen Kaynaklanan Sera Gazı Emisyonları, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 99 s.

Parente, J., Fonseca, P., Henriques, V., Campos A., (2008). Strategies for improving fuel efficiency in the Portuguese trawl fishery. *Fisheries Research* 93: 117–124. doi:10.1016/j.fishres.2008.03.001

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. doi: 10.1243/14750902JEME186

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, Bangkok.

Marlen, B.V., 2012. Innovative energy saving fishing gears in the Dutch fleet. *Second International Symposium on Fishing Vessel Energy Efficiency E-Fishing*, Vigo, Spain.

**Investigation of Fluctuating Asymmetry in the Four Otolith Characters of
Merlangius merlangus Collected from Middle Black Sea**

**Orta Karadeniz'den Örneklenen *Merlangius merlangus*'un Dört Otolit
Karakterinin Dalgalı Asimetrisinin İncelenmesi**

Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi

Cilt: 4 Sayı: 2 (2018) 128-138

**Seda KONTAŞ¹, Derya BOSTANCI^{2,*}, Serdar YEDİER², Gülşah KURUCU²,
Nazmi POLAT³**

¹Ordu University, Department of Fisheries Technology Engineering, 52400, Ordu, Turkey

²Ordu University, Department of Molecular Biology and Genetics, 52200, Ordu, Turkey

³Ondokuz Mayıs University, Department of Biology, 55139, Samsun, Turkey

ABSTRACT

Fluctuating asymmetry was calculated for the otolith width, length, area and perimeter of *Merlangius merlangus* caught in the Middle Black Sea. In the present study, *M. merlangus* samples were divided nine-total length groups. All total length groups were examined for asymmetry values in the otolith characters, the highest asymmetry values were found in the Group III. The lowest asymmetry values in four otolith characters such as area, length, perimeter, and width were calculated in the Group I and Group IX. In this study, it was determined that the otolith asymmetry

levels of *M. merlangus* in the Middle Black Sea were varied between the four otolith characters, the otolith area has the highest and the otolith length has the lowest asymmetric feature. In addition, there was no significant relationship between the asymmetry values of the four otolith characters and total length. The asymmetry in these otolith characters may be a result of the stress from different pollutants in the Black Sea.

Keywords: Sagittal otolith, *Merlangius merlangus*, Fluctuating asymmetry, Environmental factors, Black Sea

Article Info

Received: 06 June 2018

Revised: 15 June 2018

Accepted: 27 June 2018

*Corresponding Author

E-mail: deryabostanci@gmail.com

ÖZET

Orta Karadeniz'den yakalanan *Merlangius merlangus*'un otolit genişliği, uzunluğu, alanı ve çevresi için dalgalı asimetri değerleri hesaplanmıştır. Bu çalışmada elde edilen *M. merlangus* örnekleri dokuz total boy grubuna ayrılmıştır. Tüm total boy grupları, otolit karakterlerindeki asimetri değerleri açısından incelenmiş ve en yüksek asimetri değerleri Grup III'de bulunmuştur. Alan, uzunluk, çevre ve genişlik gibi dört otolit karakterindeki en düşük asimetri değerleri Grup I ve Grup IX'de hesaplanmıştır. Bu çalışmada, Orta Karadeniz'deki *M. merlangus*'un otolit asimetri düzeylerinin bu dört otolit karakteri arasında farklılık gösterdiği, otolit alanının en yüksek ve otolit boyunun ise en düşük asimetric özelliğe sahip oluğu belirlenmiştir. Ayrıca bu dört otolit karakterinin asimetri değerleri ile total boy grupları arasında anlamlı bir ilişki yoktur. Bu türün otolit karakterlerinde gözlenen asimetri Karadeniz'deki farklı kirleticilerden kaynaklı stresin bir sonucu olabilir.

Anahtar sözcükler: Sagittal otolit, *Merlangius merlangus*, Dalgalı asimetri, Çevresel faktörler, Karadeniz

1. INTRODUCTION

Otoliths are three pairs of calcareous structures and they are found in the inner ear of the Teleost fish. They can be affected the different environmental factors such as fish size, diet, stress. Because of their species-specific shapes, otoliths are very useful tools to study the various events which characterize fish's life cycles (Mérigot et al., 2007). In recent years, the otoliths have used as a powerful tool about age, growth, ecological interactions, life history, and environmental conditions of fishes inhabiting aquatic ecosystems such as rivers, lakes, and seas (Zenteno et al., 2014). Otoliths are available bony structure in marine and freshwater fish species; therefore, they are also used different studies such as taxonomy, shape analysis, prey-predator relationship and otolith asymmetry.

One of the most important problems in aquatic systems is pollution from different pollutants and the pollutants can cause stress on living things in aquatic systems. It is important that stress factors are previously identified to protect the habitat and reduction of the population. Thus, researchers are interested in monitoring

sub-lethal biological responses and environmental quality (Allenbach, 2011). Many studies in this area have shown that individual morphological variability can provide a valuable early sign of genetic and environmental stress (Barton, 2002; Jawad, 2003; Jawad et al., 2012). Environmental degradation can be affected all aquatic organisms and their population at a level of mass mortality, fecundity, extinction (Bird et al., 1995; Kasuya et al., 2002; Koprivnikar et al., 2006). Moreover, other effects such as reduced growth, diseases, morphological anomalies, may be occurred (Sexton et al., 1992; Baumann et al., 1996; Bird, 1997; Schmidt, 1997; Galloway et al., 2004).

Fluctuating Asymmetry (FA) occurs when symmetry is the normal state and there is no tendency for one side to have a larger value than the other. FA originates from small deviations which seen on perfect bilateral symmetry (Zenteno et al., 2014). FA can show the specific trait of bilateral variation for an individual (Somarakis et al., 1997a; Somarakis et al., 1997b). Namely, the value of the difference between right and left otolith pairs (R-L) is zero and otolith shape has a normal form of bilateral symmetry. FA can be examined

different organisms such as plants and animals. It is also a useful bioindicator of environmental stress which may be arisen natural or anthropogenic factors (Allenbach, 2011). Fluctuating asymmetry has been shown to be a sensitive indicator of different type contaminants in aquatic systems and provides a cheap method and reliable data on lethal stress in wild fish populations (Lutterschmidt et al., 2016). Symmetry and asymmetry are two important conditions that influence the life of the living creatures in water or land habitats. Asymmetry is known as the differential development of a bilateral character between the left and right sides of an organism. Fish species are influenced by ecological factors and they are a suitable organism to investigate the results of different ecological effects on bilateral characters species. Asymmetry which is generated based on environmental stress is caused drastic effects on vestibular and auditory functions of fish (Lychakov et al., 2006) but there is limited information about this subject for marine and freshwater species. It has been proposed that asymmetry studies can provide valuable information for adaptation in

natural populations (Jones, 1987). The whiting *Merlangius merlangus* is one of the most abundant demersal fish species in the Black Sea and It is commercially important fish species in Turkish waters (Kalayci and Yesilcicek, 2014; Nedreaas et al., 2014). Besides, there is no information about the fluctuating asymmetry of whiting otolith dimensions in Middle Black Sea population. Therefore, the main objective of the study to calculate fluctuating asymmetry for four sagittal otolith characters such as length, width, area, and perimeter of the *M. merlangus* in the Middle Black Sea.

2. MATERIAL AND METHOD

Merlangius merlangus samples were provided from the commercial fishermen in the Middle Black Sea (Ordu, Turkey) (Figure 1). The total length of each *M. merlangus* was measured (nearest 0.1 cm) and their right and left sagittal otoliths were heedfully removed and then stored dry in the well plate until the examination. Left and right sagittal specimens which were undamaged were examined.



Figure 1. Sampling area of *Merlangius merlangus* in the Middle Black Sea.

The otolith morphometric measurements in this study were measured (nearest 0.001 mm) as the longest distance between anterior and the posterior edges for otolith length, and the longest distance from dorsal and ventral margins for otolith width (Figure 2). Otolith area (OA) and perimeter (OP) of each sagittal otolith were also recorded. All otolith measurements were performed by using the Leica Application Suit image analyzing software (Version 3.7.0). The differences between right and left sagittal otolith measurements were tested using the paired t-test. Since the total length of fish samples affected otolith measurements, the fish samples were divided into total length groups and the otolith measurements were taken into consideration for the total length groups. The otolith fluctuating asymmetry was investigated for each total length groups using their otolith measurements.

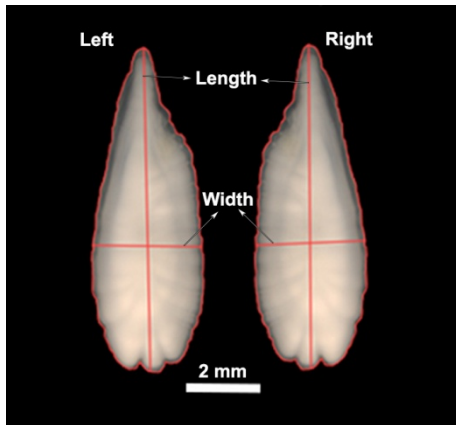


Figure 2. Left and right sagittal otoliths of *Merlangius merlangus*.

The statistical analysis included calculating the squared coefficient of asymmetry variation (CV_a^2) for otolith length, width, area and perimeter according to Valentine et al. (1973). Moreover, in the current study, linear regression models ($y=ax+b$) was used to determine the

relationships; between total length groups and squared coefficient of otolith asymmetry and between total length and right-left otolith differences in *Merlangius merlangus*.

3. RESULTS

A total of 93 whiting samples which are suitable for measuring the total length were used in this study. The examined whiting specimens were ranged from 10.8-18.7 cm. The whiting samples were divided nine-total length groups. In the present study, the total length groups were arranged as I; 100-109 mm, II; 110-119 mm, III; 120-129 mm, IV; 130-139 mm, V; 140-149 mm, VI; 150-159 mm, VII; 160-169 mm, VIII; 170-179 mm and IX; 180-189 mm.

We examined 186 sagittal otoliths which are removed in pairs belonging to 93 whiting individuals from the Middle Black Sea. A total of 744 measurement values from the four otolith characters (OL, OP, OW, and OA) were tested by normality test ($P>0.05$). Right and left sagittal otolith measurement values were evaluated for each otolith character. According to the paired t-test result, the differences between the left and right sagittal otolith measurements were statistically significant ($P<0.001$) for each character (Table 1).

Average otolith measurements for length, width, area, and perimeter were found 7.446, 2.478, 13.498, and 17.763 for all otolith samples, respectively (Table 2). Fluctuating asymmetry values of the sagittal otolith characters (length, width, area, perimeter) of *Merlangius merlangus* are shown separately for all total length groups (Table 2). The asymmetry was calculated as 4.710 for length, 4.772 for width, 11.776 for the area and 8.335 for perimeter in all total length groups. It was observed that the values of all otolith characters increased in total length.

Table 1. The measurements of sagittal otolith pairs of whiting specimens

Otolith Dimensions	Left Mean $\pm$ SE (Min.-Max.)	Right Mean $\pm$ SE (Min.-Max.)
Length*	7.524 $\pm$ 0.132 5.379-9.973	7.367 $\pm$ 0.129 5.336-9.731
Width*	2.511 $\pm$ 0.036 1.883-3.296	2.445 $\pm$ 0.035 1.869-3.110
Area*	13.803 $\pm$ 0.429 7.735-22.865	13.193 $\pm$ 0.410 7.506-21.219
Perimeter*	18.094 $\pm$ 0.318 13.051-24.651	17.431 $\pm$ 0.307 12.612-23.732
* Paired-t test; P<0.001		

According to the otolith length (OL), width (OW), area (OA) and perimeter (OP) asymmetry level results, the otolith area has the highest level of asymmetry between the four otolith characters. The otolith length was determined to be the lowest asymmetric otolith character among all otolith characters for *M. merlangus* from the Middle Black Sea. The otolith characters were sorted from highest to the lowest asymmetry levels as follows; OA > OP > OW > OL (Table 2).

In this study, all otolith characters in the nine length groups showed asymmetric features for *M. merlangus* samples. When the total length groups are examined in terms of asymmetric values among the total length groups, some differences appear between the otolith characters. When all total length groups were examined for asymmetry values in the four otolith characters, the highest asymmetry values were found in the Group III. According to the all otolith length, width, area, and perimeter results, the squared coefficient of asymmetry coefficient was calculated as a zero value for Group I and Group IX (Table 2). Moreover, it was determined that the percentage of asymmetric individuals was highest in terms of both four otolith characters and nine total length groups (Table 2).

The relationships between total length groups and squared coefficient of otolith characters asymmetry were described by a regression model and a linear equation. The equations of total length groups and squared coefficient of otolith asymmetry relationships with R^2 were $y = -2.4053x + 23.648$; $R^2 = 0.0583$ for otolith area, $y = -0.3829x + 5.5970$; $R^2 = 0.0409$ for otolith width, $y = -0.1433x + 4.4042$; $R^2 = 0.0094$ for otolith length and $y = -0.0551x + 6.1161$; $R^2 = 0.0007$ for otolith perimeter (Figure 3). The results of the asymmetry were shown that Fluctuating asymmetry was not correlated with total fish length for all otolith characters (Figure 3).

The relationships between total length and right-left otolith differences were described by the regression model and the linear equation for each otolith characters in *Merlangius merlangus*. The equations of total length group and right-left otolith differences relationships with R^2 were $y = 0.0724x - 0.4342$; $R^2 = 0.1084$ for otolith area, $y = 0.0041x + 0.0131$; $R^2 = 0.0252$ for otolith width, $y = 0.0161x - 0.0466$; $R^2 = 0.0438$ for otolith length and $y = 0.0747x - 0.3632$; $R^2 = 0.0900$ for otolith perimeter (Figure 4).

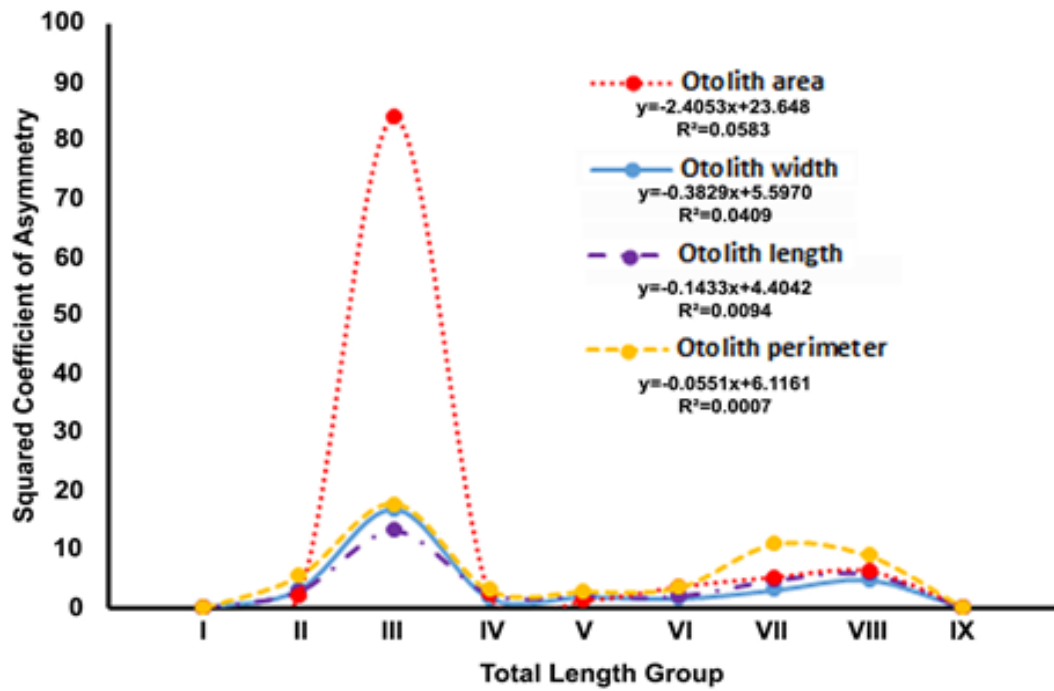


Figure 3. The relationship between total length groups and squared coefficient of otolith asymmetry.

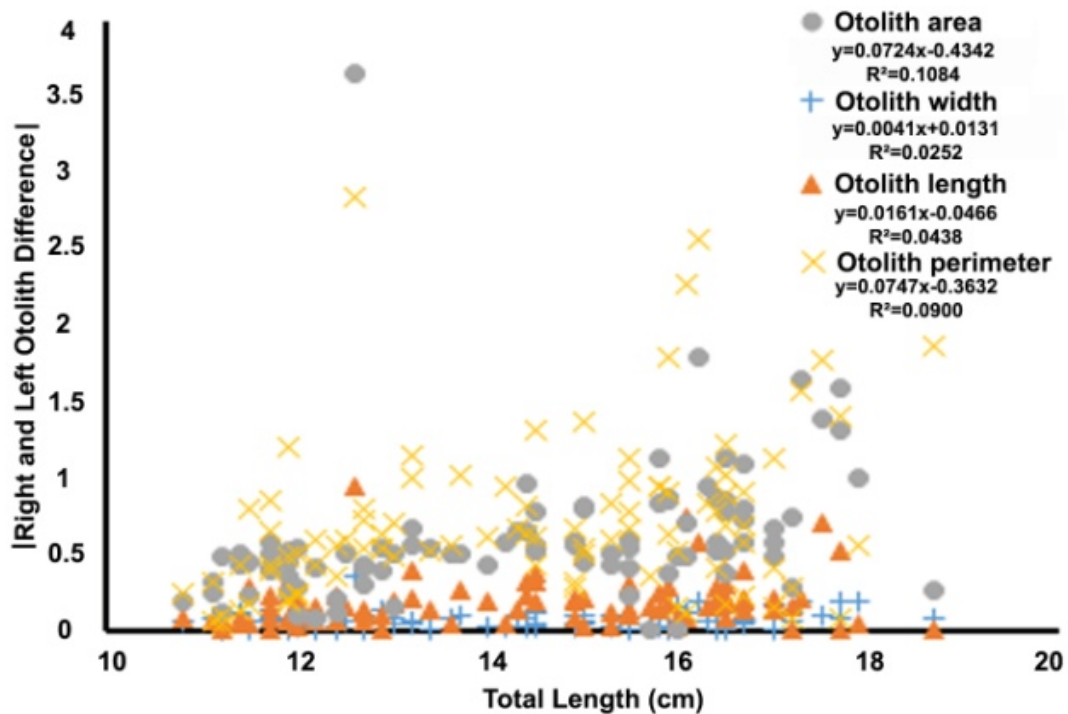


Figure 4. The relationship between total length and right-left otolith differences in *Merlangius merlangus*.

Table 2. Squared coefficient of asymmetry and character means by total length groups of *Merlangius merlangus*.

Otolith Character	Group	Total Length Range (mm)	N	CV ² _a	Character Mean	Character Min-Max	Percentage of Asymmetric individual
Otolith Length	I	100-109	1	0	5.607	5.564-5.650	100
	II	110-119	16	2.869	5.950	5.336-6.677	100
	III	120-129	14	13.216	6.354	5.764-7.576	100
	IV	130-139	7	2.468	6.697	5.636-7.376	100
	V	140-149	11	2.053	7.369	5.992-8.960	100
	VI	150-159	15	2.046	8.145	7.262-9.160	100
	VII	160-169	18	4.741	8.354	6.592-9.382	100
	VIII	170-179	10	5.794	9.289	8.289-9.973	100
	IX	180-189	1	0	9.352	9.345-9.359	100
Total		100-189	93	4.710	7.446	5.336-9.973	100
Otolith Width	I	100-109	1	0	1.998	1.969-2.026	100
	II	110-119	16	3.172	2.050	1.869-2.297	100
	III	120-129	14	16.904	2.165	1.980-2.554	100
	IV	130-139	7	1.713	2.246	1.983-2.368	100
	V	140-149	11	1.908	2.498	2.097-2.896	100
	VI	150-159	15	1.616	2.669	2.368-2.918	100
	VII	160-169	18	3.042	2.752	2.425-3.037	100
	VIII	170-179	10	4.787	2.957	2.640-3.296	100
	IX	180-189	1	0	3.046	3.010-3.082	100
Total		100-189	93	4.772	2.478	1.869-3.296	100
Otolith Area	I	100-109	1	0	7.812	7.718-7.906	100
	II	110-119	16	2.087	8.702	7.506-10.260	100
	III	120-129	14	84.134	9.823	8.317-13.614	100
	IV	130-139	7	2.312	10.707	8.050-12.016	100
	V	140-149	11	1.130	13.396	10.390-18.374	100
	VI	150-159	15	3.541	15.522	12.594-18.635	100
	VII	160-169	18	5.187	16.541	13.137-19.908	100
	VIII	170-179	10	6.202	19.676	15.948-22.865	100
	IX	180-189	1	0	20.287	20.159-20.415	100
Total		100-189	93	11.776	13.498	7.506-22.865	100
Otolith Perimeter	I	100-109	1	0	13.070	12.946-13.193	100
	II	110-119	16	5.498	14.035	12.612-15.874	100
	III	120-129	14	17.906	15.172	13.801-18.242	100
	IV	130-139	7	3.049	15.864	13.362-17.232	100
	V	140-149	11	2.791	17.622	15.046-20.659	100
	VI	150-159	15	3.509	19.496	17.422-21.852	100
	VII	160-169	18	10.895	20.087	16.576-22.610	100
	VIII	170-179	10	8.918	22.101	19.154-24.447	100
	IX	180-189	1	0	22.542	22.112-22.972	100
Total		100-189	93	8.335	17.763	12.612-24.651	100

4. DISCUSSION AND CONCLUSIONS

In marine systems, adult pelagic fish are at less risk than benthic or coastal species due to their higher mobility and the presence of higher-looking capacities against pollutants such as petroleum and hydrocarbons floating in the water (Sabljic, 2009). Pelagic fish species are less stressed than demersal fish species or pelagic fish species are more resistant to stress than demersal fish species (Simonović et al., 2017). In stressed ecosystems, the elimination of stress-sensitive species from the ecosystems and also the increased rates of disease and parasites can usually lead to a decrease in species richness in this system (Perry and Vanderklein, 2009).

Although bilaterally symmetric living beings are expected to exhibit symmetrical biostructures in favorable environmental conditions, however, several animals cannot have a perfect symmetry even in ideal environmental conditions. Because small inconsistencies that can arise as a result of several factors such as nutrient access, extreme temperatures, parasites, diseases, and behavioral stress in the organism can affect the developmental process of the species, may some structures of the organism asymmetrical (Palmer and Strobeck, 1992; Markow, 1995). Because fish are easily affected by their habitat, some ecological effects can be easily observed on their metabolism, growth, resistance to their disease, their reproductive potential, health situation and even their survival rate, when they are exposed to pollution or low oxygen for long periods of environmental stress (Barton et al., 2002). Such stress-related effects can be transferred to population or community levels and effects at the population level can vary depending on the type, intensity, and duration of stress exposure in the species (Adams and

Greeley, 2000). The pollution-induced stress can be affected the otoliths of fish to gain an asymmetric structure. Moreover, the asymmetry of morphological characters is negatively correlated with fitness of several animal taxa (Møller and Nielsen, 1997; Martin and Lopez, 2001; Bergstrom and Reimchen, 2003).

When the literature is reviewed in this area, there is no studies have been conducted on the fluctuating asymmetry of the whiting otolith area and otolith area until now. However, there are studies on the fluctuating asymmetry of otolith size and width of different fish species. In our study, the fluctuating asymmetry value of otolith width (4.772) was found higher than the otolith length (4.710). This result is similar to several studies. For instance, Jawad et al. (2012) reported that the asymmetry value of otolith length (2.100) was lower than otolith width (9.000) for *Sardinella sindensis* and also otolith width (21.600) was higher than otolith length (2.900) for *Sillago sihama* from the Persian Gulf Near Bandar Abbas. In addition, Jawad (2012) showed that the fluctuating asymmetry value of otolith width (10.290) higher than otolith length (5.060) in *Lutjanus bengalensis* from the Muscat City, Sea of Oman. However, in several studies, it has been reported that otolith length has a higher fluctuating asymmetry value than otolith width. For instance, Al-Mamry et al. (2011) reported that otolith length asymmetry (88.710) was higher than otolith width (41.750) in *Rastrelliger kanagurta* from the Muscat waters at Oman Sea. Similarly, El-Regal et al. (2016) noted that the asymmetry of otolith length (14.049) was higher than otolith width (10.436) in *Chlorurus sordidus* and otolith width asymmetry value (11.962) was lower than otolith length (15.190) in *Hipposcarus harid* from Hurghada, Red Sea coast of Egypt. These differences among studies may be due to the size of the sample, the species of fish, pelagic or demersal, habitat

differences, and even genetic predisposition. Some authors have shown that there is a positive correlation between asymmetry coefficient and the total fish length (Al-Hassan et al., 1990; Al-Hassan and Hassan, 1994; Al-Hassan and Shwafi, 1997; Jawad, 2001). However, this kind of relationship has not been observed in the present study.

The present study examines fluctuating asymmetry in the four otolith characters of the whiting in the Middle Black Sea and presents new data for the species in this habitat population. There are no studies to date on the fluctuating asymmetry of these four otolith characters of these fishes that have spread in the Black Sea. Pollution-induced stress can be one reason that causes the fluctuating asymmetry in whiting individuals. The pollution in the Black Sea is mainly influenced by the content of river waters poured into the sea. For instance, the Danube River discharges chrome, copper, nickel, mercury, lead, zinc and hydrocarbons to the Black Sea (Alkan et al., 2008). As a result of the present study, it is believed that fish from the coasts of the Middle Black Sea are exposed to a local environmental stress that can be detected by the FA and that this stress is most likely caused by the presence of continuous industrial discharges of heavy metals from domestic industrial activities and wastewaters.

The high asymmetry value of the otolith area might indicate the vulnerability of the individual which may develop an asymmetry in this otolith character under stress conditions. It could be assumed that otolith area is less sensitive to change of environmental variables, including pollution. On the other hand, the low asymmetry value of the otolith characters studied in this study can be explained on the basis that these characters are less vulnerable to environmental stresses. It should not be forgotten that species diversity is the best-documented indicator

of environmental impact on aquatic animals, and several biotic indices have been included (Rapport, 1989; Karr, 1991). It is very important to identify and focus on factors affecting species diversity in terms of the sustainability of species diversity.

5. REFERENCES

- Mérigot, B., Letourneur, Y., Lecomte-Finiger, R., (2007). Characterization of local population of the common sole *Solea solea* (Pisces, Soleidae) in the NW Mediterranean through otolith morphometrics and shape analysis. *Marine Biology* 151(3): 997-1008.
- Zenteno, J.I., Bustos, C.A., Landaeta, M.F., (2014). Larval growth, condition and fluctuating asymmetry in the otoliths of a mesopelagic fish in an area influenced by a large Patagonian glacier. *Marine Biology Research* 10(5): 504-514.
- Allenbach, D.M., (2011). Fluctuating asymmetry and exogenous stress in fishes: a review. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 21(3): 355-376.
- Barton, B.A., (2002). Stress in Fishes: A Diversity of Responses with Particular Reference to Changes in Circulating Corticosteroids. *Integrative and Comparative Biology* 42(3): 517-525.
- Jawad, L.A., (2003). Asymmetry in some morphological characters of four sparid fishes from Benghazi, Libya. *Oceanological and Hydrobiological Studies* 32: 83-88.
- Jawad, L.A., Al-Mamry, J.M., Al-Mamari, D., (2012). Fluctuating Asymmetry in the Otolith Width of *Carangoides caeruleopinnatus* (Carangidae) Collected from Muscat City Coast on the Sea of Oman. *Croatian Journal of Fisheries* 70(3): 125-133.
- Bird, G.A., Schwartz, W.J., Joseph, D.L., (1995). The effect of ²¹⁰Pb and stable lead on the induction of menta deformities in *Chironomus tentans* larvae and on their growth and survival. *Environmental Toxicology and Chemistry* 14(12): 2125-2130.
- Kasuya, T., Yamamoto, Y., Iwatsuki, T., (2002). Abundance decline in the finless porpoise population in the Inland Sea of Japan. *The Raffles Bulletin of Zoology*, Supplement 10, 57-65.

- Koprivnikar, J., Forbes, M.R., Baker, R.L., (2006). Effects of atrazine on cercarial longevity, activity, and infectivity. *Journal of Parasitology* 92(2): 306-311.
- Sexton, O.J., Andrews, R.M., Bramble, J.E., (1992). Size and growth rate characteristics of a peripheral population of *Crocataphytus collaris* (Sauria: Crocataphytidae). *Copeia* 1992(4): 968-980.
- Baumann, P.C., Smith, I.R., Metcalfe, C.D., (1996). Linkages between chemical contaminants and tumors in benthic Great Lakes fish. *Journal of Great Lakes Research* 22(2):131-152.
- Bird, G.A., (1997). Deformities in cultured *Chironomus tentans* larvae and the influence of substrate on growth, survival and mentum wear. *Environmental Monitoring and Assessment* 45(3): 273-283.
- Schmidt, C.W., (1997). Amphibian deformities continue to puzzle researchers. *Environmental Science & Technology* 31(7): 324A–326A.
- Galloway, T.S., Brown, R.J., Browne, M.A., Dissanayake, A., Lowe, D., Jones, M.B., Depledge, M.H., (2004). A multibiomarker approach to environmental assessment. *Environmental Science & Technology* 38(6): 1723-1731.
- Somarakis, S., Kostikas, I., Tsimenides, N., (1997a). Fluctuating asymmetry in the otoliths of larval fish as an indicator of condition: conceptual and methodological aspects. *Journal of Fish Biology* 51(Supplement A): 30-38.
- Somarakis, S., Kostikas, I., Peristeraki, N., Tsimenides, N., (1997b). Fluctuating asymmetry in the otoliths of larval anchovy *Engraulis encrasicolus* and the use of developmental instability as an indicator of condition in larval fish. *Marine Ecology Progress Series* 151(1-3): 191-203.
- Lutterschmidt, W.I., Samantha, L.M., Schaefer, J.F., (2016). Fluctuating asymmetry in two common freshwater fishes as a biological indicator of urbanization and environmental stress within the Middle Chattahoochee Watershed. *Symmetry* 8(11): 1-17.
- Lychakov, D.V., Rebane, Y.T., Lombarte, A., Fuiman, L.A., Takabayashi, A., (2006). Fish Otolith asymmetry: morphometry and modelling. *Hearing Research* 219(1-2): 1-11.
- Jones, J.S., (1987). An asymmetrical view of fitness. *Nature* 325: 298-299.
- Kalayci, F., Yesilcicek, T., (2014). The size selectivity of whiting (*Merlangius merlangus euxinus*) caught by gillnet in the eastern Black Sea of Turkey. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 94(7): 1539-1544.
- Nedreaas, K., Florin, A., Cook, R., Fernandes, P., Lorange, P., (2014). *Merlangius merlangus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014: e.T198585A45097610, <http://www.iucnredlist.org/details/198585/0> adresinden alınmıştır.
- Valentine, D.W., Soule, M.E., Samollow, P., (1973). Asymmetry in fishes: a possible statistical indicator of environmental stress. *Fishery Bulletin* 71: 357-370.
- Sabljić, A. (2009). *Environmental and Ecological Chemistry-Volume II*, 452 p., United Kingdom, EOLSS Publishers Co Ltd.
- Simonović, P., Piria, M., Zuliani, T., Ilić, M., Marinković, N., Kračun-Kolarević, M., Paunović, M., (2017). Characterization of sections of the Sava River based on fish community structure. *Science of the Total Environment* 574: 264-271.
- Perry, P., Vanderklein, E.L. (2009). *Water Quality: Management of a Natural Resource*, 656 p., Hoboken, John Wiley & Sons.
- Palmer, A.R., Strobeck, C., (1992). Fluctuating asymmetry as a measure of developmental stability: Implications of non-normal distributions and power of statistical tests. *Acta Zoologica Fennica* 191: 57-72.
- Markow, T.A., (1995). Evolutionary ecology and developmental instability. *Annual Review of Entomology* 40(1995): 105-120.
- Barton, B., Morgan, J.D. & Vijayan, M.M. (2002). Physiological and condition-related indicators of environmental stress in fish. In “Biological indicators of aquatic ecosystem stress” (Adams S.M. ed), American Fisheries Society. pp. 111-148, Bethesda.
- Adams, S.M., Greeley, M.S., (2000). Ecotoxicological indicators of water quality: using multi-response indicators to assess the health of aquatic ecosystems. *Water, Air, & Soil Pollution* 123(1-4): 103-115.

- Møller, A.P., Nielsen, J.T., (1997). Differential predation cost of a secondary sexual character: sparrow hawk predation on barn swallows. *Animal Behaviour* 54(6): 1545-1551.
- Martin, J., Lopez, P., (2001). Hind limb asymmetry reduces escape performance in the lizard *Psammodromus algirus*. *Physiological and Biochemical Zoology* 74(5): 619-624.
- Bergstrom, C.A., Reimchen, T.E., (2003). Asymmetry in structural defenses: insights into selective predation in the wild. *Evolution* 57(9): 2128-2138.
- Jawad, L.A., Sadighzadeh, Z., Al-Mamary, D., (2012). Fluctuating asymmetry in the otolith length, width and thickness in two pelagic fish species collected from the Persian Gulf near Bandar Abbas. *Annales, Series Historia Naturalis Archives* 22(1): 83-88.
- Jawad, L.A., (2012). Fluctuating asymmetry in the otolith dimensions of *Lutjanus bengalensis* (Lutjanidae) collected from Muscat coast on the sea of Oman. *Biological Journal of Armenia* 2(64): 117-121.
- Al-Mamry, J.M., Jawad, L.A., Ambuali, A., (2011). Fluctuating asymmetry in the otolith length and width of adult Indian mackerel *Rastrelliger kanagurta* (Cuvier, 1817) collected from Muscat waters at the Sea of Oman. *Journal of the Black Sea / Mediterranean Environment* 17(3): 254-259.
- El-Regal, M.A., Jawad, L.A., Mehanna, S., Ahmad, Y., (2016). Fluctuating Asymmetry in the Otolith of two Parrotfish Species, *Chlorurus sordidus* (Forsskal, 1775) and *Hipposcarus harid* (Forsskal, 1775) from Hurghada, Red Sea coast of Egypt. *International Journal of Marine Science* 6(37): 1-5.
- Al-Hassan, L.A.J., Al-Doubaikel, A.Y., Wahab, N.K., Al-Daham, N.K., (1990). Asymmetry analysis in the catfish, *Heteropneustes fossilis* collected from Shatt al-Arab River, Basrah, Iraq. *Rivista de Idrobiologia* 29(3): 775-780.
- Al-Hassan, L.A.J., Hassan, S.S., (1994). Asymmetry study in *Mystus pelusius* collected from Shatt al-Arab River, Basrah, Iraq. *Pakistan Journal of Zoology* 26(3): 276-278.
- Al-Hassan, L.A.J., Shwafi, N.A.A., (1997). Asymmetry analysis in two marine teleost fishes collected from the Red Sea coast of Yemen. *Pakistan Journal of Zoology* 29(1): 23-25.
- Jawad, L.A., (2001). Preliminary asymmetry analysis of some morphological characters of *Tilapia zilli* (Pisces: Cichlidae) collected from three localities in Libya. *Bollettino Museo Regionale di Scienze Naturali Torino* 18(1): 251-257.
- Alkan, A., Serdar, S., Fidan, D., (2008). Kirlilik ve Karadeniz, *SÜMAE Yunus Araştırma Bülteni* 8(1): 6-7.
- Rapport, D.J., (1989). Symptoms of pathology in the Gulf of Bothnia (Baltic Sea): ecosystem response to stress from human activity. *Biological Journal of the Linnean Society* 37(1-2): 33-49.
- Karr, J.R., (1991). Biological integrity: a long-neglected aspect of water resource management. *Ecological Applications* 1(1): 66-84.

Mortalities and Exploitation Rate of Mediterranean Horse Mackerel, *Trachurus mediterraneus* (Steindachner, 1868) in the Central Black Sea

Orta Karadeniz'deki İstavrit, *Trachurus mediterraneus* (Steindachner, 1868) Balığının Ölüm ve Sömürülme Oranları

Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi

Cilt: 4 Sayı: 2 (2018) 139-145

Osman SAMSUN¹, Okan AKYOL², Tefvik CEYHAN^{2,*}

¹Sinop University, Faculty of Fisheries, Department of Fishing Technology, Sinop, Turkey

²Ege University, Faculty of Fisheries, Department of Fishing Technology, İzmir, Turkey

ABSTRACT

This study provides some actual information about length, weight, age, and mortality rates of Mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*) population in the central Black Sea in order to detect whether fishing pressure or not. A total of 1467 specimens were monthly collected from commercial purse-seiners, which especially landed to Sinop fishing port between September 2016 and March 2017. A total of 109 otoliths were used for age reading. Total length and weight of *T. mediterraneus* specimens were ranged from 7.1 cm to 20.3 cm (average: 14.02 ±0.04 cm) and 3.2 g to 67.7 g (average: 23.8 ±0.19 g). The samples were grouped densely between 12 and 15 cm and about 84% of samples in this study were within the legal size. Length-weight relationship

was calculated as $W = 0.0067 \times TL^{3.0848}$ ($r^2 = 0.94$). Age groups of horse mackerel in the central Black Sea were between I and III. Mean lengths according to age groups were 9.9 ±0.36 cm, 14.1 ±0.11 cm and 16.7 ±0.13 cm, respectively. Also, von Bertalanffy Growth Parameters were $L_{\infty} = 19.14 \pm 0.46$ cm, $K = 0.65 \pm 0.03$, $t_0 = -0.08 \pm 0.007$ year. Mortalities (M, F and Z) and exploitation rate (E) of *T. mediterraneus* from the Central Black Sea were 0.84 year⁻¹, 0.87 year⁻¹, 1.712 year⁻¹ and 0.51 year⁻¹, respectively. The rates of exploitation and minimum landing size indicate that there is no overfishing on *T. mediterraneus* population in the area for the time being.

Keywords: Atlantic horse mackerel, *Trachurus mediterraneus*, length, weight, exploitation, Black Sea

Article Info

Received: 07 June 2018

Revised: 05 July 2018

Accepted: 09 July 2018

*Corresponding Author

E-mail: tevfik.ceyhan@ege.edu.tr

ÖZET

Bu çalışma orta Karadeniz Bölgesindeki istavrit (*Trachurus mediterraneus*) popülasyonu üzerinde balıkçılık baskısı olup olmadığının tespiti amacıyla tür üzerindeki boy, ağırlık, yaş ve ölüm oranları gibi güncel bilgileri içermektedir. Toplamda 1467 adet birey Eylül 2016 ve Mart 2017 tarihleri arasında özellikle Sinop Limanı'ndaki ticari gırgır teknelerinden aylık olarak toplanmıştır. 109 adet bireyden yaş okumak amacıyla otolit çıkarılmıştır. *T. mediterraneus* bireylerinin boy dağılımları 7,1 cm ile 20,3 cm (ortalama: 14,02 ±0,04 cm) arasında değişmekte iken ağırlık dağılımlarının 3,2 g ile 67,7 g (ortalama: 23,8 ±0,19 g) arasında olduğu tespit edilmiştir. Örnekler 12-15 cm boy grupları arasında yoğunlaşmış ve elde edilen bireylerin %84'ünün yasal avlanma boy değerinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Boy-ağırlık ilişkisi $W = 0,0067 \times TL^{3.0848}$ ($r^2 = 0,94$) olarak tespit edilmiştir. Örnekler I ile III yaş gurubu arasında dağılım göstermektedir. Yaşlara göre ortalama boylar I. yaş için 9,9 ±0,36 cm; II. yaş için 14,1 ±0,11 cm; III. yaş için 16,7 ±0,13 cm dir. von Bertalanffy Büyüme parametreleri ise $L_{\infty} = 19,14 \pm 0,46$ cm, $K = 0,65 \pm 0,03$, $t_0 = -0,08 \pm 0,007$ yıl olarak hesaplanmıştır. Orta Karadeniz'den elde edilen *T. mediterraneus* bireylerinin doğal ölüm oranı (M) 0,84 yıl⁻¹, Balıkçılık kaynaklı ölüm oranı 0,87 yıl⁻¹ ve toplam ölüm oranı 1,712 yıl⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Sömürülme oranı (E) ise 0,51 yıl⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Sömürülme oranı ve karaya çıkarılan ürünlerin boy gruplarına bakıldığında şu an için bu bölgede *T. mediterraneus* popülasyonu üzerinde bir av baskısının olmadığı söylenebilir.

Anahtar sözcükler: İstavrit, *Trachurus mediterraneus*, boy, ağırlık, sömürülme, Karadeniz.

1. INTRODUCTION

Mediterranean horse mackerel (Family Carangidae) are pelagic-oceanic active migratory fish and swims in large schools in mid-water but feeds also near the bottom. They feed on crustaceans (mainly shrimps and mysids) and schooling fish such as sardines and anchovies. Common length is 30 cm and maximum length is 60 cm FL (Golani et al., 2006; Froese and Pauly, 2017). Distribution is in Eastern Atlantic: Bay of Biscay to Mauritania including the Mediterranean Sea (Froese and Pauly, 2017).

Trachurus mediterraneus (Steindachner, 1868) is common in all Turkish seas; it also inhabits in the Black Sea and the Sea of Azov. *T. mediterraneus* is a very commercial fish species along the coasts of Black Sea. Its fishing is conducted with different fishing gears including pelagic trawl, set nets, purse seine, and hand line

(Aydın and Karadurmuş, 2013).

Total catch amount of Mediterranean horse mackerel (including Atlantic horse mackerel, *Trachurus trachurus*) in the Black Sea in 2016 was about 7349 tons. Catch amount of both horse mackerels in the Black Sea is 2/3 in all horse mackerel (as *T. mediterraneus* and *T. trachurus*) production of Turkey (TUIK, 2017). It is seen that there is an intensive fishing on horse mackerel stocks in the Black Sea. Thus, this study provides some actual information such as length, weight, age and mortality rates of Mediterranean horse mackerel population in the southern Black Sea in order to detect whether fishing pressure or not.

2. MATERIAL AND METHOD

A total of 1467 specimens of *T. mediterraneus* from the Black Sea were monthly collected from commercial purse-

seiners, which especially landed to Sinop fishing port between September 2016 and March 2017.

Total length (TL) of fish has been measured to nearest ± 0.1 cm and ± 0.1 g. Length-weight relationship (LWR) was computed from the following formula: $W = a \times TL^b$. The logarithmic transformation was performed as $\log W = \log a + b \log L$ where W is weight (g), L is length (cm), a is the intercept and b is the slope of the linear regressions.

A total of 109 otoliths were used for ageing. Sagittal otoliths were removed, wiped clean, and stored dry, and then otoliths were placed in glycerol and were examined (10X magnification) under reflected light using a binocular microscope (SOIF XSZ-7GX).

Non-seasonal growth parameters (L_∞ , K, and t_0) were estimated with the von Bertalanffy growth formula (VBGF) in the FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT II) computer program (FAO, 2006-2008) using individual lengths-at-age. The von Bertalanffy growth equation for length, $L_t = L_\infty [1 - e^{-K(t-t_0)}]$, where L_∞ is the asymptotic length, K the growth curve parameter, and t_0 the theoretical age when fish length would have been zero, was applied.

Natural mortality of Mediterranean horse mackerel was computed from Pauly (1980)'s following multiple regression formula: $\ln M = -0.0152 - 0.279 * \ln L_\infty + 0.6543 * \ln K + 0.463 * \ln T$. But Pauly (1983) proposed that the formula can be calculated lower percent 20 for schooling fishes. The converted formula: $M = 0.8 * \exp(-0.0152 - 0.279 * \ln L_\infty + 0.6543 * \ln K + 0.463 * \ln T)$. Where M is natural mortality in a given stock, L_∞ is asymptotic length, K is growth coefficient and the value of T is the annual mean temperature (in °C) of the sea water. The mean annual habitat temperature (according to World Sea Temperatures, 2018) is assumed as 13°C.

Total mortality (Z) was estimated from the mean size in the catch, developed by Beverton and Holt (1957). Z can be estimated from mean length in the catch from a given population by means of $Z = K (L_\infty - L_{\text{mean}}) / (L_{\text{mean}} - L_c)$. Where L_∞ and K are parameters of the von Bertalanffy growth equations; Erkoyuncu (1995) stated that if L_c is not available, L' can use in the formula instead of the L_c , i.e. $L_c = L'$. L_{mean} is the mean length computed from L' upward, the latter being a length not smaller than the smallest length of fish fully represented in catch samples (Pauly and Soriano, 1986). Note that L' is the lower limit of the corresponding length interval (Sparre and Venema, 1992).

Fishing mortality (F) can be estimated from $F = Z - M$. Once values of F and M are available, an exploitation ratio (E) can be computed from $E = F / Z$ (Sparre and Venema, 1992). Which allows one to assess if a stock is overfished or not, on the assumption that the optimal value of E (E_{opt}) is about equal to 0.5 (Pauly, 1980). The null hypothesis of isometric growth ($H_0: b = 3$) was tested by t-test, using the statistic: $t_s = (b-3)/S_b$, where S_b is the standard error of the slope for $\alpha = 0.05$ (Sokal and Rohlf, 1987). The difference between the observed mean lengths and calculated mean lengths in all age groups was tested by Paired Sample t-test (Zar, 1999). The comparisons of growth performance indices were also performed by unpaired two-tailed t- tests. The significance level α for a given hypothesis in all statistical tests performed in this text is at 0.05. All of the means were given with standard error ($\pm$ SE). All calculations were performed using the IBM SPSS Statistics Ver. 20 software package.

3. RESULTS

Length and weight of Mediterranean horse mackerel specimens were ranged from 7.1 cm to 20.3 cm (average: 14.02 ± 0.04 cm)

and 3.2 g to 67.7 g (average: 23.8 ± 0.19 g). The samples were grouped densely between 12 and 15 cm in this study were within the legal size (Figure 1). Minimum landing size (MLS) is 13 cm for

T. mediterraneus according to Turkish Fisheries Regulation Circular (TFRC). Thus, 84% of all samples in this study are over legal size (Figure 2).

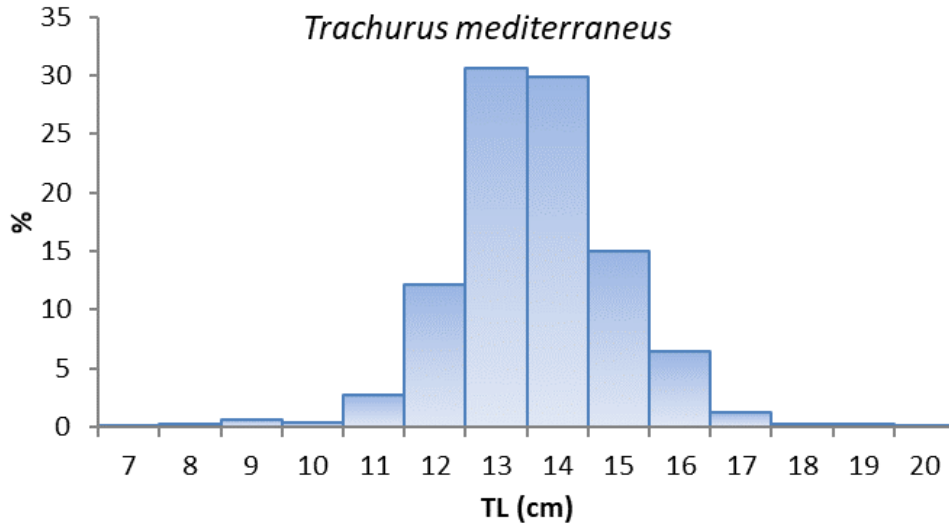


Figure 1. Length frequency of *Trachurus mediterraneus* in the Black Sea.

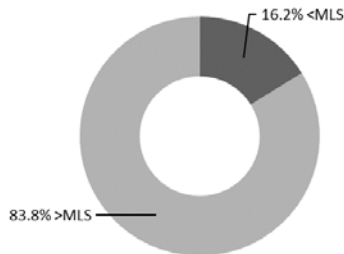


Figure 2. MLS percentages for *Trachurus mediterraneus* in the Black Sea.

The LWR equation was calculated as $\log(W) = -2.1758 + 3.0848 \log(TL)$ (and $W = 0.0067 \times TL^{3.0848}$) ($R^2 = 0.94$) (Figure 3). It seems that there is a positive allometry in terms of b value.

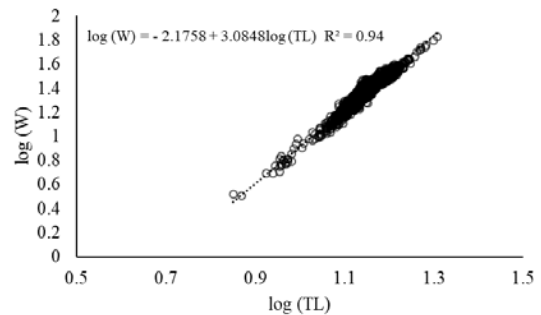


Figure 3. Length-weight relationship of *Trachurus mediterraneus* in the Black Sea.

Age groups of Mediterranean horse mackerel in the Black Sea were ranged from I to III. Mean lengths according to age groups were 9.9 ± 0.36 cm, 14.1 ± 0.11 cm and 16.7 ± 0.13 cm, respectively. Also, von Bertalanffy growth parameters were $L_{\infty} = 19.14 \pm 0.46$ cm, $K = 0.65 \pm 0.03$, $t_0 = -0.08 \pm 0.007$ year (Figure 4).

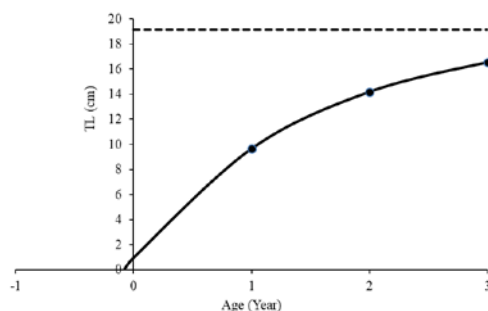


Figure 4. Age-length curve of *Trachurus mediterraneus* in the Black Sea.

Observed and calculated lengths according to age groups were shown in Table 1. There is a significantly differences between observed and calculated lengths ($P < 0.05$).

Table 1. Observed and calculated lengths of *Trachurus mediterraneus* according to age groups in the Black Sea

Age	1	2	3
$L_{obs.}$	9.85	14.1	16.7
$L_{cal.}$	9.70	14.2	16.6

Mortalities (M, F and Z) and exploitation rate (E) of *T. mediterraneus* from the Central Black Sea were 0.84 year^{-1} , 0.87 year^{-1} , 1.712 year^{-1} and 0.51 year^{-1} , respectively. The mean annual habitat temperature (T), L_{mean} and L' are assumed as 13°C , 14 cm and 12 cm, respectively.

4. DISCUSSION

There is gap on the population biology of *T. mediterraneus* in the Black Sea. Only a few studies were carried on merely length-weight relations. LWR of *T. mediterraneus* seems that there is a positive allometric growth ($b = 3.085$). Other LWR parameters and minimum and maximum

lengths and weights of Mediterranean horse mackerel in the Black Sea were shown in Table 2. There was usually allometric growth (except Şahin et al. 2009) on *T. mediterraneus* in the Black Sea according to the previous studies. In this study, the maximal length has been also seen among the other studies.

Age groups of *T. mediterraneus* in the present study were ranged from I to III; the largest group was II. Şahin et al. (2009) reported similarly that age groups of I and II accounted for the majority of the *T. mediterraneus* population in the Eastern Black Sea. L_{∞} value (19.14 cm) is different with Şahin et al. (2009)'s study (26.1 cm). This variation may be due to the calculation methodology or age reading verifying. Şahin et al. (2009) reported that the 54% of fish caught was under MLS, while 16.2% of fish was under MLS in this study. This reduction of <MLS might be arisen by strict surveillance of net meshes or accurate resource management.

Thus, the existing of larger fish in our samples may suggest that there is no heavy fishing pressure on *T. mediterraneus* stocks in the Black Sea. Moreover, the estimate of fishing mortality ($F = 0.87$) is some lower than natural mortality ($M = 1.07$), and according to exploitation rate ($E = 0.51$), *T. mediterraneus* fishery goes with equilibrium.

T. mediterraneus is very commercial pelagic species for the Black Sea region. The current findings are in line with past studies indicating that most Mediterranean and Black Sea stocks are over-exploited (Vasilakopoulos et al., 2014; Cardinale and Scarcella, 2017). Thus, the fish stock should be monitored and further studies on the stock status are needed for sustainable fisheries management.

Table 2. Substantial LWR records of *Trachurus mediterraneus* in the Black Sea

Authors	n	L _{min} -L _{max}	W _{min} -W _{max}	a	b	R ²
Şahin et al. (2009)	1312	9.2-19.0	-	0.009	2.955	0.94
Özdemir et al. (2010)	902	7.2-18.0	3.6-49.8	0.007	3.045	0.98
Yankova et al. (2011)*	1432	7.0-18.4	4.5-55.0	0.005	3.168	0.92
Özdemir and Duyar (2013)	526	9.4-15.1	4.6-25.2	0.003	3.302	0.90
Kasapoğlu and Düzgüneş (2014)	624	6.2-19.5	1.7-64.3	0.005	3.138	0.97
This study	1467	7.1-20.3	3.2-67.7	0.007	3.085	0.94

*Bulgarian waters

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank Sinop University, Scientific Research Project Funding for their financial support [Project number: SÜF-1901-15-02]. This paper partly presented in the 1st Int. Congress on Engineering and Life Science (ICELIS), Kastamonu on April 2018.

5. REFERENCES

- Golani, D., Öztürk, B., Başusta, N. (2006). *The fishes of the eastern Mediterranean*, 259 p., Istanbul, Turkish Marine Research Foundation, Publication No. 24.
- Froese, R., Pauly, D., (2017). FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org. is retrieved, Version (10/2017) (accessed date: 19 March 2018).
- Aydın, M., Karadurmuş, U., (2013). An investigation on age, growth and biological characteristics of red mullet (*Mullus barbatus ponticus*, Essipov, 1927) in the Eastern Black Sea. *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 12: 277-288.
- TUIK, (2017). Fishery Statistics 2016. www.tuik.gov.tr is retrieved (Accessed date: 19 March 2018).
- FAO, (2006-2008). Fisheries and aquaculture software. FISAT II - FAO-ICLARM Stock Assessment Tool. Rome: FAO.
- Pauly, D. (1983). Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. 52 p, Rome, *FAO Fisheries Technical Paper*, 234.
- Beverton, R.J.H., Holt, S.J. (1957). *On the dynamics of exploited fish populations*. Fishery Invest., Series 2, 19. 533 p. London.
- World Sea Temperatures. (2018). Sinop Sea Temperature. <https://www.seatemperature.org/> is retrieved (Accessed date: 19 March 2018).
- Erkoyuncu, İ. (1995). *Fisheries biology and population dynamics*, s. 265, Sinop, Ondokuz Mayıs Üniv. Sinop Su Ürünleri Fak. Yayın No.95, (in Turkish).
- Pauly, D., Soriano, M.L. (1986). Some practical extensions to Beverton and Holt's relative yield-per-recruit model In: "The First Asian Fisheries Forum", (J.L. Maclean, L.B. Dizon, L.V. Hosillo, eds.), pp. 491-496, Manila, Asian Fisheries Society.
- Sparre, P., Venema, S.C. (1992). Introduction to tropical fish stock assessment, Part 1 Manual. *FAO Fisheries technical paper* 306, 407 p, Rome, FAO.
- Pauly, D. (1980). *A Selection of simple methods for the assessment of tropical fish stocks*, 54 p, Rome, FAO Fisheries Circular No.729.
- Sokal, R., Rohlf, F. (1987). *Introduction to biostatistics*, (2nd ed.), 365 p, USA, Freeman Publication.
- Zar, J.H. (1999). *Biostatistical Analysis*, 4th edn. 663 p., USA, Prentice-Hall.
- Şahin, C., Kasapoğlu, N., Gözler, A.M., Kalaycı, F., Hacımurtazaoğlu, N., Mutlu, C., (2009). Age, growth, and Gonadosomatic index (GSI) of Mediterranean Horse Mackerel (*Trachurus mediterraneus* Steindachner, 1868) in the Eastern Black Sea. *Turkish Journal of Zoology* 33: 157-167.
- Vasilakopoulos, P., Maravelias, C.D., Tserpes, G., (2014). The alarming decline of Mediterranean fish stocks. *Current Biology* 24: 1643-1648.

Cardinale, M., Scarcella, G., (2017). Mediterranean Sea: A Failure of the European Fisheries Management System. *Frontiers in Marine Science* 4:72-72.

Özdemir, S., Erdem, E., Aksu, H., Birinci Özdemir, Z., (2010). Çift tekneyle çekilen orta su trolü ile avlanan bazı pelajik türlerin av kompozisyonu ve boy-ağırlık ilişkilerinin belirlenmesi. *Journal of FisheriesSciences.com* 4: 427-436.

Yankova, M., Pavlov, D., Raykov, V., Mihneva, V., Radu, G., (2011). Length-weight relationships of ten fish species from the Bulgarian Black Sea waters. *Turkish Journal of Zoology* 35: 265-270.

Özdemir, S., Duyar, H.A., (2013). Length-weight relationships for ten fish species collected by trawl surveys from Black Sea coasts, Turkey. *International Journal of Chemical, Environmental and Biological Sciences* 1: 405-407.

Kasapoğlu, N., Düzgüneş, E., (2014). Length-weight relationships of marine species caught by five gears from the Black Sea. *Mediterranean Marine Science* 15(1): 95-100.

Factor Analysis by R Programming to Assess Variability Among Environmental Determinants of the Mariana Trench

Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi

Cilt: 4 Sayı: 2 (2018) 146-155

Polina LEMENKOVA^{1,*}

¹*Ocean University of China, College of Marine Geoscience, 238 Songling Road, Laoshan, 266100, Qingdao, China*

ABSTRACT

The aim of this work is to identify main impact factors affecting variations in the geomorphology of the Mariana Trench which is the deepest place of the Earth, located in the west Pacific Ocean: steepness angle and structure of the sediment compression.

The Mariana Trench presents a complex ecosystem with highly interconnected factors: geology (sediment thickness and tectonics including four plates that Mariana trench crosses: Philippine, Pacific, Mariana, Caroline), bathymetry (coordinates, slope angle, depth values in the observation points). To study such a complex system, an objective method combining various approaches (statistics, R, GIS, descriptive analysis and graphical plotting) was performed.

Methodology of the research includes following clusters: R programming language for writing codes, statistical analysis, mathematical algorithms for data processing, analysis and visualizing diagrams, GIS for digitizing bathymetric

profiles and spatial analysis. The statistical analysis of the data taken from the bathymetric profiles was applied to environmental factors, i.e. coordinates, depths, geological properties sediment thickness, slope angles, etc. Finally, factor analysis was performed by R libraries to analyze impact factors of the Mariana Trench ecosystem. Euler-Venn logical diagrams highlighted similarities between four tectonic plates and environmental factors.

The results revealed distinct correlations between the environmental factors (sediment thickness, slope steepness, depth values by observation points, geographic location of the profiles) affecting Mariana Trench morphology.

The research demonstrated that coding on R language provides a powerful and highly effective statistical tools, mathematical algorithms of factor analysis to study ocean trench formation.

Keywords: Factor Analysis, Marine Geology, Pacific Ocean, R Programming

Article Info

Received: 05 July 2018

Revised: 24 September 2018

Accepted: 26 September 2018

* Corresponding Author

E-mail: pauline.lemenkova@gmail.com

1. INTRODUCTION

This research focuses on the geomorphological formation factors of the Mariana Trench (Fig. 1), a long and narrow topographic depressions of the sea floor located in the west Pacific Ocean. Mariana Trench is the deepest part of the ocean floor, a distinctive morphological feature of the convergent plate boundaries, along which lithospheric plates move towards each other, located about 200 km parallel to a volcanic island arc (Karato *et al.*, 2001).

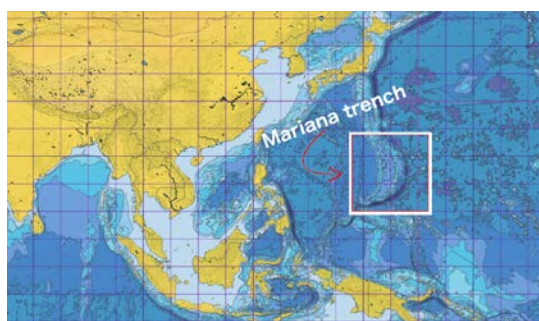


Figure 1. Study area: Mariana Trench

A trench marks the position at which the subducting slab descends beneath another lithospheric slab (Deschamps and Lallemand, 2003).

1.1. Geology: Sedimentation

Thin Quaternary clayey sediments overlie a 400 m thick alternating sequence of the Early Cretaceous quartz-trachyte pillow lava and Early to Late Cretaceous radiolarian cherts in the oceanward slope of the Mariana Trench (Hirano *et al.*, 2002). The sediment cover is less than 10 m thick and is composed of soft, bedded clay with sand-size ash fragments. This clayey sediment covers a very gentle terrace 500 m wide (Curtis and Moyer, 2005). The turbidite currents are being generated on the outer shelf and upper continental slope, due to the precipitation and transport via the submarine canyons

to the axial part of the trench. The speed of such sedimentation in the bottoms of trenches closely depends on the volumes of the incoming sediments ranging from 300 to 3000 mm/thousand years (Ishizuka *et al.*, 2018). As a result of such sedimentation, over one kilometer of sediments have accumulated in the southern Aleutian and Chilean trenches over the last several hundred thousand years. On the bottom of the deep ocean trenches a longitudinal main channel is usually formed under the influence of turbidite currents (Pabst *et al.*, 2012). It creates favorable conditions for distinctive movements of the sand sediments that shape large elongated accumulations of the sediments (Ernst, 2001). As a hadal trench, Mariana Trench belongs to the one of the deepest 45% of the ocean's depth range, and its unique topography disrupts the continental shelf-slope-rise to abyssal plain continuum, resulting in an array of deep isolated habitats. The often abrupt and distinct topography is likely to further promote speciation through high hydrostatic pressure, remoteness from surface derived food sources and geographic isolation (Eustace *et al.*, 2016).

1.2. Geomorphology: Cracks

Mariana Trench is notable for its well-developed systems of cracks in the structure. Cracks of the Mariana Trench are abundantly developed at the edge of the terrace, in the middle and upper part of the terrace (Heuret and Lallemand, 2005). The explanation of the formation of these cracks is, besides gravitational instability, that horizontal extension is due to the trench-ward increase of the dip angle of the ocean floor surface, and that this might cause slope instability due to gravity pull. The cracks on the surface of the seabed on the oceanward slopes of the Mariana Trench are attributed to tensile rock failure induced by a combination of slope

instability and earthquake shaking (Schellart, 2007). The cracks of the Mariana Trench are found on the horizontal or very gentle slopes just above steep cliffs, and are mostly elongated in directions nearly parallel to the strike of the cliffs, although some are aligned, branching or merging have no vertical nor lateral displacement, that could be explained by open tension fractures.

Surface edges of the Mariana Trench cracks are generally very sharp, indicating their young origin, with a noticeable pressure ridge caused by mud overflow during closure of one crack. The cracks were formed at the horizontally stretched surface of the down-going subducting oceanic plate under tensional stress. This tensional stress may have been caused by a combination of gravitational slope instability plus additional inertia during earthquake shaking which occurs close to these areas (DeMets *et al.*, 1990). Thus, the cracks were formed at topographically specific areas, where gravitational instability or instability occurs at the edges of the slope or top of the ridge (Ishizuka *et al.*, 2010).

1.3. Tectonics: Slab Movement

Understanding the mechanisms of trench migration (retreat or advance) is crucial to characterizing the driving forces of Earth's tectonics plates, the origins of subducting slab morphologies in the deep mantle, and identifying the characteristics of subduction zones systems, which are among the fundamental issues of solid Earth science (Yoshida, 2017).

Recent studies revealed (Faccenna *et al.*, 2009) that Mariana Trench advance toward the upper plate corresponding to the subduction of very old, Mesozoic oceanic lithosphere. The Mariana Arc lavas are relatively enriched in Molybdenum (Mo) and have $\delta^{98/95}\text{Mo}$ significantly greater than MORB (apart from the samples from the island of Agrigan). This implicates the

addition of a Mo-rich fluid with $\delta^{98/95}\text{Mo} \sim +0.05\%$ to the mantle wedge beneath most islands (Freymuth *et al.*, 2015). Recently updated analyses of global plate motions indicate that significant trench advance is also rare on Earth, being largely restricted to the Marianas–Izu–Bonin arc (Cížková and Bin, 2015). The effects of trench migration on the descent of subducted slabs are discussed by Griffiths *et al.*, 1995. The global plate tectonics movements shaping the seafloor bathymetry can be described as follows. The seafloor spreading creates an axial rift and corrugated hills. Spreading ridges are formed by nearby faults where the most destructive earthquakes occur. Subduction of the cooled plate into the mantle causes creation of the deep ocean trenches and here, as a consequence, the major earthquakes and tsunamis originate. The plates act as giant radiators of the heat cooling, thickening, and gradually subsiding by progressing from ridge to trench. It explains the appearance of the double seismic zone beneath the Mariana Island arc (Samowitz and Forsyth, 1981). In such a way, tectonic plates form the large-scale pattern of the system of ridges and deep ocean basins.

The deformation of the upper plates, as well as the surface migration of the ocean trenches of the Pacific Ocean are the prevailing observables of the dynamics of the inter parts of the plates, as described in various research papers (e.g., Miller *et al.*, 2004). Therefore, the classification of the tectonic plate boundaries according to their cross-correlation with the kinematical and geometrical properties of the plate boundaries should reflect their geodynamics. Various research papers have discussed a problem of the slab movement around the trench (e.g. Fujioka *et al.*, 2002; Funiciello *et al.*, 2008; Heuret *et al.*, 2012.)

2. MATERIAL AND METHOD

2.1. GIS Data Processing

The GIS part of the research is performed in the QGIS by creating 25 bathymetric profiles crossing Mariana

Trench. Each profile has a length of 1000 km, a distance gap of 100 km in between and 518 measurement points in each. The total dataset comprises of large amount of 12950 observations.

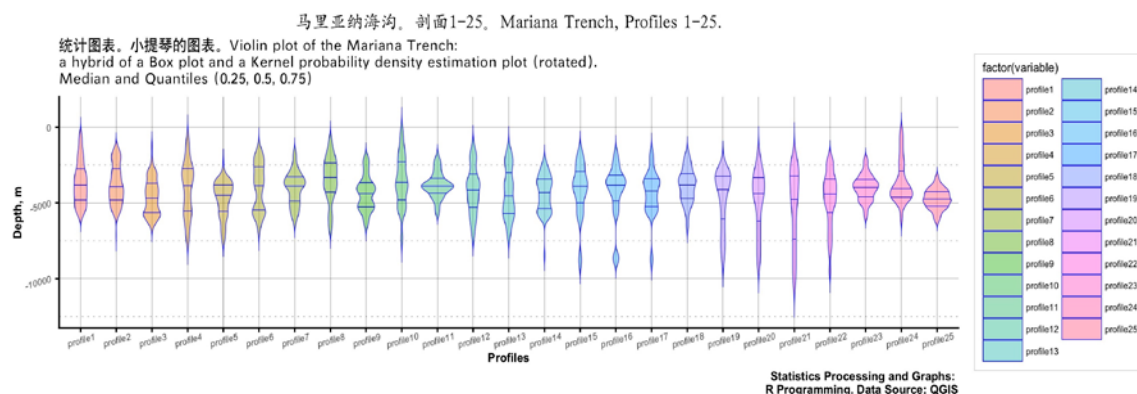


Figure 2. Violin plots showing depth data distribution for observation points of the 25 bathymetric profiles of the Mariana Trench

Data includes tectonic plates, topography of the profiles, slope angle, depths, aspect class, location of the igneous volcanic areas, sediment thickness. In the QGIS several tasks were performed using thematic plugins (e.g. coordinate re-projecting). The geospatial data have been uploaded to form the GIS project (bathymetric features, sediment thickness, location of the igneous volcanic zones). Multiple thematic layers were upload into the GIS system that include among others marine geology data stores in layers, settings, coordinate system, parameters, etc. The geometry of the profiles has been digitized along the Mariana Trench, the attributes (profiles names and coordinates) have been entered. Every profile had a length of 1.000 km and the distance between each two neighbor profiles 100 km along the path of the trench. The GIS processing resulted in bathymetric 25 profiles. The GIS project has been re-projected into the UTM cartesian coordinate system (square N-55).

2.2. Analysis of Data Distribution

The violin plots (Fig. 2) were created to show Kernel probability density distribution of the bathymetric observations, as multimodal distributions with multiple peaks. Kernel density distribution plot as shown on the Fig. 2 was created using library {violinmplot} of R in a combined plot, which includes calculated quantiles for 0.25 and 0.75 of the data pool. The kernel density estimation (KDE) is a non-parametric way to estimate the probability density function of a random variable of the observation depth. The KDE has been performed by smoothing data points across the sample points in the profiles 1:25 of the Mariana Trench. Kernel density estimates can be endowed with properties such as smoothness or continuity of the bathymetric data by using a suitable kernel. Technically, besides {violinplot} library, a kernel density estimation function can be implemented in R through the density, the {bkde} function in the {KernSmooth} library, as well as through the {kde} function in the {ks}

library. To use the `{kde.R}` function, it is not required to install any packages or libraries, while `{violinplot}` package was installed and activated prior to the current work.

2.3. Factor Analysis

To perform factor analysis and principal component analysis, an approach based on the use of R scripting was used (Fig. 3). To this end the R libraries for scripting simulations were used aimed to model principal factors that affect the morphology of the trench.

```

R File Edit Format Workspace Packages & Data Misc Window Help
└─ Script Factor Analysis
  └─ <functions>
    └─ Help search
      └─
        1 lengths <- read.csv("MorphologyA.csv", header=TRUE, sep = ";")
        2 Mf<- na.omit(Dbpts)
        3 row.names<- apply(Dbpts, 1, function(x)(any(is.na(x))))
        4 Sum<-sum(row.names)
        5 # var-2. Create Correlation Matrix ── создание корреляционной матрицы на датасейте
        6 corMat<- cor(Dbpts) # create correlation matrix
        7 corMat
        8 # var-3. Factor Analysis (method: Principal Axis) ── делая факторный анализ по методу главных осей
        9 fA<-factoMm, factors = 2, rotate = "oblimin", scores = "regression", residuals = FALSE, SMC=TRUE,
        10 missing = FALSE, impure = "median", min.err = 0.001, max.iter = 50, symmetric = TRUE, warnings
        11 TRUE, fit = "pca", alpha = 1, p = .05, oblique.scores = FALSE, np.obs = NULL, use = "pairwise", cor = "cor",
        12 correct = 5, weight = NULL)
        13 print(fA, sort=TRUE) # print the results from a factor analysis
        14 plot(fA) # plot the loadings from a factor analysis (the principal components, or cluster analysis
        15 # var-4. Parallel factor analysis computes the observed eigen values of the correlation matrix with those from
        16 random data / параллельный анализ (сравнение значения eigenвектора кор. матрицы с randomными значениями)
        17 fa.parallel<-fa.parallel(fA)
        18 # var-5. Weighted Least Squares Factor Analysis ── метод взвешенных наименьших квадратов
        19 fA<-factoMm, factors = 2, rotate = "oblimin", scores = "regression", residuals = FALSE, SMC=TRUE,
        20 missing = FALSE, impure = "median", min.err = 0.001, max.iter = 50, symmetric = TRUE, warnings
        21 TRUE, fit = "wls", alpha = 1, p = .05, oblique.scores = FALSE, np.obs = NULL, use = "pairwise", cor = "cor",
        22 correct = 5, weight = NULL)
        23 print(fA, sort=TRUE) # print the results from a factor analysis
        24 plot(fA)
        25 # var-6. Iten Cluster Analysis !clust / итвенный кластерный анализ по корреляционной матрице
        26 iclust<-corMat
        27 ic <- iclust(corMat)
        28 summary(ic)
        29 # var-7. Hierarchical and bi-factor solutions using the omega function / иерархические решения
        30 om.h<- omega(corMat, n.obs=25, si=FALSE)
        31 # alpha Factor Analysis / факторный анализ методом альфа
        32 fAml<-factoMm, factors = 2, rotate = "oblimin", scores = "regression", residuals = FALSE, SMC=TRUE,
        33 missing = FALSE, impure = "median", min.err = 0.001, max.iter = 50, symmetric = TRUE, warnings
        34 TRUE, fit = "alpha", cor = "cor", alpha = 1, p = .05, oblique.scores = FALSE, np.obs = NULL, use = "pairwise", cor = "cor",
        35 correct = 5, weight = NULL)
        36 print(fA, sort=TRUE) # print the results from a factor analysis

```

Figure 3. A programming script for factor analysis written on R code.

For the factor analysis the entire modeling process including grid generation, model setup, execution and analysis of the results with visualized correlation matrix showing the more important factors impacts according to their values, has been carried out from a single R script, with the results of the correlation matrix shown on Fig. 4. The standardized loadings based upon correlation matrix of factor analysis of the Mariana Trench (Fig. 5) show the impact values of each factor. For this research the `fa()` function from R was used (Fig. 3), which received the following primary arguments: `r`: the correlation matrix; `Nfactors`: number of factors to be

extracted; rotate: one of several matrix rotation methods, such as “varimax” or “oblimin” (Fig. 8).

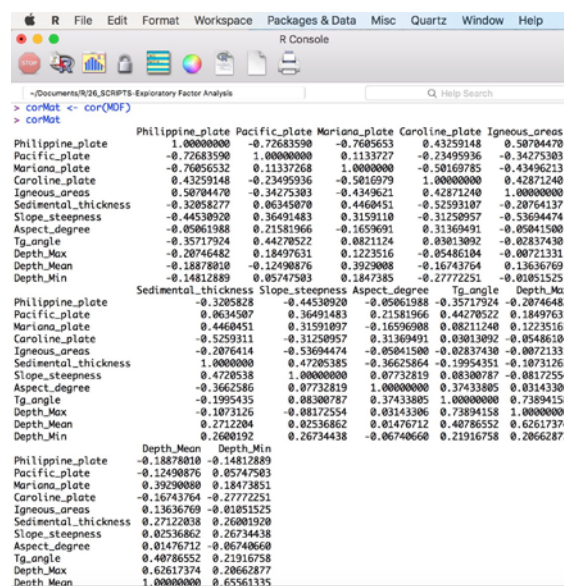


Figure 4. Correlation matrix of factors of the Mariana Trench. R Programming

Next, an alternative to factor for the components analysis was performed using {FactoMiner} library by cluster analysis iCLUST (Fig. 9). This goal is the same as factor or components analysis, but methodologically, it reduces the complexity of the data and attempts to identify homogeneous sub-groups. Here, the exploratory factor analysis aims to extract a more regular impact factors of the geologic morphology development, whereas cluster analysis and hierarchical dendrogram extract the groups and classes in a total cloud of the bathymetric observation points. Finally, the factor analysis results in the illustrating cross-influences of the most notable factors: geological, geomorphological, tectonic, geographic and environmental parameters.

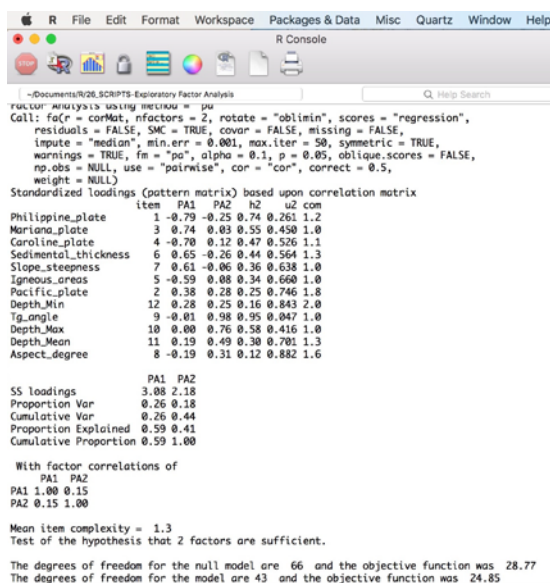


Figure 5. Standardized loadings based upon correlation matrix of factor analysis

This enables to quantitatively analyze correlation between the actual shape of the trench and its environmental impact factors (Fig. 6). Fm: one of several factoring methods, such as “pa” (principal axis) or “ml” (maximum likelihood), as shown on the Fig. 3.

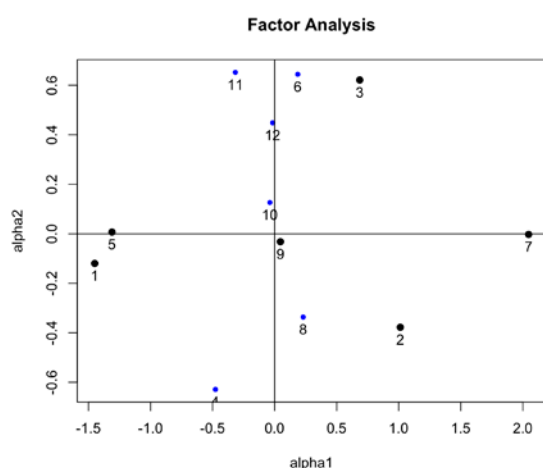


Figure 6. Exploratory factor analysis

The omega testing was done to find out two alternative estimates of the reliability that take into account the hierarchical structure of the inventory data are ω (Fig. 10 and Fig. 11). These were called using

the omega function for factor analysis, R. The computed coefficient omega (hierarchical) (ω_h) is an estimate of the general factor saturation of the performed test. Various factoring methods have been tested in this research to better describe data factors. Nevertheless, the fa() function provided the best results used for common factoring (Fig. 7). In this research the oblique rotation (rotate = “oblimin”) has been used, which recognizes that there is likely to be some correlation between geomorphological factors affecting Mariana Trench formation. The principal axis factoring (fm = “pa”) was used in this research, as the identifying the underlying constructs in the data was not necessary in this case.

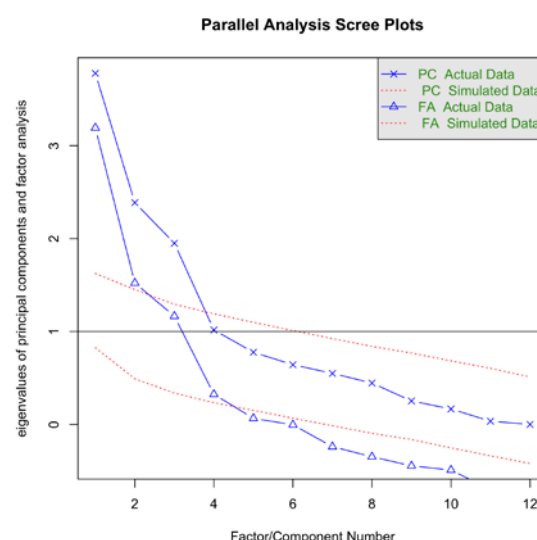


Figure 7. Parallel analysis scree plots

The exploratory factor analysis (EFA) matrix is shown on Fig. 8. Finally, the Euler-Venn plot (Fig. 12) has been drawn to visualize all possible crossings between the variables using {venn} library of R calling following script:

```

x <-list(Philippine = MDF$plate_phill,
Pacific = MDF$plate_pacif, Mariana =
MDF$plate_maria,
Caroline = MDF$plate_carol,
Aspect = MDF$aspect_class,
Morphology = MDF$morph_class,

```

```
Slope = MDF$slope_class)
venn(x, ilabels = TRUE, col = "navyblue",
zcolor = "style")
```

3. RESULTS

Once all the cross-section profiles had been inspected, the assessment of the bathymetric observation points and other environmental parameters (depth, sediment thickness) has been met by the factor analysis correlation matrix (Fig. 8).

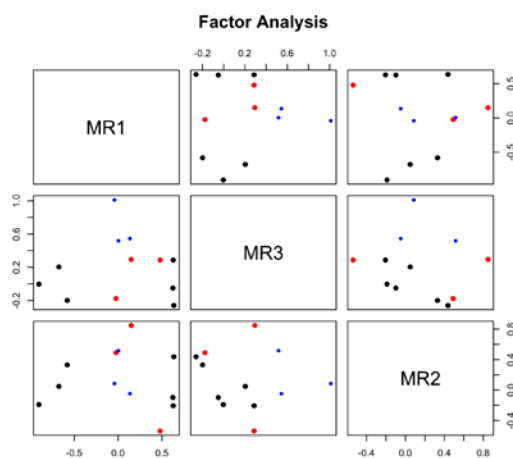


Figure 8. EFA correlation matrix.

The factor loadings (Fig. 5) enable to assess the results of the factor solutions. Thus, we can see that the sediment thickness (factor solution = 0.65), slope angle steepness (factor solution = 0.61), and Mariana Plate location (factor solution = 0.74) have high factor loadings >0.5 around 0.7 on the first factor (PA1). Therefore, these factors are the most influencing and representative for the morphology of the trench. The sediment thickness is mostly impacted by the slope steepness degree. Two geophysical indicators were particularly tested in the comparative analysis (Fig. 5). It was furthermore found that slope degree and amplitude has important impact on the sediment thickness, while the aspect degree has lesser effect.

Secondly, the second column (PA2) reveals (Fig. 5) that calculated tg° slope angle has a factor solution = 0.98 (extremely high), following by depth distribution (factor solution = 0.76).

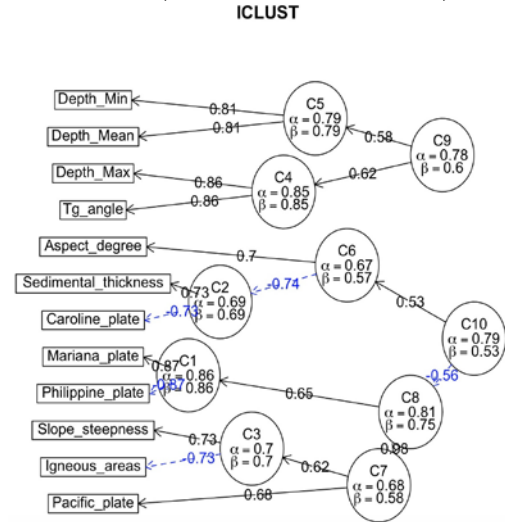


Figure 9. iCLUST analysis

The location of the Caroline and Philippine Plates do not affect that much Mariana Trench having negative factor solutions -0.79 and -0.70, respectively), as well as a much lower loading on PA2 (factor solutions = 0.25 and 0.12) and that it has a slight loading on factor PA1.

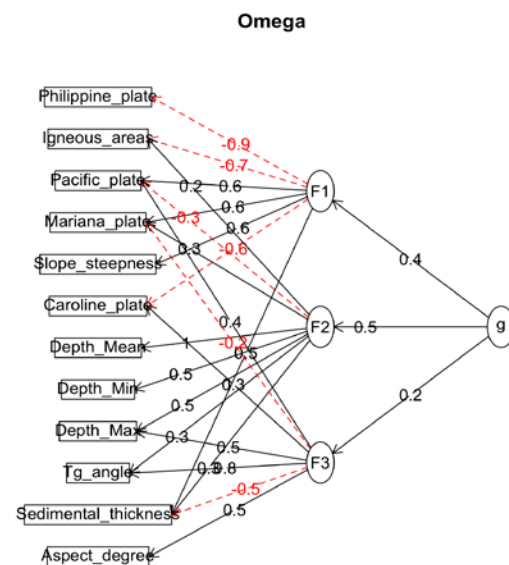


Figure 10. General factor saturation (ω_h)

This suggests that statistics is less related to the concept of Caroline and Philippine Plates than Mariana Plate and its geomorphic environmental settings, such as tg° slope angle, sediment thickness, slope angle steepness.

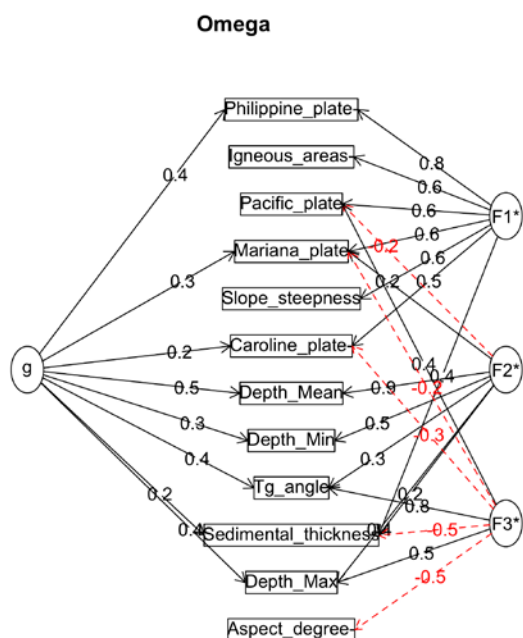


Figure 11. General factor saturation through omega coefficient: 3 factors (ω)

Furthermore, on the resulting table (Fig. 5) one can see that each factor accounted for the 20% (0.26% and 0.18%) of the variance in responses, leading to a factor solution that accounted for 100% of the total variance (Cumulative proportion PA2: 1.00) in the Mariana Trench morphology formation.

Finally, these factors are correlated in-between at 0.15 and recall that this choice of the oblique rotation allowed for the recognition of this relationship. The hypothesis testing was sufficient, with following factors having the highest score: tg° slope angle, sediment thickness, Mariana Plate location.

4. DISCUSSIONS

Current studies have revealed that there are factors influencing Mariana Trench geomorphic structure the most, namely: sediment thickness of the basement, slope angle steepness degree, angle aspect, bathymetric factors, such as depth at basement, means, median and minimal values, closeness of the igneous volcanic areas causing possible earthquakes, and geographic location across four tectonic continental plates including Mariana, Pacific, Philippine and Caroline.

The bathymetry of the ocean floor reflects plate tectonics processes, including trench movement, deformation and bending which is associated with mantle convection at the global scale. Therefore, studying combination of these factors is a prerequisite for the correct understanding of the complex processes that take place in the abyssal environment of the Mariana Trench. The tectonic plates, sediment thickness and location of the igneous volcanic areas around the cross-section profiles play an essential role in the morphology of the trench. Complex distribution of various environmental factors on the adjacent abyssal plains of the ocean contributes to the formation of the geomorphic features of the ocean bottom in the Mariana Trench.

5. CONCLUSIONS

The main innovative idea of this research was integrated usage of R programming language and statistical analysis towards marine geological studies. Geological studies of such complex geomorphic-oceanological system as Mariana Trench has specific points that distinguish it from the study of the valleys located on continents.

First, the rocks of the ocean floor are a closed object, which it is studied mainly by geophysical, i.e. remote, methods.

These observations include the study of cores obtained from drilling vessels or platforms, samples collected while dredging the seabed.

Secondly, the knowledge of the geology of the ocean is connected with a thorough understanding of the basics of geophysics, geography, geomorphology, oceanography, cartography, informatics and principles of the data interpretation.



Figure 12. Euler-Venn logical diagram on correlation of impact factors affecting Mariana Trench. Upper: four tectonic plates. Below: environmental factors.

Therefore, a complex variety of methods is necessary to study Mariana Trench that

has been demonstrated in this research by R programming language.

Current research was intended to highlight the problem of the Mariana Trench very complex formation consisting of a variety of environmental factors. Mariana Trench is formed as an ocean seafloor geomorphological structure located in the zones of the continental margin tectonic plates bending. Moreover, a special attention was paid to the application of the algorithms of factor analysis: scripts with screen shots of codes, correlation matrix, as well as visualization of factor analysis. As a case study of this research, the application of R programming towards geoscience studies successfully revealed impact factors affecting the abyssal morphology of the Mariana Trench. It contributed towards question of how we can measure and analyze the structure of trench in the least reachable location of the World Ocean.

ACKNOWLEDGEMENTS

The funding has been provided by the CSC, SOA, Marine Scholarship of China, Beijing [Grant #2016SOA002, 2016].

6. REFERENCES

- Karato, S., Riedel, M.R., Yuen, D.A., (2001). Rheological structure and deformation of subducted slabs in the mantle transition zone: implications for mantle circulation and deep earthquakes. *Physics of the Earth and Planetary Interiors* 127: 1–7.
- Deschamps, A. & Lallemant, S. (2003). Geodynamic setting of Izu-Bonin-Mariana boninites. In: Larter, R.D., Leat, P.T. (eds) (2003). *Intra-Oceanic Subduction Systems: Tectonic and Magmatic Processes*. Geological Society, London, Special Publications 219: 163–185.

- Hirano, N., Ogawa, Y., Saito, K., (2002). Long-lived early Cretaceous seamount volcanism in the Mariana Trench, Western Pacific Ocean. *Marine Geology* 189: 371-379.
- Curtis, A.C., Moyer, C.L., (2005). Mariana forearc serpentinite mud volcanoes harbor novel communities of extremophilic Archaea[J]. *Geomicrobiology Journal* 30(5): 430-441.
- Ishizuka, O., Hickey-Vargas, R., Arculus, R.J., Yogodzinski, G.M., Savov, I.P., Kusano, Y., McCarthy, A., Brandl, Ph., Sudo, M., (2018). Age of Izu–Bonin–Mariana arc basement. *Earth and Planetary Science Letters* 481: 80–90.
- Pabst, S., Zack, Th., Savov, I.P., Ludwig, Th., Rost, D., Tonarini, S., Vicenzi, E.P., (2012). The fate of subducted oceanic slabs in the shallow mantle: Insights from boron isotopes and light element composition of metasomatized blueschists from the Mariana forearc. *Lithos* 132: 162–179.
- Ernst, W.G., (2001). Subduction, ultrahigh-pressure metamorphism, and regurgitation of buoyant crustal slices — implications for arcs and continental growth, *Physics of the Earth and Planetary Interiors* 127(1–4): 253-275.
- Eustace, R.M., Ritchie, H., Kilgallen, N.M., Piertney, S.B., Jamieson, A.J., (2016). Morphological and ontogenetic stratification of abyssal and hadal Eurythenes gryllus sensu lato (Amphipoda: Lysianassoidea) from the Peru–Chile Trench. *Deep-Sea Research I* 109: 91–98.
- Heuret, A., Lallemand, S., (2005). Plate motions, slab dynamics and back-arc deformation. *Physics of the Earth and Planetary Interiors* 149: 31–51.
- Schellart, W.P., (2007). The potential influence of subduction zone polarity on overriding plate deformation, trench migration and slab dip angle. *Tectonophysics* 445: 363–372.
- DeMets, C., Gordon, R.G., Argus, D.F., Stein, S., (1990). Current plate motions, *Geophysical Journal International* 101: 425-478.
- Ishizuka, O., Yuasa, M., Tamura, Y., Shukuno, H., Stern, R.J., Naka, J., Joshima, M., Taylor, R.N., (2010). Migrating shoshonitic magmatism tracks Izu–Bonin–Mariana intra-oceanic arc rift propagation. *Earth and Planetary Science Letters* 294: 111–122.
- Yoshida, M., (2017). Trench dynamics: Effects of dynamically migrating trench on subducting slab morphology and characteristics of subduction zones systems. *Physics of the Earth and Planetary Interiors* 268: 35–53.
- Faccenna, C., Di Giuseppe, E., Funiciello, F., Lallemand S., van Hunen J., (2009). Control of seafloor aging on the migration of the Izu–Bonin–Mariana trench. *Earth and Planetary Science Letters* 288: 386–398.
- Freymuth, H., Vils, F., Willbold, M., Taylor, R. N., Elliott, T., (2015). Molybdenum mobility and isotopic fractionation during subduction at the Mariana arc. *Earth and Planetary Science Letters* 432: 176–186.
- Cížková, H., Bin, C.R., (2015). Geodynamics of trench advance: Insights from a Philippine-Sea-style geometry. *Earth and Planetary Science Letters* 430: 408–415.
- Griffiths, R.W., Hackney, R., van der Hilst, R.D., (1995). A laboratory investigation of effects of trench migration on the descent of subducted slabs. *Earth and Planetary Science Letters* 133: 1–17.
- Samowitz, I.R., Forsyth, D.W., (1981). Double seismic zone beneath the Mariana Island arc. *Journal of Geophysical Research* 86: 7013–7021.
- Miller, M., Kennett, B., Lister, G., (2004). Imaging changes in morphology, geometry, and physical properties of the subducting Pacific plate along the Izu–Bonin–Mariana arc. *Earth and Planetary Science Letters* 224: 363–370
- Fujioka, K., Okino, K., Kanamatsu, T., Ohara, Y., (2002). Morphology and origin of the Challenger Deep in the Southern Mariana Trench. *Geophysical Research Letters* 29 (10): 1372.
- Funiciello, F., Faccenna, C., Heuret, A., Lallemand, S., Di Giuseppe, E., Becker, T.W., (2008). Trench migration, net rotation and slab–mantle coupling. *Earth and Planetary Science Letters* 271: 233–240.
- Heuret, A., Conrad, C.P., Funiciello, F., (2012). Relation between subduction megathrust earthquakes, trench sediment thickness and upper plate strain. *Geophysical Research Letters* 39(5): 131-138

**Relationships Between Fish Length and Otolith Dimensions of Redcoat,
Sargocentron rubrum (Forsskal, 1775) in the Southeastern Mediterranean Sea,
Turkey**

Türkiye'nin Güneydoğu Akdeniz Sahillerindeki Kızıldeniz Göçmeni *Sargocentron rubrum* (Forsskal, 1775)'un Balık Boy ve Otolit Boyutları Arasındaki İlişkiler

Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi

Cilt: 4 Sayı: 2 (2018) 156-162

Ferhat KABAĞLI¹, Deniz ERGÜDEN^{1*}

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

ABSTRACT

In the present study, sampling was monthly collected from commercial fishing longline boats operating in the southeastern Mediterranean Sea (Arsuz coast) during September 2017-April 2018 and the relationship between fish length and otolith dimensions (length, width and weight) of 151 redcoat samples were examined. Right otolith pairs were used for calculations since there were no statistical differences between left and right otoliths ($P>0.05$). Total fish lengths of all samples ranged from between 11.4-21.0 cm. Otolith lengths and otolith widths were calculated between 0.35-0.86 cm and 0.26-0.56 cm for all samples. Otolith weights were determined

between 0.010-0.059 g. Total fish length-otolith length, total fish length-otolith width and total fish length-otolith weight relationships were determined as $OL=0.0512TL+0.186$ ($r^2=0.865$), $OWi=0.0255TL+0.0021$ ($r^2=0.825$) and $OW=0.00002TL^{2.678}$ ($r^2=0.936$) on the total of 151 specimens, respectively. Linear relationships between total fish length-otolith length and total fish length-otolith width were found in all fish. The results of study will have new contributions to the field and useful to fisheries management.

Keywords: *Sargocentron rubrum*, Holocentridae, Otolith biometry, Turkey

Article Info

Received: 12 July 2018

Revised: 31 July 2018

Accepted: 05 August 2018

* (corresponding author)

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

ÖZET

Bu çalışmada, Eylül 2017-Nisan 2018 dönemlerinde Güneydoğu Akdeniz'de (Arsuz kıyılarında) faaliyet gösteren ticari balıkçı parekete teknelerinden aylık olarak örneklenen 151 adet Kızıl Akdeniz göçmeni Hindistan balığı bireylerinin balık boyu ve otolit boyutları (uzunluk, genişlik, ağırlık) arasındaki ilişkisi incelenmiştir. Sağ ve sol otolitler arasında istatistiksel fark bulunmadığından, hesaplamalarda sağ otolit çiftleri kullanıldı ($P > 0.05$). Tüm örneklerin toplam balık uzunlukları 11.4-21.0 cm arasında değişmiştir. Tüm örnekler için otolit uzunlukları ve otolit genişlikleri 0.35-0.86 cm ile 0.26-0.56 cm arasında hesaplandı. Otolit ağırlıkları ise 0.010-0.059 g olarak belirlendi. Toplam balık boyu-otolit uzunluğu, toplam balık boyu-otolit genişliği ve toplam balık boyu-otolit ağırlık ilişkisi sırasıyla, toplam 151 örnek üzerinde; $OL = 0.0512 \times TL + 0.186$ ($r^2 = 0.865$), $OW_i = 0.0255 \times TL + 0.0021$ ($r^2 = 0.825$), $OW = 0.00002 \times TL^{2.678}$ ($r^2 = 0.9366$) olarak belirlendi. Tüm balıklarda toplam balık boyu-otolit uzunluğu ve toplam balık boyu-otolit genişliği arasında doğrusal ilişki bulunmuştur. Çalışmanın sonuçları, alana yeni katkılar sağlayacak ve balıkçılık yönetimine faydalı olacaktır.

Anahtar sözcükler: *Sargocentron rubrum*, Holocentridae, Otolit biyometri, Türkiye

1. INTRODUCTION

The redcoat *Sargocentron rubrum* (Forsskal, 1775) is associated with the species (at depths ranging from 1-84 m) found in coastal reefs or wrecks in lagoons, bays, or harbors (Lieske and Myers, 1994; Randall, 1998). This species may also occur in caves and cracks of rocks during the day (Kuiter and Tono-zuka, 2001) and its distribution in the Indo-West Pacific: Red Sea to the western Pacific where it ranges from southern Japan to New Caledonia, Vanuatu and New South Wales, Australia and Tonga Redcoat commonly feeds on crustaceans, fishes, and mollusca (Randall et al., 2003; Froese and Pauly, 2018).

In bony fishes, the otolith sagitta are the largest pair among the three pairs of otoliths that the fishes have in their inner ear (Harvey et al. 2000). Fishery biologists have used sagitta in different aspects of biological studies due to their large size and distinct growth rings (Boehlert, 1985; Sumerfelt and Hall, 1987).

The use of the relationship between otolith size and fish size did not become a common practice until the early second half of the twentieth century till Trout (1954) and Templemann and Squires (1956) demonstrated their usage in retrieving the fish size from the size of their otolith (Echeveria 1987; Aydin et al., 2004; Jawad et al., 2011).

There are scarce studies (Rivaton, and Bourret, 1999) about redcoat in the world that refer to aspects of otolith characters. No information currently exists on the otolith characters of *S. rubrum* in the Mediterranean coast of Turkey.

In this study, relationships total fish length and otolith morphology of redcoat was examined for the first time. This study is an important new contribution for sustainable fisheries management in the area.

2. MATERIAL AND METHOD

A total 151 redcoat samples was monthly collected from commercial fishing longline boats operating in the southeastern

Mediterranean Sea (Arsuz and Iskenderun coast) during September 2017-April 2018 (Figure 1).

All captured 151 individuals were measured to the nearest 0.1 cm for total length (TL; most anterior point to the posterior tip of the caudal fin). Sagittal otoliths were removed, wiped clean, and stored dry in U-plates, then placed in glycerol for examination under reflected light using a trinocular microscope.

The right otolith was used for otolith width and otolith length. Otolith length (OL) and otolith width (OWi) (± 0.001 mm) were determined by Olympus SZX-7. Otolith length was defined as the greatest distance between anterior and posterior edge and otolith width was described as the greatest distance from dorsal to ventral edge (Figure 2).

Otoliths were weighted using Precisa precision scales (OW) (± 0.0001 g). The paired t-test was used to check the differences between left and right otolith.

The fish length-otolith length and fish length-otolith width relationships were examined by using the linear regression model and following equation: $y = a + bx$, where: x; fish length, y; otolith length-otolith width, a; intercept value, b; coefficient value. However, the total fish length-otolith weight relationship was described using non-linear power model as: $y = ax^b$. Relationships with the highest coefficient variation of determination (r^2) were adopted as the best predictor (Zar, 1999). Descriptive statistics were derived using SPSS 21.0 package program.



Figure 1. Sampling area

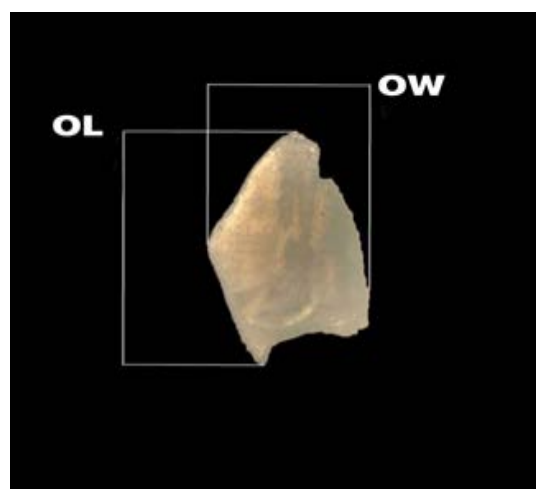


Figure 2. Sagittal otolith (right) of the redcoat, *Sargocentron rubrum* in the Southeastern Mediterranean Sea, Turkey (Total length of the fish = 151, otolith length = 6.1 mm; OL = otolith length, OW = otolith width).

3. RESULTS

In this study, the relationship between fish size and otolith size of 151 redcoat samples were examined. Total fish lengths of all samples ranged from between 11.4-21.0 cm. Otolith lengths determined between 0.35-0.86 cm, otolith width 0.26-0.56 cm, for all samples. Otolith weights were determined between 0.010-0.059 g (Table 1).

The right otolith pairs were used for calculations since there were no statistical

differences between left and right otoliths ($P>0.05$). A linear regression model was used to determine the relationship between fish length and otolith size, whereas an exponential regression model was used to describe the relationships between fish total lengths and weights of otoliths.

Total fish length-otolith length, total fish length-otolith width and total fish length-otolith weight relationships were found $OL = 0.0512 \times TL + 0.186$ ($r^2 = 0.865$), $OW_i = 0.0255 \times TL + 0.0021$ ($r^2 = 0.825$) and $OW = 0.00002 \times TL^{2.678}$ ($r^2 = 0.936$), on the total of

151 specimens, respectively (Figure 3, Figure 4 and) Figure 5). It has been determined that there is high correlation relationship between otolith sizes and fish sizes. Linear relationship between total fish length-otolith length and total fish length-otolith width were found in all fish. Calculated regressions were revealed a high coefficient of determinations ranging from 0.825 to 0.936. The otolith length, otolith width and otolith weight measurements are given in Table 1.

Table 1. Fish and Otolith measurement of *S. rubrum* in Iskenderun Bay

Measurements	N	Min. (cm)	Max. (cm)	Mean (cm)±SE
Fish total length	151	11.40	21.00	16.01±1.867
Otolith length	151	0.35	0.86	0.63±0.102
Otolith width	151	0.26	0.56	0.41±0.051
Otolith weight	151	0.010	0.059	0.033±0.008

N: sample size, min: minimum, max: maximum, TL: total length (cm), OL: otolith length (cm), OW_i: otolith width (cm), SE; Standart Error

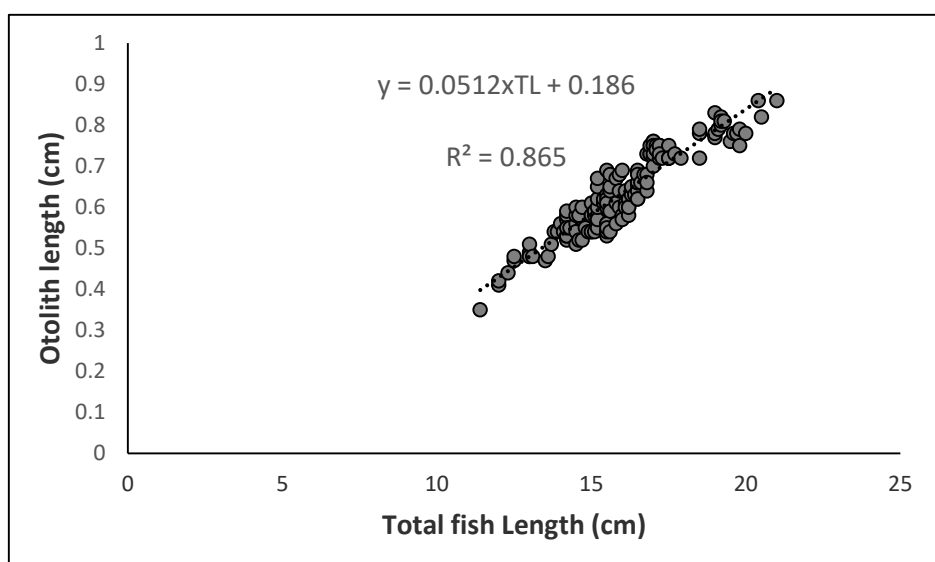


Figure 3. Relationships total fish length- otolith length for *S. rubrum*

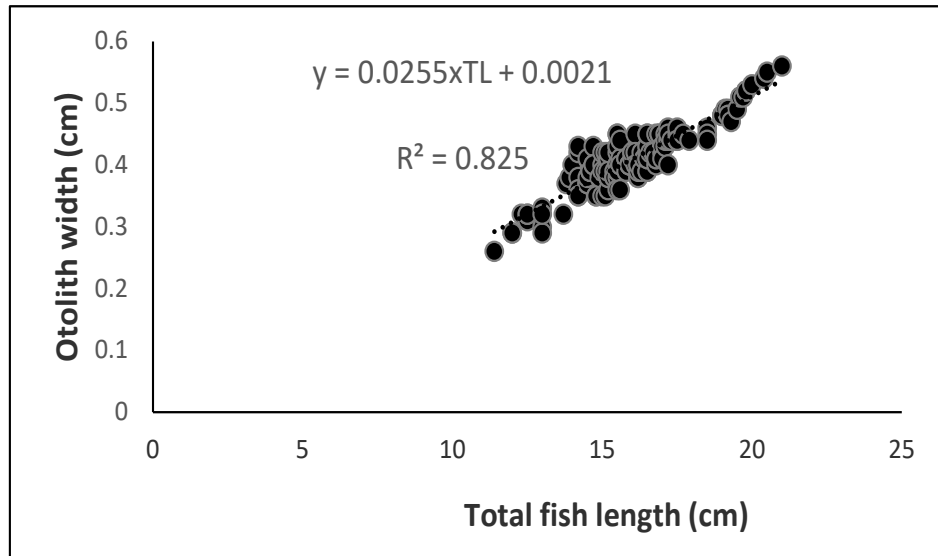


Figure 4. Relationships total fish length-otolith width for *S. rubrum*

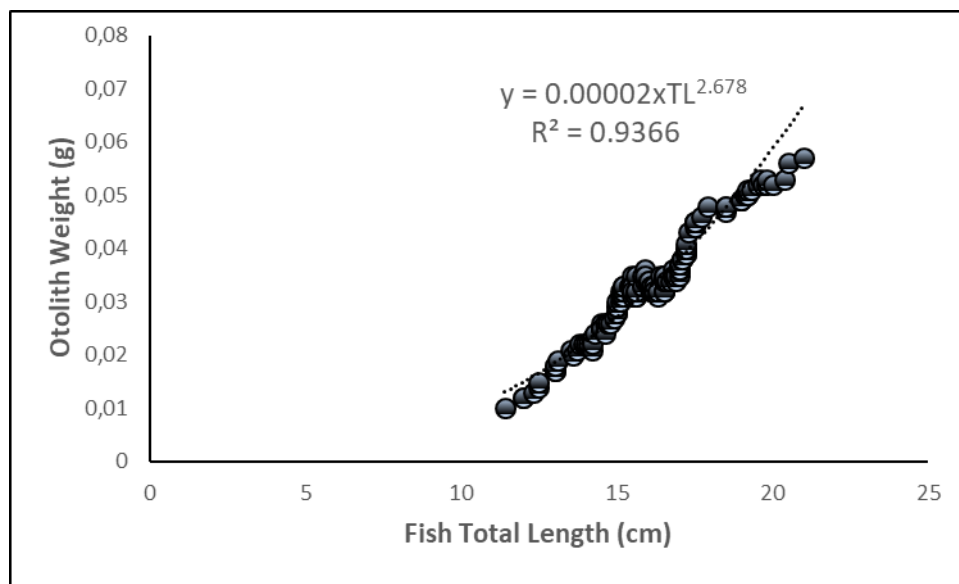


Figure 5. Relationships total fish length-otolith weight for *S. rubrum*

Otoliths commonly are used to determine the taxon and age of fishes. This information is useful for population management, predator-prey studies, and archaeological research (Harvey et al., 2000).

In our study, the smallest otolith size was determined as 0.35 cm and the largest otolith size as 0.86 cm. averages and standard deviation as 0.63 ± 0.10 . Minimum fish length, 11.40 cm, maximum fish length, 21.00 cm, average and standard

deviation was determined as 16.01 ± 1.86 cm. According to the results of the regression analysis, it were found that the relationships between the fish length-otolith length and the fish length-otolith width was strong correlations.

Rivaton and Bourret (1999) reported that the smallest otolith size was determined as 7.5 mm and the largest otolith size as 9.4 mm for left and right sagitta in the Lagon Nouvelle-Calédonie. This finding is close in agreement with the result of Rivaton and Bourret (1999).

In the present study, the otoliths of *S. rubrum* did not show significant differences in sizes between left and right sagitta. Similarly, Hunt (1992) revealed that investigation of sagitta morphometric parameters in eight species of the NW Atlantic Ocean, no statistically significant difference between left and right otoliths. Besides, Harvey et al. (2000) stated that 63 species of the Eastern North Pacific Ocean, the relationship between otolith length and body weight was no statistically significant differences between left and right otoliths all with except for one species.

Previous studies usually focused on the relationship between fish size and only one sagitta sizes (Wyllie 1987, Gamboa 1991, Granadeiro and Silva 2000, Harvey et al. 2000, Waessle et al. 2003, Battaglia et al. 2010). On the other hand, the present paper supplies additional information by considering both the otolith length (OL) and otolith width (OWi). It is more reliable to calculate more than one equation (TL-OL and TL-OWi) since the tip of the otolith rostrum or the dorsal or ventral edges of the otolith may be damaged, making it impossible to measure the OL or OWi.

4. CONCLUSIONS

The description of otolith morphometry provided in this study for *S. rubrum* is given for the first time in this study area. The results of the present paper address to this need, providing TL-OL, TL-OWi and TL-OW relationships for the redcoat, *S.*

rubrum. Besides, the results of study will have new contributions to the field and useful to fisheries management.

5. REFERENCES

- Lieske, E., Myers, R. (1994). *Collins Pocket Guide. Coral reef fishes. Indo-Pacific & Caribbean including the Red Sea.* p. 400, Haper Collins Publishers.
- Randall, J. E., (1998). Revision of the Indo-Pacific squirrelfishes (Beryciformes: Holocentridae: Holocentrinae) of the genus *Sargocentron*, with descriptions of four new species. *Indo-Pacific Fishes* 27: 1-105.
- Kuiter, R. H., Tono-zuka, T., (2001). Pictorial guide to Indonesian reef fishes. Part 1. Eels- Snappers, Muraenidae - Lutjanidae. *Zoonetics Australia* 1-302.
- Randall, J. E., Williams, J. T., Smith, D. G., Kulbicki, M., Tham, G. M., Labrosse, P., Kronen, M., Clua, E., Mann, B. S., (2003). Checklist of the shore and epipelagic fishes of Tonga. *Atoll Research Bulletin* 502: 1-37.
- Froese, R., Pauly, D., (2018). FishBase. World Wide Web electronic publication [version 02/2018], <http://www.fishbase.org> adresinden alınmıştır.
- Harvey, J. T., Loughlin, T. R., Perez, M. A., Oxman, D. S. (2000). Relationship between fish size and otolith length for 63 species of fishes from the eastern North Pacific Ocean. p. 150, NOAA Technical Report NMFS.
- Boehlert, G. W., (1985). Using objective criteria and multiple regression models for age determination in fishes. *Fishery Bulletin* 83: 103-117.
- Sumerfelt, R. C., Hall, G. E., (Eds.) (1987). *The age and growth of fish.* p. 54, Iowa State University Press, Ames.
- Trout, G. C. (1954). Otolith growth of the Barents Sea cod. *Rapports et procès-verbaux des réunions. International Council for the Exploration of the Sea* 150: 297-299.
- Templemann, W., Squires, H. J., (1956). Relationship of otolith lengths and weights in the haddock, *Melanogrammus aeglefinus* (L.), to the growth of the fish. *Journal of Fisheries Research Board of Canada* 13: 467-487.

Echeveria, T. W., (1987). Relationship of otolith length to total length in rockfishes from northern and central California. *Fishery Bulletin* 85: 383-387.

Aydın, R., Calta, M., Sen, D., Coban, M. Z., (2004). Relationships between fish lengths and otolith length in the population of *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) inhabiting Keban Dam Lake. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 7(9): 1550-1553.

Jawad, L., Al-Mamry, J., Al-Busaidi, H., (2011). Relationship between fish length and otolith length and width in the lutjanid fish, *Lutjanus bengalensis* (Lutjanidae) collected from Muscat City coast on the Sea of Oman. *J. Black Sea/Mediterranean Environment* 17(2): 116-126.

Rivaton, J., Bourret, P., (1999). Les otolithes des poissons de l'Indo-Pacifique. *IRD. Doc. Science Technology* II 2: 1-378.

Hunt, J. J., (1992). Morphological characteristics of otoliths for selected fish in the Northwest Atlantic. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Sciences* 13: 63-75.

Wyllie, E. T., (1987). Relationship of otolith length to total length in rockfishes from northern and central California. *Fishery Bulletin* 85: 383-387.

Gamboa, D. A., (1991). Otolith size versus weight and body-length relationships for eleven fish species of Baja California, Mexico. *Fisheries Bulletin* U.S. 89: 701-706.

Granadeiro, J. P., Silva, M. A., (2000). The use of otoliths and vertebrae in the identification and size-estimation of fish in predator prey studies. *Cybium* 24: 383-393.

Waessle, J. A., Lasta, C. A., Bavero, M., (2003). Otolith morphology and body size relationships for juvenile Sciaenidae in the Río de la Plata estuary (35-36°S). *Scientia Marina* 67: 233-240.

Battaglia, P., Malara, D., Romeo, T., Andaloro, F., (2010). Relationship between otolith size and fish size in some mesopelagic and bathypelagic species from the Mediterranean Sea (Strait of Messina), Italy. *Marine Science* 74: 605-612.

Zar, J. H., (1999). *Biostatistical Analysis*, 4th Edition. p. 633. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.

On the Presence of the Lessepsian *Pomadasys stridens* (Haemulidae) in the Aegean Sea (Marmaris Bay, Turkey)

Ege Denizi'nde (Marmaris, Türkiye) Leseptsiyen *Pomadasys stridens* (Haemulidae) Balığının Varlığı Üzerine

Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi

Cilt: 4 Sayı: 2 (2018) 163-166

Okan AKYOL^{1,*}, Tülin ÇOKER²

¹Ege University, Faculty of Fisheries, Department of Fishing Technology, Urla, İzmir, Turkey

²Muğla Sıtkı Koçman University, Faculty of Fisheries, Muğla, Turkey

ABSTRACT

This paper reports the presence of new striped piggy, *Pomadasys stridens* specimens in the Turkish Aegean Sea. Four specimens, measuring between 136 and 140 mm in TL, were captured off Marmaris coast, Muğla in southern Aegean Sea on 16 March 2018. This short paper presents second record of the fish in the Aegean Sea that indicates beginning of its established population in the area.

Keywords: *Pomadasys stridens*, presence, measurement, Marmaris, Aegean Sea

Article Info

Received: 02 August 2018

Revised: 13 September 2018

Accepted: 20 September 2018

* Corresponding Author

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

ÖZET

Bu makale, Ege Denizi'nde yeni *Pomadasys stridens* bireylerinin bulunuşunu rapor etmektedir. 16 Mart 2018 tarihinde 136 ve 140 mm arasında total boyda ölçülen dört birey güney Ege Denizi'nde Marmaris kıyıları (Muğla) açıklarından yakalanmıştır. Bu kısa makale, Ege Denizi'nde bunların popülasyonunun yerleşmeye başladığını gösteren ikinci kaydını sunmaktadır.

Anahtar sözcükler: *Pomadasys stridens*, bulunuş, ölçüm, Marmaris, Ege Denizi

1. INTRODUCTION

Striped piggy, *Pomadasys stridens* (Forsskal, 1775) is one of the five Haemulid fish, however, single Lessepsian migrant in the Mediterranean Sea (Froese and Pauly, 2018). It inhabits coastal waters and swims in schools over sandy substrates to a maximum depth of 25 m (Golani, et al. 2006; Froese and Pauly, 2018). It feeds on demersal invertebrates, spawning season is in spring and summer, and its eggs and larvae are planktonic (Golani et al. 2006). *Pomadasys stridens* is known from the Indian Ocean; Red Sea, off South Africa, off Western India and from the East Africa to Mozambique to the Arabian Gulf (Golani et al., 2002; Froese and Pauly 2018). It entered the Mediterranean from the Red Sea via the Suez Canal, where it is found from the Gulf of Iskenderun, Turkey to Egypt (Golani et al. 2006).

In the Mediterranean Sea, *P. stridens* has been recorded for the first time in the Gulf of Genoa, Italy by Torchio in 1969 (Golani et al. 2002). It was later recorded by Ben-Tuvia (1976) in Bardawil Lagoon, Egypt. Recently, it has been recorded from Yumurtalık Bay, Iskenderun, Turkey (n=6; TL range: 133-158 mm) on 18 October 2009 (Bilecenoğlu et al. 2009); from Israel coasts (n=18; TL range: 69-145 mm) in 2008-2011 (Edelist, 2014); from Iskenderun Bay (n=335; TL range: 76-177 mm) in 2011-2012 (Ergüden et al., 2015); from Cape Greco, Cyprus (n=1; TL: 149 mm) on 20 September 2014 (Iglésias and Frotté, 2015); from Bitter Lakes in Suez

Canal, Egypt (TL range: 70-199 mm) between January 2013 and January 2014 (El-Azim et al., 2017); from Gökova Bay (n=1; TL: 130 mm) on 03 November 2015 (Akyol and Ünal, 2016) and this was the first record of *P. stridens* in the Aegean Sea.

2. MATERIAL AND METHOD

On 16 March 2018, four specimens of *P. stridens* (Figure 1) was captured by a trammel net, targeted red mullets, from Marmaris Bay, SE Aegean Sea (36°50'.00 N - 28°15'.00 E) at a depth of 12 m. The specimens were fixed in 5% formaldehyde solution and stored in the fish collection of the Muğla Sıtkı Koçman University, Fisheries Faculty (MUSUM/PIS/2018-2).



Figure 1. *Pomadasys stridens*, caught from Marmaris Bay, SE Aegean Sea (ref. MUSUM/PIS/2018-2) (Photograph: T. Çoker)

3. RESULTS AND DISCUSSION

The specimen was measured to the nearest millimeter (Table 1). All determined measurements, and color patterns are in accordance with the descriptions of Ben-Tuvia and McKay (1986), Golani et al. (2002, 2006), Bilecenoğlu et al. (2009), Akyol and Ünal (2016) and Froese and Pauly (2018).

The recent records show that *P. stridens* especially settled in north-eastern

Mediterranean coasts of Turkey. However, one specimen found in Cape Greco, Cyprus (Iglésias and Frotté, 2015) and the recent two records (Akyol and Ünal, 2016 and this study) from the Aegean Sea also show that *P. stridens* is advancing westward step by step. Therefore, this short paper presents additional record of the fish in the Aegean Sea that indicates beginning of its established population in the area.

Table 1. Morphometric measurements, ratios and counts of *Pomadasys stridens*, captured from Marmaris Bay, SE Aegean Sea

Specimens	1		2		3		4	
Measurements	Size (mm)	Proportion %	Size (mm)	Proportion %	Size (mm)	Proportion %	Size (mm)	Proportion %
Total length (TL)	136		136		140		137	
Standard length (SL)	116	85.3 TL	116	85.3 TL	125	89.3 TL	117	85.4 TL
Maximum body depth	34	25.0 TL	34	25.0 TL	37	26.4 TL	33	24.1 TL
Pre-dorsal fin length	33	24.3 TL	33	24.3 TL	36	25.7 TL	35	25.5 TL
Pre-pelvic length	34	25.0 TL	33	24.3 TL	35	25.0 TL	34	24.8 TL
Pre-anal fin length	76	55.9 TL	76	55.9 TL	79	56.4 TL	76	55.5 TL
Head length (HL)	32	23.5 TL	33	24.3 TL	36	25.7 TL	32	23.4 TL
Eye diameter	9	28.1 HL	9	27.3 HL	10	27.8 HL	10	31.3 HL
Preorbital length	9	28.1 HL	9	27.3 HL	10	27.8 HL	9	28.1 HL
Counts								
1st Dorsal fin rays	XII		XII		XII		XII	
2nd Dorsal fin rays	13		14		13		13	
Anal fin rays	III+8		III+8		III+8		III+8	
Pectoral fin rays	16		16		17		16	
Ventral fin rays	I+5		I+5		I+5		I+5	
Weight (g)	39		36		41		36	

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank Mr. Mehmet Poyraz, who caught the fish, for his cooperation.

5. REFERENCES

Froese, R., Pauly, D., (2018). FishBase. World Wide Web electronic publication, www.fishbase.org is retrieved [version 06/2018] (accessed date: 18 July 2018).

Golani, D., Öztürk, B., Başusta, N. (2006). *The fishes of the eastern Mediterranean*, Turkish Marine Research Foundation, Publication No. 24, Istanbul, 259 pp.

Golani, D., Orsi-Relini, L., Massuti, E., Quignard, J.P. (2002). *CIESM Atlas of exotic species in the Mediterranean*. Vol. I, Fishes. CIESM Publications, Monaco.

Ben-Tuvia, A., (1976). Occurrence of Red Sea fishes *Herklotsichthys punctatus*, *Autisthes puta* and *Rhonciscus stridens* in the eastern Mediterranean. *Israel Journal of Zoology* 25(4): 212-213.

Bilecenoğlu, M., Kaya, M., Eryiğit, A., (2009). New data on the occurrence of two alien fishes, *Pisodonophis semicinctus* and *Pomadasys stridens*, from the Eastern Mediterranean Sea. *Mediterranean Marine Science* 10(2): 151-155.

Edelist, D., (2014). New length-weight relationships and $L_{\max}$ values for fishes from the southeastern Mediterranean Sea. *Journal of Applied Ichthyology* 30(3): 521-526.

Ergüden, D., Ergüden, S.A., Gürlek, M., (2015). Length-weight relationships for six fish species in Iskenderun Bay (Eastern Mediterranean Sea coast of Turkey). *Journal of Applied Ichthyology* 31(6): 1148-1149.

Iglésias, S.P., Frotté, L., (2015). Alien marine fishes in Cyprus: update and new records. *Aquatic Invasions* 10(4): 425-438.

El-Azim, H.A., Mehanna, S.F., Belal, A.A., (2017). Impacts of water quality, fishing mortality and food availability on the Striped piggy *Pomadasys stridens* production in Bitter Lakes, Egypt. *Annals of Marine Science* 1(1): 19-27.

Akyol, O., Ünal, V., (2016). First Record of a Lessepsian Migrant, *Pomadasys stridens* (Actinopterygii: Perciformes: Haemulidae), From the Aegean Sea, Turkey. *Acta Ichthyologica et Piscatoria* 46(1): 53-55.

Ben-Tuvia, A., McKay, R., 1986. Haemulidae. In: "Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean", (P.J.P. Whitehead, M.L. Bauchot, J.C. Hureau, J. Nielsen, E. Tortonese, eds.), Vol. II (pp. 858-864). Paris, France: UNESCO, 1473 pp.

Cruise Ports in Turkey: Analysis of Market Structure and Competitiveness

Türkiye’de Kruvaziyer Limanlar: Pazar Yapısı ve Rekabetçilik Analizi

Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi

Cilt: 4 Sayı: 2 (2018) 167-179

Ersin Fırat AKGÜL^{1,*}

*¹Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Bölümü,
Bandırma, Balıkesir*

ABSTRACT

The aim of this study is to analyze the market structure and competitiveness levels of cruise port sector in Turkey. In this context, initially, the cruise tourist movement for the period of 2003-2017 is presented. For the specified time span, “Concentration Analysis (CR₃-CR₅)” and “Herfindahl-Hirschman Index (HHI)” are used to comprehend the market structure. Then, the competitiveness of regions and cruise ports is analyzed using “Shift-Share

Analysis” for 2003-2007, 2008-2012 and 2013-2017 time periods. According to the findings, although the cruise port sector in Turkey has oligopolistic market structure, it has been observed that the competition pressure has increased in recent years. Especially, Çeşme and Bodrum regions are found as rising stars in spite of sharp decline in 2016 and 2017.

Keywords: Cruise port, Cruise Tourist, Competitiveness, Concentration, Turkey

Article Info

Received: 26 October 2018

Revised: 05 November 2018

Accepted: 08 November 2018

* Corresponding Author

E-mail: eakgul@bandirma.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, Türkiye’deki kruvaziyer limancılık sektörü pazar yapısının ve rekabetçilik düzeylerinin analizi amaçlanmıştır. Bu bağlamda öncelikle 2003-2017 yılları arasındaki kruvaziyer yolcu hareketlerine verilmiştir. Söz konusu zaman aralığına yönelik olarak “Yoğunlaşma Oranı ($CR_3 - CR_5$)” ve “Herfindahl-Hirschman Endeksi (HHI)” yoğunlaşma analizleri uygulanarak sektörün pazar yapısı anlaşılmaya çalışılmıştır. Ardından, 2003-2007, 2008-2012 ve 2013-2017 dönemlerini kapsayacak şekilde üç ayrı zaman aralığına göre Türkiye’deki kruvaziyer bölgelerinin ve limanlarının rekabetçilik düzeyleri, Pay-Değişim Etkisi (Shift-Share Analysis) yöntemi ile incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, Türkiye’deki kruvaziyer limancılık sektörünün oligopol pazar yapısına sahip olmasına rağmen, özellikle son yıllarda rekabet baskısının arttığı gözlenmiştir. Özellikle 2016 ve 2017 yıllarında Türk limanlarını ziyaret eden kruvaziyer turist sayısındaki dramatik azalmaya rağmen Çeşme ve Bodrum bölgelerinin, parlayan yıldız olarak beklenenin üzerinde kruvaziyer turisti ağırladığı saptanmıştır.

Anahtar sözcükler: Kruvaziyer Liman, Kruvaziyer Turist, Rekabetçilik, Yoğunlaşma, Türkiye

1. GİRİŞ

Turizm, küreselleşmede anahtar bir role sahip olup, doğası gereği dünya ekonomisinin en uluslararasılaşmış sektörlerinden birisidir (Gui ve Russo, 2011: 129). Turizm endüstrisinin küreselleşmesinde kruvaziyer turizmi; dünya coğrafyası üzerindeki geniş pazar alanı, farklı milliyetlerdeki turistlere yönelik uygulamaları ve mobilize varlıklara sahip olması nedeniyle, adeta bir sembol niteliğindedir (Rodrigue ve Notteboom, 2013: 31).

“Deniz-kum-güneş” şeklindeki geleneksel turizm aktivitelerinden sıkılan turistlere yönelik farklı deneyimler içeren bir alternatif turizm çeşidi olarak kruvaziyer turizmini tercih eden turist sayısı; 1960’lı yılların sonlarından itibaren, yüksek kapasiteli gemilerin kullanılmaya başlanması, yeni destinasyon seçeneklerinin çoğalması, şirketler tarafından yapılan promosyonlar ve gemilerde gerçekleştirilen etkinlik çeşitlerinin artmasına bağlı olarak büyük oranda artış göstermiştir (Sezer, 2014: 51, Dikeç vd. 2014: 73). Bu nedenle kruvaziyer sektörü, turizm endüstrisinin en

dinamik ve en hızlı büyüyen sektörlerinden birisi haline gelmiştir (Sun vd. 2011: 747).

Kruvaziyer turizmi, son 30 yıl içerisinde, öncelikle Kuzey Amerika bölgesinde, ardından Avrupa’da ve son yıllarda da Avustralya ve Yeni Zelanda bölgesinde yaratılan talep ile dinamik büyüme oranına sahip bir turizm çeşidi haline gelmiştir (Orive vd., 2015: 2). Özellikle Akdeniz havzası, dünya kruvaziyer destinasyonları arasında en çok turist çeken bölgelerden birisi haline gelmiştir (Lekakou vd. 2009: 7). Bu gelişmelere bağlı olarak kruvaziyer sektöründe doğrudan ve dolaylı katma değer ve istihdam artışı gözlenmiş olup, CLIA (2018) raporuna göre dünya genelinde 1 milyonu aşkın seviyede istihdam söz konusudur. Bu istihdamın yaklaşık yarısını, Avrupa tek başına üretmekte olup, sektörde çalışanların maaş ve diğer kazançları toplamı 12.77 milyar € seviyesine ulaşmıştır (CLIA, 2017).

Gemi ve ziyaret edilen limanlar, kruvaziyer turizminin en önemli iki bileşenidir (Oral ve Esmer 2010: 826). Dünya genelindeki pazar payının, 2018 itibarıyla %79,9’unun sadece üç şirket (Carnival Cruise Lines-CCL, Royal

Caribbean International - RCI ve Norwegian Cruise Line - NCL) arasında paylaşıldığı oligopol bir piyasanın var olduğu ve yüksek yatırım maliyetleri içeren kruvaziyer gemi işletmeciliği yerine, kruvaziyer liman işletmeciliğine ağırlık vermek daha yerinde olacaktır (Cruise Market Watch, 2018).

Gemilerin ve ziyaretçilerin ihtiyaçlarının en iyi şekilde karşılandığı, doğal ve kültürel cazibe noktalarının bulunduğu, yakın gezi bölgelerine turların organize edildiği, alışveriş ve konaklama gibi birçok gemi dışı aktivitenin yapıldığı yerler olan kruvaziyer limanlar, bu özellikleri ile 4-5 yıldızlı yüzer otel şeklindeki ultra lüks gemiler kadar değerli bir çekim gücüne sahiptir (Sun vd., 2011: 747).

Türkiye, yoğun ilgi gören Akdeniz havzasında özellikle 2000’li yılların başından itibaren popüler bir kruvaziyer destinasyonu haline gelmiş olup bu sektördeki hızlı gelişmeden payını almıştır (Atlay ve Cerit, 2015: 65). Geniş bir coğrafi alanı kapsayan ülkemizi tek bir turistik çekim merkezi olarak pazarlamak yerine, destinasyon bazındaki pazarlama faaliyetlerine ağırlık verilmelidir (Ersun ve Arslan, 2011: 229). Bu bağlamda destinasyon pazarlama stratejileri arasında limanlar, kruvaziyer hatların güzergahlarının belirlenmesinde kilit bir role sahiptir. Dolayısıyla, hizmet alınacak limanın kruvaziyer gemilerine uygun altyapı ve üstyapıya sahip olması, kapasitesi ve liman yeri olarak seçilen bölgenin turizm açısından çekim noktası olması, rekabetçi üstünlük elde etmede önemli bir rol oynamaktadır (Oral ve Esmer 2010: 826).

Ulusal ölçekteki çalışmalar incelendiğinde, Türkiye’deki kruvaziyer sektörünün pazar yapısı ve kruvaziyer limanların rekabetçilikleri üzerine yapılmış herhangi bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Söz konusu boşluğu doldurmaya yönelik olarak hazırlanan bu

çalışmanın ikinci bölümünde, ulusal ve uluslararası ölçekte kruvaziyer sektörü üzerine yapılmış çalışmalara yer verilmiştir. Üçüncü bölümde; kullanılan veriler, araştırmanın modeli ve analizde kullanılan yöntemler hakkında kısa bilgiler verilmiştir. Dördüncü bölümde ise kruvaziyer yolcu hareketleri incelenmiş ve belirtilen zaman aralığındaki pazar yapısını ve rekabetçilik düzeylerini belirlemeye yönelik olarak analiz sonuçları paylaşılmıştır. Elde edilen bulgulara yönelik çıkarımlar ve gelecekte yapılabilecek çalışmalara yönelik öneriler sonuç kısmında belirtilmiştir.

2. YAZIN TARAMASI - KRUVAZİYER LİMANLAR

Kruvaziyer turizmi, yarattığı katma değer ve istihdam olanakları bakımından birçok akademik çalışmada araştırma konusu haline gelmiştir (Wang vd., 2014: 36). Ancak genel eğilime bakıldığında kruvaziyer sektörü ile ilgili olarak genellikle talep ve müşteri davranışları üzerine yoğunlaşıldığı; ulusal ve uluslararası ölçekte kruvaziyer limanları üzerine aynı oranda çalışmanın olmadığı gözlenmiştir (Di Vaio vd., 2011: 30).

Uluslararası ölçekte bakıldığında kruvaziyer limanlar üzerine kısıtlı sayıda çalışmanın olduğu saptanmıştır (Sun vd., 2011: 747). Marti (1990), artan arz tonajı karşısında coğrafi kriterlere göre kruvaziyer liman seçim sürecini analiz etmiştir. McCalla (1998), kruvaziyer limanların mevcut durumu ile konumun liman başarısındaki etkilerini karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Lekakou vd. (2009), kruvaziyer hatların ana liman seçimlerini etkileyen faktörleri belirlemişlerdir. Vaggelas ve Pallis (2010), kruvaziyer limanlarında verilen hizmetleri sınıflandırarak analiz etmişlerdir. DiVaio vd. (2011), İtalya’da faaliyet gösteren kruvaziyer limanlarının göreceli etkinliklerini incelemişlerdir. Cai vd.

(2013), kruvaziyer ana limanlarının rekabetçiliklerini araştırmışlardır. London ve Lohmann (2014) destinasyon paydaşları ile hatlar arasındaki güç dağılımını karşılaştırmışlardır. Wang vd. (2014), kruvaziyer hatların liman seçim kriterlerini belirlemişlerdir. Castillo-Manzano vd. (2014), kruvaziyer liman kapasitesini etkileyen faktörlerin tespit etmişlerdir. Pallis ve Arapi (2015), Akdeniz bölgesindeki kruvaziyer limanlar arası yolcu hareketlerini istatistiksel olarak analiz etmişlerdir.

Ulusal ölçekte yapılan çalışmalara bakıldığında ise kruvaziyer limanların araştırmacılar tarafından farklı konularda incelendiği görülmüştür. Bu konular arasında; destinasyon marka imajı (Adan, 2014; İnan vd., 2011), destinasyon pazarlama stratejisi (Karabıyık ve İnci, 2012), içsel pazarlama ve hizmet kültürü (Atlay ve Cerit, 2015), bölgesel pazar analizleri (Oral ve Esmer, 2010; Esmer vd., 2012; Sezer, 2014) kruvaziyer turistlerin satın alma davranışları (Dikeç vd., 2014) ile ana liman olma potansiyeli (Bağış ve Dooms, 2014) yer almaktadır. Yıllar itibarıyla Türkiye kruvaziyer limanlarını ziyaret eden turist hareketlerine göre pazar yapısının ve söz konusu limanlar arası rekabetçilik seviyelerinin istatistiksel olarak analiz edildiği bir çalışmaya rastlanmamıştır.

3. ARAŞTIRMANIN TASARIMI

Bu çalışmada öncelikle, 2003-2017 yılları arasında Türkiye'yi ziyaret eden kruvaziyer turistlerin sayısındaki değişime yer verilmiş ve Türkiye'deki kruvaziyer liman işletmeciliğinin pazar yapısını anlamaya yönelik olarak da “Yoğunlaşma Oranı ($CR_3 - CR_5$)” ve “Herfindahl-Hirschman Endeksi (HHI)” yoğunlaşma

analizleri uygulanmıştır. Ardından, 2003-2007, 2008-2012 ve 2013-2017 zaman aralıklarına göre Türkiye'deki kruvaziyer bölgelerin rekabetçilik düzeyleri, Pay-Değişim Etkisi (Shift-Share Analysis) yöntemi ile incelenmiştir.

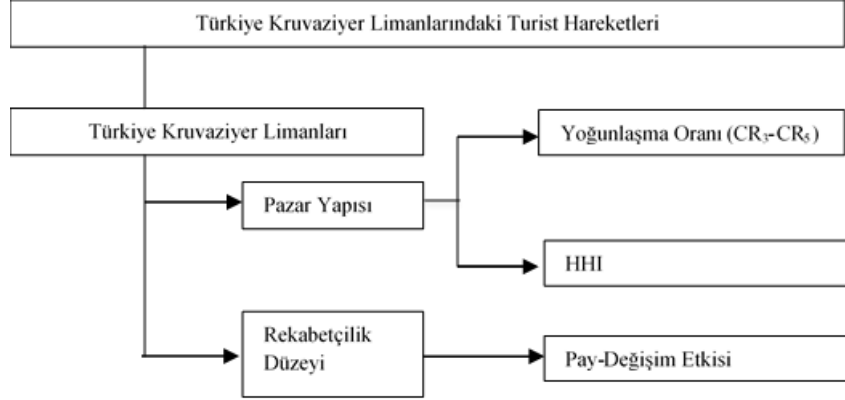
3.1. Veri ve Örneklem

Bu çalışmada, belirtilen zaman aralığında söz konusu limanları ziyaret eden kruvaziyer yolcu sayıları (PAX) analizler kapsamında dikkate alınmıştır. Veriler, “Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı Deniz Ticareti Genel Müdürlüğü İstatistik Bilgi Sistemi”nden elde edilmiştir. Elde edilen verilere göre kruvaziyer turistlerin belirtilen zaman aralığında toplam Şekil 1'deki haritada gösterilen 26 kruvaziyer limanını ziyaret ettiği saptanmıştır.



Şekil 1. Örneklemeye dahil edilen kruvaziyer limanlar

Söz konusu limanlar, turist hareketleri ve pazar yapısı ile ilgili analizlere dahil edilmiştir. Fakat, limanların rekabetçilik düzeyleri belirlenirken, pazar payı %1'in altında olan toplam 14 liman örneklemden çıkarılmış ve geriye kalan 12 liman göreceli olarak incelenmiştir. Özetle, çalışmanın genel yapısı Şekil 2'de gösterilmektedir. Veriler, Microsoft Excel programı ile analiz edilmiştir.



Şekil 2. Araştırmanın genel yapısı

3.2. Araştırmanın Yöntemi

3.2.1. Pazar Yapısı

Türkiye’deki kruvaziyer liman işletmeciliğinin piyasa yapısının analizi ile tam rekabet, monopol, oligopol gibi piyasa yapılarından hangisinin özelliklerine sahip olduğunun belirlenmesi amaçlanmaktadır. Yük ve yolcu limanlarının yoğunlaşmalarını analiz etmek amacıyla “Herfindahl-Hirschman Endeksi (HHI)” yöntemi sıklıkla kullanılan yöntemlerden birisidir (Notteboom, 1997; Fageda, 2000; Notteboom, 2010; Liu vd. 2011, Varan ve Cerit, 2014; Pallis ve Arapi, 2015). Bu yöntemin matematiksel ifadesi aşağıda gösterilmektedir.

$$D_j = \frac{\sum_{i=1}^n PAX_{ij}^2}{(\sum_{i=1}^n PAX_{ij})^2} \text{ ve } \frac{1}{n} < D_j < 1 \quad (1)$$

Yukarıdaki formüle göre j kruvaziyer liman sisteminde; D_j yoğunlaşma endeksini, PAX_{ij} i limanının pazar payını, n ise toplam liman sayısını göstermektedir. Eğer turistlerin tamamı tek bir limanı ziyaret ediyorlarsa, endeks tam yoğunlaşma halinde olup 1 değerine sahip olacaktır. Diğer taraftan bakıldığında, eğer toplam turist trafiği mevcut limanlar arasında eşit olarak dağılırsa da endeks en düşük seviyesi olan $\frac{1}{n}$ seviyesinde olacaktır.

Buna göre endeks 0,01 seviyesinin altında

ise yüksek seviyede rekabetin olduğu bir piyasadan bahsedilebilir. Endeksin 0,25 ve üstünde bir değer alması halinde ise yoğunlaşmanın fazla olduğu oligopol bir piyasanın var olduğundan söz edilebilir (Pallis ve Arapi, 2015: 9).

HHI analizi ile birlikte ayrıca “Yoğunlaşma Oranı ($CR_3 - CR_5$)” analizi yapılarak her iki yöntem test edilmiştir. Bu oran, en çok turistin ziyaret ettiği ilk üç ve ilk beş limanın pazar paylarının kareleri toplamı ile hesaplanmaktadır. Söz konusu yöntem matematiksel olarak aşağıda gösterilmektedir.

$$CR_n = \sum_{i=1}^n s_{ij}^2 \quad (2)$$

Yukarıdaki formülde CR_n n adet limanın yoğunlaşma oranını, s_{ij} ise j kruvaziyer sistemi içerisindeki i . limanın pazar payını göstermektedir.

3.2.2. Rekabetçilik Analizi

Örnekleme dâhil edilen kruvaziyer limanlarının rekabetçiliklerini ölçmek için Pay-Değişim Etkisi (Shift-Share Analysis) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin bazı çalışmalarda “Değişim Payı Analizi” şeklinde Türkçeye çevrildiği görülmüştür. Halbuki bu yöntem ile, analizin yapıldığı zaman aralığının ilk ayağındaki toplam turist sayısına göre elde edilen pazar payı dikkate alınarak, son ayağındaki toplam turist sayısına göre beklenen pazar payı ile

elde edilen pazar payı arasındaki değişim hesaplanmaktadır. Buna göre söz konusu limanı ziyaret eden turist sayısının beklenenden ne kadar geride kaldığı veya tam tersi ne kadar artış gösterdiği analiz edilmektedir. Beklenen pay ve ortaya çıkan değişimin etkisine göre yapılan rekabetçilik analizi nedeniyle söz konusu yöntem “Pay-Değişim Etkisi” olarak bu çalışmada Türkçe’ye çevrilmiştir.

Söz konusu yöntem, ekonomistler tarafından ilk olarak, üretime katılan toplam istihdamın bölgesel değişimlerinin belirlenmesinde kullanılmıştır (Marti, 2008: 742). Ardından bu yöntem limanlar arasındaki rekabetin belirlenmesinde de sıklıkla kullanılan bir yöntem haline gelmiştir (Marti, 1982; Notteboom, 1997; Fageda, 2011; Varan ve Cerit, 2014; Pallis ve Arapi, 2015).

“Pay Etkisi” söz konusu limanı ziyaret eden turist sayısındaki beklenen artışı ifade etmekten, “Değişim Etkisi” ise beklenen paydan uzaklığı ifade etmektedir. Her bir limana ait değişim etkilerinin toplamı sıfıra eşit olacaktır. Yöntemin matematiksel ifadesi aşağıdaki gösterilmektedir.

$$BÜYÜME_i = PAX_{it_1} - PAX_{it_0} \quad (3)$$

$$= PAY_i + DEĞİŞİM_i$$

$$PAY_i = \left(\frac{\sum_{i=1}^n PAX_{it_1}}{\sum_{i=1}^n PAX_{it_0}} - 1 \right) \cdot PAX_{it_0} \quad (4)$$

$$DEĞİŞİM_i = PAX_{it_1} - \frac{\sum_{i=1}^n PAX_{it_1}}{\sum_{i=1}^n PAX_{it_0}} \cdot PAX_{it_0} \quad (5)$$

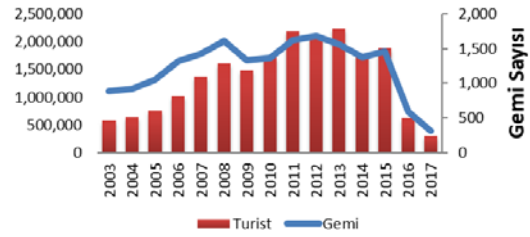
Yukarıdaki formüle göre t_0 ve t_1 zaman aralığında; i limanındaki net büyüme $BÜYÜME_i$, i limanının pay etkisi PAY_i ve i limana gelen turist sayısındaki toplam değişim $DEĞİŞİM_i$ ile gösterilmiştir. PAX_i limanını ziyaret eden turist sayısını,

n ise sistemdeki toplam liman sayısını ifade etmektedir.

4. ARAŞTIRMANIN BULGULARI

4.1. Türkiye Limanlarında Kruvaziyer Turist Hareketleri

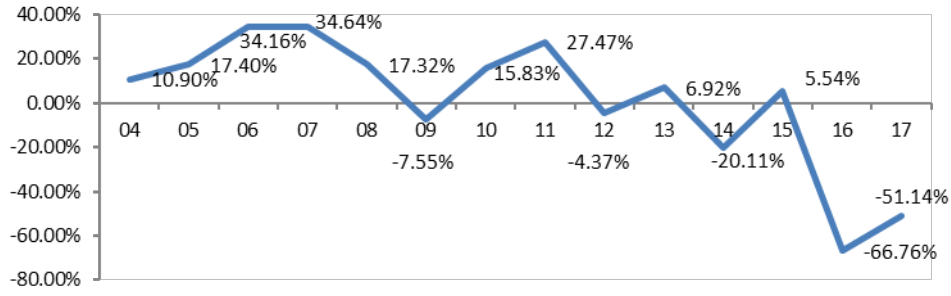
Türkiye’deki kruvaziyer limanlarını yıllar itibariyle ziyaret eden turist ve gemi hareketlerine aşağıdaki grafiklerle özetlenmektedir.



Şekil 3. 2003-2017 yılları arasında Türkiye limanlarını ziyaret eden kruvaziyer turistler

Şekil 3’ te görüldüğü gibi, 2003 yılından itibaren Türkiye’yi ziyaret eden kruvaziyer yolcuların sayısı, 2016 yılına kadar genel itibariyle sürekli artış göstermiştir. 2003 yılında 581.848 turist ziyaret etmişken, 2006 yılında 1 milyon, 2011 yılı itibariyle de 2 milyon sınırı aşılmıştır. 2009, 2012, 2014, 2016 ve 2017 yıllarında, bir önceki yıla göre toplam turist sayısının azaldığı görülmektedir. 2009’da yaşanan düşüş, sektörün talep kaynağı olarak kabul edilen gelişmiş ülkelerde yaşanan küresel finansal krizin etkisi olarak yorumlanabilir. Diğer yıllardaki düşüşün nedeni olarak, hem komşu ülkelerde hem de ülkemiz sınırları içerisinde, özellikle metropol şehirleri kapsayacak şekilde, yaşanan terör olaylarına bağlı oluşan güvenlik kaygıları gösterilebilir.

Kruvaziyer turist sayısının bir önceki yıla göre yüzdesel değişimi Şekil 4’ te gösterilmektedir.

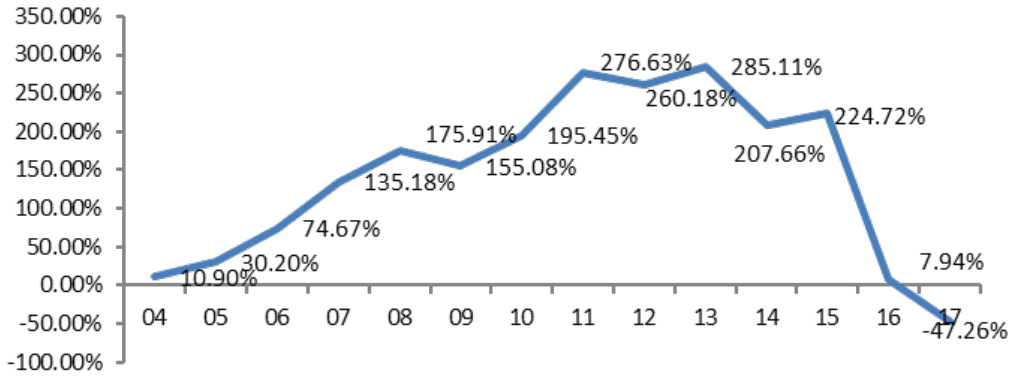


Şekil 4. 2003-2017 Yılları Arası Türkiye Limanları Ziyaret Eden Kruvaziyer Turist Sayısının Bir Önceki Yıla Göre Yüzdesel Değişimi

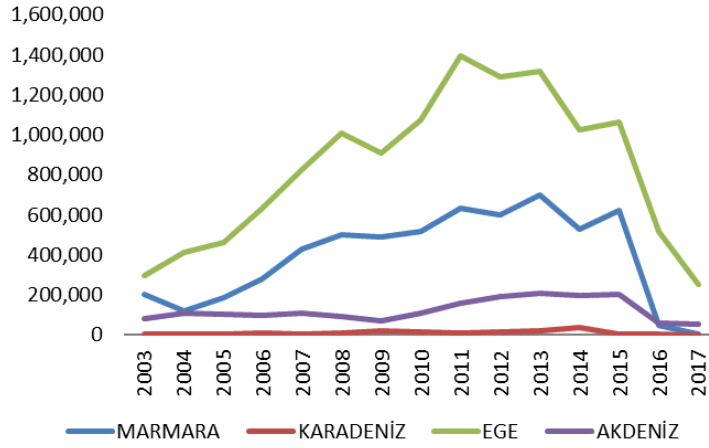
Buna göre, her ne kadar söz konusu zaman aralığında kruvaziyer turist sayısında dikkate değer bir artış yaşansa da yıllık büyüme oranlarının dalgalı bir yapıya sahip olduğu görülmektedir. Özellikle 2016 ve 2017 yıllarında yaşanan dramatik daralmanın büyüklüğü görülmektedir. Zaman aralığının başlangıcı olan 2003 yılı referans alındığında ise yolcu sayılarının yüzdesel değişimi ise Şekil 5’ te

gösterilmektedir.

Görüldüğü üzere 2017 yılındaki düşüş sonrası gelineen seviye, 2003 yılında ülkemizi ziyaret eden toplam kruvaziyer turist sayısı, yarıya düşmüştür. Kruvaziyer turist trafiğindeki bölgesel değişimlerin anlaşılması için, Şekil 6’de gösterildiği gibi söz konusu limanlar bulundukları bölgeye göre gruplandırılmıştır.



Şekil 5. 2003-2017 Yılları Arası Türkiye Limanları Ziyaret Eden Kruvaziyer Turist Sayısının 2003 Yılına Göre Yüzdesel Değişimi



Şekil 6. Yıllar itibariyle turist trafiğindeki bölgesel değişim

Şekil 6’da görüldüğü üzere, 2003-2015 zaman aralığında, Ege bölgesini ziyaret eden turist sayısında kayda değer bir artış yaşanmıştır. Buna göre, diğer bölgelerle kıyaslandığında Ege bölgesinin kruvaziyer turistler tarafından daha çok tercih edildiği anlaşılmaktadır. Ayrıca, Marmara bölgesi de son yıllarda öne çıkan bölgeler arasındadır. 2016 ve 2017 yıllarında yaşanan dramatik düşüş ise etkisini bütün bölgelerde göstermiştir.

4.2. Yoğunlaşma Analizi

Türkiye’deki kruvaziyer limanlarının pazar yapısını analiz etmek amacıyla “Yoğunlaşma Oranı ($CR_3 - CR_5$)” ve “Herfindahl-Hirschman Endeksi (HHI)” yöntemleri uygulanmıştır. Elde edilen bulgular kıyaslamalı olarak Tablo 1’de gösterilmektedir.

Tablo 1. Türkiye’deki Kruvaziyer Limanlarında Yoğunlaşma Analizi Sonuçları

Yıllar	CR ₃	CR ₅	HHI
2003	0.28	0.28	0.28
2004	0.16	0.18	0.19
2005	0.22	0.24	0.24
2006	0.24	0.25	0.25
2007	0.26	0.26	0.26
2008	0.24	0.24	0.24
2009	0.25	0.25	0.25
2010	0.22	0.23	0.23
2011	0.22	0.23	0.23
2012	0.22	0.23	0.23
2013	0.21	0.22	0.22
2014	0.20	0.21	0.22
2015	0.21	0.22	0.22
2016	0.04	0.04	0.04
2017	0.01	0.01	0.01

2003-2015 zaman aralığı dikkate alındığında, Türkiye’deki kruvaziyer limanlarında yüksek seviyede yoğunlaşma olduğu, diğer bir ifadeyle, toplam turist trafiğinin büyük bir kısmının sınırlı sayıda liman üzerinden gerçekleştiği teyit edilmiştir. Buna göre söz konusu zaman aralığı dikkate alındığında oligopol piyasa yapısının var olduğu söylenebilir. Ancak, 2016 ve 2017 yıllarında elde edilen bulgular ile önceki yıllar elde edilen bulgular birbirleri ile çelişmektedir. Buna göre, 2016 yılı sonuçlarına göre yoğunlaşma ortadan kalkmış, hatta 2017 yıl sonu itibarıyla tam rekabet piyasasının varlığını işaret edecek seviyeler ortaya çıkmıştır. Ancak unutulmamalı ki son iki yıla ait veriler bölgemizde ortaya çıkan ve akabinde ülkemiz sınırları içerisinde yansımaları olan güvenlik sorunlarına yönelik kaygılara bağlı olarak dramatik bir şekilde düşüş sergilemiştir. Bu durumda nicel verilerin analizi ve yorumlanması sırasında kesin yargılara varmak oldukça güçtür.

4.3. Rekabetçilik Analizi

Türkiye’de faaliyet gösteren kruvaziyer limanlarının rekabetçilik seviyelerinin belirlenmesine yönelik olarak uygulanan “Pay-Değişim Etkisi (Shift-Share Analysis)” yönteminin bulguları 2003-2007 zaman aralığına yönelik olarak Tablo 2’de, 2008-2012 zaman aralığına yönelik olarak Tablo 3’te ve 2013-2017 zaman aralığına yönelik olarak ise Tablo 4’te verilmiştir.

Elde edilen bulgulara göre, 2003-2007 yılları arasında İzmir yüksek bir turist trafiğine erişmiştir. 2003 yılı referans alındığında 2008 yılında beklenenden çok fazla turist artışı yaşanmıştır. İzmir dışında Akdeniz bölgesinin önde gelen turistik bölgelerinde yer alan Alanya da beklenenin çok üzerinde turist kruvaziyer ağırlamıştır. Antalya, Kuşadası, İstanbul,

Dikili, Bodrum, Trabzon ve Çanakkale beklenen seviyelerin altında kalmışlardır. 2003-2007 yılları arasında beklentilerin çok üzerinde performans sergileyen İzmir, aynı performansı 2008-2012 yılları arasında da göstermiş ve beklentilerin üzerinde kruvaziyer turist ağırlamıştır. Tablo 3’te gösterildiği üzere; Antalya, Çeşme ve Trabzon’u beklenenden daha fazla kruvaziyer turist ziyaret etmiştir. Bu dönemde kaybedenler ise sırasıyla; Kuşadası, Alanya, İstanbul, Marmaris, Bodrum, Dikili, Çanakkale ve Sinop şeklindedir.

Analizin yapıldığı son zaman aralığı olan 2013-2017 yılları arasında büyük değişimler olduğu Tablo 4’te görülmektedir. Çalışmanın yapıldığı zaman aralığı dikkate alındığında en yüksek kruvaziyer turistin ağırlandığı yıl olarak görülen 2013 yılı ile kıyaslandığında, 2017 yılındaki toplam ziyaretin yaklaşık %84 düşmesine rağmen Çeşme’nin 2017 yılında, 2013 yılındaki payının da üzerine çıktığı ve beklentileri fazlasıyla karşıladığı görülmektedir. Hatta, Kuşadası’ndan sonra en çok turist çeken ikinci bölge olarak da dikkat çekmektedir. Çeşme ile paralel şekilde yıldızı parlayan bir diğer bölge olarak Bodrum öne çıkmaktadır. İlk iki zaman aralığında beklentilerin altında kaldığı görülen Kuşadası, her ne kadar eski yıllarını aratan seviyelerde kalsa da, turist kaybı açısından diğer bölgelere kıyasla daha az hasar alan bölge olarak öne çıkmıştır. Antalya, Alanya ve Marmaris beklentilerin üzerinde performans gösteren diğer bölgeler olarak tespit edilmiştir. İlk iki zaman aralığında birinci sırada yer alan İzmir ise son yıllarda beklenenin çok altında kalarak İstanbul’un ardından en kötü performans gösteren ikinci kent olarak saptanmıştır. Beklenenden daha kötü performans gösteren bölgeler sırasıyla; Trabzon, Dikili, Sinop ve Çanakkale şeklindedir.

Tablo 2. Pay-Değişim Etkisi Analizi (2003-2007)

	Liman	2003	2007	Pay Etkisi (Beklenen Büyüme)	Gerçekleşen Büyüme	Değişim Etkisi
1	İZMİR	3.271	287.357	4.422	284.086	279.664
2	ALANYA	30.737	93.937	41.551	63.200	21.649
3	ÇEŞME	0	0	0	0	0
4	SİNOP	0	0	0	0	0
5	ÇANAKKALE	3.629	5.207	4.906	1.578	-3.328
6	TRABZON	3.204	2.950	4.331	-254	-4.585
7	MARMARİS	32.977	60.039	44.579	27.062	-17.517
8	BODRUM	15.416	9.892	20.840	-5.524	-26.364
9	DİKİLİ	16.661	2.631	22.523	-14.030	-36.553
10	İSTANBUL	200.079	422.896	270.470	222.817	-47.653
11	KUŞADASI	225.330	466.677	304.605	241.347	-63.258
12	ANTALYA	48.012	15.680	64.903	-32.332	-97.235
	DİĞER	2.532	1.134			
	TOPLAM	581,848	1,368,400			

Tablo 3. Pay-Değişim Etkisi Analizi (2008-2012)

	Liman	2008	2012	Pay Etkisi (Beklenen Büyüme)	Gerçekleşen Büyüme	Değişim Etkisi
1	İZMİR	318.45	552.764	97.259	234.313	137.054
2	ANTALYA	25.057	159.430	7.653	134.373	126.720
3	ÇEŞME	1.819	4.787	556	2.968	2.412
4	TRABZON	4.813	8.015	1.470	3.202	1.732
5	SİNOP	3.136	3.708	958	572	-386
6	ÇANAKKALE	8.776	4.184	2.680	-4.592	-7.272
7	DİKİLİ	10.424	4.865	3.184	-5.559	-8.743
8	BODRUM	52.862	52.832	16.145	-30	-16.175
9	MARMARİS	101.87	110.279	31.114	8.405	-22.709
10	İSTANBUL	489.54	596.027	149.514	106.483	-43.031
11	ALANYA	57.000	25.743	17.409	-31.257	-48.666
12	KUŞADASI	518.87	564.317	158.471	45.445	-113.026
	DİĞER	12.742	8.722			
	TOPLAM	1,605,370	2,095,67			

Tablo 4. Pay-Değişim Etkisi Analizi (2013-2017)

	Limn	2013	2017	Pay Etkisi (Beklenen Büyüme)	Gerçekleşen Büyüme	Değişim Etkisi
1	ÇEŞME	62.741	66.021	-54.148	3.280	57.428
2	KUŞADASI	577.68	119.884	-498.568	-457.801	40.767
3	BODRUM	28.546	31.817	-24.636	3.271	27.907
4	ANTALYA	163.57	40.301	-141.172	-123.274	17.898
5	ALANYA	40.843	12.190	-35.249	-28.653	6.596
6	MARMARİS	152.68	23.736	-131.774	-128.949	2.825
7	ÇANAKKALE	7.467	848	-6.444	-6.619	-175
8	SİNOP	7.460	103	-6.438	-7.357	-919
9	DİKİLİ	7.655	99	-6.607	-7.556	-949
10	TRABZON	8.115	103	-7.004	-8.012	-1.008
11	İZMİR	486.49	9.172	-419.865	-477.321	-57.456
12	İSTANBUL	689.41	1.332	-594.997	-688.085	-93.088
	DİĞER	8.094	1.281			
	TOPLAM	2,240,776	306,887			

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Türkiye; tarihsel ve doğal güzellikleri ile çeşitli dini ve kültürel özellikleri bir arada barındırmasından, oryantal ve modern kültürün bir arada bulunmasından ve egzotik bir hava yaratmasından dolayı cazibesini kolay yitirmeyecek bir destinasyondur. Bu çalışma ile, kruvaziyer turizmin ana sac ayaklarından birisi olan kruvaziyer limancılık sektörü, istatistiksel analizler sonucu elde edilen bulgulara göre değerlendirilerek, hem literatür hem de uygulayıcılar için bir katkı sağlanması amaçlanmıştır.

Türkiye'yi ziyaret eden kruvaziyer turist hareketleri dikkate alındığında, turistlerin kabul edildiği limanlar özelinde oligopol bir piyasa olduğu; yani toplam pazar payının birkaç limanda yoğunlaştığı tespit edilmiştir. Ancak, son yıllarda piyasadaki yoğunlaşmanın yıllar itibarıyla azalmasına bağlı olarak, bölgeler ve akabinde limanlar arası rekabetçi baskının arttığı sonucu çıkarılabilir. Bu durum, limanların rekabetçi üstünlüklerini korumaları veya arttırmaları adına karar vericilerin farklı stratejiler geliştirmesini zorunlu kılmaktadır.

Güvenlik konusu başta olmak üzere bazı

makro faktörler de ziyaretçilerin ve en önemlisi o limana uğrak yapan hatların tercihleri üzerinde önemli etkilere sahiptir. Türkiye'deki kruvaziyer turizmi son yıllarda, hem çevresindeki bölgelerde yaşanan siyasi ve ekonomik krizlerden hem de kendi içerisinde yaşadığı belli başlı sorunlardan dolayı etkilenmektedir. Bu durum, 2016 ve 2017 yıllarındaki verilerden görülmektedir. Öyle ki, 2017 yıl sonu itibarıyla Türkiye'yi ziyaret eden toplam kruvaziyer turist sayısı 2003 yılı toplamının yaklaşık yarısında kalmıştır ki bu durum 2013 yılı ile karşılaştırıldığında yaklaşık %85 düşüktür. Söz konusu dramatik düşüşe rağmen Çeşme limanının, kruvaziyer hatlarının genellikle tercih ettiği limanları geride bırakarak Türkiye'deki kruvaziyer turizm pazarında dikkate değer bir paya ulaştığı görülmüştür. Aynı şekilde Bodrum, payını gittikçe arttıran destinasyonlardan birisi haline gelmiştir.

Yarattığı katma değer ve sahip olduğu potansiyel düşünüldüğünde şüphesiz bu durumu kabullenmemek gerekir. Her ne kadar güvenlik konusu kruvaziyer hatlar tarafından rotaların belirlenmesinde ana itici faktör olarak görünse de, bu durumun sonsuza kadar sürmeyeceği de açıktır.

Gemilere ve turistlere verilen liman hizmetleri gibi mikro çevresel faktörler ile birlikte bu tür kaygıların giderilmesi için ilgili destinasyonların cazibesinin artırılması ve yeni destinasyonların cazip kılınmasına yönelik tanıtım faaliyetleri bu zorlu sürecin atlatılmasında faydalı olacaktır. Gelecekte yapılacak çalışmalara yönelik olarak, özellikle 2016 ve 2017 yıllarındaki dramatik düşüş neticesinde pazar yapısındaki bozulma farklı analizlerin uygulanması ile test edilebilir ve bulgular tartışılabilir. Ayrıca, Çeşme ve Bodrum limanlarının böylesine kötü koşullara rağmen pazar paylarını nasıl arttırdıklarının tespit edilmesine yönelik olarak nitel çalışmalar yapılabilir.

6. KAYNAKLAR

Gui, L., Russo, P.A., (2011). Cruise Ports: A Strategic Nexus Between Regions and Global Lines- Evidence From the Mediterranean. *Maritime Policy and Management* 38(2): 129-150. DOI: 10.1080/03088839.2011556678.

Rodrigue, P.J., Notteboom, T., (2013). The geography of cruises: Itineraries, not Destinations. *Applied Geography*. 38: 31-42.

Sezer, İ., (2014). Kruvaziyer Turizmi'nde Dikkat Çeken Bir Nokta: Kuşadası Limanı. *Doğu Coğrafya Dergisi* 19(32): 49-78.

Dikeç, G., Bayar, Y., Cerit, A.G., (2014). Kruvaziyer Yolcularının Liman Alanında Satın Alma Davranışlarına İlişkin Bir Araştırma. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi* 6(2): 71-100.

Sun, X., Jiao, Y., Tian, P., (2011). Marketing Research and Revenue Optimization for the Cruise Industry: A Concise Review. *International Journal of Hospitality Management* 30: 746-755.

Orive, C.A., Cancelas, G.N., Orive, F.A., 2015. Infrastructure, Safety and Environmental Measures in Cruise Ports: The Spanish Case, European Conference on Shipping Intermodalism & Port, 24-27 June, Chios, Greece.

Lekakou, M.B., Pallis, A.A., Vaggelas, G.K., 2009. Is This A Home-Port? An Analysis of the Cruise Industry's Selection Criteria. International Association of Maritime Economists Conference, 24-26 June 2009, Copenhagen, Denmark.

Cruise Lines International Association (CLIA), (2018). Cruise Industry Outlook, 5 Ekim 2018, <https://cruising.org/docs/default-source/research/clia-2018-state-of-the-industry.pdf?sfvrsn=2> adresinden alınmıştır.

Cruise Lines International Association (CLIA), (2017). Contribution of cruise tourism to the economies of Europe, 5 Ekim 2018, https://www.cliaeuropa.eu/images/Reports/2017_Europe_Economic_Impact_Report.pdf adresinden alınmıştır.

Oral, E., Esmer, S., (2010). Ege Bölgesi Kruvaziyer Turizminin Mevcut Durumu ve Geleceği. Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları VIII. Ulusal Kongresi, 27 Nisan-1 Mayıs 2010, s. 805-816, Trabzon.

Cruise Market Watch, (2018). 05 Ekim 2018, <https://cruisemarketwatch.com/market-share/> adresinden alınmıştır.

Atlay, I.D., Cerit, A.G., (2015). Hizmet İşletmelerinde Hizmet Kültürünün Oluşturulmasında İçsel Pazarlamanın Rolü: Kruvaziyer Turizminden Bir Örnek Olay. *Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 8(2): 61-77. ISSN: 2148-5801, e- ISSN: 1308-4216.

Ersun, N., Arslan, K., (2011). Turizmde Destinasyon Seçimini Etkileyen Temel Unsurlar ve Pazarlama Stratejileri. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 31(2): 229-248.

Wang, G.W.Y., Pallis, A.A., Notteboom, T.E., (2014). Incentives in Cruise Terminal Concession Contracts. *Research Transportation Business& Management* 13: 36-42.

Di Vaio, A., Medda, F.R., Trujillo, L., (2011). An Analysis of the Efficiency of Italian Cruise Terminals. *International Journal of Transport Economics* 38(1): 29-46.

Marti, B.E., (1990). Geography and the Cruise Ship Port Selection Process. *Maritime Policy & Management* 17(3): 157-164.

- McCalla, R.J., (1998). An Investigation Into Site and Situation: Cruise Ship Ports. *Tijdschrift Voor Economische en Sociale Geografie* 89(1): 44-55.
- Vaggelas, K.G., Pallis, A.A., (2010). Passenger Ports: Services Provision and Their Benefits. *Maritime Policy & Management* 31(1): 73-89.
- Cai, E., Shi, J., Ding, H., (2013). Quantitative Comparative Analysis of the Cruise Homeport Competitive Situation in China- Taking Shanghai, Xiamen, Tianjin and Sanya for Example. *International Journal of Business and Social Science* 4(12): 279-285.
- London, W.R., Lohmann, G., (2014). Power in the context of cruise destination stakeholders' interrelationships. *Research in Transportation Business & Management* 13: 24-35.
- Wang, Y., Jung, K.A., Yeo, G.T., Chou, C.C., (2014). Selecting a cruise port of call location using the fuzzy-AHP method: A case study in East Asia. *Tourism Management* 42: 262-270.
- Castillo-Manzano, J.I., Fageda, X., Gonzalez-Laxe, F., (2014). An analysis of the determinants of cruise traffic: An empirical application to the Spanish port system. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 66: 115-125.
- Pallis A.A., Arapi, K., (2015). Passenger Movements in Cruise Ports in the Med. European Conference on Shipping Intermodalism & Port, 24-27 June, Chios, Greece.
- Adan, Ö. (2014). Turistik Destinasyon İmajının Pazar Bölümleri Algılamaları Arasındaki Farklılıklara Yönelik Bir Araştırma. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi* 13(51): 291-306.
- İnan, E.A., Akıncı, S., Kıymalıoğlu, A., Akyürek, M.S., (2011). Kruvaziyer Turizminde Turistlerin Tavsiye Niyetlerinde Destinasyon İmajının Etkisi. *Ege Akademik Bakış* 11(3): 487-497.
- Karabıyık, N., İnci, S.B., (2012). Destinasyon Pazarlamasında Pazarlama Stratejisi ve Konumlandırma Çalışmalarına Kavramsal Yaklaşım. *Istanbul Journal of Social Sciences*, 1, Summer, ISSN: 2147-3390.
- Esmer, S., Altunkayalier, B.H., Esmer, T.G., 2012. İskenderun Bölgesinde Kruvaziyer Turizminin Pazar Potansiyeli. Türkiye' nin Kıyı ve Deniz Alanları IX. Ulusal Kongresi. 14-17 Kasım 2012. Antakya.
- Bağış, O., Dooms, M., (2014). Turkey's potential on becoming a cruise hub for the East Mediterranean Region: The case of Istanbul. *Research in Transportation Business & Management* 13: 6-15.
- Notteboom, T.E., (1997). Concentration and Load Centre Development in the European Container Port System. *Journal of Transport Geography* 5(2): 99-115.
- Fageda, X., 2000. Load Centres in the Mediterranean Port Range: Ports Hub and Ports Gateway. 40th Congress of the European Regional Science Association, 29 August-1 September 2000, Barcelona.
- Notteboom, T.E., (2010). Concentration and the Formation of Multi-Port Gateway Regions in the European Container Port System: An Update. *Journal of Transport Geography* 18(4): 567-583.
- Liu, N., Gan, H., Chen, S. 2011. *An Analysis of the Competition of Ports in the Shanghai International Shipping Hub*. Working Paper, National University of Singapore.
- Varan, S., Cerit, A.G., (2014). Concentration and Competition of Container Ports in Turkey: A Statistical Analysis. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi* 6(1): 91-109.
- Marti, B.E., (2008). Assessing New England's Waterborne Energy Imports 1995-2004. *Marina Policy* 32: 740-748.
- Marti, B.E., (1982). Shift-Share Analysis and Port Geography: A New England Example. *Maritime Policy and Management* 9: 241-250.
- T.C. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı Deniz Ticareti Genel Müdürlüğü, (2018). 10 Ekim 2018, https://atlantis.udhb.gov.tr/istatistik/istatistik_kruvaziyer.aspx adresinden alınmıştır.

Volume: 4 Issue: 2 is indexed by



JIFACTOR

