

MARMARA DENİZİ 2022 SEMPOZYUMU BİLDİRİLER KİTABI

8-9 Ocak 2022
İş Kuleleri Salonu, İstanbul

Proceedings of the Symposium
"The Marmara Sea 2022"

Editörler

Bayram ÖZTÜRK

Halim Aytekin ERGÜL

Ahmet Cevdet YALÇINER

Hüseyin ÖZTÜRK

Barış SALİHOĞLU

MARMARA DENİZİ 2022 SEMPOZYUMU

BİLDİRİLER KİTABI

8-9 OCAK 2022

İş Kuleleri Salonu, İstanbul

Sempozyum Bilim ve Düzenleme Kurulu

Prof. Dr. Akın CANDAN, TÜDAV
Doç. Dr. Barış ÖZALP, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Prof. Dr. Barış SALİHOĞLU, Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Bayram ÖZTÜRK, İstanbul Üniversitesi, TÜDAV
Prof. Dr. Cem GAZİOĞLU, İstanbul Üniversitesi
Prof. Dr. Dilek EDİGER, İstanbul Üniversitesi
Prof. Dr. Fuat ALARÇİN, Yıldız Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Hakan KARAN, Ankara Üniversitesi, DEHUKAM
Doç. Dr. Halim Aytekin ERGÜL, Kocaeli Üniversitesi
Prof. Dr. Hasret ÇOMAK, Kent Üniversitesi
Prof. Dr. Hüseyin ÖZTÜRK, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, TÜDAV
Prof. Dr. Hüseyin YILMAZ, Yıldız Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Hüsne ALTIOK, İstanbul Üniversitesi
Prof. Dr. Melek İŞİNİBİLİR OKYAR, İstanbul Üniversitesi
Prof. Dr. Mikta KADIOĞLU, İstanbul Teknik Üniversitesi, TÜDAV
Dr. Öğr. Üyesi Muhsin KADIOĞLU, İTÜ, TÜDAV
Prof. Dr. Naci GÖRÜR, Bilim Akademisi
Prof. Dr. Namık ÇAĞATAY, İstanbul Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Neslihan BALKIS ÖZDELİCE, İstanbul Üniversitesi
Prof. Dr. Nuray ÇAĞLAR, İstanbul Üniversitesi

MARMARA DENİZİ 2022 SEMPOZYUMU
BİLDİRİLER KİTABI
8-9 OCAK 2022
İş Kuleleri Salonu, İstanbul

EDİTÖRLER
Bayram ÖZTÜRK
Halim Aytekin ERGÜL
Ahmet Cevdet YALÇINER
Hüseyin ÖZTÜRK
Barış SALİHOĞLU

Bu kitabın bütün hakları Türk Deniz Araştırmaları Vakfı'na aittir. İzinsiz basılamaz, çoğaltılamaz. Kitapta bulunan makalelerin bilimsel sorumluluğu yazarlarına aittir. All rights are reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means without the prior permission from the Turkish Marine Research Foundation.

Copyright © Türk Deniz Araştırmaları Vakfı
ISBN: 978-975-8825-55-4

Kaynak gösterme: Öztürk, B., Ergül, H.A., Yalçiner, A.C., Öztürk, H., Salihoğlu, B. (Eds) 2022. Marmara Denizi 2022 Sempozyumu Bildiriler Kitabı. Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV), Yayın no: 63, İstanbul, Türkiye, 461s.

Kapak görseli: Harita, ESRI ArcGIS 10.7 yazılımı ve EmodNET veritabanından alınan derinlik bilgisi ile oluşturulmuştur.

Basım yeri: A4 Ofset Matbaacılık Sanayi ve Ticaret A.Ş.
Adres: Yeşilce Mah. Donanma Sok. No.16 Kağıthane – İstanbul – Türkiye
Sertifika no: 44739
Bu kitabın iç sayfaları %100 geri dönüştürülmüş kağıt kullanılarak basılmıştır.

Marmara Denizi 2022 Sempozyumu, Türkiye İş Bankası ana sponsorluğunda
düzenlenmiştir.

Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV)
P. K. 10, Beykoz 34820 / İstanbul, TÜRKİYE
Tel: 0 216 424 07 72, Faks: 0 216 424 07 71
tudav@tudav.org
www.tudav.org



[/tudav](https://www.facebook.com/tudav)



[/TudavTudav](https://twitter.com/TudavTudav)



[/TUDAV](https://www.youtube.com/TUDAV)



[/turkdenizarastirmalarivakfi](https://www.instagram.com/turkdenizarastirmalarivakfi)

ÖNSÖZ

“Marmara Denizi 2000 Sempozyumu”ndan sonra yine büyük bir katılım ve başarıyla gerçekleştirdiğimiz “Marmara Denizi 2010 Sempozyumu”nun üzerinden 12 yıl geçti. Marmara Denizi’ndeki ekolojik sorunlar ise azalmayıp arttı. Örneğin deniz salyası (müsilaj) sorunu kendini daha fazla hissettirmeye başladı, öyle ki 2021 yılının başından itibaren sıkça müsilaj konuşuldu. Oysa 2010 yılında yaptığımız toplantıda bu sorunun önemini gündeme almış, süregiden kirlenmeye, Marmara Denizi koruma eylem planına ve arıtma meselesine özel önem atfetmiştik. Zaman içinde sorunun büyüklüğü tam anlamıyla ortaya çıktı ve salyanın gelecekte de artması ve uzun süreli devam etmesinin ulusal bir güvenlik sorunu oluşturabileceği anlaşıldı. Gerçekten de yoğun salyanın deniz ulaşımı ve ticaretini sekteye uğratması ihtimal dışı değil. Bunu fark eden ve sempozyum davetimize teşrif eden “TBMM Müsilaj Komisyonu” üyesi milletvekillerimizi sempozyumda görmenin çözüm adına umut verici olduğunu düşünüyorum.

Öte yandan; son yıllarda tüm dünyada olduğu gibi iklim değişikliği ve yabancı türler konusu Marmara Denizi için de sıkça gündeme gelmeye başladı. Öyle ki sıcak deniz balığı olan balon balıkları sadece Marmara’da değil, Karadeniz’de de görülmeye başlandı. Bu olguyu hem Marmara, hem de Karadeniz’deki Akdenizleşmenin görünür sonucu olarak değerlendiriyoruz.

Bir başka gerçeklik olarak balıkçılıkta düşüş devam ediyor. Kılıç, uskumru, kolyoz, dil, kalkan gibi birçok balık türümüz azalıyor. Marmara’nın o güzel istiridyelerinden, böcek ve istakozlarından artık haber yok. Bunların yeniden Marmara’ya kazandırılması için etkili restorasyon projelerine ihtiyaç var. Orkinos balıklarının Marmara Adası, Tekirdağ ve Şarköy arasındaki aşk üçgenini 1990 lı yıllarda yok ettiğimizi acaba kaç kişi biliyor.

İstanbul’un sembolü olmuş lüferin hala defne yaprağı ve çinekop olarak bilinen genç bireylerinin pazarlarda satılması sürdürülebilir balıkçılık ilkelerinden ayrıldığımızı gösteriyor. Bu ise gelecek kuşaklara karşı bir suç oluşturuyor. Marmara Denizi’nin Özel Çevre Koruma bölgesi olması önemli bir gelişmedir ve Marmara Denizi’ndeki derin su ekosistemlerinin, gaz çıkış alanlarının ve kanyonların incelenmesi zaman alacak önemli çalışmalar olarak genç deniz bilimcileri beklemektedir.

Ülkemizde ve özelde Marmara Denizi’nde yaşadığımız biyolojik çeşitlilik sorunu ve iklim krizi karşısında çabuk hareket etmeliyiz. Çünkü Marmara Denizi asla yalnız bırakılacak bir deniz değildir ve hasta olması halinde Ege ve Karadeniz’de hasta olacaktır. Vakfımız; bu yıl iklim değişikliği ve denizlere etkileri üzerine çıkardığı kitapla denizlerimizdeki iklim değişikliği sorununu gündeme taşıma ve araştırmacılara ışık tutma sorumluluğunu yerine getirmiştir. Deniz bilimcilerimizin iklim değişikliği yanında denizlerimizdeki asitleşme konusuna da ciddi olarak eğilmesi gerekiyor.

Denizlerimizin karşı karşıya kaldığı tüm bu olumsuzlukların önüne geçmek için hepimizin ortak çözümde ve eylemde buluşması gerekiyor. Koruma alanları yanında balıkçılığın düzenlenmesine ve en önemlisi Marmara Denizi’ni boğan atık sular için arıtma tesislerinin gecikmeden hayata geçirilmesine ihtiyaç var. Bu tesislerin finansman modeli için yaratıcı çözümler bulmak ve finans kaynaklarını çeşitlendirmek gerekiyor. Öte yandan Marmara’nın yükünü hafifletmek için Marmara’nın yanında Karadeniz’de de koruma alanlarının oluşturulması bir zorunluluktur.

Saygın yerbilimcilerimize göre Marmara ve çevresindeki yerleşimleri yakın gelecekte depremler bekliyor. Marmara Denizi içinden geçen fayların karada ve denizde oluşturacağı olası bir afette ulaşım - servis adına en önemli lojistik alanın yine Marmara Denizi olacağı görülüyor. Afet yönetimi ve hazırlık yanında Marmara Denizi’ndeki yerbilimsel araştırmalardaki sürekliliğin de önceliklerimiz arasında olduğuna inanıyorum. Çünkü Marmara Denizi kendisini saran yerleşimlerle birlikte sosyoekonomik bağlamda Türkiye’nin kalbidir ve bu nedenle Marmara Denizi bütüncül olarak araştırılmalı ve yönetilmelidir. Bu yıl vakıf olarak ilk kez başlattığımız “Marmara Denizi Araştırma Ödülleri”nin Marmara Denizi araştırmalarındaki motivasyonu artırmasını umuyorum ve diliyorum.

Marmara Denizi 2022 Sempozyumu’nda 58 kurumdan 200 ‘ü aşkın araştırmacı 70’in üzerinde makale sunarak büyük bir buluşmaya imza atmışlardır. Programdan da görüleceği gibi iki gün boyunca kirlenme, biyoçeşitlilik, deprem, aktif tektonik, tsunami, balıkçılık ve arkeolojiye uzanan geniş bir yelpazede Marmara Denizi’ni tartışacağız. Marmara’da batık halde bulunan AE-2 denizaltısını da bu sempozyumda ele alacağız. Denizaltının çıkarılıp Çanakkale’de veya Gelibolu’da sergilenmesinin önemli olduğunu düşünüyorum.

Küresel kovid salgını nedeniyle tüm dünya ve ülke olarak zor bir ekonomik dönemden geçiyoruz. Böyle bir süreçte toplantı için bize destek olan ana sponsorumuz Türkiye İş Bankası’nın değerli yönetici ve çalışanlarına, TÜDAV’dan Zeynep GÜLENC’e, bildirileri değerlendiren editörlere, bilim ve düzenleme kurulu üyelerine ve son olarak vakıf yönetim kurulu üyelerine teşekkür ederim.

Son olarak hatırlatmak isterim ki; Marmara Denizi bir iç denizimizdir. Korunması, araştırılması, sürdürülebilirliği ve gelecek kuşaklara bırakılması hepimiz için ulusal bir görev olmalıdır.

Prof. Dr. Bayram ÖZTÜRK
Türk Deniz Araştırmaları Vakfı Başkanı
2 Ocak 2022

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	iii

Marmara Denizi'nde Deprem Araştırmaları ve Bu Denizin Deprem Potansiyeli
*Earthquake Potential of the Sea of Marmara and the Earth Science Researches
Carried Out in this Marine Realm*

Naci GÖRÜR.....1

Çanakkale Savaşlarına Denizden Bakmak: Çanakkale Batıkları Tespit ve
Belgeleme Çalışması
*Looking at the Battle of Gallipoli from the Sea Detection and Documentation
Study of Gallipoli Shipwrecks*

Yusuf KARTAL.....7

DENİZ SALYASI (MÜSİLAJ) (SEA SNOT (MUCILAGE))

Marmara Denizi'ndeki Müsilajın Kimyasal Karakterizasyonu ve Müsilaj
Agregasyonunun İncelenmesi

*The Chemical Characterization of Musilage in the Marmara Sea and
Investigation of Musilage Agregation*

Abdullah AKSU, Nuray ÇAĞLAR, Ömer S. TAŞKIN.....13

Marmara Denizi'nin Güncel Oksijen Durumu ve Müsilajın Etkisi
Current Oxygen Status of the Sea of Marmara and the Effect of Mucilage

**Mustafa MANTIKCI, Hasan ÖREK, Mustafa YÜCEL, Zahit UYSAL,
Sinan ARKIN, Barış SALİHOĞLU**.....18

Marmara Denizi için 2002-2021 Yılları Arasında Klorofil-A Değerlerinin
Google Earth Engine Yardımı ile İzlenmesi

*Monitoring Chlorophyll-A Values for the Sea of Marmara between 2002-2021
with the Help of Google Earth Engine*

Cem GAZİOĞLU, Osman İsa ÇELİK, Selin ÇELİK.....25

Müsilaj Kısılacında Kentsel Atıksu Arıtma Tesisleri için Proses Tasarımında
Yerel Yaklaşımlar

*Local Approaches in Process Design for Municipal Wastewater Treatment
Plants under Mucilage Stress*

**H. Güçlü İNSEL, Emine ÇOKGÖR, Didem OKUTMAN TAŞ,
Didem AKÇA GÜVEN, Gülsüm Emel ZENGİN, Gökşin ÖZYILDIZ**.....36

Marmara Denizi Müsilaj Kümeleri Tipolojisi (2021) <i>Typology of Mucilage Aggregates in the Sea of Marmara (2021)</i> İlayda Destan ÖZTÜRK, Gökhan KAMAN, Sabri MUTLU, Dilek EDİGER, Hüsne ALTIOK.....	41

Çoklu Baskılar Altında Marmara Ekosistemi ve Marmara Denizi Rehabilitasyon Önerileri <i>Marmara Sea Ecosystem Under Multiple Stressors and Rehabilitation Plans</i> Bariş SALİHOĞLU, Bettina FACH SALİHOĞLU, Devrim TEZCAN, Süleyman TUĞRUL, Ekin AKOĞLU, Korhan ÖZKAN, Sinan ARKIN...49	49

KİRLİLİK (POLLUTION)

İzmit Körfezi’nde Polisiklik Aromatik Hidrokarbon Akıbeti: Çok-Ortamlı Modelleme Verisi Elde Etmek için Gerçekleştirilen Saha Çalışmaları <i>Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Fate in İzmit Bay: Field Studies Conducted to Obtain Multimedia Modeling Data</i> Süheyl ÇAVUŞOĞLU, Serdar AKSAN, Ahmet BAYKÖSE, Tuğba AYAZ, İpek TEZYAPAR, Hepsen Bahar AKYILDIZ, Halim Aytekin ERGÜL, Mihriban CİVAN, Aşkın BİRGÜL, Beyhan PEKEY, Aykan KARADEMİR, Recep Kaya GÖKTAŞ.....	54

İzmit Körfezi’nde Görülen Alg Çoğalmaları ve Ekolojik Kalite Üzerine Bir Çalışma <i>A Study on Algal Blooms and Ecological Quality in İzmit Bay</i> Halim Aytekin ERGÜL, Merve KORAL, Hanife ALDEMİR, Recep Kaya GÖKTAŞ, Serdar AKSAN.....	61

İzmit Körfezi’nde Polisiklik Aromatik Hidrokarbon Akıbeti: Ön Modelleme Çalışması <i>Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Fate in İzmit Bay: A Preliminary Modeling Study</i> Sümeyye HASANOĞLU, Recep Kaya GÖKTAŞ.....	69

Marmara Denizi’ne Evsel Atıksu Kaynaklı Nütrient Girişlerinin Tahmini ve Gelecek Senaryoları <i>Estimation and Future Scenarios of Nutrient Inflows from Municipal Wastewater to the Marmara Sea</i> Aykan KARADEMİR, Halim Aytekin ERGÜL.....	76

Doğal Kıyı-Kenar Çizgisinin Ortadan Kalkmasının Marmara Denizi Özelinde Kirliliğe Etkisi <i>The Effect of the Disappearance of the Natural Coastal-Border Line on Pollution in the Marmara Sea</i> Serdar AKSAN, Halim Aytekin ERGÜL.....	82
Marmara Denizi'nde Gemi Kaynaklı Kirlenmenin Önlenmesinde Bütünsel Yaklaşım Gerekliliği <i>The Needed of a Holistic Approach to Prevent the Pollution from Ships in Marmara Sea</i> Burçin ERLEVENT, Serdar KUM.....	87
Marmara Denizi'nde Mikroplastik Kirliliği <i>Microplastic Pollution in the Sea of Marmara</i> Ülgen AYTAN, F. Başak ESENSOY, Yasemen ŞENTÜRK, Hakan ATABAY, İbrahim TAN.....	98
Marmara Denizi Üzerindeki Baskıların Değerlendirilmesi <i>Evaluation of Pressures on the Sea of Marmara</i> İbrahim TAN, Ayşen DEMİRTAŞ.....	104
Sualtı Gürültüsü İzleme Sistemi Geliştirme Çalışmaları <i>Underwater Noise Monitoring System Development Studies</i> Sabri MUTLU, Burçin KAYALI, Hakan ATABAY, Mehmet Ali ÇAVUŞLU.....	109
Marmara Denizi'nde Yayılı Kaynaklardan Gelen Kirliliğin Azaltılması için Mevcut olan Metotlar ve Uygulanma Alanları <i>Current Methods and Application Areas for Reducing Pollution from Non-Point Sources in the Sea of Marmara</i> Koray ÖZHAN, Korhan ÖZKAN, Barış SALİHOĞLU, Mustafa YÜCEL, Bettina Andrea FACH SALİHOĞLU, Hasan ÖREK, Mustafa MANTIKÇI, Devrim TEZCAN, Ekin AKOĞLU, Şadi Sinan ARKIN, Süleyman TUĞRUL.....	113
Petrol Yayılmı Modellemesinin Acil Müdahale Eylem Planları Açısından Değerlendirilmesi <i>Evaluation of Oil Spill Modelling within the Scope of the Emergency Action Plans</i> Duygu ÜLKER, Selmin BURAK.....	120

İstanbul Boğazı'nda Gemi Kaynaklı Kirliliğin İncelenmesi: 2030 Yılı Tahmini Emisyonları <i>Analysis of Ship Sourced Pollution in the Bosphorus: Estimated Emissions for 2030</i> Güler ALKAN, Kadir MERSİN	124
Ambarlı Limanı Hava Kalitesinin Değerlendirilmesi <i>Evaluation of Ambarlı Port Air Quality</i> Kaan ÜNLÜGENÇOĞLU, Görkem KÖKKÜLÜNK, Fuat ALARÇİN ...	128
Atmosferik Kirleticilerin Marmara Denizi'ne Etkilerinin Değerlendirilmesi <i>Evaluation of the Effects of Atmospheric Pollutants on the Marmara Sea</i> Burcu ONAT, Burcu UZUN	134
<u>JEOLojİ-DEPREM-TSUNAMİ (GEOLOGY-EARTHQUAKE-TSUNAMI)</u>	
Marmara Fay Zonu'nda Gaz Yapıları <i>Gas Structures in the Marmara Fault Zone</i> Şebnem ÖNDER, Naci GÖRÜR, Alina POLONIA, Luca GASPERINI	140
Orta-geç Holosen Boyunca Saros Körfezi'nin İklimsel Ve Hidrolojik Değişimleri <i>Climate and Hydrologic Changes of the Gulf of Saros During The Middle-Late Holocene</i> Cerennaz YAKUPOĞLU, Kürşad Kadir ERİŞ, Marie-Alexandrine SICRE, Memet Namık ÇAĞATAY, Dursun ACAR, Luca GASPERINI	149
İstanbul'un Kuzey Alanlarındaki Pliyosen - Kuvaterner Yaşlı Kırıntılı Çökellerin Marmara Denizi'nin Oluşumu Açısından Analizi <i>An Overview of the Pliocene-Quaternary Clastic Sediments in the Northern Areas of İstanbul in terms of the Formation of the Marmara Sea</i> Hüseyin ÖZTÜRK, Namık AYSAL, İsak YILMAZ, Zeynep CANSU, Davut LAÇİN	156
Geç Pleistosen'den Günümüze Gemlik Körfezi'nde Gözlenen Deniz Seviyesi Değişimlerinin Sismik Yansıma ile Sediman Karotlarının Fiziksel Özellikleri ile Tespiti <i>Detect Sea-Level Changes in the Gulf of Gemlik (Sw Sea of Marmara) with High-Resolution Seismic Reflection and Sediment Cores from Late Glacial to Present</i> Asen SABUNCU, Kürşad Kadir ERİŞ	163

Marmara Denizi, Kumburgaz Havzası'nda, Deprem ile Tetiklenen Türbidit-Homojenit Birimlerinin Çoklu Parametre Yöntemleri ile Belirlenmesi
Describing Earthquake Triggered Turbidite-Homogenite Units With Multi-Parameter Proxies in Kumburgaz Basin, Sea of Marmara
Nurettin YAKUPOĞLU, Gülsen UÇARKUŞ, Pierre HENRY, François DEMORY, Kürşad Kadir ERİŞ, Dursun ACAR, Memet Namık ÇAĞATAY.....170

Küçükçekmece Gölü ve Çevresinin Yakın Yüzey Yapılarına Yüksek Çözünürlüklü Jeofizik Verilerle Bir Bakış
A View of Near Surface Structures of Küçükçekmece Lake and Surrounding Area
Hakan ALP, Okan TEZEL, Denizhan VARDAR, Yeliz İŞCAN ALP.....178

İstanbul Tsunami Eylem Planı Uygulama Projesi: Büyükçekmece Örneği
Istanbul Tsunami Action Plan Site Implementation: Büyükçekmece Case Study
Melis CEVATOĞLU BAYRAKLI, Eyrim YAVUZ, Ahmet TARİH, Burak ÇATLIOĞLU, Şilan Ceren OĞUL, Erdost ARZUMAN, Nihat Melikcan BAYRAM, Serdar GÜNAY, Özge UZUNKOL, Semih Sami AKAY, Hakan MEHMETOĞLU, Evren KILCI, Kemal DURAN, Tayfun KAHRAMAN.....184

Marmara Denizi'nde Denizaltı Heyelanı Kaynaklı Tsunami Oluşumu Üzerine Değerlendirmeler
Assessments on Tsunami Generation from Submarine Landslides in the Sea of Marmara
Gözde GÜNEY DOĞAN, Duygu TÜFEKÇİ ENGİNAR, Mehmet Lutfi SÜZEN, Ahmet Cevdet YALÇINER.....189

Japonya'da Tsunami Afetine Karşı Hasar Azaltma ve Hazırlık Çalışmalarına Bakış ve Marmara için Öneriler
Overview of Damage Reduction and Preparation Against Tsunami in Japan and Recommendations for Marmara
Ceren ÖZER SÖZDİNLER.....194

Yarının Şehirleri Projesi'nden Kazanımlar ve Marmara Bölgesi'nde Bütüncül Risk Analizlerinin Önemi
Lessons from Tomorrow's Cities Project and the Importance of Holistic Risk Analysis Approaches in Marmara Region
Emin Yahya MENTEŞE, Eser ÇAKTI, Sibel KALAYCIOĞLU, Kezban ÇELİK, Ufuk HANCILAR, Karin ŞEŞETİYAN, Merve ÇAĞLAR, Esra DEMİRKOL COLOSIO, Hakan SÜLEYMAN, Mehmet KALAYCIOĞLU.....200

Küçükçekmece Gölü Kıyı Kenar Çizgisinin Son 4500 Yıllık Değişimi <i>The Last 4500 Years Change in Küçükçekmece Lake Coastal Side Line</i> Haldun AYDINGÜN, Şengül AYDINGÜN, Topçu Ahmet ERTEK, Hakan KAYA	204

TÜRK BOĞAZLARI ve DENİZ ULAŞIMI (TURKISH STRAITS and MARINE TRANSPORTATION)

Montrö Sözleşmesi ve B.M. Deniz Hukuku Sözleşmesiyle Kıyaslanması Rıza TÜRMEN	209

Güvenlik Boyutuyla Montrö Sözleşmesi Ali KURUMAHMUT	217

İTÜ Türk Boğazları Uyg-Ar Merkezi (İTÜBOA) ve Faaliyetleri Özcan ARSLAN	223

DENİZCİLİK (MARITIME)

I. Dünya Savaşı'nda Marmara Denizi'ne Giren İngiliz Denizaltılarının Batırdıkları Gemiler ve Bugünkü Durumları <i>Ships Sank by the British Submarines in the Marmara Sea During World War I and Their Conditions Today</i> Selçuk KOLAY	230

Marmara Denizi'nde Batıkların Durumu ve Yasal Mevzuat <i>Situation of Wrecks at Marmara Sea and Legal Regulations</i> Hülya GÜNAY, Seyfullah ALARÇİN	241

Marmara Denizi'nde Sualtında Kalmış Tarih Öncesi Yerleşimler <i>Submerged Prehistorical Settlements in Marmara Sea</i> Hakan ÖNİZ, Günay DÖNMEZ	249

Büyükçekmece'de Arkeolojik Araştırmalar <i>Archaeological Research at Büyükçekmece</i> Şengül AYDINGÜN, Haldun AYDINGÜN	258

İstanbul Boğazı'nda Seyir Emniyetini Güçlendirme Çalışmalarına Yönelik Bir Literatür Araştırması <i>A Literature Review on Improving the Safety of Navigation in the Strait of Istanbul</i> Gizem KODAK	264

Ocean Decade ve Türkiye <i>Ocean Decade and Turkey</i> Can KALKAVAN	271
Marmara Denizi'ne ve Limanlarına Gelen-Giden Gemilerin Balast Suyu Islahı <i>Ballast Water Treatment of Ships Arriving and Departure to the Sea of Marmara and Its Ports</i> Hüseyin Avni ŞAN	276
Marmara Denizi'ne ve Limanlarına Gelen-Giden Gemilerin Deniz Yakıtları ile Sülfür Emisyonları <i>Marine Fuels and Sulfur Emissions of Ships Arriving and Departure to the Sea of Marmara and Its Ports</i> Hüseyin Avni ŞAN	283
Marmara Denizi'nde Amatör ve Ticari Denizciliğin İklim Değişikliği Perspektifinden İncelenmesi <i>A Review of Amateur and Commercial Maritime Sector in Marmara Sea from Climate Change Perspective</i> Gamze ÇELİKİYILMAZ	287
İklim Değişikliğinin İstanbul Kıyı Şeridine Olası Etkileri <i>Possible Impacts of Climate Change on Istanbul's Coastline</i> Sibel SEZER, Yağmur KARABULUT	294
Marmara Denizi, 2015-2021 Yılları Arası Yüzey Sıcaklık ve Tuzluluk Değişimleri <i>Surface Temperature and Salinity of the Marmara Sea Between 2015-2021</i> Mohammad Abdul LATİF, Devrim TEZCAN, Mustafa YÜCEL, Hasan ÖREK, Süleyman TUĞRUL, Bettina FACH, Barış SALİHOĞLU	303
Tuzla'daki Tersanelerde Çevresel Faaliyetler <i>Environmental Activities at the Shipyards in Tuzla</i> Mehtap ÖZDEMİR	306
Marmara Denizi Kıyılarında Deniz Turizmi ve Tesisleri Planlaması, 2022 – 2050 Hasan KAÇMAZ	310
Marmara, İstanbul Limanı, Haliç ve Boğaziçi Deniz Taşımacılığında Çektirmeler Fuat SELİM RAMAZANOĞLU	316

BALIKÇILIK (FISHERY)

1955-1982 Yılları Arasında İstanbul Boğazı'nda Balıkçılık
Asaf ERTAN.....324

Gürpınar Su Ürünleri Halinde Ürün, Fiyat ve Miktar Değişimleri
Price and Quantity Changes in Gürpınar Fisheries Wholesale Market
Hamdi ARPA.....331

Marmara Denizi'nde Köpekbalıkları: İçdenizde Yaşayan Türlerle Güncel Bilgiler
Işığında Bir Bakış
Sharks of the Sea of Marmara: An Overview on the Sharks of A Small Inland Sea
Hakan KABASAKAL.....337

Türkiye Su Ürünleri Sektörü
Murat KUL.....344

Balıkçıların Perspektifinden Deniz Salyasının Ortaya Çıkışı ve Deneyimler
Erdoğan KARTAL.....349

Lüfer Popülasyonunun Marmara ve Karadeniz'e Çift Yönlü Üreme ve
Beslenme Göçü Sırasında Karaya Çıkarılan Avdaki Iskarta Av Oranlarının
Tahmini ve Balıkçılık Yönetimi Üzerine Öneriler
*Estimation of Discard Rates of Bluefish Landed During Bi-Directional
Reproduction and Feeding Migration to Marmara and Black Sea and
Recommendations on the Fishing Management*
**Mustafa ZENGİN, Elvan ATILGAN, Saadet KARAKULAK,
Taner YILDIZ, Uğur UZER** 352

Marmara Denizi Balıkçı Örgütleri ve Balıkçılık Altyapı Kullanımı
Fishery Infrastructures and Fishermen's Organizations of the Sea of Marmara
Kadir DOĞAN.....365

BİYOÇEŞİTLİLİK (BIODIVERSITY)

Çanakkale Boğazı Batıkları ve Denizel Biyoçeşitlilik: Kaptan Frangos Batığı
Sünger Faunası
*Wrecks of the Çanakkale Strait and Marine Biodiversity: Captain Frangos
Shipwreck and Its Sponge Fauna*
Alper EVCEN, H. Barış ÖZALP, Melih Ertan ÇINAR.....369

Türkiye Denizel Koruma Alanlarına Sistemine Katkı (Dardanos, Çanakkale Boğazı) <i>Cladocora caespitosa</i> Mercan Resifi <i>Contribution to the System of Marine Protected Areas in Turkey Cladocora caespitosa Reef (Dardanos, Çanakkale Strait)</i> H. Barış ÖZALP	376
Kırmızı Gorgon Mercanı <i>Paramuricea clavata</i> 'nın Katastrofik Ölüm Raporu (Çanakkale Boğazı, Türkiye) <i>A Catastrophic Mortality Report of Red Gorgonian Paramuricea clavata (Çanakkale Strait, Turkey)</i> H. Barış ÖZALP	385
Prens Adaları Örneği Üzerinden Marmara Denizi'ndeki Oktokoral Mercanların Ekolojik Durumları <i>Octocoral Communities of Prince Islands the Sea of Marmara</i> N. Eda TOPÇU, İ. Noyan YILMAZ, Tancrède BARRAUD, Onur DOĞAN, Cansu SARAÇOĞLU	393
Yelkovan <i>Puffinus yelkouan</i> Türünün İstanbul Boğazı ve Çanakkale Boğazı'ndaki Günlük Hareketleri <i>Daily Movements of the Yelkovan Puffinus yelkouan in the Bosphorus and Dardanelles</i> Tuğba AYDIN, Ahmet KAYA, Burçin YARAŞLI, Serdar ÖZUSLU, Şafak ARSLAN	400
Marmara Denizi'ndeki Setaselerin Doğrusal Kesit Yöntemiyle Popülasyon Büyüklüğünün Tahmin Edilmesi <i>Abundance Estimation of Cetaceans in the Sea of Marmara Using Line-Transect</i> Ayhan DEDE, Uğur ÖZSANDIKÇI, Arda M. TONAY, Işıl AYTEMİZ DANYER, Erdem DANYER, Ayaka AMAHA ÖZTÜRK	404
İzmit Körfezi ve Kuzeydoğu Marmara Denizi'nin Fitoplankton Çeşitliliği ve Zararlı Tür Kompozisyonu <i>Phytoplankton Diversity and Harmful Algal Species Composition in the İzmit Bay and NE Marmara Sea</i> Fatma BAYRAM PARTAL, Dilek EDİGER	410
Marmara Denizi'nde Gözlenen İstilacı Türler İçin Sağlık Alanında Yapılan Çalışmalar <i>Studies in the Health Care System for the Invasive Species Observed in Marmara Sea</i> Selin Gamze SÜMEN	414

Ya Yakarsa? Ulusal Denizanası ve Benzeri Türleri İzleme Programı <i>National Jellyfish and Gelatinous Organisms Watch Programme</i> İlayda Destan ÖZTÜRK, Selin Gamze SÜMEN	419
Geçmişten Günümüze Marmara Denizi Makroflorasının Değişimi <i>The Change of the Macroflora of the Sea of Marmara from the Past to Today</i> Ergun TAŞKIN	425
Erdek Kıyılarında (Marmara Denizi, Türkiye) Denizel Cladophorales Türlerinin Biyçeşitliliği ve Aşırı Çoğalması <i>Biodiversity of Marine Cladophorales and Their Blooms in the Coasts of Erdek</i> (Marmara Sea, Turkey) Öznur YAZILAN, Ergün TAŞKIN	429
Çanakkale Boğazı ve Marmara Denizi'nde <i>Pinna nobilis</i> Popülasyonunun Son Durumu <i>Recent Status of Pinna nobilis Population in the Çanakkale Strait and the</i> <i>Marmara Sea</i> Deniz ACARLI, Sefa ACARLI, Semih KALE	434
Marmara Denizi Kıyı Sularının Fiziko-kimyasal Parametreleri <i>Physico-Chemical Parameters of Coastal Waters of the Marmara Sea</i> Murat ÇAKIR, Ergün TAŞKIN, Orkide MİNARECİ, Barış AKÇALI	443
Prens Adaları'ndan Marmara Denizi'ne; Bir Özel Çevre Koruma Bölgesi Değerlendirme Çalışması <i>An Evaluation Study of A Special Environmentally Protected Area: From</i> <i>Prince's Islands to Marmara Sea</i> Özlem AKSOY	450

MARMARA DENİZİ'NDE YAPILAN DEPREM ARAŞTIRMALARI VE BU DENİZİN DEPREM POTANSİYELİ

EARTHQUAKE POTENTIAL OF THE SEA OF MARMARA AND THE EARTH SCIENCE RESEARCHES CARRIED OUT IN THIS MARINE REALM

Naci GÖRÜR
Bilim Akademisi Kurucu Üyesi
gorurna@gmail.com

1999 DEPREMLERİ ÖNCESİ MARMARA

1999 depremleri öncesinde Marmara Denizi'nin jeolojisi çok az bilinmekteydi. Kuzey Anadolu Fayının (KAF) kuzey kolunun bu denizin altından geçerek Gelibolu Yarımadası üzerinden Ege Denizi'ne çıktığı biliniyordu ama bu fayın denizaltındaki kesiminin (Marmara Fayı=MF) özellikleri pek bilinmiyordu. 1999 depremlerine gelinceye kadar Marmara Denizi'yle ilgili bilgi çok azdı ve bunlar daha çok sınırlı hidrografik, batimetrik, sismik ve karot verileriydi. Verilerin çoğu Seyir, Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı, Türkiye Petrolleri A.O, Marathon Oil Şirketi, Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknoloji Enstitüsü, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) ve İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ)- Cambridge Üniversitesi-Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) konsorsiyumu tarafından toplanmıştı. Doğal olarak Marmara Denizi hakkında yapılmış olan yayınların sayısı da azdı. Bunların en önemlileri şunlardı: Pınar 1943; Şengör ve diğ. 1985; Ambraseys ve Finkel 1990 ve 1991; Smith ve diğ. 1995; Ergün ve Özel 1995; Wong ve diğ. 1995; Stein ve diğ. 1997; Görür ve diğ. 1997 ve Çağatay ve diğ. 1998.

MARMARA VE İSTANBUL TEHDİT ALTINDA

1999 depremlerinden hemen sonra Marmara Denizinin, dolayısıyla da İstanbul'un büyük bir deprem tehdidi altına girdiği yerbilimciler tarafından dillendirilmeye başlandı. Parsons ve diğ. (2000) bu depremin 30 yıl içinde olma olasılığının % 62 ± 15 olduğunu belirtti. Bu öngörülerin temel nedenleri 1999 depremlerinden sonra MF üzerinde sismik bir boşluğun oluşması, stress transferi ile yüklenmesi ve tekerrür periyodunun dolmuş olmasıdır (Toksöz ve diğ. 1979 ve 1999; Stein 1999; Hubert-Ferrari ve diğ. 2000). Durum vahimdi ve bir an önce Marmara'nın altındaki ölümcül fay sisteminin jeolojik ve jeofiziksel özelliklerinin aydınlatılması gerekiyordu. Marmara ile ilgili bilim insanları şu soruların cevaplarını merak ediyorlardı: MF'nin deniz tabanındaki konumu, geometrisi ve derinliği nasıldı? Tek parça halinde miydi yoksa çok parçalı mıydı? Parçalı ise bu parçaların şekli, boyutu, birbirleriyle ilişkileri nasıldı? Bu fayların

sismolojik karakteristikleri nelerdi? Şu anda kilitli ve stress mi biriktiriyorlardı yoksa mikro ölçekte de olsa üzerlerinde bir hareket var mıydı? Bunlar gibi daha bir çok soru cevap bekliyordu. Bu sorular cevaplanmadan İstanbul'u bekleyen depremin büyüklüğünü ve verebileceği hasarı tam olarak açıklamak mümkün değildi.

MARMARA'DA DEPREM ARAŞTIRMALARI

İTÜ Genel Jeoloji Anabilim Dalı ve İTÜ Doğu Akdeniz Oşinografi ve Göl Araştırmaları Merkezi (EMCOL) TÜBİTAK'ın desteğiyle Marmara Denizinde kapsamlı bir deprem araştırmaları başlatma kararı aldı. Bu araştırmaların başlatılmasında Prof. Dr. A.M.C. Şengör ve Xavier Le Pichon'un önemli katkıları oldu. Önce NATO'ya başvuruldu. NATO Türkiye ve Yunanistan'ı bu konuda destekledi ve yapılacak araştırmaları planlamak ve bu araştırmalara katılacak uluslar arası kurum ve kuruluşları belirlemek amacıyla 2000 yılında İstanbul'da bir NATO semineri düzenledi. Bu seminere Türkiye, Fransa, İtalya, Amerika, İngiltere, Japonya, Almanya ve Yunanistan'dan 83 kişi katıldı (Görür ve diğ. 2002). Bu seminerden sonra çeşitli ülkelerin işbirliğiyle araştırma projeleri geliştirildi ve uygulamaya konuldu. Bu projelerde İTÜ, TÜBİTAK, SHOD, Sahil Güvenlik Komutanlığı, MTA, Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), Institut Francais de Recherche Por l'Exploitation de La Mer (IFREMER), Collage de France, National Science Foundation (NSF), Lamont Doherty Earth Observatory (LDEO), Scrip Institute of Oceanography, Southern Californian Earthquake Center (SCEC), Consiglio Nazionale de le Ricerche (CNR) Instituto per la Geologia Marina, Tokyo Üniversitesi ve NATO görev aldı. Bu kurum ve kuruluşların destekleri yanında projelerin masrafları büyük ölçüde Avrupa Birliği'nin (AB) fonlarıyla karşılandı. Araştırmalarda Sismik-1, Çubuklu-1, le Suroit, Odin Finder, le Nadir, Urania, Marion Dufrasne, l'Atalante gemileri kullanıldı. Bu gemilerle aşağıdaki paragrafta kısaca özetlenen çalışmalar yapıldı:

1999-2000 Sismik-1 ve Çubuklu-1 gemileriyle Marmara Denizi'nde ve İzmit Körfezi'nde MF'nı haritalamak amacıyla binlerce kilometrelik sismik hat atıldı ve batimetrik çalışmalar yapıldı. Bu çalışmalar daha sonraki uluslar arası çalışmalara temel teşkil etti. 12 Eylül-19 Ekim 2000 tarihleri arasında le Suroit gemisi ile Kuzey Marmara Çukurluğundaki aktif faylar haritalandı, ayrıntılı batimetrik veriler toplandı ve MF'nın geometrisi netleştirildi. Bu çalışma sonucunda Kuzey Marmara Çukurluğunun ve MF'nın ayrıntılı bir atlası yapıldı. 27 Ekim-4 Kasım 2000 tarihlerinde Odin Finder İzmit Körfezinde ayrıntılı batimetrik veriler topladı. 29 Mayıs-16 Haziran 2001 'de Urania gemisi Marmara'ya geldi ve özellikle İzmit Körfezi'nin ayrıntılı batimetrisini çıkartarak 1999 deprem kırıklarını haritaladı. 10 Ağustos-7 Eylül 2001 tarihlerinde le Nadir gemisi Marmara'da derin sismik araştırmalarda bulundu. Bu çalışmalar sırasında MF'ı boyunca 37 deniz tabanı sismografi (OBS) yerleştirildi. 20-25 Ağustos 2001 tarihlerinde Marion Dufrasne göreve başladı. Bu gemiyle Marmara'nın derin çukurlarından uzunluğu 50 m'ye varan uzun karotlar alındı. Bu karotların incelenmesiyle bu denizen paleosismolojisi hakkında önemli bilgi edinildi. 15

Eylül-11 Ekim 2002’de l’Atalante Marmara’yı ziyaret etti. Bu geminin üzerinde Victor-6000 adında insansız bir denizaltı vardı. Bu denizaltıyla MF’nin deniz tabanındaki görüntüsü çekildi ve videoya alındı. Ayrıca fay boyunca çıkan akışkanlar tespit edildi ve örneklendi. 10 Eylül-1 Ekim 2005 tarihleri arasında Urania gemisi tekrar Marmara’ya geldi. Bu sefer denizin kuzey kıta sahanlığında ve Edremit Körfezi’nde yüksek çözünürlü sığ sismik araştırmalar yaptı (CHIRP). 12 Mayıs-12 Haziran 2007 tarihleri arasında l’Atalante bir kez daha Marmara Denizi’ne döndü ancak bu sefer üzerinde Nautila adlı insanlı bir denizaltı vardı. Birçok bilim insanı bu denizaltıyla Marmara’nın derinliklerine dalarak MF’ni gözleriyle gördü ve bu fay boyunca çeşitli kaya ve akışkan örnekleri aldı. Bu çalışma sırasında fay boyunca çeşitli elektronik cihaz ve sensörler yerleştirildi. 1 Eylül-1 Ekim 2009 arasında Urania üçüncü kez Marmara’ya geldi ve Gemlik ve saros Körfezleri’nde sismik ve batimetrik çalışmalar yaptı ve karot örnekleri aldı. Bu araştırmada aynı zamanda MF’nin belirli kesimlerine bir süre için SN4 adı verilen denizaltı gözlem istasyonları indirildi.

SONUÇ

Yukarıda kısaca özetlenen uluslar arası deprem araştırmaları sonucunda Marmara Denizi’nin üzerindeki sis perdesi kalkmış ve burası dünyada en iyi bilinen iç denizlerden biri haline gelmiştir. Yapılan çalışmalar kuşkuyla yer bırakmayacak şekilde bu denizin altında aktif bir fay sisteminin (MF) varlığını ortaya koymuştur. Elde edilen derin sismik ve batimetrik veriler bu sistemin kabaca D-B gidişli tekil bir master fay ve onunla ilişkili ikincil kırıklardan meydana geldiğini göstermiştir (Le Pichon ve diğ. 2001; Armijo ve diğ. 2002 ve 2005; Demirbağ ve diğ. 2003; Rangin ve diğ. 2004; Seeber ve diğ. 2004 ve 2006). MF Miyosen’den bu yana bölgede etkin olan Kuzey Anadolu Makaslama Zonunun (KAMZ) faaliyeti sonucu meydana gelmiş genç bir yapıdır. KAMZ Orta Miyosen’de Türkiye’nin kaçma tektoniği sonucu Doğu Anadolu ile Ege Denizi Arasında oluşmuş ve Marmara Bölgesindeki evrimini Riedel Deneyindeki yapısal evrelere uygun bir şekilde tamalayarak Pliosen’den itibaren MF’nin oluşumunu sağlamıştır (Tchalenko 1970; Şengör ve diğ. 2005; Görür ve Elbek 2013; Hatem ve diğ. 2017).

Marmara’daki deprem araştırmaları MF’nin esas itibariyle sağ yönlü ve doğrultu atımlı tekil bir fay olduğunu göstermiştir. Bu fay Gelibolu Yarımadası üzerindeki Ganos Fayı ile birleşir ve doğuya doğru yaklaşık D-B yönünde Tekirdağ, Orta Marmara ve Kumburgaz Çukurluklarını keserek Yeşilköy açıklarına kadar uzanır. Yeşilköy açıklarında KB-GD yön kazanır ve Adalar’ın güneyinden Çınarcık Çukurluğunu sınırlayarak Körfez’e kadar devam eder. Toplam uzunluğu yaklaşık olarak 170 km kadardır. MF’ni geometrisi itibariyle üçe ayırmak mümkündür. Adaların güneyindeki kısmı “Adalar Fayı”, Bu fay ile Orta Marmara Çukurluğu arasındaki kesimi “Kumburgaz Fayı” ve buradan Ganos Fayı’na kadar olan bölümü ise “Tekirdağ Fayı” olarak adlandırılabilir. Araştırmalar göstermiştir ki hem Adalar Fayı hem de Kumburgaz Fayı kilitlenmiş olup stres biriktirmektedirler. 45 km uzunlukta olan Adalar Fayı kırıldığı takdirde 6’lar mertebesinde, 65 km uzunluktaki Kumburgaz fayı ise kırıldığı takdirde en

az 7, 2 büyüklüğünde deprem üretecektir (Şengör ve diğ. 2005; Bohnhoff ve diğ. 2013; Schmittbuhl ve diğ. 2015). Tekirdağ Fayı'nın durumu tartışmalıdır. Victor-6000'nin çalışmaları sırasında bu fay boyunca taze kırık izleri tespit edilmiş ve bunun üzerine Altınok ve diğ. (2003) ve Armijo ve diğ. (2005) bu fayın 1912 Şarköy Depremi sırasında kırılmış olduğunu ve şimdi de ancak küçük küçük depremler ürettiğini ileri sürmüşlerdir. Geli ve diğ. (2008) ise bu fay boyunca görülen depremlere Trakya Havzası'nın termojenik derinliklerinden gelen gaz ve sıvıların neden olduğunu savunarak fayın 1912 depreminde kırılmadığını ima etmişlerdir. Schmittbuhl ve diğ. (2015) de benzer şekilde fayın kırılmadığını ancak krip (creep) yapmak suretiyle küçük depremler ürettiğini söylemişlerdir. Bu tartışmalara göre, eğer Tekirdağ Fayı 1912 Şarköy Depreminde kırılmışsa Marmara için bir tehlike oluşturmayacaktır. Aksi takdirde 60 km uzunluğundaki bu fay kırıldığı takdirde 7,1 büyüklüğünde deprem üretecektir. Tüm fayların bir kerede kırılması halinde ise Marmara'da 7,6 büyüklüğünde bir depremin görülmesi mümkündür.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Altınok, Y., Alpar, B., Yaltrık, C. (2003) Şarköy-Mürefte 1912 earthquake's tsunami, extension of the associated faulting in the Marmara Sea, Turkey. *Journal of Seismology* 7: 329-346.
- Ambraseys, N.N., Finkel, C.F. (1990) The Marmara Sea earthquake of 1509. *Terra Nova* 2: 167-174
- Ambraseys, N.N. Finkel, C.F. (1991) Long term seismicity of Istanbul and of the Marmara Sea region. *Terra Nova* 3: 527-539.
- Armijo, R., Meyer, B., Navarro, S., King, G., Barka, A.A. (2002) Asymmetric slip partitioning in the Sea of Marmara pull apart: a clue to propagation processes of North Anatolian Fault. *Terra Nova* 14: 80-86.
- Armijo, R., vd. (2005) Submarine fault scarps in the Sea of Marmara pull-apart (North Anatolian Fault): implications for seismic hazard in Istanbul. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* 6: Q0609, doi: 10.1029/2004GC000896.
- Bohnhoff, M., Bulut, F., Dresen, G., Malin, P. E., Eken, T., Aktar, M. (2013) An earthquake gap, south of Istanbul. *Nature Communications*, 4.
- Çağatay, M.N., Görür, N., Alpar, B., Saatçılar, R., Akkök, R., Sakıncı, M., Yüce, H., Yaltrık, C., Kuşcu, İ. (1998) Geological evolution of the Gulf of Saros, NE Aegean Sea. *Geo-marine Letters* 18: 1-9.
- Demirbağ, E., Rangin, C., Le Pichon, X., Şengör, A.M.C. (2003) Investigation of the Main Marmara Fault by means of deep- towed seismic data. *Tectonophysics* 361: 1-19.
- Ergün, M., Özel, E. (1995) Structural relationship between the sea of Marmara and the North Anatolian Fault Zone. *Terra Nova* 7: 278-288.
- Geli, L., Henry, P., Zitter, T., Dupré, S., Tryon, M., et al. (2008) Gas emissions and active tectonics within the submerged section of the North Anatolian Fault zone in the Sea of Marmara. *Earth and Planetary Science Letters* 274: 34-39.

Görür, N., Çağatay, M.N., Sakıncı, M., Sümengen, M., Şentürk, K., Yaltırak, C. ve Tchpalyga, A. (1997) Origin of the Sea of Marmara from Neogene to Quaternary paleogeographic evolution of its frame. *International Geology Review* 39: 342-352.

Görür, N., Papadopoulos, G.A., Okay, N. (eds.) (2002) Integration of earth sciences research on the Turkish and Greek 1999 earthquakes. NATO Science Series, IV. Earth and Environmental Sciences-V.9, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 207 pp.

Görür, N., Elbek, Ş. (2013) Tectonic events responsible for shaping the Sea of Marmara and its surrounding region. *Geodyn Acta* 1-11, doi: 10.1080/09853111.2613.589346.

Hatem, A.E., Cooke, M., Toeneboehn, K. (2017) Strain localization and evolving kinematic efficiency of initiating strike-slip faults within wet kaolin experiments. *J Struct Geol* 101: 96-108. doi: 10.1016/j.jsg.2017.06.011

Hubert-Ferrari, A., Barka, A., Jacques, E., Nalbant, S., Meyer, B., Armijo, R., Tapponnier, P., King, G.P. (2000) Seismic hazard in the Marmara Sea region following the 17 August 1999 Izmit Earthquake. *Nature* 404: 269-273

Le Pichon, X., Şengör, A.M.C., Demirbağ, E., Rangin, C., İmren, C., Armijo, R., Görür, N., Çağatay, N. M., Mercier de Lepinay, B., Meyer, B., Saatçılar, R., Tok, B. (2001) The active main Marmara fault. *Earth Planet Sci Lett* 192: 595-616.

Parsons, T., Toda, S., Stein, R., Barka, A. ve Dieterich, J. H. (2000) Heightened odds of large earthquakes near Istanbul: an interaction-based probability calculation. *Science* 288: 661-665.

Pinar, N. (1943) Marmara Denizi Havzasının sismik jeoloji ve meteorolojisi. PhD Thesis, Institut de Geologie, Institut de Physique Générale de l'Universitè d'Istanbul, Kenan Matbaası, Istanbul, 64 pp.

Rangin, C., Le Pichon, X., Demirbağ, E., İmren, C. (2004) Strain localization in the Sea of Marmara: Propagation of the North Anatolian Fault in a now inactive pull-apart. *Tectonics* 23: TC2014, doi: 10.1029/2002TC001437

Schmittbuhl, J., Karabulut, H., Lengline, O., Bouchon, M. (2015) Seismicity distribution and locking depth along the Main Marmara Fault, Turkey. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* 17: 954-965, doi: 10.1002/2015GC006120.

Seeber, L., Emre, O., Cormier, M.-H., Sorlien, C.C., McHugh, C., Polonia, A., Ozer, N., Çağatay, N., and the team of the 2000 R/V Urania Cruise in the Marmara Sea (2004) Uplift and subsidence from oblique slip: the Ganos–Marmara bend of the North Anatolian Transform, western Turkey. *Tectonophysics* 391(1-4): 239-258, doi:10.1016/j.tecto.2004.07.015.

Seeber, L., Cormier, M.H., McHugh, C., Emre, O., Polonia, A., Sorlien, C. (2006) Rapid subsidence and sedimentation from oblique slip near a bend on the North Anatolian transform fault in the Marmara Sea, Turkey. *Geology* 34(11): 933-936.

Smith, A.D., Taymaz, T., Oktay, F.Y., Yüce, H., Alpar, B., Başaran, H., Jackson, J. A., Kara, S., Şimşek, M. (1995) High-resolution seismic profiling in the Sea of Marmara (northwest Turkey): Late Quaternary sedimentation and sea-level changes. *Geol Soc America Bull* 107: 923-936.

- Stein, R.S., Barka, A.A., Dieterich, J.H. (1997) Progressive failure on the North Anatolian Fault since 1939 by earthquake stress triggering. *Geophysical Journal International* 128: 594-604.
- Stein, R.S. (1999) The role of stress transfer in earthquake occurrence. *Nature* 402: 605-609.
- Şengör A.M.C., Görür, N., Şaroğlu, F. (1985) Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study. In: Biddle KT, Christie-Blick N (editors). *Strike-Slip Deformation, Basin Formation, and Sedimentation*. 10. New York, USA: Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication, pp. 227-264.
- Şengör, A.M.C., Tüysüz, O., İmren, C., Sakıncı, M., Eyidoğan, H., Görür, N., Le Pichon, X., Rangin, C. (2005) The North Anatolian Fault: A new look. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 33: 37-112 doi: 10.1146/annurev.earth.32.101802.120415.
- Tchalenko, J.S. (1970) Similarities between shear zones of different magnitudes. *Geological Society of America Bulletin* 81: 1625-1640.
- Toksöz, M.N., Shakal, A.E., Michael, A.J. (1979) Space-time migration of earthquakes along the North Anatolian Fault zone and seismic gaps. *Pageoph* 117: 1258-1270.
- Toksöz, M.N., Reilinger, E., Doll, C.G., Barka, A.A., Yalçın, N. (1999) Izmit (Turkey) Earthquake Of 17 August 1999. First report. *Seismological Research Letters* c. 70, no: 6.
- Wong, H.K., Lüdmann, E., Uluğ, T.A., Görür, N. (1995) The Sea of Marmara: a boundary sea in an escape tectonic regime. *Tectonophysics* 244: 231-250.

ÇANAKKALE SAVAŞLARINA DENİZDEN BAKMAK: ÇANAKKALE BATIKLARI TESPİT VE BELGELEME ÇALIŞMASI

LOOKING AT THE BATTLE OF GALLIPOLI FROM THE SEA DETECTION AND DOCUMENTATION STUDY OF GALLIPOLI SHIPWRECKS

Yusuf KARTAL

Çanakkale Savaşları Gelibolu Tarihi Alan Başkanlığı
yusuf.kartal@ktb.gov.tr

ÖZET: Dünyanın en önemli deniz yollarından olan Çanakkale Boğazı, günümüzden 106 yıl öncesinde tarihinde defalarca yaşadığı savaşlardan belki de en önemlisine şahitlik edecekti. Birinci Dünya Savaşının kaderini etkileyen cephelerden olan “Çanakkale Harekâtı” 19 Şubat 1915 de başlayıp 9 Ocak 1916 da sonlanacaktır. Ancak Çanakkale Boğazı ve çevresindeki deniz hareketliliği Birinci Dünya Savaşının sonuna kadar devam edecek ve deniz yeni misafirlerini ağırlamaya devam edecektir.

Birinci Dünya Savaşı sırasında Çanakkale Boğazı ve çevresinde batan deniz araçlarının tespit edilmesi ve belgelenmesini amaçlayan çalışma kapsamında; literatür taraması, batıkların konumlarının, derinliklerinin tespiti, fotogrametri yöntemi ile 3D olarak ölçekli batık modellerinin hazırlanması, batıklardaki kültür varlıklarının tespiti ve belgelenmesi, deniz tabanı haritalarının çıkarılması, görüntüleme sisteminin kurulması, batıkların çevresinde flora / fauna gözlemlerinin yapılması, batık alanları ve çevresine ait ayrıntılı video çekimlerinin yapılması, batıklar ve çevresinde oşinografik çalışmaların yapılması, yandan taramalı sonar ölçümleri, sığ sismik yansıma ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çanakkale, 1. Dünya Savaşı, batıklar, HMS Majestic

ABSTRACT: The Çanakkale Strait (Dardanelles), one of the most important sea routes in the world, would witness 106 years ago perhaps the most important of the many wars in its history. The "Gallipoli Campaign", one of the battlefronts that affected the fate of the First World War, started on February 19, 1915 and ended on January 9, 1916. However, the naval activity in and around the Dardanelles Strait would continue until the end of the First World War and the sea would continue to host its new guests.

Within the scope of the study, aiming to detect and document the naval vessels sunk in and around the Dardanelles during the First World War, the following studies were carried out: detection of the locations and depths of the shipwrecks, preparation of 3D scaled shipwreck models with photogrammetry

method, identification and documentation of cultural assets in shipwrecks, mapping of the seafloor, establishing the monitoring system, making flora/fauna observations around the shipwrecks, recording video imaging of the shipwreck areas and its surroundings, carrying out oceanographic studies, side-scan sonar measurements, shallow seismic reflection measurements.

Keywords: Dardanelles, Çanakkale Strait, First World War, wrecks, Majestic

GİRİŞ;

Çanakkale Kara Savaşları'na ilişkin ayrıntılı yapılmış onlarca akademik çalışma olmasına rağmen 19 Şubat 1915 de başlayıp 18 Mart 1915 de nihayetlenen deniz topçusu ile kara topçusu arasında gerçekleştirilen savaşlarda yaşanan olaylar ile 25 Nisan 1915 de gerçekleşen çıkarma harekatiyle başlayıp 9 Ocak 1916 da gerçekleştirilen çekilmeye kadar denizde yaşanan olaylar hakkında yapılmış akademik çalışmalar sayıca çok az olmakla birlikte yapılan çalışmaların tarihsel olayları genel çerçeveleri ile irdelemekle yetindiği gözlemlenmiştir. Deniz araçlarına, bu araçlarda yaşanan olaylara, nasıl battığına ve günümüzdeki durumuna ilişkin değerlendirme yapan çalışma sayısı ise bir elin parmaklarını geçmemektedir.

Batıkların tespitine yönelik yapılan literatür taramasında Birinci Dünya Savaşı sırasında Çanakkale ve çevresinde batan, kaybolan deniz araçlarının tespiti yapılmıştır. Yapılan literatür taraması sonrasında çalışma alanı öncelikli olarak etaplara ayrılmış ve birinci etap olarak belirlenen Seddülbahir Burnu ile Büyükkemikli Burnu arasında kalan ve kıydan 3 km mesafeye kadar yaklaşık 150 km²'lik deniz alanında kalan savaş batıklarının tespiti, nasıl battıkları, sualtında geçirdiği 106 yıllık sürede yaşadığı değişimler, insan eliyle ya da doğal süreçte yaşadığı bozulmalar, tespit edilmiştir.¹

GELİBOLU TARİHİ SUALTI PARKI

Çanakkale Savaşları Gelibolu Tarihi Alan Başkanlığı Koordinasyonunda gerçekleştirilen Gelibolu Tarihi Sualtı Parkı Projesinde, saha çalışmaları TÜBİTAK MAM tarafından, saha çalışmalarından elde edilen haritalar doğrultusunda olası batıkların, kültür varlıklarının belgelenmesi ve batıklarda yaşanan korozyon/bozulmanın tespiti ve koruma önlemlerine yönelik çalışmalar İstanbul Üniversitesi'nden Prof. Dr. Ufuk KOCABAŞ Başkanlığındaki bilimsel ekip tarafından gerçekleştirilmiştir.

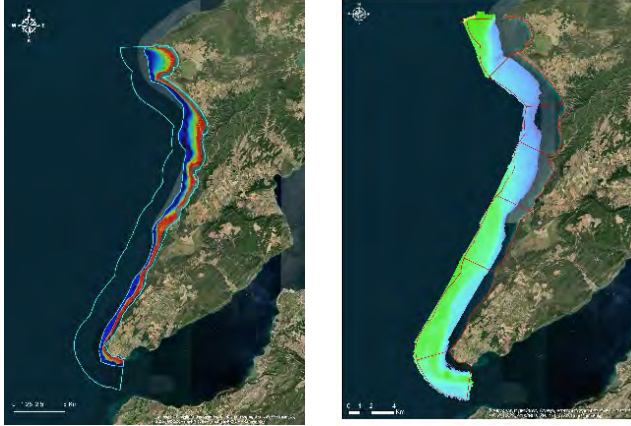
Proje çalışma alanı dip topografyasının değişiklik gösterdiği bölgeler göz önünde bulundurularak yedi alana bölünmüştür. Proje çalışmaları en güneydeki H.M.S Majestic Batığı'nın bulunduğu bölgeden başlayıp kuzeye doğru ilerleyerek gerçekleştirilmiştir.

¹ H.M.S. Majestic Batığının Deniz Turizmine Açılması Projesi Deniz Araştırmaları 1. Ara Raporu (2020), Çanakkale Savaşları Gelibolu Tarihi Alan Başkanlığı Arşivi, s.11, Çanakkale, Türkiye



Şekil 1. Proje çalışma alanının bölümlendirilmesi

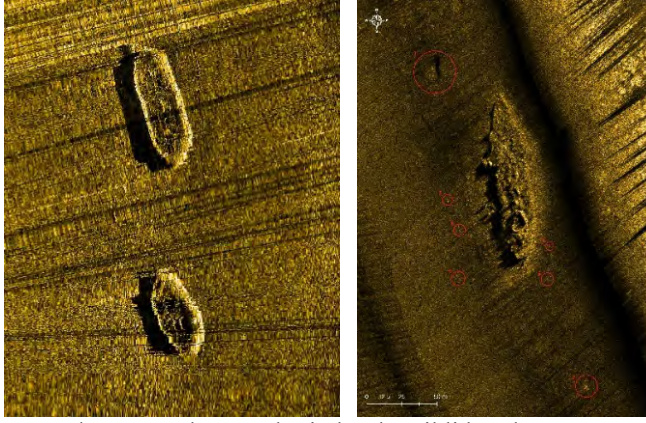
Çalışma alanının tamamına yönelik batimetri ve yandan taramalı sonar verileri üretilmiştir. Derinlik verileri ve haritaları (Batimetri) çok ışınlı iskandil cihazı (multi-beam echosounder) kullanılarak oluşturulmuştur. Batimetri verileri, yüksek hassasiyetli hareket referans sistemi (MRU) ile geminin hareketleri 3 ekseninde belirlenerek ölçmelere düzeltme olarak yansıtılmıştır. Batimetrik ölçümler sırasında kıyıya yakın bölgelerde TUSAGA-Aktif, açıkta bulunan bölgelerde ise DGPS teknikleri ile konumlandırılmıştır. Denizdeki ses hızı profili, ses hızı ölçme probu ile günlük olarak ölçülmüş ve derinlik ölçmeleri bu veriye göre düzeltilmiştir. Deniz seviyesi verisi TUDES (Türkiye Ulusal Deniz Seviyesi İzleme Sistemi)'den alınarak ölçmelere uygulanmıştır.²



Şekil 2-3. Çalışma alanı batimetri haritaları

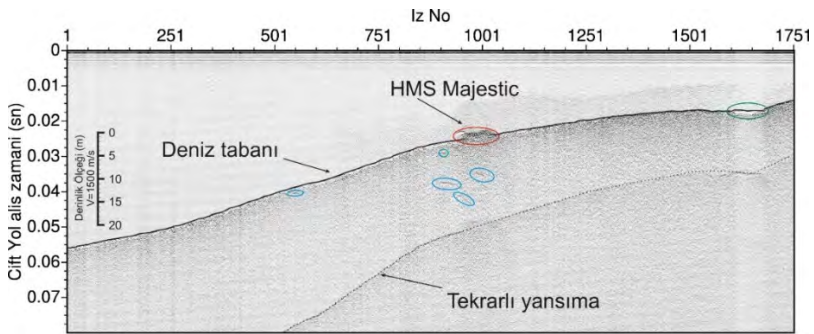
² H.M.S. Majestic Batığının Deniz Turizmine Açılması Projesi Deniz Araştırmaları 2. Ara Raporu (2020), Çanakkale Savaşları Gelibolu Tarihi Alan Başkanlığı Arşivi, s.16-18, Çanakkale, Türkiye

Yandan taramalı sonar verileri (YTS) TUSAGA – Aktif sisteminde çift frekanslı GPS/GNSS alıcısı ile yüksek konum doğruluğunda (2-5 cm) konumlandırılmıştır. Sahada ölçümler tamamlandıktan sonra sonar görüntüleri Hypack 2017 hidrografik değerlendirme yazılımında mozaik görüntü ve harita veri katmanı olarak hazırlanmıştır. Her bir ölçme hattına ait batimetri verileri ve yts verileri ayrı birer veri katmanı olacak şekilde CBS ortamında haritalandırılarak olası batık alanlarının tespiti gerçekleştirilmiştir.³



Şekil 4-5. Yandan taramalı sonar haritaları kemikli barçları ve MHS Majestic

Tespit edilen batık alanlarında batığın çevresinde yapılan kamera çekimleri ve dalışlara göre belirlenen alanlarda yüksek çözünürlüklü sıg sismik yansıma ölçümleri gerçekleştirilerek kum balçık içerisinde olası batık parçalarının yerleri belirlenmeye çalışılmıştır.



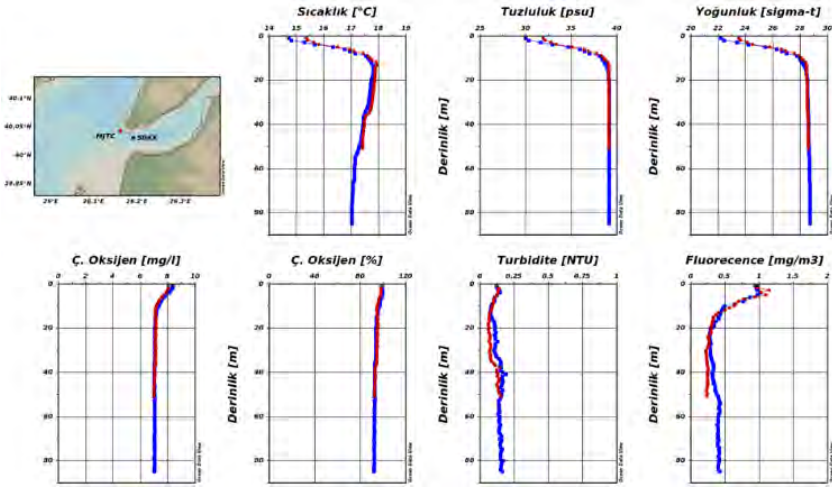
Şekil 6. HMS Mjestic batığında sismik yansıma ölçümleri

³ H.M.S. Majestic Batığının Deniz Turizmine Açılması Projesi Deniz Araştırmaları 2. Ara Raporu (2020) Çanakkale Savaşları Gelibolu Tarihi Alan Başkanlığı Arşivi, s.18-22, Çanakkale, Türkiye.

Boğaz çıkışında HMS Majestic Batığına ve Boğaz içerisinde iki ayrı istasyonda oşinografik çalışmalar gerçekleştirilerek dönemsel olarak akıntı yönleri ve hızı, su sıcaklıkları, tuzluluk, oksijen seviyesi, bulanıklık, yoğunluk vb. değerler incelenmiştir.

Tuzluluk yüzeyde 30 – 32.5 psu aralığında iken, dipte 39.3 psu ölçülmüştür. Çözünmüş oksijen doygunluğu tüm su kolonu boyunca daima %100 ve hafif üzeri olmuştur. Bulanıklık ise ilk 50 metrede düşük mertebede iken, daha derine doğru artış göstermiş yalnız daima 0.5 NTU’nun altında kalmıştır.

Seddülbahir kıyısında genel anlamda kuzeybatı-güneydoğu eksenli bir akıntı rejimi olduğu belirlenmiştir. Akıntı satıhta belirgin şekilde kuzeybatıya (KB) doğrudur ve şiddeti azami 1 m/sn’dir. Ölçülen bu değer görece yüksek kabul edilebilir. Derine doğru ise akıntı hızını kaybetmekte ve yönü tam tersine doğru değişmektedir. Dipte akıntı boğaza doğru (GD) ancak en fazla 0.2 m/sn mertebesindedir.⁴



Şekil 7. Deniz suyu sıcaklığı, tuzluluğu, yoğunluğu, oksijen durumu, turbiditesi ve floresansı

Flora / fauna incelemelerinde HMS Majestic Batığı pilot bölge olarak belirlenerek batık üzerinde ve çevresindeki çeşitlilik dönemsel olarak gözlemlenerek belgelenmiştir.

Batimetri ve YTS haritaları irdelenerek çalışma alanı içerisinde 19 anomali tespit edilmiştir. Anomalilerde dalışlar gerçekleştirilerek belgeleme çalışmaları tamamlanmıştır.

⁴ H.M.S. Majestic Batığının Deniz Turizmine Açılması Projesi Deniz Araştırmaları 2. Ara Raporu (2020) Çanakkale Savaşları Gelibolu Tarihi Alan Başkanlığı Arşivi, s.22-29, Çanakkale, Türkiye.



Fotoğraf 1-2. Batıklarda gerçekleştirilen belgeleme çalışmaları

Her bir batık geminin arşiv taraması gerçekleştirilerekmiştir. Fotoğraf, kamera çekimleri gerçekleştirilerek ortofotolar üretilmiş, mevcut halinin ölçekli 3d modeli oluşturulmuştur. Arşiv belgelerinden elde edilen özgün çizimleri, tarihsel fotoğraflar incelenerek batıkların parçaları anlamlandırılmıştır. Batık üzerine ve çevresinde dağılmış olan parçalar tespit edilmiştir.

Örneğin HMS Majestic batığında elde edilen ortofotolardan vaziyet planı çıkarılmış, yapılan dalışlarda tespit edilen batık alanında bulunan çeşitli büyüklük ve kalibrelerde 93 adet mühimmatın konumları belirlenerek batık planına işlenmiş, etiketlenerek ölçüleri alınmış ve fotoğraflanarak belgelenmiştir. Batık alanında saptanan ve serbest halde bulunan 12 adet küçük boyutlu obje koruma altına alınmak üzere batık alanından kaldırılıp yüzeye çıkarılarak konservasyon işlemleri tamamlanmıştır.⁵

Yapılan tespit, belgeleme çalışmaları sonucunda savaş batıklarının bulunduğu alanda Çanakkale Savaşları Gelibolu Tarihi Alan Başkanlığı yönetiminde “Gelibolu Tarihi Sualtı Parkı” kurulmasına karar verilmiştir.⁶ Alan Başkanlığınca parkta; ulusal ve uluslararası kurum kuruluşlarla iş birliği içerisinde, batıkların ve doğal alanların belirlenmesi, koruma önlemlerinin belirlenmesi ve uygulanması, deniz faaliyetlerinin belirlenmesi (kısıtlama/yasaklama) yönetim politikalarının belirlenmesi gibi iş ve işlemler gerçekleştirilecektir.

⁵ Kocabaş, U., Türkmenoğlu, E. (2020) H.M.S. Majestic Batığının Deniz Turizmine Açılması Projesi Deniz Araştırmaları Kültür Varlığı Belgeleme 1. Ara Raporu. Çanakkale Savaşları Gelibolu Tarihi Alan Başkanlığı Arşivi, s.4-6, Çanakkale, Türkiye.

⁶ Kültür ve Turizm Bakanlığının 30.06.2020 tarih ve E3856 Sayılı oluru. Çanakkale Savaşları Gelibolu Tarihi Alan Başkanlığı Arşivi, Çanakkale, Türkiye.

MARMARA DENİZİNDEKİ MÜSİLAJIN KİMYASAL KARAKTERİZASYONU VE MÜSİLAJ AGREGASYONUNUN İNCELENMESİ

THE CHEMICAL CHARACTERIZATION OF MUSILAGE IN THE MARMARA SEA AND INVESTIGATION OF MUSILAGE AGREGATION

Abdullah AKSU*, Nuray ÇAĞLAR, Ömer S. TAŞKIN

İstanbul Üniversitesi

Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü Kimyasal Oşinografi ABD

*aksua@istanbul.edu.tr

ÖZET: Uzun yıllardır İtalya kıyılarında görülen müsilaaj olayı son on beş yıldır Marmara Denizi'nde de görülmeye başlamıştır. Bu organik yapıya farklı mikroorganizmalar katkıda bulunur. Bu yapının yani müsilaajlı agregaların içeriği: diatomlar, dinoflagellat siyanobakteriler ve bakterilerden oluştuğu bilinmektedir. Müsilaajda var olan polisakkaritler ısı, ışık, dalga hareketi gibi birçok fiziksel ve kimyasal etkiye maruz kalarak ortamın adeta kimyasal karışım haline gelmesinden dolayı müsilaajın kökeni, karakterizasyonu ile ilgili çalışmalarda polisakkarit kimyasından ziyade agrega kimyası ve kinetiği üzerinden gidilmelidir. Bu çalışma da Mart ayı Haziran ve Temmuz aylarında alınan müsilaaj örneklerinin kimyasal karakterizasyonları için FT-IR, şeker, Organik karbon, azot, kalsiyum magnezyum ve silisyum analizleri yapılmış ve bu analizler sonucunda ilgili aylardaki müsilaajların hangi agregat grubuna girdiği araştırılmıştır.

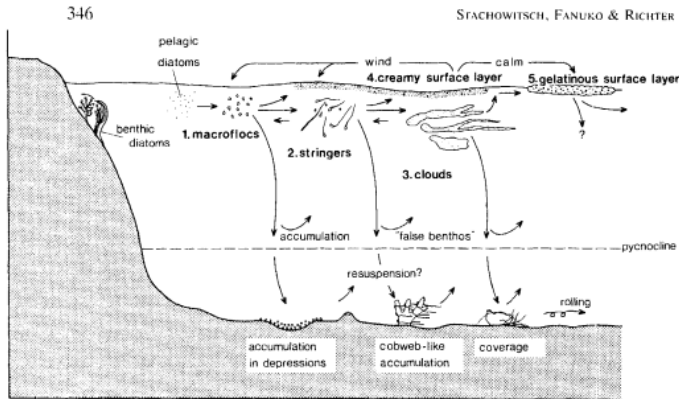
Anahtar Kelimeler: Müsilaaj, karakterizasyon, agregasyon kimyası, FT-IR

ABSTRACT: The mucilage phenomenon, which has been seen on the Italian coasts for many years, has also started to be seen in the Marmara Sea for the last fifteen years. Different microorganisms contribute to this organic structure. It is known that this structure, namely the mucilage aggregates, consists of diatoms, dinoflagellate cyanobacteria and bacteria. Since the polysaccharides in the mucilage are exposed to many physical and chemical effects such as heat, light, wave motion and the environment becomes almost a chemical mixture, the origin and characterization of the mucilage should be based on aggregate chemistry and kinetics rather than polysaccharide chemistry. In this study, FT-IR, sugar, organic carbon, nitrogen, calcium, magnesium and silicon analyzes were carried out for the chemical characterization of mucilage samples taken in March, June and July, and as a result of these analyzes, it was investigated which aggregate group the mucilage belonged to in the relevant months.

Keywords: Mucilage, characterization, aggregation chemistry, FT-IR

GİRİŞ

Uzun yıllardır İtalya kıyılarında görülen müsilaj olayı son on beş yıldır Marmara Denizi'nde de görülmeye başlamıştır. Müsilaj, su sütunu değişen boyut ve şekillerde karakterize edilen agregalardan oluşan organik jelimsi yapıdaki malzemelerdir. Bu organik yapıya farklı mikroorganizmalar katkıda bulunur. Bu yapının yani müsilajlı agregaların içeriği: diatomlar, dinoflagellat siyanobakteriler ve bakterilerden oluştuğu bilinmektedir. Bu yapı çözünmüş organik maddeyi adsorbe ederek ve fitoplanktondan kaynaklı organik madde salınımı ile kendini büyütüp güçlendirir. Ortamın tuzluluğundan kaynaklı iyonik güç, pH, iki ve üç değerlikli kanyonların varlığı ve organik maddelerin kimyasal özellikleri (moleküler ağırlık, fonksiyonel gruplar) ve partikül yüzeyi özellikleri sayesinde mekanik dayanımı yüksek bir hal almaktadır (Aksu ve diğ. 2021). Daha önceki çalışmalar, konuyla ilgili olarak müsilajlı matristeki polisakaritlerin varlığı ve ayrıca polimetilen gruplarının ve glikozid bağının varlığı ispatlanmıştır. Yapılan analizlerimize ve literatür bilgisine göre, müsilaj heteropolisakkarit gruptaki glikoprotein yapısıdır. Glikoproteinler, ağırlıkça karbonhidratın fazla olduğu oligosakkaritlere proteinlerin kovalent bağlar ile bağlandığı yapılardır. Müsilajda var olan polisakkaritler ısı, ışık, dalga hareketi gibi birçok fiziksel ve kimyasal etkiye maruz kalarak ortamın adeta kimyasal karışım haline gelmesinden dolayı müsilajın kökeni, karakterizasyonu ile ilgili çalışmalarda polisakkarit kimyasından ziyade agrega kimyası ve kinetiği üzerinden gidilmelidir. Müsilaj olayları sırasında Agregalar morfoloji ve boyut olarak açısından çok farklılıklar gözlemlenmektedir. Agregaların müsilaj oluşum aşamalarındaki kimyasal bileşimi boyutları ile ilgili bilgiler çok kısıtlıdır. Pelajik ortamdaki agregaların varlığı, uzun süredir bilinmektedir. Ancak kırılğan yapıları nedeniyle geleneksel oşinografik yöntemlerin kullanıldığı çalışmalarda çok fazla yer almamıştır. Müsilaj agregasının oluşumu aşağıda şematize edilmiştir. Fiziksel boyut açısından küçükten büyüğe sıralama Macrofloc<stringer=ribbon (şerit) <clouds (bulutumsu)<cob-web (örümcek ağı)<kremsi yapı<jelimsi yapı (Şekil 1). (Stachowitsch ve diğ. 1990)



Şekil 1. Müsilaj oluşum safhaları (Stachowitsch ve diğ. 1990)

Agregat saffhalarının kimyasal yapı karakteri ile ilgili yapılan çok fazla bilgi olmamakla beraber elde bulunan literatür bilgileri ışığında kimyasal parametreler tasnif edilerek bir nevi agregatların kimyasal kimliği belirlenmiştir (Del Negro ve diğ. 2005).

- Organik karbon, ortalama değerleri ve büyükten küçüğe agregatlarda bulunuşu aşağıda sıralanmıştır.
- Ribbon (%30-32)>Cobweb (% 24-27)>stringer (%25-30)>False bottom (%25-30)>Surface agregate (%18-22)
- İnorganik karbon, ortalama değerleri ve büyükten küçüğe agregatlarda bulunuşu aşağıda sıralanmıştır.
- False bottom (%15-17)>Surface agregate (%10-13)>cobweb (%11-13)>Ribbon(%11-13)>stringer (%0-1)
- Toplam azot, ortalama değerleri ve büyükten küçüğe agregatlarda bulunuşu aşağıda sıralanmıştır.
- Ribbon (%12-15)>Cloud (% 8-10) $\approx$ stringer (%8-10) $\approx$ False bottom (%8-10) $\approx$ Surface agregate (%8-10)
- Organik Karbon/azot oranı, Cloud (% 16) >False bottom (%15)>Surface agregate (%14) $\approx$ Ribbon (%14)

Bu çalışma da Mart ayı Haziran ve Temmuz aylarında alınan müsilaaj örneklerinin kimyasal karakterizasyonları için FT-IR, şeker, Organik karbon, azot, kalsiyum magnezyum ve silisyum analizleri yapılmış ve bu analizler sonucunda ilgili aylardaki müsilaajların hangi agregat grubuna girdiği araştırılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Son yirmi yılda filtre (ultra) fraksiyonlama teknolojisi, alg polisakkaritleri gibi makromoleküllerden oluşan polidispers biyopolimerlerin izolasyonu ve saflaştırılma metodolojileri oldukça gelişmiştir. Bunlar çok sık olarak çok sayıda boyut fraksiyonu sunar ve birkaç tane oligomerden, birkaç milyon dalton moleküler ağırlığa kadar şeker kalıntılarından oluşmaktadır. Teğetsel akışlı filtrasyon (aynı zamanda çapraz akışlı filtrasyon olarak da bilinir), hem deniz suyundan hem de kültür ortamından biyopolimer ayırma ve saflaştırma için en kullanışlı araçlardan biridir.

Ancak yoğun yapıda bulunan örnekler santüföjleme ile kolaylıkla suyundan ayrılıp freze dryer tekniğiyle de organik yapı bozulmadan analize hazır hale getirilmektedir.

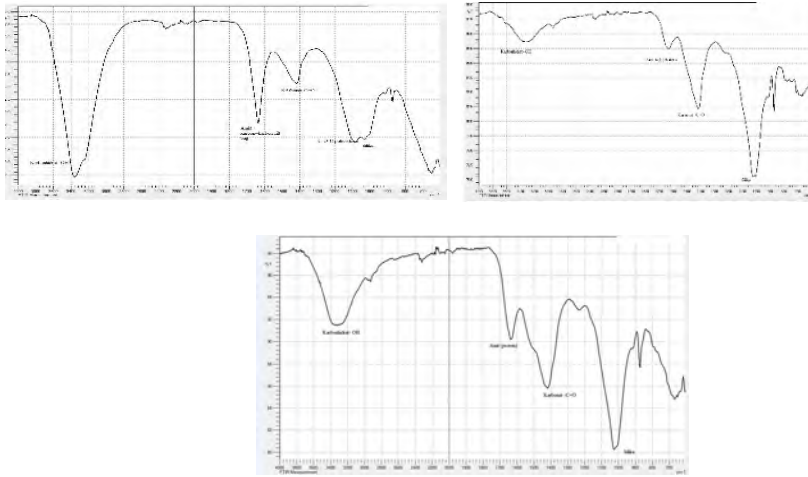
Ön işleminden geçirilmiş örneklerde FT-IR ile yapı karakterizasyonu, GC/MS cihazında şeker analizi, yapılmıştır. Elementel analiz cihazında organik karbon azot analizleri Kalsiyum ve magnezyum analizleri ICP-MS cihazında analizlenmiştir (Aspinall 1982; Ellerbrock ve diğ. 1999; Gottwald ve diğ. 1997).

BULGULAR VE SONUÇLAR

Spektrumlar incelendiğinde karbonhidratı temsil eden 3350 cm⁻¹ deki pik mart ayında (Ribbon) en yüksekken mayıs ayında (Surface agregate) en düşüktür. Bu durum agregata tahminimize uygundur. Literatüre göre karbonhidrat sıralaması Ribbon>False bottom>Surface agregate şeklindedir.

Yine spektrumlar incelendiğinde karbonatı bir nevi Ca ve Mg temsil eden 1400-1460cm⁻¹ deki pik Mart ayında (Ribbon) en düşükken Temmuz ayında (False bottom) en yüksektir. Bu durum agregata tahminimize uygundur. Literatüre göre karbonhidrat sıralaması False bottom>Surface agregate>Ribbon şeklindedir (Şekil 2).

Yine spektrumlar incelendiğinde amit bağını bir anlamda Proteini temsil eden 1540 cm⁻¹ deki pik Mart ayında (Ribbon) en düşükken Mayıs ayında (Surface agregate) en yüksektir. Bu durum agregata tahminimize uygundur. Literatüre göre karbonhidrat sıralaması Surface agregate>Ribbon > False bottom şeklindedir (Şekil 2).



Şekil 2. Mart ayı (sol üsttaraf) Mayıs ayı (sağ üst taraf) Temmuz ayı (alt sağ) müsiliyaj FT-IR spektrumları

Tablo 1. Analiz sonuçları ve agregasyon safhalarının tespiti

Numune Adı	% Toplam azot	% İnorganik Karbon	% Organik Karbon	% Ca+Mg	% Galaktoz	Agregat tipi tahmini
Müsiliyaj Tuzla Mart	12,9	10,2	30,1	2,1	38,8	Ribbon
Müsiliyaj İzmit K. Mayıs	7,8	11,9	22,1	2,8	35,1	Surface agrega
Müsiliyaj Küçükçekmece Temmuz	9,3	15,6	23,5	2,9	65,9	False Bottom agrega

Tablodaki analiz sonuçları ve FT-IR spektrumlarına göre müsilağ oluşum süreçlerinde agregaların yapılarında sürecin hangi safhada olduğu tahmin edilebilmektedir.

Bu durum müsilağ ile mücadele de, erken uyarı sistemlerinin hazırlanmasında, müsilağın olası yayılımının izlenmesi ve tahmininde ve karada bertarafın da önemli avantajlar sağlayabilmektedir

DEĞİNİLEN BELGELER

Aksu, A., Taşkın, Ö.S., Çağlar, N. (2021) Müsilağın Çevresel Şartlarda Değişen Kimyasal Karakterizasyonunun İncelenmesi. In: Marmara Denizi'nin Ekolojisi: Deniz Salyası Oluşumu, Etkileri ve Çözüm Önerileri (eds., Öztürk, İ., Şeker, M.), Türkiye Bilimler Akademisi, Ankara.

Aspinall, G.O. (1982) The Polysaccharides. New York: Academic Press, 248 p.

Del Negro, P., Crevatin, E., Larato, C., Ferrari, C., Totti, C., Pompei, M., Giani, M., Berto, D., Fonda Umani, S. (2005) Mucilage microcosms. *Science of the Total Environment* 353(1-3): 258-269.

Ellerbrock, R.H., Höhn, A., Gerke, H.H. (1999) Characterization of soil organic matter from a sandy soil in relation to management practice using FT-IR spectroscopy. *Plant Soil* 213: 55-61.

Gottwald, W., Wachter, G. (1997) IR-Spektroskopie für Anwender. Wiley-VCH. Weinheim, Germany.

Stachowitsch, M., Fanuko, N., Richter, M. (1990) Mucus Aggregates in the Adriatic Sea: An Overview of Stages and Occurrences I: *Marine Ecology* 11(4): 327-350.

MARMARA DENİZİ'NİN GÜNCEL OKSİJEN DURUMU VE MÜSİLAJIN ETKİSİ

CURRENT OXYGEN STATUS OF THE SEA OF MARMARA AND THE EFFECT OF MUCILAGE

Mustafa MANTIKCI*, Hasan ÖREK, Mustafa YÜCEL, Zahit UYSAL,
Sinan ARKIN, Barış SALİHOĞLU

ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü, Erdemli/Mersin, Türkiye

*mantikci@ims.metu.edu.tr, örek@ims.metu.edu.tr,

myucel@ims.metu.edu.tr, uysal@ims.metu.edu.tr

sinan.arkin@ims.metu.edu.tr, baris@ims.metu.edu.tr

ÖZET: Marmara denizi ekosistemi son 40 yılda insan baskıları sebebiyle büyük değişime uğramıştır. Bu baskıların başında denize deşarj edilen evsel, sanayii ve tarımsal atıklar gelmektedir. Yeterli düzeyde artırılmadan denize verilen deşarjların taşıdığı aşırı organik madde ve besin tuzları (Azot-Fosfor) Marmara Denizi'nde ötrofikasyona sebep olmuştur. Ötrofikasyondan dolayı ışık geçirgenliği, besin ağı, biyoçeşitlilik ve deniz suyu oksijen konsantrasyonları değişime uğramıştır. Artan besin yükü ile birincil üreticilerin biyokütleleri ve organik madde üretim miktarlarındaki artış, iki tabakalı su kolonu sistemine sahip olan Marmara Denizi'nde özellikle ara (haloklin) ve alt tabakalarda bakterilerin organik maddeleri parçalarken oksijen tüketmesiyle önemli düzeyde su kolonunda oksijen konsantrasyonlarının azalmasına yol açmıştır.

Bu değişimlerin yanında dünyada çok az bölgede meydana gelmiş bir fenomen olay olan müsilaaj oluşumu Marmara Denizi'nde resmi kayıtlara göre ilk olarak 2007-2008 yılları arasında meydana gelmiş ve kaybolmuştur. Literatüre göre müsilaaj, fitoplanktonun hücre dışı salgılarıyla oluşan, karbonhidrat ve polisakkarit içerikli mukus yapısında olup, çevresindeki canlı-cansız partikül yapıları üzerine çekmesiyle deniz yüzeyinde, kolonunda ve tabanında bulunmuştur. 2021 Mart ayında Marmara Denizi'nde tekrar yüzeyde gözükmeye başlayan müsilaaj, ODTÜ-DBE Bilim-2 gemisi ile gerçekleştirdiğimiz bir aylık oşinografik çalışmalar ile Haziran-Temmuz aylarında Marmara'nın tüm üst tabakasında tespit edilmiştir. Bu bildiride Marmara Denizi'nin güncel oşinografik özellikleri, su kolonu oksijen konsantrasyonları ve müsilaajın oksijen konsantrasyonlarına olası etkisi tartışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Marmara Denizi, oksijen tüketimi, ötrofikasyon, müsilaaj

ABSTRACT: The ecosystem of the Marmara Sea has undergone great changes in the last 40 years due to human pressures. Majority of these pressures are domestic, industrial, and agricultural wastes discharged into the sea. The excess organic matter and nutrients (Nitrogen-Phosphorus) discharges given to the sea

without being sufficiently treated have caused eutrophication in the Marmara Sea. Due to eutrophication, light transmittance, food web, biodiversity, and seawater oxygen concentrations have changed. The increasing nutrient load and the increase in the biomass of primary producers and the amount of organic matter production have led to a significant decrease in oxygen concentrations in the water column in the Marmara Sea, which has a two-layered water column system, especially in the intermediate (halocline) and lower layers, as the bacteria consume oxygen while decomposing organic materials.

In addition to these changes, mucilage formation, which is a phenomenon that has occurred in very few regions in the world, first occurred in the Marmara Sea between 2007-2008 according to official records and disappeared. According to the literature, mucilage is in the structure of mucus containing carbohydrates and polysaccharides, formed by extracellular secretions of phytoplankton, and has been found on the surface, water column, and sediment of the sea by attracting living and non-living particles around it. The mucilage, which started to appear on the surface again in the Marmara Sea in March 2021, was observed in the entire surface column of Marmara in June-July with the one-month oceanographic studies we carried out with the research vessel METU-DBE Bilim-2. In this paper, the current oceanographic features of the Marmara Sea, water column oxygen concentrations and the effect of possible mucilage on oxygen concentrations are discussed.

Keywords: Marmara Sea, oxygen consumption, eutrophication, mucilage

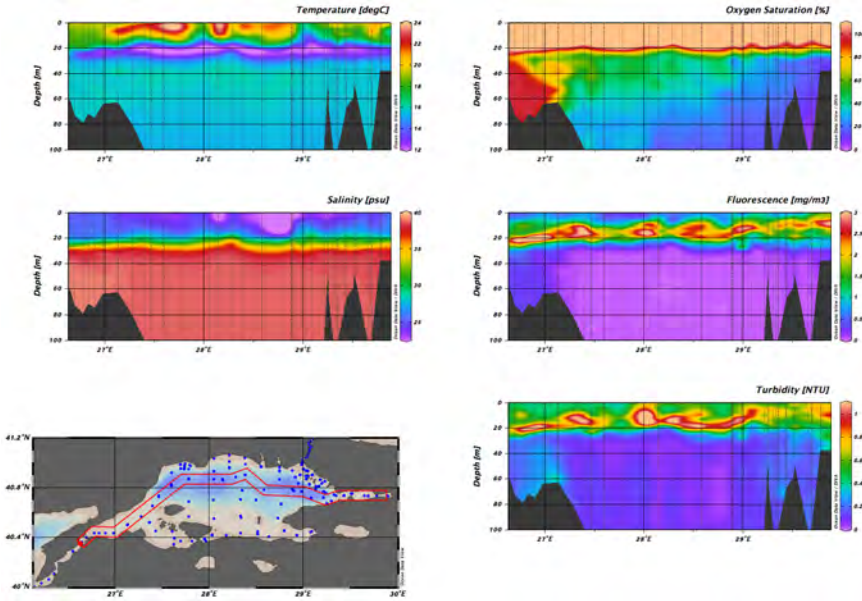
GİRİŞ

Marmara Denizi'nde 2021 Mart ayında yüzeyde görülmeye başlanan ve yoğunluğunu arttırarak Haziran ayında yüzeyden 30m'ye kadar tüm Marmara'da saptanan müsilaj (Yücel ve diğ. 2021), literatürdeki örnekleri gibi neredeyse 10 yıllık bir aradan sonra tekrarlanmıştır. Müsilajın kimyasal yapısının polisakkarit ve karbonhidrat içerikli olması ve deneylerle yapılan çalışmalarda bu yapıların fitoplankton hücre salgıları ile benzeştiği, müsilajın oluşumunun fitoplankton kaynaklı olduğu savını güçlendirmektedir (Kovac ve diğ. 2002; Polat-Beken ve diğ. 2010). Ayrıca müsilajın içeriği ve müsilaj ile çevrili sulardaki karbonhidrat miktarları müsilajsız sulara göre çok daha yüksek bulunmuştur (Penna ve diğ. 2003; Polat-Beken ve diğ. 2010). Literatüre göre müsilajlı su kolonun organik karbonca zengin olması (Giani ve diğ. 2005; Polat-Beken ve diğ. 2010), aerobik solunumlarını bunun üzerinden gerçekleştiren heterotrofik bakterilerin oksijen tüketim hızlarını arttırarak su kolonunda oksijen azalmasına sebep olması beklenmektedir. Her ne kadar bu durum, atmosferden oksijen girdisi ve fotosentez ile üretilen oksijen sebebiyle, oksijence zengin üst tabakada oksijen azalmasına sebep olmayacaksa da, ışığın ulaşmadığı ara tabaka ve alt tabakada oksijen tüketimini arttırarak oksijen azalmasına ve hipoksik koşulların oluşmasını hızlandırması düşünülmektedir. Müsilajın, Marmara Denizi'nin dip suları ve mevsimsel olarak da ara tabakasında oluşan oksijen azlığına (hipoksia) nasıl etki edeceğini araştırmak için MARMOD Faz II projesi kapsamında 01.06.2021 –

02.07.2021 tarihleri arasında ODTÜ-DBE R/V Bilim-2 Araştırma gemisi ile bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

SONUÇLAR

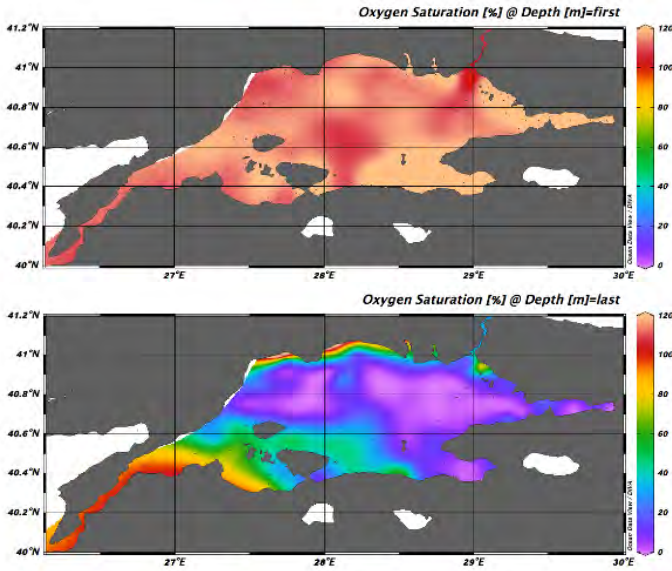
CTD cihazının sensörleri ile ölçülen sıcaklık, tuzluluk, oksijen doygunluğu, floresans ve bulanıklık değerleri 0-100m arası derinliklerde batıdan doğuya hat halinde verilmiştir (Şekil 1). Yaklaşık 15-30m arasında olan haloklin ara tabakasında 12° C sıcaklığa sahip ara su tabakası görülmüştür. Yüzey suları 20° C üzerinde olup orta basende sıcaklıklar 24° C üzerinde ölçülmüştür. Haloklin altı (>30m, 38psu) sulara ise sıcaklıklar homojen olarak 15.5° C civarındadır. Bu dönemde meydana gelen müsilaj bulanıklık ve floresans sensörleri ile takip edilebilmiş ve 0-30m derinlikleri arasında yoğun olarak saptanmıştır (Şekil 1). Klorofil-a konsantrasyonları haloklin tabakasının üst kısmında ~3 mg/m³ ölçülmüştür. Bu tabakada fitoplankton sıklığı fitoplankton aşırı çoğalması (bloom) adı verilen litrede bir milyon hücre ve üzeri seviyeyi geçmiş ve dominant grubun diatomlar olduğu bulunmuştur.



Şekil 1. Marmara Denizi Doğu-Batı kesiti 01.06.2021 – 02.07.2021 tarihleri arasındaki sıcaklık, tuzluluk, % oksijen doygunluğu, floresans ve bulanıklık değerlerinin 0-100m arasındaki değişimleri

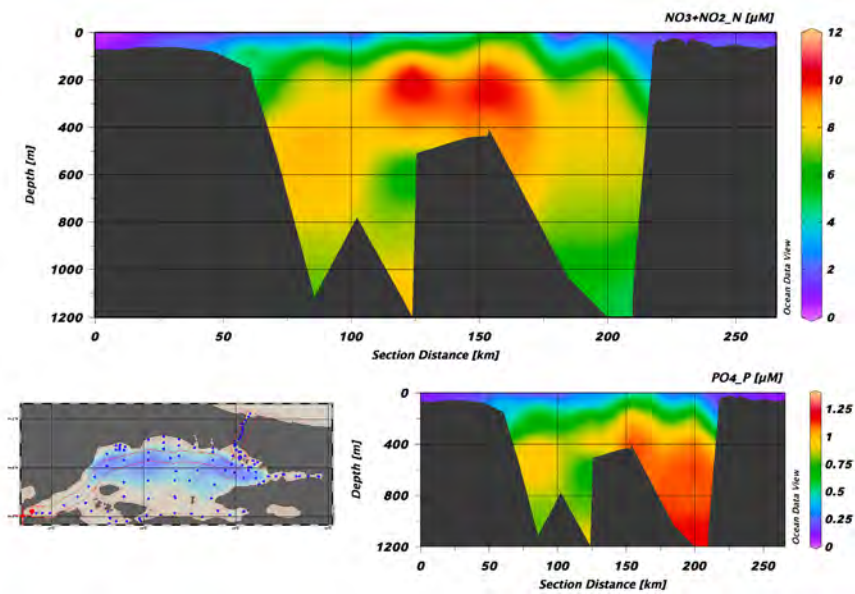
Sağlıklı deniz sistemlerinde yüzey sularında gerçekleşen fotosentez-solunum gibi biyokimyasal süreçler ve atmosferik oksijenin yüzey sularına penetre etmesi ile oksijen doygunlukları 100% değerindedir. Müsilajın hakim olduğu yüzey tabakasında oksijen doygunlukları 100%'ün üzerine çıkarak

akıntıların görece az olduğu körfezlerde %150 civarlarına kadar yükselmiştir (Şekil 1 - Şekil 2). Bunun başlıca sebebi ortamda bulunan aşırı fitoplanktonun fotosentezi sonucu ortama verilen oksijen olarak yorumlamak mümkündür. Yüzey tabakada oksijen fazlalığı yaşanırken haloklin, haloklin altı tabaka ve dip sulara ciddi oksijen azalmaları görülmektedir (Şekil 1 - Şekil 2). Doğu Marmara'nın neredeyse tamamı ve orta hatta bulunan üç derin çukur ve çevresi dip sularında hipoksik ve yer yer anoksik koşullar görülmektedir (Şekil 2). Her ne kadar Çanakkale Boğazı aracılığı ile Marmara Denizi'nin dip sularına akan Akdeniz suyunun doygunluk değeri 100% olarak saptansa da, doğuya gidildikçe doygunluk değerleri dramatik şekilde azalmakta ve %10'un altına düşmektedir.



Şekil 2. 2021 Marmara Denizi Haziran seferi oksijen doygunluk (%) değerlerinin deniz yüzeyi (üst) ve tabanı (alt) dağılımları

Haloklin geçişi, inorganik besin elementleri $\text{NO}_2+\text{NO}_3\text{-N}$ ve $\text{PO}_4\text{-P}$ konsantrasyonları açısından da dramatik değişimleri beraberinde getirmektedir (Şekil 3). $\text{NO}_2+\text{NO}_3\text{-N}$ haloklin altında özellikle 100-150m arasında hızla maksimum değerleri olan 11-12 μM değerlerine, $\text{PO}_4\text{-P}$ ise yer yer 1.4 μM genelde 1.1-1.2 μM değerlerine ulaşmaktadır. $\text{PO}_4\text{-P}$ basenin kalan derinliğinde sabit değerlerde kalırken derin anoksik basenlerde daha da yüksek değerlere erişmektedir. $\text{NO}_2+\text{NO}_3\text{-N}$ ise derinlikle beraber düşme eğilimi göstermekte ve genelde 10 μM konsantrasyonlarının altında, N/P oranlarının giderek düşmesine neden olmaktadır. Genel olarak, hem N hem de P konsantrasyonları Marmara Denizi'nde yüksek değerlerdedir, örneğin Karadeniz'de nitrat maksimum 6-7 μM iken Marmara'da 11-12 μM değerlerine hemen yüzey tabakası altında ulaşılması sistemin besin elementi yüklü doğasını göstermektedir.



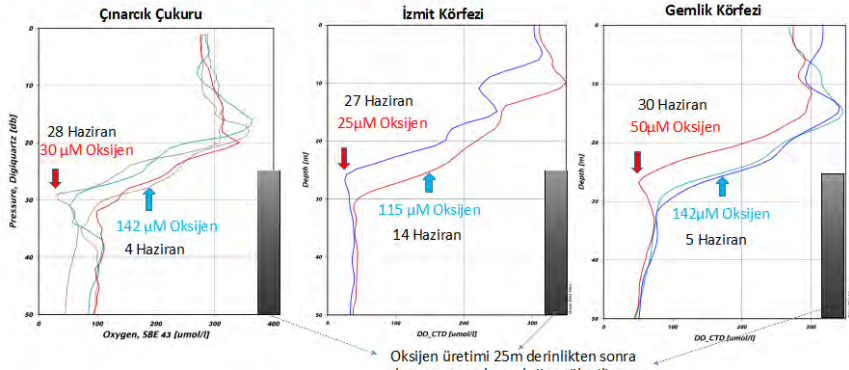
Şekil 3. Marmara Denizi Haziran seferi $\text{NO}_2+\text{NO}_3\text{-N}$ ve $\text{PO}_4\text{-P}$ konsantrasyonlarının Çanakkale-İstanbul Boğazı kesitinde düşey dağılımları

Tüm Marmara’da geniş ölçekli yaşanan müsilaj olayı sırasında yapılmış bu çalışmada; özellikle Doğu Marmara bölgesinde (Çınarcık Çukuru, İzmit ve Gemlik Körfezleri) yaklaşık 1 aylık süreçte haloklin tabakasında oksijen konsantrasyonlarının azaldığı ve hatta hipoksik ($<80 \mu\text{M O}_2$) koşulların olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4). Alt tabakada oksijen konsantrasyonları yaklaşık 30 yıldır deniz canlılarının yaşamı için gereken oksijen seviyelerinin altındadır (ÇŞB, ODTÜ-DBE 2017), özellikle Marmara Denizi’nin en derin noktası olan Çınarcık Çukuru’nda anoksik koşullar oluşmak üzeredir (Şekil 1). Her ne kadar müsilajın ışıklı yüzey tabakası oksijen seviyelerinde bir azalmaya yol açması beklenmese de, ışığın ulaşmadığı yani fotosentezin sonlandığı derinliklerde (Haloklin ve altı), müsilajın bakteriler tarafından parçalanmasıyla zamanla oksijen azalmaları beklenmektedir. Haloklin tabakasında görülebilecek oksijen azalması kış karışımı ile düzelme imkanı bulsa da, olası alt tabakaya geçen müsilajın parçalanmaya devam etmesiyle dip sularında oksijen tüketimi artacağı varsayılmaktadır. Bunun yanı sıra, müsilajın tabana çökmeyen kısmının yüzey akıntıları ile Ege denizine taşınma ihtimali de bulunmaktadır. Marmara Denizi güncel su kolonu besin tuzu (azot-fosfor) değerleri 1987-1992 yılları arası raporlanan değerlerden (Polat ve Tuğrul 1995) yüksek bulunmuştur. Ortamda artan besin tuzu yükleri ötrofikasyona sebep olmakta ve deniz ekosistemine geri dönüşü uzun yıllar alabilecek zararlar vermektedir. Bu durum dünyanın birçok kıyısız ekosisteminde gerçekleşmekte (Andersen ve diğ. 2020) ve önlem alınmadığı takdirde deniz canlılarının yanında insan sağlığına da zarar verecek

sonuçlar doğrulamaktadır. Ekosistemi insan baskıları ile bozulmuş Marmara Denizi'nde ilk olarak birçok canlının yaşamı için gerekli olan çözünmüş oksijen değerlerinin hipoksiya eşiği olan $80\mu\text{M}$ seviyesine ulaşması için, başta azot ve fosfor olmak üzere, tüm evsel, sanayi ve tarımsal girdilerin azaltılması veya durdurulması gerekmektedir. Bu girdiler azaltılmadığı takdirde müsilaj, aşırı/zararlı alg çoğalmaları, aşırı deniz anası üremeleri, balık ölümleri, vb. bir çok biyoçeşitliliği etkileyen olaylar yaşanmaya devam edecektir.

Müsilajın Oksijen Profillerine Haziran süresince etkisi

20-30m'de günlük ortalama $5\mu\text{mol l}^{-1}$ Oksijen tüketilmiştir



Şekil 4. Marmara Denizi doğu bölgesinde bulunan üç farklı istasyonda Haziran ayı süresince CTD cihazı oksijen sensörü ile ölçülen çözünmüş oksijen konsantrasyonları 0-50m arası verilmiştir.

Bu çalışma Çevre, Şehircilik ve İklim Bakanlığının sahibi olduğu Marmara Denizi Bütünleşik Modelleme Sistemi: MARMOD Faz II projesi kapsamında ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışmaların devamı MORMOD Faz II ve TÜBİTAK 121G001 “Marmara Denizi'nde Plankton Metabolizması ve Müsilajın Oksijen Tüketimine Etkisi” projeleri ile devam edecektir.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Andersen, J.H., Carstensen, J., Holmer, M., Krause-Jensen, D., Richardson, K., eds. (2020) Research and Management of Eutrophication in Coastal Ecosystems. Lausanne: Frontiers Media SA. doi: 10.3389/978-2-88963-432-3
- ÇŞB, ODTÜ-DBE (2017) “Marmara Denizi Bütünleşik Model Sistemi: Faz I (MARMOD-Faz I) Proje Final Raporu”, Ankara.
- Giani, M., Savelli, F., Berto, D., Zangrando, V., Ćosović, B., Vojvodić, V. (2005) Temporal dynamics of dissolved and particulate organic carbon in the northern Adriatic Sea in relation to the mucilage events. *Science of the Total Environment* 353(1-3): 126-138.

- Kovac, N., Bajt, O., Faganeli, J., Sket, B., Orel, B. (2002) Study of macroaggregate composition using FT-IR and ¹H-NMR spectroscopy. *Marine Chemistry* 78(4): 205-215.
- Penna, N., Capellacci, S., Ricci, F., Kovac, N. (2003) Characterization of carbohydrates in mucilage samples from the northern Adriatic Sea. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 376(4): 436-439.
- Polat, Ç., Tuğrul, S. (1995) Nutrient and Organic Carbon Exchanges between the Black and Marmara Seas through the Bosphorus Strait. *Cont Shelf Res* 15 (9): 1115-1132.
- Polat-Beken, Ç., Tüfekçi, V., Sözer, B., Yıldız, E., Mantıkcı, M., Atabay, H., Telli-Karakoç, F., Hocaoglu, S., Ediger, D., Tolun, L., Olgun, A. (2010) Deniz Ortamında Musilaj/mukus Oluşumunu Denetleyen Faktörlerin Laboratuvar Koşullarında İncelenmesi. Proje No: 108Y083 TÜBİTAK, ULAKBİM web sitesinden erişilen adres: <https://app.trdizin.gov.tr/proje/TVRJd016UTA/deniz-ortaminda-musilaj-mukus-olusumunu-denetleyen-faktorlerin-labaratuvarkosullarinda-incelenmesi>
- Yücel, M., Özkan, K., Fach, B., Örek, H., Mantıkcı, M., Tezcan, D., Akçay, İ., Özhan, K., Arkın, S., Tuğrul, S., Salihoğlu, B. (2021) Marmara Denizi'nin Geçirdiği Biyojeokimyasal Değişimler Bağlamında 2021 Müsilaj Patlaması, Güncel Baskılar Ve Çözüm Önerileri. In: Marmara Denizi'nin Ekolojisi: Deniz Salyası Oluşumu, Etkileşimleri ve Çözüm Önerileri, (eds., Öztürk, İ., Şeker, M.) Turkish Academy of Sciences, Ankara, pp. 249.

MARMARA DENİZİ İÇİN 2002-2021 YILLARI ARASINDA KLOROFİL-A DEĞERLERİNİN GOOGLE EARTH ENGINE YARDIMI İLE İZLENMESİ

MONITORING CHLOROPHYL-A VALUES FOR THE SEA OF MARMARA BETWEEN 2002-2021 WITH THE HELP OF GOOGLE EARTH ENGINE

Cem Gazioğlu^{1*}, Osman İsa ÇELİK², Selin ÇELİK³

¹ İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Mimarlık
Fakültesi İstanbul, Türkiye

² İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Denizel
Çevre Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

³ İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Denizel
Çevre Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

*cemga@istanbul.edu.tr, selincelik19@ogr.iu.edu.tr,
osmanisa.celik@ogr.iu.edu.tr

ÖZET: Uydu verilerinin kullanıma sunulması ile birlikte deniz biyosferi hakkında büyük boyutta bir veri tabanı oluşmuştur. Bu verilerin temini ve işlenmesi ise farklı bir zorluğu beraberinde getirmektedir. Çalışma kapsamında bu zorluğun aşılabilmesi adına Google Earth Engine (GEE) platformundan faydalanılmıştır. Marmara Denizi Kuzey ve Güney Marmara olarak 2 bölümde düşünülmüş, kendi içlerinde 6'şar alt bölgeye ayrılarak, toplamda 12 farklı bölge halinde incelenmiştir. İncelenen tüm alt bölgeler için GEE platformundan 2003-2021 yılları arasındaki MODIS-Aqua Klorofil-a verileri temin edilerek, incelenebilir hale getirilmesi hedeflenmiştir. Veriler alt bölgelere, aylara ve yıllara göre gruplandırılarak görselleştirilmiş olup araştırmacıların kullanımına sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: GEE, chl-a, MODIS-Aqua, Marmara Denizi

ABSTRACT: With the availability of satellite data, a large database of the marine biosphere is available. The acquisition and processing of this data brings with it a different challenge. In order to overcome this difficulty within the scope of the study, the Google Earth Engine (GEE) platform was used. The Sea of Marmara was considered in 2 parts as North and South Marmara, divided into 6 sub-regions within themselves, and analyzed in 12 different regions in total. It is aimed to obtain MODIS-Aqua Chlorophyll-a data between the years 2003-2021 from the GEE platform for all examined sub-regions and make them available for analysis. The data were visualized by grouping them according to sub-regions, months and years and presented to the use of researchers.

Keywords: GEE, chl-a, MODIS-Aqua, Marmara Sea

GİRİŞ

Deniz yüzeylerinde birincil üretimden sorumlu fitoplankton kütlelerinin artışı, fotosentezden sorumlu klorofil-a (chl-a) pigmentlerinin artışı da beraberinde getirmektedir (Dierssen ve Randolph 2013a). Spektrumun yeşil kısmına göre mavi dalga boyu absorpsiyonunda bir artış veya yansımada azalma, ampirik olarak fitoplankton aktivitesinin bir göstergesi olan chl-a konsantrasyonu ile ilişkilidir (O'Reilly ve diğ. 1998; Dierssen ve Randolph 2013). Bu durum, uydu görüntüleri başta olmak üzere uzaktan algılama yöntemleri ile yüzeydeki chl-a yoğunluklarını ve fitoplankton kütlelerinin tahmin edilmesini mümkün kılmaktadır. (Dierssen ve Randolph 2013b). Birincil üretim Marmara Denizi'nde 20 m'nin altında sınırlayıcı pek çok parametrenin etkisi altında (Yılmaz 2008) olup yüzeydeki aktivitenin uzaktan algılama teknolojileri ile izlenmesi mümkündür.

Artan serbest erişimli uzaktan algılama verileri ve bunları işlemeye yarayan açık kaynaklı teknoloji ve imkanlar deniz biyosferi hakkında geleneksel örnekleme yöntemleriyle ulaşılması mümkün olmayacak şekilde yorumlama kapasitesini oşinografi bilimine olduğu kadar denizlerde çalışan her bilim dalı için imkanı kılmaktadır (Werdell ve diğ. 2009). Bu kolaylık, temin edilen verinin boyutlarında muazzam artışa ve verilerin nasıl daha kolay ulaşılabilir ve işlenebilir olacağı ile ilgili bir çözüm arayışına sebep olmuştur (Rigaux ve diğ. 2002).

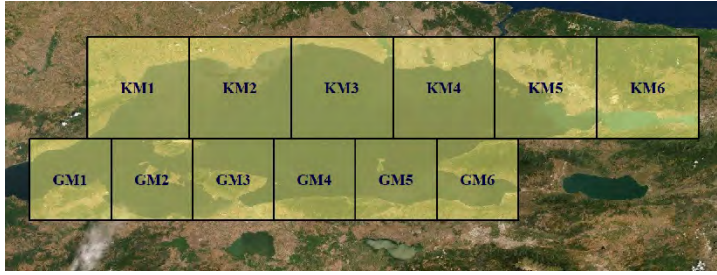
Çalışma kapsamında GEE platformu ve çok sayıda MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer)-Aqua görüntüsünden faydalanılmıştır. Marmara Denizi'nin tümü için yaklaşık 19 yıllık chl-a yoğunluk verisi temin edilerek, incelenebilir hale getirilmesi hedeflenmiştir.

MATERYAL VE METOT

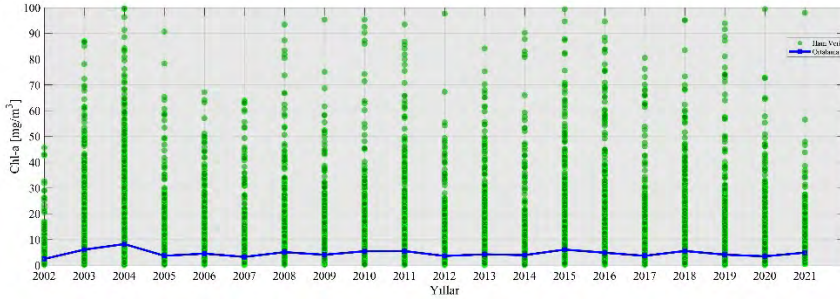
Çalışmada chl-a yoğunlukları, NASA (The National Aeronautics and Space Administration)'ya ait *Aqua* uydusunda konumlu *MODIS* cihazı ile edilen görüntülerden derlenmiştir (Werdell ve diğ. 2009). *MODIS* cihazı toplam 36 farklı spektral bant aralığında ölçüm gerçekleştirebilmektedir (Barnes ve diğ. 1998). Chl-a yoğunluklarının elde edilmesinde kullanılan bant aralıkları için 1km'lik alansal çözünürlüğe ulaşabilmektedir. Tüm Dünya suları üzerindeki gözlemini ise 16 günlük periyotlar halinde tamamlamaktadır (Wang ve Liang 2009). *Aqua-MODIS* veri tabanı üzerinden, platformun göreve başladığı 2002 yılı temmuz ayından itibaren verilere ulaşılabilir. Veri tabanında, görüntüleme periyodu ve hava koşulları sebebiyle yıl boyunca, istenen konumlara karşılık farklı günlük aralıklarda ölçümler yer almaktadır.

Google Earth Engine (GEE), analiz ve nihai karar verme için büyük veri kümelerini (petabayt ölçeğinde) depolamak ve işlemek üzere tasarlanmış bir bulut bilişim platformudur (Mutanga ve Kumar 2019). Platformun ücretsiz olması ve sağladığı imkanlar sebebiyle, büyük coğrafi verilerin geniş alanlarda işlenmesini ve çevrenin uzun süreler boyunca izlenmesini kolaylaştırmaktadır (Amani ve diğ. 2020; Gorelick 2013).

Marmara Denizi temelde Kuzey ve Güney Marmara olarak 2 bölümde düşünülmüş, Kuzey ve Güney Marmara da kendi içlerinde 6'şar alt bölgeye ayrılarak, toplamda 12 farklı bölge halinde incelenmiştir (Şekil 1). Oluşturulan karelej sisteminde, bölgenin tamamının dahil edilebilmesi amacıyla, kareler Kuzey Marmara için 50 km x 50 km, Güney Marmara için ise 40 km x 40 km'lik alanlardan oluşturulmuştur. Oluşturulan alanlarda GEE yardımı ile 01/07/2003-01/07/2021 aralığındaki tüm MODIS-Aqua görüntüleri işlenerek, alanlarda gözlenen ortalama chl-a konsantrasyon verileri mg/m^3 cinsinden listelenmiştir. Listelenen değerler tüm alanlar için, toplamda 31.448 adet ortalama chl-a konsantrasyonundan oluşmaktadır. Verilerin yıllık dağılımları Şekil 2'de yer almaktadır. Verilerin işlenebilir hale getirilmesinin ardından, tarihsel ve/veya bölgesel gruplandırma, görselleştirme ve ekstrem değerlerin belirlenmesi gibi işlemlere tabi tutularak incelenmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanı ve uygulanan karelej.

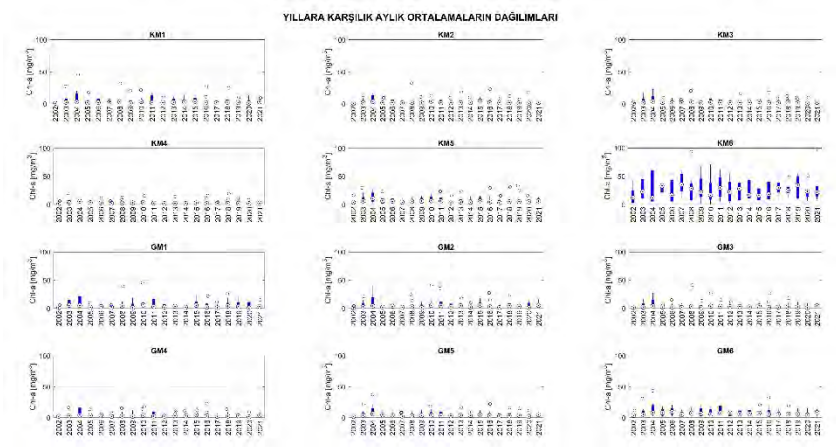


Şekil 2. Tüm alanlar için verilerin yıllık dağılımı.

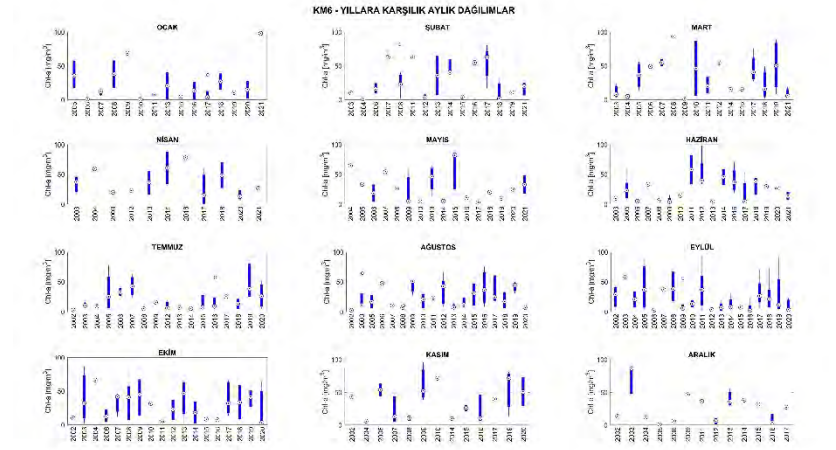
SONUÇ

Marmara Denizi genelinde en yüksek yıllık ortalama chl-a konsantrasyonu, 2004 yılında $8.24 \text{ mg}/\text{m}^3$ ve en düşüğü ise 2007 yılında $3.26 \text{ mg}/\text{m}^3$ olarak gözlenmiştir (Şekil 3). İncelenen tüm yıllar için Marmara Denizi'nde beklediği üzere yer aldığı Marmara Denizinde yenilenmesi sınırlı olan İzmit Körfezini içeren KM6 karesinde en yüksek chl-a konsantrasyonu gözlenmiştir (Şekil 4). Benzer şekilde İzmit Körfezine oranla daha yüksek yenilenmeye sahip olan Gemlik Körfezini kapsayan GM6 kare ortalamasında da yüksek sonuçlar görülmüştür (Şekil 5). Yıllar genelinde en düşük yoğunluk seviyeleri ise Karadeniz' den gelen üst suyun oluşturduğu Jet akıntısının etkisi

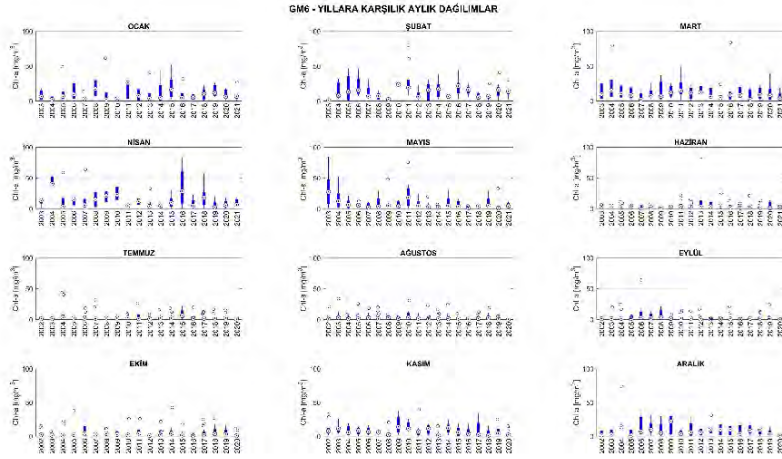
altındaki KM4 karesine ait alansal ortalama değerlerinde yer almıştır (Şekil 6). En yüksek ve en düşük konsantrasyon beklenen alanlarda GEE sistematığının ürettiği neticelerinde aynı durum belirgindir.



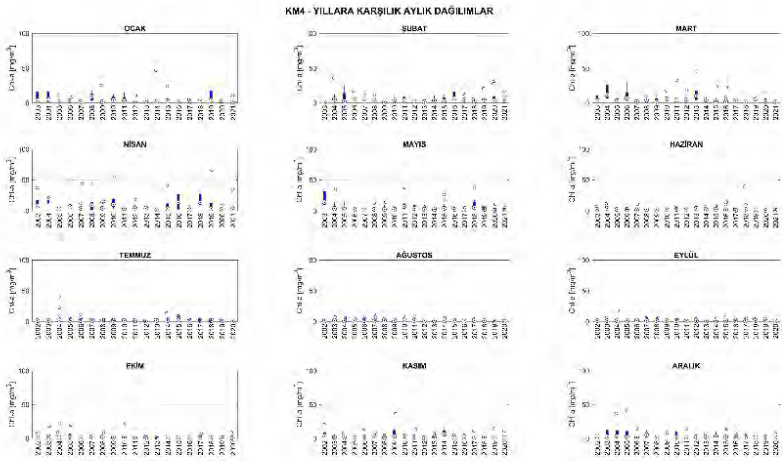
Şekil 3. Bölgelere ve yıllara karşılık aylık ortalamaların dağılımı.



Şekil 4. KM6 yıllara karşılık aylık chl-a dağılımları.



Şekil 5. GM6 yıllara karşılık aylık chl-a dağılımları.



Şekil 6. KM4 yıllara karşılık aylık chl-a dağılımları.

Tüm bölgeler için aylık dağılım grafikleri Kuzey Marmara için Ek-1, Güney Marmara için ise Ek-2'de detaylı olarak sunulmuştur. Aylık veriler incelendiğinde, genel olarak birincil üretimin Marmara Denizi'nin tamamında ilkbahar mevsiminde yoğun olarak gerçekleştiği söylenebilmektedir. Marmara Denizi sirkülasyonu ve hidrografik özelliklerinin yüzey akıntıları boyutunda değerlendirilmesinin neticesinde Kuzey kıyıları boyunca zaman zaman yüksek konsantrasyonlu bölgeler gelişebilmektedir. Ancak genel olarak yüzey akıntısı vektörlerinin daha zayıf olduğu Marmara Denizi'nin güney kesiminde ise

konsantrasyon genel olarak kesintisiz yüksek olarak gözlenebilmektedir. İstisna olan bölge ise; İstanbul Boğaz Jetinin zaman zaman İmralı adası açıklarına ulaşmasına neden olacak veya Armutlu Yarımadası kıyılarına çarpacak kadar güçlü olduğu mevsimlerde birincil üretimin sınırlanmaktadır. Ancak bu jetin negatif etkisi Gemlik ve Bandırma Körfezlerinde yüzey sularının hapsolmesine neden olmaktadır. Marmara Denizi kıyı boyu akıntısının dinamik süreçleri körfezlerin zaman zaman hızlıca yenilenmesini sağlamaktadır. Ancak Kapıdağ Yarımadasının Batısında ve Marmara Adasının Güneyinde kalan takım adalar bölgesindeki yüksek konsantrasyon hem alt akıntı ile bölgenin oşinografisi üzerinde Marmara Denizinin başka bölgelerine oranla etkin olan Akdeniz suyunun etkisiyle gelişen süreçlerdir.

TARTIŞMA

Çalışma kapsamında, GEE platformu ve MODIS-Aqua verilerinden faydalanılarak, tüm Marmara Denizi genelinde 19 yıllık chl-a yoğunlukları temin edilmiştir. Veriler oluşturulan alt bölgelere, yıllara ve aylara karşılık olarak gruplandırılarak sunulmuştur. Uzaktan algılama ile elde edilen veriler ışığında, istatistiksel yöntemler kullanılarak, veri analizleri daha da çoğaltılması mümkündür. Bu çalışmanın neticesinde de anlaşılabileceği üzere Marmara Denizi oşinografisinin birbiri ile güçlü ilişkili olan veya tamamen bağımsız dinamik kuvvetlerin etkisi altındadır. GEE platformları genel özelliklerin ortaya konmasında çok verimli sonuçlar ürettikleri ortadadır.

DEĞİNİLEN BELGELER

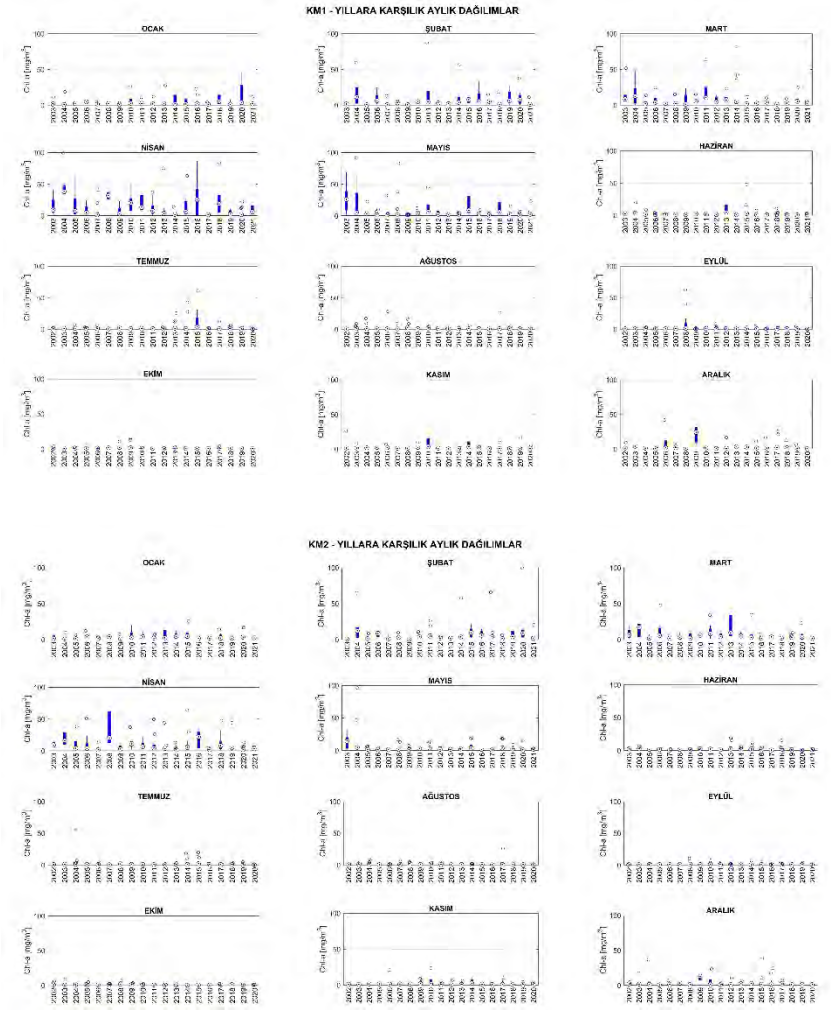
- Amani, M., Ghorbanian, A., Ahmadi, S.A., Kakooei, M., Moghimi, A., Mirmazloumi, S.M., ... Parsian, S. (2020). Google earth engine cloud computing platform for remote sensing big data applications: A comprehensive review. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing* 13: 5326-5350.
- Barnes, W.L., Pagano, T.S., Salomonson, V.V. (1998) Prelaunch characteristics of the moderate resolution imaging spectroradiometer (MODIS) on EOS-AM1. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 36(4): 1088-1100.
- Dierssen, H.M., Randolph, K. (2013a) Remote sensing of ocean color. *Earth system monitoring* içinde (ss. 439-472). Springer.
- Dierssen, H.M., Randolph, K. (2013b) Remote sensing of ocean color. *Earth system monitoring* içinde (ss. 439-472). Springer.
- Gorelick, N. (2013) Google earth engine. *EGU General Assembly Conference Abstracts* içinde (C. 15, s. 11997). American Geophysical Union Vienna, Austria.
- Mutanga, O., Kumar, L. (2019) Google earth engine applications. Multidisciplinary Digital Publishing Institute.
- O'Reilly, J.E., Maritorena, S., Mitchell, B.G., Siegel, D. A., Carder, K. L., Garver, S. A., ... McClain, C. (1998) Ocean color chlorophyll algorithms for SeaWiFS. *Journal of Geophysical Research: Oceans* 103(C11): 24937-24953.
- Rigaux, P., Scholl, M., Voisard, A. (2002) Spatial databases: With application to GIS. Morgan Kaufmann.

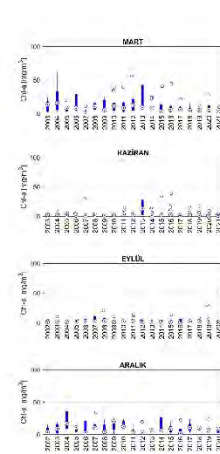
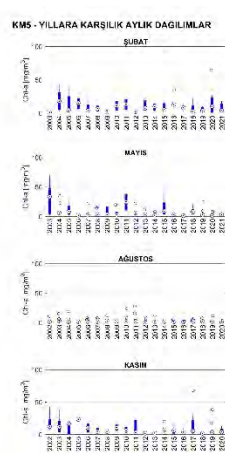
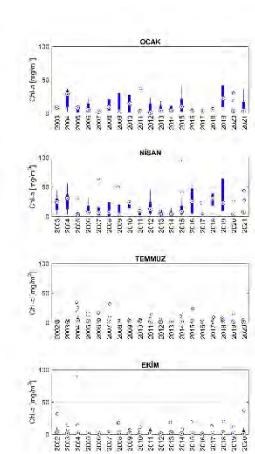
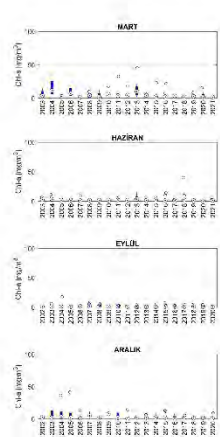
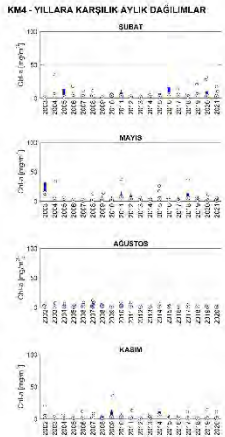
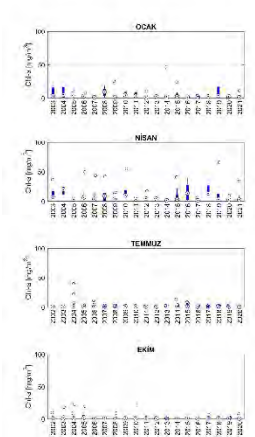
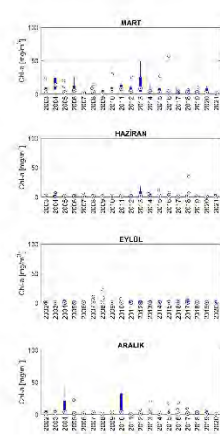
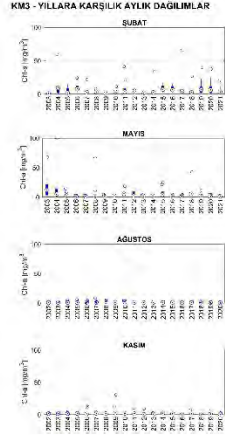
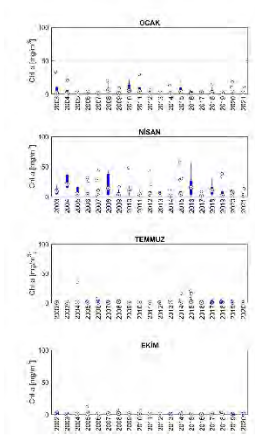
Wang, W., Liang, S. (2009) Estimation of high-spatial resolution clear-sky longwave downward and net radiation over land surfaces from MODIS data. *Remote sensing of environment* 113(4): 745-754.

Werdell, P.J., Bailey, S.W., Franz, B.A., Harding Jr, L.W., Feldman, G.C., McClain, C.R. (2009) Regional and seasonal variability of chlorophyll-a in Chesapeake Bay as observed by SeaWiFS and MODIS-Aqua. *Remote Sensing of Environment* 113(6): 1319-1330.

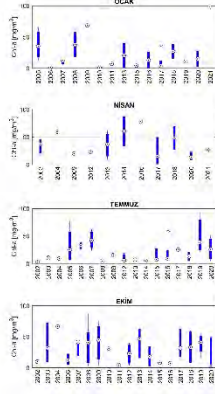
Yılmaz, İ.N. (2008) Marmara Denizi zooplankton dinamiği.

EK-1

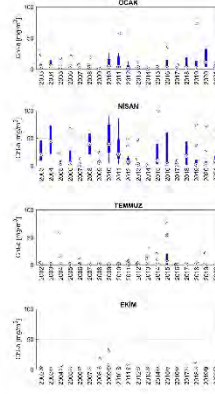
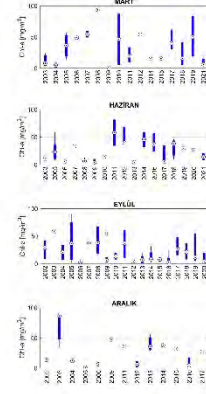
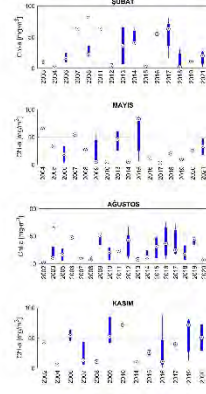




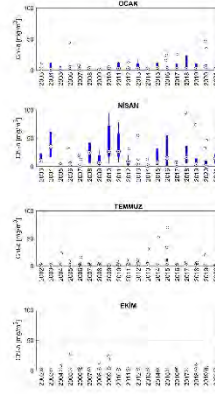
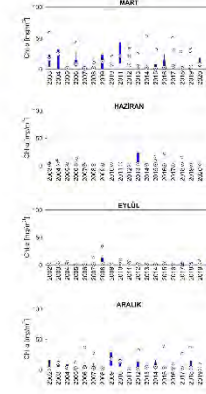
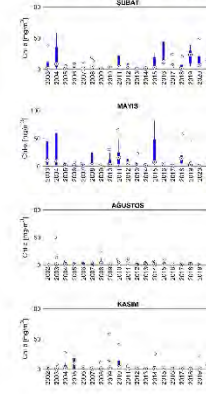
EK-2



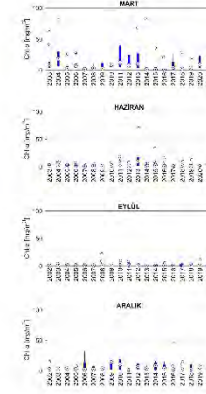
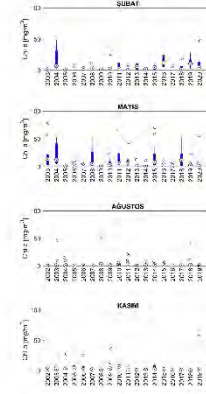
KMB - YILLARA KARŞILIK AYLIK DAĞILIMLAR

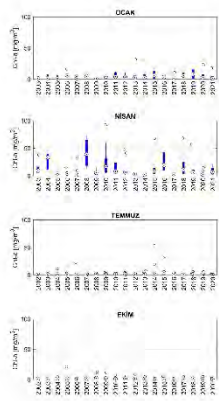


OM1 - YILLARA KARŞILIK AYLIK DAĞILIMLAR

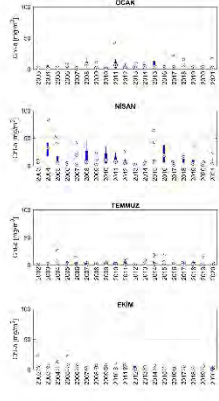
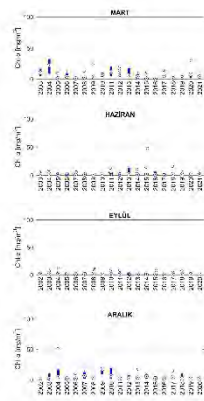
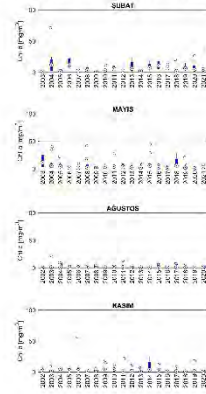


OM2 - YILLARA KARŞILIK AYLIK DAĞILIMLAR

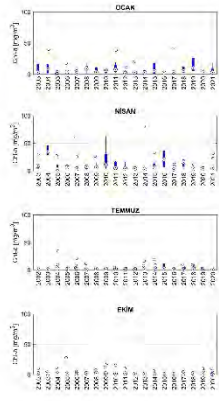
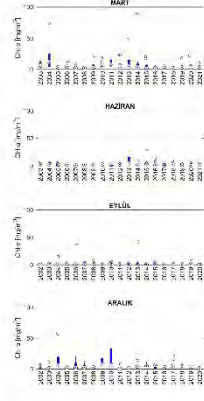
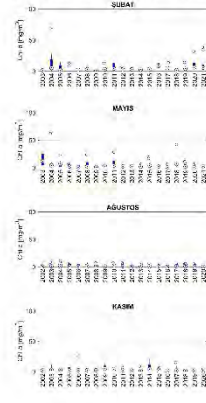




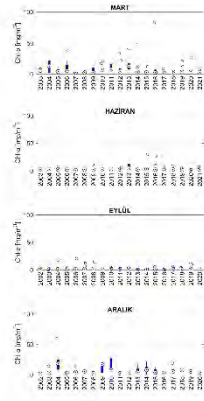
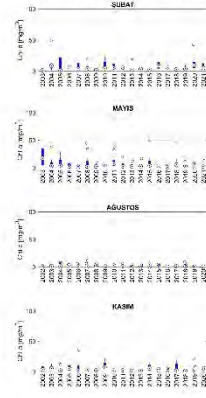
OGM - YILLARA KARŞILIK KAYLIK DAĞILIMLAR



OGM - YILLARA KARŞILIK KAYLIK DAĞILIMLAR



OGM - YILLARA KARŞILIK KAYLIK DAĞILIMLAR





MÜSİLAJ KISKACINDA KENTSEL ATIKSU ARITMA TESİSLERİ İÇİN PROSES TASARIMINDA YEREL YAKLAŞIMLAR

LOCAL APPROACHES IN PROCESS DESIGN FOR MUNICIPAL WASTEWATER TREATMENT PLANTS UNDER MUCILAGE STRESS

H. Güçlü İNSEL*, Emine ÇOKGÖR, Didem OKUTMAN TAŞ,
Didem AKÇA GÜVEN, Gülsüm Emel ZENGİN, Gökşin ÖZYILDIZ
İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü,
Ayazaga Kampusu, 34469, Maslak, İstanbul, Türkiye
*inselhay@itu.edu.tr

ÖZET: Özellikle müsilaj gibi sorunlara maruz kalan ve nütrient açısından sıkı deşarj standartları gerektiren alıcı ortamlara deşarj yapan atıksu arıtma tesislerinin doğru tasarımı ve işletilmesi büyük önem arz etmektedir. Kentsel atıksu arıtma tesislerinin tasarımında gerekli reaktör hacimlerinin ve ekipman kapasitelerinin belirlenebilmesi için yerel koşulları yansıtan biyolojik temelli atıksu karakterizasyonunun, kinetik ve stokiyometrik parametrelerin deneysel olarak belirlenmesi gereklidir. Bu çalışma kapsamında, İstanbul Su ve Kanalizasyon (İSKİ) idaresine bağlı dört adet İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi giriş atıksuları için biyolojik arıtma tesisinin tasarımına esas giriş organik madde fraksiyonları ve proses kinetikleri belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Müsilaj, KOİ fraksiyonları, nitrifikasyon hızı, hidroliz hızı

ABSTRACT: The correct design and operation of wastewater treatment plants, which are exposed to problems such as mucilage and receiving bodies that require strict discharge standards in terms of nutrients, are of great importance. Biological-based characterisation and determination of kinetic and stokiometric parameters of wastewater reflecting local conditions is necessary for the design of municipal wastewater treatment plants in terms of the required reactor volumes and equipment capacities. In this study, organic matter fractions and process kinetics were determined for the influent wastewater of four Advanced Biological Wastewater Treatment Plants affiliated to the Istanbul Water and Sewerage Administration (İSKİ).

Keywords: Mucilage, COD fractions, nitrification rate, hydrolysis rate

GİRİŞ

Kentsel atıksu arıtma tesislerinde kullanılan prosesler genellikle mikrobiyolojik aktivite, kinetik ve stokiyometrik parametreler ile ifade

edilmektedir. Tesislerin maruz kaldığı değişken çevresel koşullar (sıcaklık, yağış vb.) ve endüstriyel deşarjlar, bu parametrelerin değişmesine neden olmaktadır. Bu parametrelerin değişkenliği tesisin nütrient giderim performansı yanında çamur üretimi, oksijen tüketimi gibi ana bileşenleri de etkilemektedir. Bu sebeple, kentsel atıksu arıtma tesisleri proses seçiminin ve tasarımının doğru yapılabilmesi için yerel koşullar için giriş KOİ fraksiyonlarının belirlenmesi gerekmektedir. Diğer taraftan, biyolojik azot giderimi için kısıtlayıcı parametre proses nitrifikasyonu olup biyolojik azot gideriminin başarıyla gerçekleştirilmesini sağlayacak doğru tasarımın yapılabilmesi için nitrifikasyon kinetiğinin deneysel olarak belirlenmesi son derece önemlidir. Atıksu arıtma tesisleri büyük yatırımlar gerektirdiği için bu verilerin daha önceden elde edilmesi elzemdir. Özellikle nütrient açısından sıkı deşarj standartlarına sahip bölgelerde ya da müsilaj gibi sorunların ortaya çıktığı kapalı ve yoğun kirlilik alan veya su kalitesinin zaten çok düşük olduğu alıcı ortamlar için kentsel atıksu arıtma tesislerinin azot giderim performansının en yüksek seviyede olması beklenir.

Ülkemizde yaygın olarak benimsenen yaklaşım, atıksu arıtma tesisi projelerinde başka ülkelere ait atıksu arıtma tesisi tasarım standartlarının sorgulanmadan doğrudan uygulanmasıdır. Bu şekilde, ileri biyolojik atıksu arıtma tesislerinin tasarımında kullanılan yabancı tasarım kriterleri yerel koşulları yansıtmadığı için bu kriterlerin projelerde doğrudan kullanımı ciddi tasarım hatalarına neden olmakta ve yüksek verimli tesis işletmesini imkansız klabilmektedir (İnsel ve diğ. 2021).

Bu çalışma kapsamında İstanbul Su ve Kanalizasyon (İSKİ) idaresine bağlı Tuzla, Paşaköy, Ataköy ve Ambarlı İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesislerine gelen atıksular için kritik öneme sahip giriş KOİ fraksiyonları, organik maddenin hidroliz hızı ve nitrifikasyon bakterilerinin çoğalma kinetiği belirlenmiştir.

MATERYAL VE METOD

Atıksu arıtma tesislerinin tasarımında kritik öneme sahip giriş KOİ fraksiyonları, nitrifikasyon hızları, organik madde ayrışma hızlarına ait analizler ham atıksu ve havalandırma havuzlarından alınan aktif çamur kullanılarak yürütülmüştür. İstanbul Tuzla, Paşaköy, Ataköy ve Ambarlı İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesislerinden (İBAAT) alınan kompozit atıksu örneklerinde respirometrik yöntemler kullanılarak KOİ fraksiyonları belirlenmiştir (Ubay Çokgör 1997; Insel ve diğ. 2003; 2021). Nitrifikasyon hızına ait testler ise ısı ceketli cam reaktörde (farklı proses sıcaklıklarında) ilgili İBAAT'tan alınmış aktif çamurun aşısı olarak kullanıldığı ve İBAAT'ın atıksuyu ile beslendiği sıcaklık ve pH kontrollü bir sistemde Melcer ve diğ. (2003)'te önerilen yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kinetik parametreler deneysel olarak elde edilen verilerin modellenmesi ile bulunmuştur. Diğer tesislere/yıllara ait deneysel sonuçlar Insel ve diğ. (2021); Gunes ve diğ. (2019) ile Sözen ve diğ. (1996) kaynaklarından derlenmiştir.

DENEYSEL SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

KOİ fraksiyonlarının belirlenmesi: Biyolojik karbon ve azot giderimi için sıklıkla kullanılan ASM1 modeline (Henze ve diğ. 1987) göre giriş atıksuyunun toplam KOİ (C_T)'si, çözülmüş KOİ (S_T) ve partiküler KOİ (X_T)'den oluşmaktadır. Bu ayırım atıksuyun 0,45 µm membran filtreden süzülmesi ile ayrılan KOİ bileşenlerini göstermektedir. Çözülmüş ve partiküler KOİ'nin de ayrışabilen ve inert fraksiyonları bulunmaktadır. Çözülmüş inert KOİ (S_I), atıksu arıtma tesisinde reaksiyona girmeden çıkış akımı ile deşarj edilmektedir. Kolay ayrışabilen organik madde (S_S) ise biyolojik olarak hızlı bir şekilde metabolize edilmekte olup biyolojik fosfor giderimi için önemlidir. Yavaş ayrışabilen (partiküler) KOİ (X_S), hidroliz kinetiğine ve çamur yaşına bağlı olarak aktif çamur prosesinde giderilmektedir. Biyolojik azot giderimi yapan tesislerde özellikle pre-anoksik hacimde ayrışabilen organik maddenin tamamına yakını kullanılmakta olup bu fraksiyonun belirlenmesi önemlidir (İnsel ve diğ. 2019; Okutman Taş ve diğ. 2009). İntert partiküler KOİ (X_I) ise çamur yaşı ile birirmektedir. İstanbul'da Tuzla, Paşaköy, Ataköy ve Ambarlı İBAAT giriş atıksuyundan alınan numunelerde KOİ fraksiyonları belirlenmiş ve dünyadaki farklı kentsel atıksular için belirlenmiş KOİ fraksiyonları ile karşılaştırılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Giriş atıksu % KOİ fraksiyonları (İnsel ve diğ. 2020, 2021).

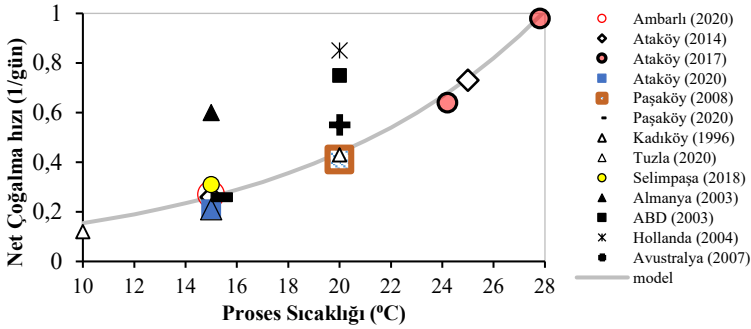
Ülke	S_I	S_S	X_I	X_S
ABD	5,0	16,0	13,0	66,0
Danimarka	7,6	20,3	13,0	58,7
Güney Afrika	5,0	20,0	13,0	62,0
İtalya	6,0	15,0	8,0	71,0
Almanya	6,4	18,6	11,3	63,7
Hollanda	6,0	26,0	39,0	28,0
İstanbul				
Tuzla	8,5	7,0	7,0	77,5
Paşaköy	6,0	7,0	8,0	79,0
Ataköy	11,4	10,0	7,0	71,6
Ambarlı	5,0	7,0	6,0	83,0

Tablo 1 incelendiğinde Ataköy İBAAT haricinde atıksu arıtma tesislerinde giriş çözülmüş inert KOİ fraksiyonunun dünyadaki diğer tesisler ile benzer olduğu görülmektedir. Kolay ayrışan KOİ konsantrasyonu ise diğer ülkelere göre daha düşük seviyede olup bu bileşen özellikle biyolojik fosfor giderimi açısından önemlidir. Yavaş ayrışabilen organik madde fraksiyonunun yüksek olması denitrifikasyon prosesi açısından gereklidir.

Nitrifikasyon hızının belirlenmesi: Nitrifikasyon prosesi atıksulardaki amonyum azotunun oksitlenmiş azot formuna dönüştürülmesi için gerekli olan kısıtlayıcı prosestir. Çalışmada, Tuzla, Paşaköy, Ataköy ve Ambarlı İBAAT'lerinden alınan atıksu örnekleri ile gerçekleştirilen nitrifikasyon testlerinde elde edilen net çoğalma hızlarının sıcaklığa bağlı değişimleri, önceki yıllarda yine İSKİ atıksu arıtma tesisleri ve diğer ülkeler için saptanan değerler

ile karşılaştırmalı olarak Şekil 'de sunulmuştur. Dünyadaki diğer örnekleri ile karşılaştırıldığında (Wichern ve diğ. 2003; Henze ve diğ. 2000; Melcer ve diğ. 2003), İstanbul için ölçülen net çoğalma hızlarının daha düşük seviyede olduğu görülmektedir. İleri biyolojik aktif çamur sistemlerinde nitrifikasyon prosesi için gerekli aerobik çamur yaşının hesaplanmasında bu ölçüm değerlerinin dikkate alınması gereklidir. Aksi durumda tesisler azot giderimi yapamayacaktır.

Heterotrofik Çoğalma ve Hidroliz Hızı: Proje kapsamında yürütülen deneysel çalışmalardan heterotrofik çoğalma hızının literatürde verilen değerlerden farklı olmadığı rapor edilmiştir (Insel ve diğ. 2019, 2020). Ancak, yavaş ayrışabilen organik maddenin ayrışma kinetiğini yansıtan hidroliz hızı 1,2 gün⁻¹ seviyesinde deneysel olarak belirlenmiş olup literatürde verilen seviyesinin %60'ına tekabül etmektedir (Henze ve diğ. 2008). Bu değer anaerobik koşullarda daha da düşük seviyeye sahip olmaktadır. Hidroliz hızının düşük olması denitrifikasyon prosesi için gerekli olan anoksik hacimlerin tasarlanmasında; ayrıca çamur stabilizasyonu ve anaerobik çamur çürütme aşamasında elde edilecek biyogaz debisinin doğru hesaplanmasında kritik öneme sahiptir. Bu hesaplamalar da tesisin enerji yönetimini yakından ilgilendirmektedir.



Şekil 1. Nitrifikasyon bakterilerinin net çoğalma hızlarının sıcaklığa bağlı değişimi ve diğer ülkelerle karşılaştırılması

SONUÇLAR

Bu çalışma sonucunda İSKİ İBAAT'lerinde organik madde fraksiyonları içinde yavaş ayrışan KOİ fraksiyonunun önemli bir yer teşkil ettiği belirlenmiştir. Diğer taraftan nitrifikasyon bakterileri için maksimum çoğalma hızlarının literatürde bildirilen değerlerden düşük olduğu görülmüştür. Ayrıca tesislerin genelinde organik madde oksidasyonu için hız kısıtlayıcı faktör olan maksimum hidroliz hızlarının düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgular ve literatür ile görülen farklılıklar yerel atıksu karakterizasyonunun ve buna bağlı olarak ilgili proses kinetiklerinin farklı olabileceğini açıkça ortaya koymaktadır. Bu farklılıkları kanalizasyon yapısı, atıksu kanal sistemlerine endüstriyel atıksu deşarjı ve kentsel yağmur suyu taşkınları gibi evsel atıksu niteliklerini değiştiren katkıların oluşturduğu anlaşılmaktadır. Bu çalışmanın ülkemizde özellikle yeni yapılacak kentsel atıksu arıtma tesislerinin tasarımına ışık tutacağı ve su

kaynaklarımızda artan kirliliğin önüne geçmek üzere yerel koşullarla uyumlu tasarımların yapılmasına öncülük edeceği düşünülmektedir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Güneş, G., Hallaç, E., Özgan, M., Ertürk, A., Okutman Taş, D., Çokgor E., Güven, D., Takacs, I., Erdinçler, A., Insel, G. (2018) Enhancement of Nutrient Removal Performance of Activated Sludge with a Novel Hybrid Biofilm Process. *Bioprocess Biosyst Eng* 42(3): 379-390.

Henze, M., Grady, C.P.L.Jr, Gujer, W., Marais, G.v.R., Matsuo, T. (1987) Activated sludge model No.1, IAWPRC Science and Technical Report No. 1, IAWPRC, London.

Henze, M., Gujer, W., Mino, T., van Loosdrecht, M.C.M. (2000) Activated Sludge Models: ASM1, ASM2, ASM2d and ASM3, Scientific and Technical Report No: 9, IWA Publishing, Londra.

Henze, M., van Loosdrecht, M.C.M., Ekama, G.A., Brdjanovic, D. (2008) Biological Wastewater Treatment Principles, Modelling and Design, IWA Publishing, Londra, İngiltere, ISBN: 1843391880.

Insel, G., Artan, N., Çokgör, E., Akça Güven, D., Okutman Taş, D., Zengin Balcı, G.E., Özyıldız, G., Pala, I. (2020) Atıksu Yönetimi Standardizasyon Projesi No-1, İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi, Ar-Ge Müdürlüğü, Proje Final Raporu, Kağıthane, İstanbul.

Insel, G., Artan, N., Çokgör, E., Akça Güven, D., Okutman Taş, D., Zengin Balcı, G.E., Özyıldız, G., Pala, I. (2021) Kentsel Atıksu Arıtma Tesisleri Proses Seçimi, Tasarımı ve Modellenmesi El Kitabı, Atıksu Yönetimi Standardizasyon Projesi No-1, İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi, Ar-Ge Müdürlüğü, Kağıthane, İstanbul.

Insel, G., Sozen, S., Yucel, A.B., Gokcekus, H., Orhon, D. (2019) Assessment of anoxic volume ratio based on hydrolysis kinetics for effective nitrogen removal: model evaluation. *J Chem Technol Biotechnol* 94(6): 1739-1751.

Melcer, H., Dold, P., Jones, R.M., Takács, I., Stensel, H.D., Wilson, A.W., Sun, P., Bury, S. (2003) Methods for wastewater characterization in activated sludge modeling, Technical Report, Water Environment Research Federation, Alexandria, ABD. ISBN: 1-893664-71-6.

Okutman Tas, D., Karahan, O., Insel, G., Övez, S., Orhon, D., Spanjers, H. (2009) Biodegradability and denitrification potential of settled chemical oxygen demand in domestic wastewaters. *Water Environ Res* 81(7): 715-727.

Sözen, S., Orhon, D., San, HA. (1996) A new approach for the evaluation of the maximum specific growth rate in nitrification. *Water Research* 30(7): 1661-1669.

Ubay Çokgör, E. (1997) Aerobik Sistemlerde Proses Stokiyometrisi ve Kinetiğinin Respirometrik Olarak Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.

Wichern, M., Lübken, M., Blömer, R., Rosenwinkel, K.H. (2003) Efficiency of the Activated Sludge Model no. 3 for German wastewater on six different WWTPs. *Water Sci Technol* 47(11): 211-218.

MARMARA DENİZİ MÜSİLAJ KÜMELERİ TİPOLOJİSİ (2021)

TIPOLOGY OF MUCILAGE AGGREGATES IN THE SEA OF MARMARA (2021)

İlayda Destan ÖZTÜRK^{1,2*}, Gökhan KAMAN³, Sabri MUTLU³,
Dilek EDİGER¹, Hüsne ALTIOK¹

¹Fiziksel Oşinografi ve Deniz Biyolojisi Ana Bilim Dalı, Deniz Bilimleri ve
İşletmeciliği Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

²Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV), P.K. 10, Beykoz, İstanbul, Türkiye

³TÜBİTAK MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü, Kocaeli, 41470, Türkiye
*destanozturk@istanbul.edu.tr

ÖZET: 2021 yılında yoğun bir şekilde Marmara Denizi'nde gözlemlenen müsilağ oluşumunun su kolonu boyunca nasıl dağıldığını gözlemlemek üzere 2021 yaz mevsiminde 10 istasyonda sualtı görüntüleri suyun fiziksel özellikleri ile birlikte kayıt altına alınmıştır. Çalışmanın amacı, müsilağ tipolojisini Marmara Denizi'nde oluşan müsilağ için belirlemek ve güncel veriler ile karşılaştırarak mevcut durumu ortaya koymaktır.

Anahtar Kelimeler: Müsilağ tipolojisi, müsilağ kümeleri, Marmara Denizi, sualtı videosu

ABSTRACT: In order to observe how the mucilage formation, which was observed intensively in the Marmara Sea in 2021, is distributed along the water column, underwater images were recorded together with the physical properties of the water at 10 stations in the summer of 2021. The aim of the study is to determine the mucilage typology for the mucilage formed in the Marmara Sea and to compare it with the current data to reveal the current situation.

Keywords: Mucilage typology, mucilage aggregates, Sea of Marmara, underwater video

GİRİŞ

Müsilağ oluşumu besin tuzlarınca zengin sularda çeşitli organizmaların aşırı artışı sonucu görülmektedir (Lancelot 1995; Otero ve diğ. 2013). Belirli çevresel ve trofik koşullarda denizel mikroorganizmaların yüksek miktarda salgı üretmesi sonucu oluşmaktadır (Innamorati ve diğ. 2001; Mecozzi ve diğ. 2001). Müsilağın oluşumu, dağılımı ve etkileri ile ilgili birçok çalışma mevcuttur (Syrski 1872; Lancelot 1995; Degobbi ve diğ. 1999; Najdek ve diğ. 2005; Schiaparelli ve diğ. 2007; Fukao ve diğ. 2009). Marmara Denizi'nde 2021 yılı öncesinde

meydana gelen müsilaş oluşumu ile ilgili tamamlanmış çalışmalar bulunmaktadır (Aktan ve diğ. 2008; Balkıs ve diğ. 2011).

Marmara Denizi, Karadeniz ve Akdeniz'i birbirine bağlayan, hem Karadeniz suları nedeniyle yüksek besin tuzu girdisine sahip olan hem de Marmara bölgesinin en gelişmiş şehirlerinin doğrudan atıksu deşarjlarına ev sahipliği yapan, 240 km kıyı şeridi bulunan yarı kapalı bir iç denizdir (Tugrul ve Polat 1995). Marmara Denizi'nde 2 farklı su kütlesi bulunması nedeniyle 15-30 m arasında, derinliği mevsimsel ve bölgesel olarak değişen kalıcı bir haloklin tabakası yer almaktadır (Ünlüata ve diğ. 1990; Beşiktepe ve diğ. 1994). Su kolonunda müsilaş kümelerini farklı formlarda bulunmaktadır. Müsilaş kümelerinin tipolojisi Stachowitsch ve diğ. (1990) ve Precali ve diğ. (2005) tarafından Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1. Müsilaş kümeleri tipolojisi
(Stachowitsch ve diğ. (1990) ve Precali ve diğ. (2005))

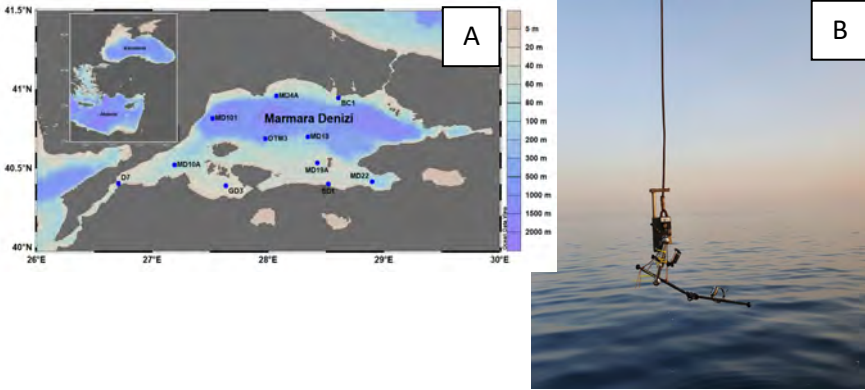
Çeşit	Açıklama	Boyut
1) Yumak	Küçük boyutlardaki kümeler	0.5 mm - 1 cm
2) Makroyumak	Küre şeklinde ya da dağınık kümeler	1-5 cm
3) Kiriş	Uzunlamasına kümeler, genellikle kuyrukluyıldız şeklinde; beyazımsı	>25 cm; birkaç mm kalınlık
4) Şerit	Uzunlamasına kümeler, Genellikle beyaz-sarı arası	10-20 cm'den 1 m'ye; birkaç cm kalınlık
5) Ağ	Kirişlerden oluşan ağimsi kümeler, genellikle beyazımsı	Dikeyde birkaç metre iken yatayda onlarca metre
6) Bulut	Oldukça büyük kümeler, bir baş kısmı ve bir ya da daha fazla kuyruk kısmı şeklinde; genellikle sarı	0.5 - 3-4 m
7) Sahte-taban	Kiriş ve makroyumaklardan oluşan yoğun bir tabaka; genellikle piknoklinde yer alır	Birkaç mm'den onlarca cm'ye
8) Örtü	Çeşitli tiplerdeli kümelerden oluşur, zemini ve bentik canlıların üzerini kaplar; sarı ve kahverengi arasında renk alır	
9) Kremsi yüzey tabakası	Kremsi yapıdaki yüzey tabakası; kiriş ve serbest yumaklardan oluşur; yüzeyde ya da yüzeyin hemen altında sürüklenir	15 cm kalınlığa kadar
10) Jelimsi yüzey tabakası	Süngerimsi yapıdaki kompakt bir tabaka, yüzeyde yer alır, çoğunlukla sarı ya da kahverengidir	Yüzlerce metre genişliğe ve kilometrelerce uzunluğa ulaşan uzunlukta bantlar

2021 yılında Marmara Denizi'nde yoğun müsilaş oluşumu görülmüştür (Özalp 2021; Balkıs-Özdelice ve diğ. 2021; Savun-Hekimoğlu ve Gazioğlu 2021; Yüksek 2021). Bu çalışmanın amacı müsilaş tipolojisini Marmara Denizi'nde oluşan müsilaş için belirlemek ve güncel veriler ile karşılaştırarak mevcut durumu ortaya koymaktır.

MATERYAL VE METOT

Müsilaj kümelerinin dağılımını anlayabilmek adına hem CTD hem de sualtı video görüntüleri Marmara Denizi'ndeki 10 istasyondan elde edilmiştir (Şekil 1). Bu istasyonlar Marmara Denizi'ni temsil edecek şekilde seçilmiş olup, D7 (72 m) istasyonu Marmara Denizi Çanakkale Boğazı girişini ve Çanakkale Boğazı'nı; MD101 (1110 m), DTM3 (400 m), MD18 (149 m) istasyonları orta ve derin baseni; GD3 (37 m) ve MD22 (100 m) istasyonları sığ bölgeleri ve körfezleri; BC1 (50 m) ve MD4A (79 m) istasyonları Marmara Denizi kuzeyini; MD19 (45 m) adlı istasyonda Marmara Denizi güneyini; MD10A (63 m) ise Çanakkale Boğazı ve Marmara Denizi arasındaki geçiş bölgesini temsil etmektedir (Şekil 1a).

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının sahibi olduğu TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezinin yürütücülüğünü ve koordinasyonunu yaptığı “Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı (DEN-İZ)” kapsamında 27 Temmuz – 07 Ağustos tarihleri arasında R/V TÜBİTAK MARMARA araştırma gemisi ile 2021 yılı Marmara Denizi Yaz Seferi gerçekleştirilmiştir. Sefer boyunca birçok istasyonda sualtı görüntüsü, fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametrelerin örneklemeleri ile birlikte eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. A. İstasyon haritası; B. Video kamera sistemi
(65 m'den derin istasyonlar için)

Sualtı görüntüleri iki farklı metot ile elde edilmiştir. 65 m'den daha sığ istasyonlarda sualtı kamerası (GoPro 8 Black) rozet sisteme entegre edilmiş ve yüzeyden dibe kadar ölçüm sırasında görüntü kaydetmiştir. 65 m'den derin istasyonlarda ise kamera sistemi vinç yardımı ile 65 m'ye belirli bir hızda indirilip tekrar yüzeye çıkartılarak görüntü elde edilmiştir. Her iki sistemde de derinliği ve istasyon bilgilerini kaydetmek için bir dalış saatine o istasyonun etiketi konarak kamera ile birlikte su kolonu boyunca görüntü alınmıştır (Şekil 1b). Mevcut durumun analizi için SD1 istasyonuna ait 2021 yılı Ağustos ayı ve 2021 yılı Aralık ayı görüntüleri Susurluk bölgesinde karşılaştırılmıştır.

SONUÇ VE TARTIŞMA

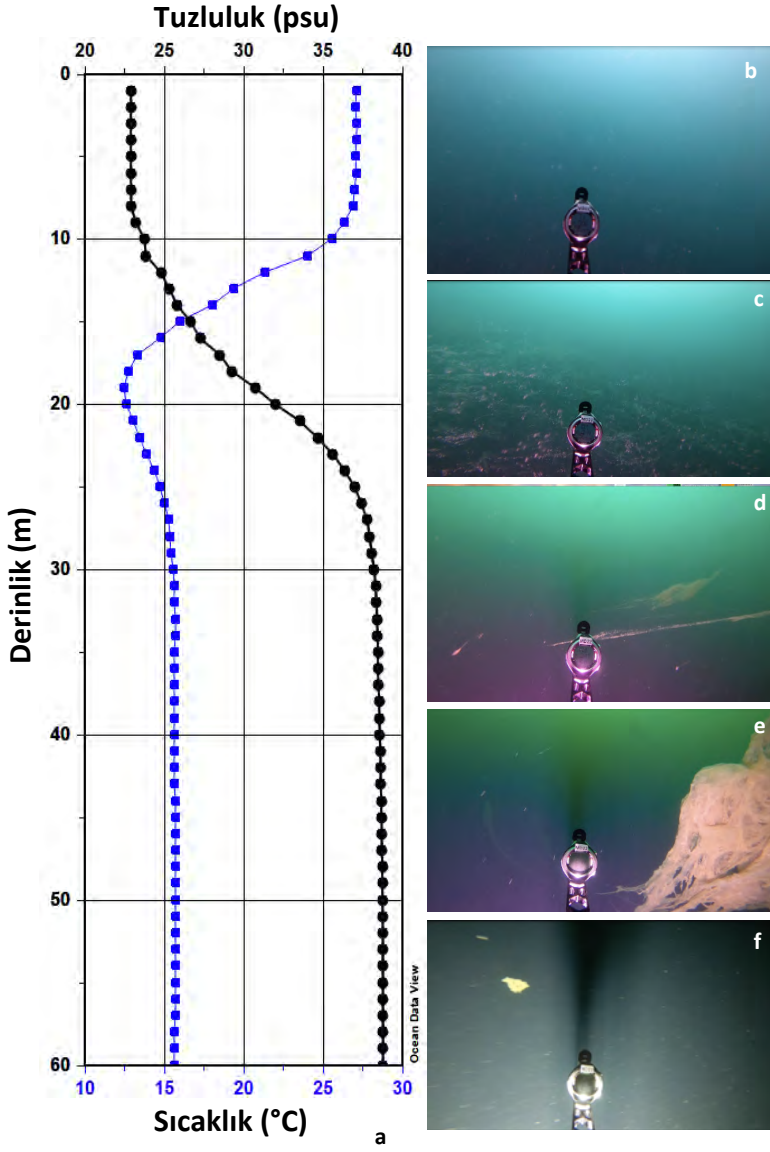
10 istasyona ait video görüntüleri incelenmiş ve müsilağ kümelerinin dikey dağılımı deniz suyunun fiziksel parametreleri ile beraber değerlendirilmiştir (Şekil 2). Farklı tipteki müsilağ kümelerinin ekran görüntü alınarak her bir istasyon için farklı tipteki kümelerin bulundukları yoğunluk aralıkları belirlenmiştir (Şekil 2 ve Tablo 2).

Stachowitsch ve diğ. (1990) ve Precali ve diğ. (2005) tarafından da belirtildiği gibi sahte-taban tabakası her istasyonda yaklaşık olarak piknoklin tabakasında gözlemlenmiştir (Şekil 2c). Yumak ve makroyumak tipi müsilağ kümeleri üst tabakada ($13.54 - 17.34 \sigma_\theta$) tespit edilmiştir (Tablo 2). Bulut ve damla şeklindeki müsilağ kümeleri ise $> 28.5 \sigma_\theta$ yoğunluğundaki su tabakasında görülmüştür. 60 metreden sığ istasyonlarda örtü tipi müsilağ yer almaktadır. Müsilağ küme tipleri ve sigma-theta (σ_θ) değerleri incelendiğinde farklı müsilağ tiplerinin farklı yoğunluk tabakalarında yer aldığı görülmektedir. Bu yoğunluk değerlerine göre müsilağ kümelerinin yanına bulunduğu derinlik aralığı da verilmiştir. Müsilağ kümelerinin dikey dağılımının deniz suyunun fiziksel, kimyasal, biyolojik özelliklerinin yanısıra müsilağ kümelerinin boyutu ve yoğunluğu ile ilişkili olduğu gözlenmiştir.

Bu dönemde sıcaklık, tuzluluk ve sigma-theta profilleri ara tabakanın 10-25 m derinlikler arasında olduğunu göstermektedir. Ara tabaka derinliği dikkate alındığında müsilağ kümelerinin alt tabakaya geçtiği ve derin istasyonlarda 60 metrenin altında kayıt edilmiştir. Daha derin sularda ışık yetersizliği sonucu görüntü elde edilememiştir.

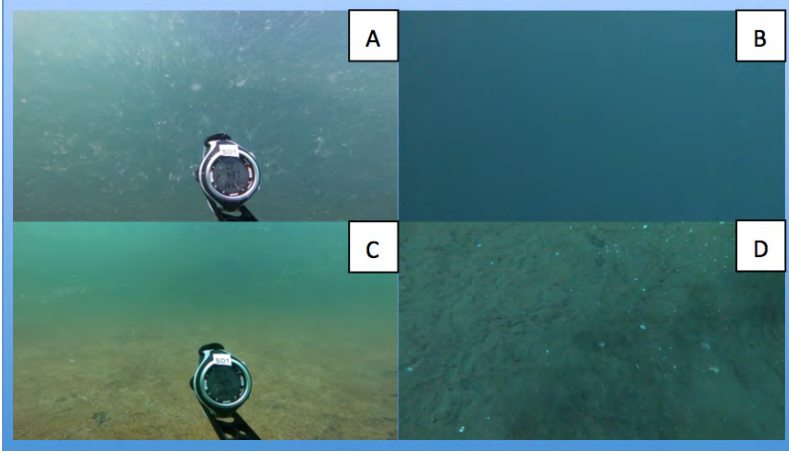
Tablo 2. Müsilağ küme tiplerinin 10 istasyona ait sigma-theta (σ_θ) değerleri ve bulundukları derinlikler

İstasyon	BC1	MD4A	MD101	DTM3	MD18	MD19A	D7	MD10A	GD3	MD22
Tarih	29 Tem	31 Tem	01 Ağu	30 Tem	30 Tem	04 Ağu	02 Ağu	02 Ağu	03 Ağu	05 Ağu
Yumak (0-6m)	13.54	13.79	13.95	13.71	13.95	14.5	14.29	14.19	14.8	13.6
Makro-yumak (0-15m)	13.54	13.79	-	13.71	-	14.5	14.29	17.34	14.8	14.69
Kiriş (0-15m)	-	-	-	13.71	14.78	16.07	14.29	17.34	-	14.69
Şerit (0-17m)	14.83	-	-	-	16.4	18.69	16.06	-	-	-
Ağ (10-17m)	-	19.29	14.97	14.7	18.31	18.69	18.85	-	15.89	17.78
Bulut (20-35m)	23.35 - 28.36	26 - 28.03	26.59 - 28.6	23.49 - 27.82	23.38 - 28.58	22.87	28.59	26.04 - 28.52	25.77	21.3 - 26.69
Damla >25m	-	28.73	27.6	28.69	-	28.38	28.76	28.7	-	28.74
Örtü>45	-	-	-	-	-	28.71	-	-	28.61	-



Şekil 2. MD22 istasyonuna ait sıcaklık ve tuzluluk profili **b:** Yüzeyde yumaklar ($\sigma_\theta=13.6$) **c:** 10 m derinlikte makroyumak, kırış & sahte taban ($\sigma_\theta=14.69$) **d:** 17 metrede bulutlar ($\sigma_\theta=21.3$) **e:** 23 metrede bulutlar ($\sigma_\theta=26.69$) **f:** 60 metrede bulut ve damlalar ($\sigma_\theta=28.74$)

SD1 istasyonunun 2021 Ağustos ve 2021 Aralık aylarındaki sualtı görüntüleri birlikte incelenmiş olup, bu istasyona ait su kolonu ve dip yapısına ait görseller Şekil 3’te verilmiştir. Şekil 3’den görüleceği üzere SD1 istasyonunda Aralık 2021 örneklemesinde hem su kolonu hem de dipte musilaj miktarı oldukça azalmış, dipteki örtü ise neredeyse tamamen yok olmuştur.



Şekil 3. SD1 istasyonuna ait 2021 Ağustos ve 2021 Aralık ayı görüntüleri (A: Ağustos ayı su kolonu; B: Aralık ayı su kolonu; C: Ağustos ayı dip yapısı; D: Aralık ayı dip yapısı)

Son yıllarda Marmara Denizi’nde sadece fitoplankton aşırı artışları değil aynı zamanda jelimsi organizmaların artışları da görülmektedir (Öztürk ve Sümen 2020). *Pinna nobilis* gibi bentik türler ise Türk Boğazlar Sistemi’nde (TBS) tehdit altındadır (Özalp ve Kersting 2020). Aşırı artışlar, müsilaj oluşumu ve bentik türlerdeki toplu ölümler Marmara Denizi ekosistemindeki sağlıksız koşullarını gözler önüne sermektedir (Öztürk ve diğ. 2021). Marmara Denizi’nin trofik düzeyi (Ediger ve diğ. 2016) dışında iklim değişikliği de (Altıok ve diğ. 2021) ekosistemin sağlığı üzerinde baskı oluşturmaktadır. Marmara Denizi ekosisteminin rehabilitasyonu için deniz koruma alanlarının oluşturulması, süregelen dinamiklerin ve ekosistemdeki değişikliklerin anlaşılabilmesi için izleme çalışmalarının daha sık periyotlarla gerçekleştirilmesi önem arz etmektedir. Bu çalışma kısmen daha önce İngilizce olarak yayımlanmıştır.

TEŞEKKÜR

2021 yılı Marmara Denizi Yaz Seferi T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının sahibi olduğu TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezinin yürütücülüğünü ve koordinasyonunu yaptığı “Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı (DEN-İZ)” kapsamında gerçekleşmiştir. Ayrıca TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü’ne, özverili çalışmalarından dolayı R/V TÜBİTAK MARMARA araştırma gemisi

mürettebatı ile sefer ekibinde yer alan diğer araştırmacılara (Ersan KUZUYAKA, Ayşen DEMİRTAŞ, Fatma BAYRAM PARTAL ve Senem ÇAĞLAR'a) ve İTÜ'den katılan star bursiyeri Tolga KARAKAYA'ya teşekkür ederiz.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Aktan, Y., Dede, A., Çiftçi, P.S. (2008) Mucilage event associated with diatoms and dinoflagellates in the Sea of Marmara. Turkey. *Harmful Algae News* 36: 1-3.
- Altıok, H., Dökümcü, K., Mutlu, S., Öztürk, İ.D., Ediger, D., Yüksek, A. (2021) Climate change indicators in the İstanbul Strait and the Sea of Marmara. In: Climate Change and its Effect in Turkish Seas (eds., Salihoğlu, B., Öztürk, B.). Turkish Marine Research Foundation, Publication No: 60, pp. 48-62 (in Turkish).
- Balkıs, N., Atabay, H., Türetgen, I., Albayrak, S., Balkıs, H., Tüfekçi, V. (2011) Role of single-celled organisms in mucilage formation on the shores of Büyükkada Island (the Marmara Sea). *J Mar Biol Assoc of the UK* 91: 771-781.
- Balkıs-Özdelice, N., Durmuş, T., Balcı, M. (2021) A Preliminary Study on the Intense Pelagic and Benthic Mucilage Phenomenon Observed in the Sea of Marmara. *International Journal of Environment and Geoinformatics* 8(4): 414-422.
- Beşiktepe, Ş.T., Sur, H.I., Özsoy, E., Latif, M.A., Oğuz, T., Ünlüata, Ü. (1994) The circulation and hydrography of the Marmara Sea. *Progress in Oceanography* 34(4): 285-334.
- Degobbi, D., Malej, A., Fonda Umani, S. (1999) The mucilage phenomenon in the northern Adriatic Sea: a critical review of the present scientific hypotheses. *Annali dell'Istituto Superiore di Sanità* 35: 373-381.
- Ediger, D., Beken, Ç., Yüksek, A., Tuğrul, S. (2016) Eutrophication in the Sea of Marmara. In: The Sea of Marmara; Marine Biodiversity, Fisheries, Conservation and Governance (eds., Özsoy, E., Çağatay, M.N., Balkıs, N., Balkıs, N., Öztürk, B.) Turkish Marine Research Foundation, Publication No: 42, İstanbul, Turkey, pp. 723-736.
- Fukao, T., Kimoto, K., Yamatogi, T., Yamamoto, K., Yoshida, Y., Kotani, Y. (2009) Marine mucilage in Ariake Sound, Japan, is composed of transparent exopolymer particles produced by the diatom *Coscinodiscus granii*. *Fisheries Science* 75: 1007-1014.
- Innamorati, M., Nuccio, C., Massi, L., Mori, G., Melley, A. (2001) Mucilages and climatic changes in the Tyrrhenian Sea. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 11(4): 289-298.
- Lancelot, C. (1995) The mucilage phenomenon in the continental coastal waters of the North Sea. *Science in the Total Environment* 165: 83-102.
- Mecozzi, M., Acquistucci, R., Di Noto, V., Pietrantonio, E., Amirici, M., Cardarilli, D. (2001) Characterization of mucilage aggregates in Adriatic and Tyrrhenian Sea: structure similarities between mucilage samples and the insoluble fractions of marine humic substance. *Chemosphere* 44: 709-720.
- Najdek, M., Blažina, M., Djakovic, T., Kraus, R. (2005) The role of the diatom *Cylindrotheca closterium* in a mucilage event in the northern Adriatic Sea: Coupling with high salinity water intrusions. *J Plankton Res* 27(9): 851-862.

- Otero, M., Garrabou, J., Vargas, M. (2013) Mediterranean Marine Protected Areas and Climate Change: A Guide to Regional Monitoring and Adaptation Opportunities. IUCN, Malaga, Spain.
- Özalp, H.B. (2021) First massive mucilage event observed in deep waters of Çanakkale Strait (Dardanelles), Turkey. *Journal of the Black Sea/Medit Environ* 27(1): 49-66.
- Özalp, H.B., Kersting, D.K. (2020) A pan-Mediterranean extinction? *Pinna nobilis* mass mortality has reached the Turkish Straits System. *Marine Biodiversity* 50(5): 1-2.
- Öztürk, İ.D., Sümen, S.G. (2020) Unusual mass mortality of jellyfish *Rhizostoma pulmo* on the coast of the Sea of Marmara in December 2020. *Journal of the Black Sea/Medit Environ* 26(3): 343-351.
- Öztürk, İ.D., Mutlu, S., Kaman, G., Partal, F. B., Demirtaş, A., Çağlar, S., Kuzkaya, E., Ediger, D. (2021) Vertical distribution of mucilage typology in the water column after a massive mucilage formation in the surface waters of the Sea of Marmara. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment* 27(2): 184-201.
- Precali, R., Giani, M., Marini, M., Grilli, F., Ferrari, C.R., Pečar, O., Paschini, E. (2005) Mucilaginous aggregates in the northern Adriatic in the period 1999-2002: Typology and distribution. *Science of the Total Environment* 353: 10-23.
- Savun-Hekimoğlu, B., Gazioğlu, C. (2021) Mucilage Problem in the Semi-Enclosed Seas: Recent outbreak in the Sea of Marmara. *International Journal of Environment and Geoinformatics* 8(4): 402-413.
- Schiaparelli, S., Castellano, M., Povero, P., Sartoni, G., Cattaneo-Vietti, R. (2007) A benthic mucilage event in North-Western Mediterranean Sea and its possible relationships with the summer 2003 European heatwave: short term effects on littoral rocky assemblages. *Mar Ecol* 28: 1-13.
- Stachowitsch, M., Fanuko, N., Richter, M. (1990) Mucus aggregates in the Adriatic Sea: An overview of types and occurrence. *Mar Ecol* 11: 327-350.
- Syrski, D. (1872) Sulle masse glutinose osservate nei mesi di Giugno e Luglio nella parte settentrionale dell'Adriatico; Trieste, Tip. Hermanstofer (in Italian).
- Tuğrul, S., Polat, Ç. (1995) Quantitative comparison of the influxes of nutrients and organic carbon into the Sea of Marmara both from anthropogenic sources and from the Black Sea. *Water Science and Technology* 32(2): 115-121.
- Ünlüata, Ü., Oğuz, T., Latif, M.A., Özsoy, E. (1990) On the physical oceanography of the Turkish Straits, In: The physical Oceanography of the Straits (ed., Pratt, J.) NATO/ASI Series, Portrecht, Kluwer Academic Publishers, pp. 25-60.
- Yüksek, A. (2021) The reasons for occurrence of sea snout/mucilage in the Sea of Marmara. In: Ecology of the Marmara Sea: Formation and Interactions of Marine Mucilage, and Recommendations for Solutions (eds., Öztürk, İ., Şeker, M.) Turkish Academy of Science, Ankara, pp. 85-104.

ÇOKLU BASKILAR ALTINDA MARMARA EKOSİSTEMİ VE MARMARA DENİZİ REHABİLİTASYON ÖNERİLERİ

MARMARA SEA ECOSYSTEM UNDER MULTIPLE STRESSORS AND REHABILITATION PLANS

Bariş SALİHOĞLU*, Bettina FACH SALİHOĞLU, Devrim TEZCAN,
Süleyman TUĞRUL, Ekin AKOĞLU, Korhan ÖZKAN, Sinan ARKIN
Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Enstitüsü, Erdemli, Mersin,
Türkiye

*baris@ims.metu.edu.tr

ÖZET: Son 40 yıl içinde, artan insan baskısının etkisiyle Marmara Denizi'nin en derin bölgelerindeki oksijen değerlerinin hipoksi sınırı olarak görülen 80 mikromoların altına indiği tespit edilmiştir. Marmara Denizi'nde ekosistem temelli yaklaşım esas alınarak Marmara Denizi'nin korunmasına yönelik eylemlerin oluşturulması amacıyla 2017 yılında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ile ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü, Marmara Bütünleşik Modelleme Sistemi (MARMOD) FAZ 1 projesini hayata geçirmişlerdir. MARMOD projesi kapsamında Boğazlar sistemi ile Marmara'ya taşınan ve Marmara'dan çıkan besin yükleri de hesaplanmış ve havzalardan Marmara'ya giren besin yükleri ile beraber ilk kez Marmara Denizi'ne özgü, fiziksel ve biyojeokimyasal özelliklerini temsil eden ulusal kaynaklarla geliştirilen bütünleşik bir model oluşturulmuştur. Modelde değişik senaryolar denenerek tüm Marmara basenini içine alacak bir rehabilitasyon planı için öneriler geliştirilmiştir. Mevcut senaryo sonuçlarına göre en fazla iyileşmeyi toplam karasal yüklerin azaltılması göstermiştir. Burada en az veri ile desteklenmesine rağmen İstanbul ve İzmit noktasal yüklerinin de azaltılmasının bir sonuç verdiği görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: MARMOD, hipoksi, ekosistem modeli, besin yükü

ABSTRACT: Observations during the last 40 years show that the oxygen level in the deep basins of the Sea of Marmara has dropped below the hypoxia limit (80 μ M). Marmara Integrated Modeling System (MARMOD) Phase 1 was implemented by METU-IMS and the Ministry of Environment and Urbanisation in 2017 to develop an ecosystem-based action plan to protect the Marmara Sea. In the MARMOD project a national modeling system was developed specifically for the Sea of Marmara that includes physical and biogeochemical properties. Nutrient input from land and nutrient input/output by the Turkish Strait System were updated and used in the model. Different scenarios were applied to the model to develop advice for a rehabilitation plan for the whole Marmara basin. The model scenarios showed that the biggest improvement in the deep water oxygen level would be achieved if the land input was reduced. Even though the

exact nutrient input into the Marmara Sea is uncertain, the model showed that a reduction from the point sources of İstanbul and İzmit results in an improvement of deep oxygen values.

Keywords: MARMOD, Hypoxia, Ecosystem Modelling, Nutrients

GİRİŞ

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nca yürütülen ulusal deniz izleme programı “Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme” çalışması bulguları ve ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü'nün Marmara Denizi'nde toplamış olduğu uzun süreli oşinografik veri seti Marmara denizinin özellikle yaz ve sonbahar dönemlerinde ara ve alt tabakasında çözünmüş oksijen azalması olduğu göstermiştir. Son 40 yıl içinde en derin bölgelerdeki oksijen değerlerinin hipoksi sınırı olarak görülen 80 mikromoların altına indiği tespit edilmiştir. Bu kapsamda Marmara Denizi'nde mevcut durumun ortaya konması, kirlilik yüklerinin ve kaynaklarının belirlenmesi, ekosistem temelli yaklaşım esas alınarak Marmara Denizi'nin korunmasına yönelik eylemlerin oluşturulması gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Bu amaçla Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nca Marmara Bütünleşik Modelleme Sistemi (MARMOD) Projesi, ODTÜ-Deniz Bilimleri Enstitüsü ile Nisan 2017'de imzalanan protokol ile başlatılmıştır. MARMOD projesi ile Marmara için bir bütünleşik modelleme sistemi oluşturularak model uygulaması, Marmara Denizi'ne özgü çevresel yönetim ve ekolojik yaklaşımlı planlara katkı sağlamak hedeflenmiştir.

MARMOD Projesi

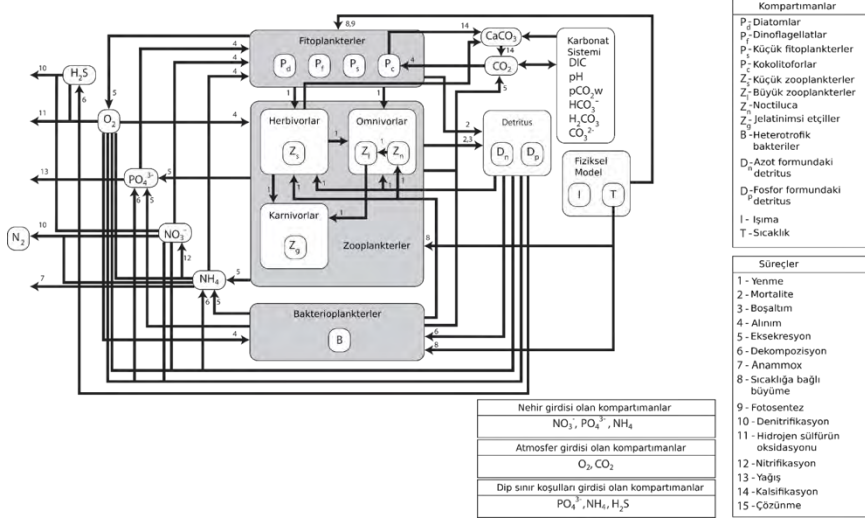
MARMOD projesi kapsamında mevcut durumda Boğazlar sistemi ile Marmara'ya taşınan ve Marmara'dan çıkan besin yükleri de hesaplanmış ve havzalardan Marmara'ya giren besin yükleri ile beraber ilk kez Marmara Denizi'ne özgü, fiziksel ve biyojeokimyasal özelliklerini temsil eden ulusal kaynaklarla geliştirilen bütünleşik bir model geliştirilmiştir. Modele girdi sağlamak amacıyla kurumlar arası işbirliği sayesinde kapsamlı bir veri tabanı oluşturulmuştur. Veri tabanı 2000 öncesi döneme göre son yıllarda basende ciddi bir oksijen azalması olduğunu açıkça ortaya koymuştur.

Proje kapsamında Türk Boğazlar Sistemi su bütçesi daha önceki hesaplamaların yanında yeni gözlem ve veriler kullanılarak yeniden revize edilmiştir. Üst tabakaya karışan ve az da olsa üstten alt tabakaya karışan su miktarları proje ekibince yeniden hesaplanmıştır. Benzer şekilde yapılan analizler güncel havza kaynaklı besin yükü tahminlerinin gerçek değerlerden büyük oranda düşük olduğuna işaret ettiğinden, bu değerler proje ekibi tarafından güncellenmiştir.

Bütünleşik Modelleme Sistemi

Marmara Denizi'nin tek boyutlu modellemesi Genel Okyanus Türbülans Modeli (GOTM) ile ODTÜ-DBE tarafından geliştirilmiş BIMS-ECO (Oğuz ve diğ. 2001) ekosistem modelinin bütünleştirilmesi ile yapılmıştır. BIMS-ECO

modeli Marmara Denizi'nin kimyasal ve ekolojik yapısını temsil edecek şekilde geliştirilmiş ve Marmara Denizi'ne uygun hale getirilmiştir. Proje kapsamında oluşturulan veri seti modelin başlangıç koşullarını oluşturmak için kullanılmıştır. Modelleme çalışmasında İstanbul ve Çanakkale boğazlardan giren ve çıkan oksijen miktarı ve besin elementleri hesaba katılmıştır. Ayrıca Marmara Denizi'nde var olan besin tuzları üzerinde önemli bir etkisi olan ve nehirler vasıtasıyla Marmara Deniz'ine taşınan karasal besin elementleri girdileri modelde hesaba katılmıştır. Marmara Denizi bütünleşik modelinin yapısı Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Marmara Denizi bütünleşik modelinin yapısı (Salihoğlu ve diğ. 2017'den uyarlanmıştır)

Senaryolar

Model kapsamında Marmara Denizi'ne giren yüklerin azaltılabileceği değişik senaryolar (Tablo 1) çalıştırılmıştır. Modele uygulanan her bir senaryoda yüzey ve dip sularında benzetim edilen ortalama O₂ konsantrasyonları Tablo 1'de verilmektedir.

Özellikle dip sularındaki O₂ konsantrasyonları incelendiğinde İzmit ve İstanbul şehirlerinin yüklerinin azaltılması, toplam karasal yük girdilerinin azaltılması ve Boğaz toplam taşınımı gibi önlemler içeren senaryolarda "Günümüz Koşulları" senaryosuna kıyasla oksijen konsantrasyonlarında hedeflenen hipoksi sınırına yaklaşan artışlar olmuştur.

Modelleme çalışmasında uygulanan senaryolar hipoksi seviyesi olan 80 µM değerinin üzerine ancak havza bazında yapılan yük azaltılması ile ulaşılabildiğini göstermiştir. Boğaz toplam taşınımının değişimi ancak iklimsel etkilerle mümkündür ve antropojenik olarak kontrol edilebilmesi çok zordur. Diğer yandan İzmit ve İstanbul illerinin havza bazlı yüklerle etkisi oldukça yüksek olmasına rağmen ilgili senaryoda bu yüklerin tamamının kaldırılması ile ancak

hipoksi sınırı değerine ulaşılmaktadır. Bu da muhtemelen İstanbul atık su verilerinin MARMOD projesine katkısının şu an minimal durumda olmasından kaynaklanmaktadır.

Tüm bu sonuçlar, ancak basen ölçeğinde etkili bir yük girdisi iyileştirme çalışmasının Marmara Denizi'nin dip sularının biyojeokimyasal koşullarını en az 6 yıl civarında bir süreden itibaren iyileştirebileceği öngörülmektedir.

Tablo 1. Günümüz koşullarından itibaren 5-6 yıl içerisinde değişik senaryolarda karışım tabakası ve dip sularında benzetim edilen O₂ konsantrasyonu değerleri.

Senaryo	Karışım tabakası	Dip
	O ₂ (µM)	O ₂ (µM)
Günümüz Koşulları	311	50
Çanakkale Boğazı Oksijen Girdisinin Azalması	309	26
Boğaz Karadeniz Besin Yükü Girdisinin Kapanması	295	75
Boğaz Alt su karışımından gelen besin yükünün kapanması	307	59
Boğaz Toplam Besin Yükünün Kapanması	288	85
Toplam Karasal Yük Girdilerinin %40 kısılması	311	80
Toplam Karasal Yük Girdilerinin %30 kısılması	312	72
İzmit ve İstanbul Yüklerinin Kapatılması	307	66
Toplam Karasal Yükün %35, Boğaz alt suyundan kaynaklanan girdilerin %75 kısılması	307	85

SONUÇLAR

Tablo 1'de özetlenen model çıktılarına göre MARMOD FAZ 1 projesi kapsamında Marmara Denizi rehabilitasyonu için kullanılabilecek bulgular şu şekildedir:

- Model sonuçları, karasal yükler %40 oranında azaltıldığı takdirde alt sularda 6 yıl gibi bir sürede hipoksi eşiğinin üzerine çıkabileceği göstermiştir.
- MARMOD projesi Marmara Denizi üzerindeki havza kaynaklı besin yüklerinin en az Karadeniz'den gelen yükler kadar hatta büyük ihtimalle yaklaşık 2 kat oranında daha fazla etkili olduğuna işaret etmektedir.
- Susurluk Havzası Kuzey Marmara Havzasına göre yaklaşık iki kat TN ve TP yükü barındırmaktadır.
- Bunu sırasıyla Karadeniz'den gelen yükler ve boğaz alt suyuna yapılan deşarjlar takip etmektedir.
- Karadeniz'den gelen tüm yükler ortadan kaldırılsa dahi Marmara Denizi dip suları hipoksi eşiğini 7-8 yılda geçebilmektedir.
- Karadeniz'den gelen yüklerle birlikte boğaz alt suyuna verilen yükler beraber ortadan kaldırılınca istenen düzeye 4-5 yılda yaklaşan bir iyileşme görülmektedir.
- Karasal yüklerin azaltılması öncelikli önlem olarak öne çıkmakta yalnız boğaz alt suyuna verilen deşarjlar konusunda da alınacak önlemlerin çok etkili olacağı da model sonuçlarında görülmektedir.

Marmara Denizi'nin rehabilitasyonu için tüm Marmara basenini içine alacak bir rehabilitasyon planı gerekmektedir. Mevcut senaryo sonuçlarına göre en fazla iyileşmeyi toplam karasal yüklerin azaltılması göstermiştir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Oguz, T., Ducklow, H.W., Purcell, J.E., Malanotte-Rizzoli, P. (2001) Modeling the response of top-down control exerted by gelatinous carnivores on the Black Sea pelagic food web. *J Geophys Res Oceans* 106: 4543-4564. doi: 10.1029/1999JC000078.

Salihoglu, B., Arkin, S.S., Akoglu, E., Fach, B.A. (2017) Evolution of future Black Sea fish stocks under changing environmental and climatic conditions. *Front Mar Sci* 4: 339. doi: 10.3389/fmars.2017.00339

İZMİT KÖRFEZİ'NDE POLİSİKLIK AROMATİK HİDROKARBON AKİBETİ: ÇOK-ORTAMLI MODELLEME VERİSİ ELDE ETMEK İÇİN GERÇEKLEŞTİRİLEN SAHA ÇALIŞMALARI

POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBON FATE IN İZMİT BAY: FIELD STUDIES CONDUCTED TO OBTAIN MULTIMEDIA MODELING DATA

Süheyl ÇAVUŞOĞLU¹, Serdar AKSAN², Ahmet BAYKÖSE²,
Tuğba AYAZ¹, İpek TEZYAPAR¹, Hepsen Bahar AKYILDIZ¹,
Halim Aytekin ERGÜL², Mihriban CİVAN¹, Aşkın BİRGÜL³,
Beyhan PEKEY¹, Aykan KARADEMİR¹, Recep Kaya GÖKTAŞ¹
¹ Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü,
Umuttepe Yerleşkesi, 41001, İzmit, Kocaeli
² Kocaeli Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü,
Umuttepe Yerleşkesi, 41001, İzmit, Kocaeli
³ Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Çevre
Mühendisliği Bölümü, Mimar Sinan Mahallesi, Mimar Sinan Bulvarı, Eflak
Caddesi, No: 177, 16310, Yıldırım, Bursa
cavusoglusuheyl@gmail.com, serdar.aksan@kocaeli.edu.tr,
ahmetbaykose92@gmail.com, tuubayaz.tba@gmail.com,
ipek.tezyapar@gmail.com, hepsenakyildiz@gmail.com,
halim.ergul@gmail.com, mihriban.civan@kocaeli.edu.tr,
askin.birgul@btu.edu.tr, bpekey@kocaeli.edu.tr, aykan@kocaeli.edu.tr,
rkaya.goktas@kocaeli.edu.tr

ÖZET: Bu çalışmada, İzmit Körfezi'nde Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) kirliliğinin analizi için kullanılabilecek çok-ortamlı akıbet modellerine destek olmak üzere gerçekleştirilen saha çalışmalarının planlama ve uygulama süreci sunulmuştur. TÜBİTAK tarafından 118Y155 numaralı, "İzmit Körfezi için Çok-Ortamlı Polisiklik Aromatik Hidrokarbon Akıbeti Modeli Geliştirilmesi" başlıklı proje ile desteklenen saha çalışmaları kapsamında İzmit Körfezi'nin üç alt-bölgesinden ve körfezi üç taraftaki kıyılardan besleyen altı farklı dereden su ve sediment örnekleri; İzmit Körfezi atmosferinden hava ve ıslak-kuru çökeltme örnekleri alınmıştır. Saha çalışmalarından elde edilen örnekler üzerinde gerçekleştirilen fiziksel analizler ile partikül madde konsantrasyonları ve partikül maddelerin organik içeriklerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Örnekler üzerinde yapılan kimyasal analizler ile ise çözünmüş ve katı fazlardaki PAH konsantrasyonlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Deniz ve dere örnekleme Ağustos 2019 ve Temmuz 2020 arasında toplam 4 kez, atmosferik örnekleme Ağustos 2019 ve Aralık 2020 arasında 13 günde bir kez olmak üzere

gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen saha çalışmaları, çok-ortamlı akıbet modellerine veri sağlama kapasitesi açısından değerlendirilmiş ve uygulamada karşılaşılan sorunlar tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Atmosferik Çökelme, İzmit Körfezi, polisiklik aromatik hidrokarbon, sediment

ABSTRACT: In the present study, the planning and implementation process of the field studies carried out to support multi-media fate models that can be used for the analysis of Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAH) pollution in İzmit Bay is presented. Within the scope of the field studies supported by TUBİTAK with the project numbered 118Y155 and titled "Development of a Multi-Media Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Fate Model for İzmit Bay", water and sediment samples were obtained from three basins of the İzmit Bay and from six different streams feeding the bay from three coasts; air and wet-dry deposition samples were taken from the atmosphere of İzmit Bay. By physical analysis performed on the samples obtained from the field studies, it was aimed to determine the particulate matter concentrations and the organic content of the particulate matter. By chemical analysis on the samples, it was aimed to determine the PAH concentrations in the dissolved and solid phases. Sea and stream sampling were carried out 4 times between August 2019 and July 2020, and atmospheric sampling was carried out once in 13 days between August 2019 and December 2020. The field studies were evaluated in terms of the capacity to provide data to multimedia fate models; and the problems encountered in practice were discussed.

Keywords: Atmospheric Deposition, İzmit Bay, polycyclic aromatic hydrocarbon, sediment

GİRİŞ

İzmit Körfezi (Şekil 1), yoğun sanayi faaliyetlerinin ortasında olması dolayısıyla pek çok organik/inorganik kimyasal kirlilik çalışmalarına konu olmuştur. Özellikle 2000’li yıllarla birlikte bölgedeki kimyasal kirlilik üzerine yapılan saha çalışmalarında artış gözlenmiştir. Bu çalışmalar körfez ve çevresindeki ağır metal (Pekey ve diğ. 2004; Pekey ve diğ. 2005; Pekey 2006; Ergül ve diğ. 2013), PAH (Okay ve diğ. 2003; Pekey ve diğ. 2007; Morkoc ve diğ. 2008), PCB (Telli-Karakoç ve diğ. 2002; Gedik ve diğ. 2010) ve PCDD/F (Karademir ve diğ. 2013) kirliliğini ortaya koymuştur.

İzmit Körfezi’ndeki organik kirliliğin seviyesi ve kaynaklarının tespit edilmesi için yapılan çalışmalar son yıllarda artış göstermesine rağmen bu çalışmalar destekleyecek çok-ortamlı akıbet modelleri ya da kimyasal taşınım modelleri henüz geliştirilmemiştir. TÜBİTAK destekli 118Y155 numaralı ve “İzmit Körfezi için Çok Ortamlı Polisiklik Aromatik Hidrokarbon Akıbeti Modeli Geliştirilmesi” projesi kapsamında yapılacak modelleme çalışmasının körfezdeki PAH kirliliğinin bütüncül bir analizini sunması hedeflenmektedir. Çok-ortamlı

kütle dengesi modelleme metodolojisiyle, körfezin çevresel özellikleri ve körfezde PAH kirliliğinin seviye ve kaynak tespiti çalışmalarıyla PAH'ların çevresel ortamlardaki akıbeti hakkındaki bilgi birikimi bir araya getirilecektir.



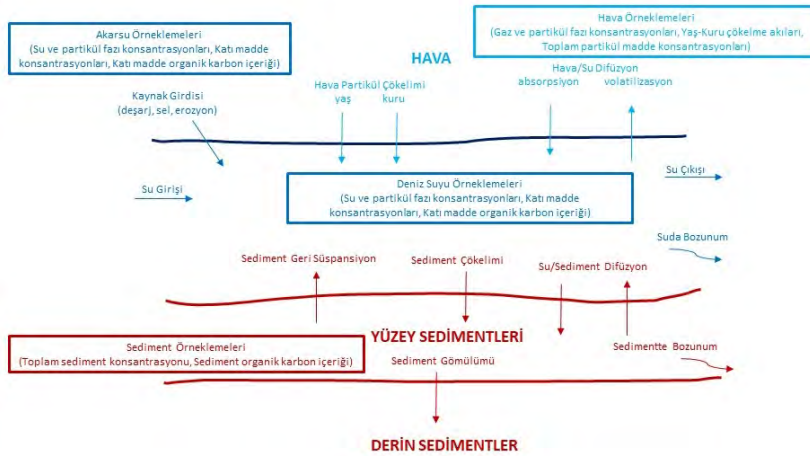
Şekil 1. İzmit Körfezi ve örneklem noktaları

Modelleme çalışmasının ilk aşamasında İzmit Körfezi'nin çevresel özellikleri ve körfezde PAH kirliliğine dair geçmişten günümüze değin gerçekleştirilmiş çalışmaların sistematik incelemesi yapılmıştır (Hasanoğlu ve Göktaş 2019). Körfezin oşinografik ve çevresel özellikleri derlenerek geliştirilecek model için bir altyapı oluşturulmuştur (Hasanoğlu 2019). İzmit Körfezi'nde PAH kirliliğine dair yayınlanmış tüm araştırma çalışmaları ayrıntılı olarak incelenmiş ve hava, su ve sediment ortamlarında toplam PAH (t-PAH) ve spesifik PAH bileşiklerinin ölçülmüş konsantrasyonları ile bu konsantrasyonların zamansal ve mekânsal dağılımı incelenmiştir.

Geçmiş yıllarda yapılan çalışmalar, süreklilik göstermemeleri, birbirlerinden farklı ve sınırlı sayıda çevresel ortamlara odaklanmaları, akıbet ve taşınım modelleri ile desteklenmemeleri sebebiyle körfezdeki kimyasal kirliliğin bütüncül bir analizini sunamamaktadır. İzmit Körfezi'ndeki PAH kirliliğinin bütüncül bir analizi için tüm kritik çevresel ortamlarda eş zamanlı yapılacak ve süreklilik gösterecek saha çalışmalarına ve bunu takip eden fiziksel-kimyasal analizlere ihtiyaç vardır. Bununla birlikte, akıbet ve taşınım modelleri ile mevcut bilgi birikiminin sentezi gereklidir. Bu çalışmada, çok-ortamlı akıbet modellerinin gereksinim duyduğu verilerin elde edilmesi amacıyla gerçekleştirilen saha çalışmalarının planlama ve uygulama süreci sunulmuştur. Hava, su ve sediment ortamlarında yapılan ölçüm çalışmaları ile, geliştirilecek modelin ihtiyaç duyacağı girdi parametrelerinin İzmit Körfezi'ni temsil edecek güncel değerler olmasının sağlanması ve modelin doğrulanması için literatürdeki çalışmalara ek veri oluşturulması amaçlanmaktadır.

MATERYAL VE METOT

Körfez ve çevresinde yapılmış çevresel araştırmaların sonuçlarına ve PAH'ların akıbetini belirleyen kimyasal parametreler hakkındaki en güncel bilimsel bilgilere başvurulmuştur. Modele dahil edilecek çevresel ortamlarda modellenecek PAH türlerinin varlığını gösteren gözlem verileri hem model girdisi olarak hem de model kalibrasyonunda / belirsizlik analizlerinde kullanılmak üzere derlenmiştir. Fiziksel/coğrafi parametreler, körfezle ilgili çok sayıda çalışmanın incelenmesi ile elde edilebilmiştir (örn. Morkoc ve diğ. 2001). İzmit Körfezi'ne PAH girdilerinin belirlenmesi için gerekli verileri elde etmek adına farklı çevresel fazlara ait (Şekil 2) örneklerde (havada partikül fazı, yağmur suyunda partikül fazı, yağmur suyunda çözünmüş faz, dere sularında çözünmüş ve partikül fazları, deniz suyunda çözünmüş ve partikül fazları, sediment) mevcut PAH bileşiklerinin miktarlarının belirlenmesi hedeflenmiştir.



Şekil 2. İzmit Körfezi'nde incelenen PAH akıbet ve taşınımı süreçleri ile örnekleme planı

İzmit Körfezi'nde çok ortamlı PAH kirliliğinin saptanması için planlanan saha çalışmalarından hava kalitesi örneklemeleri şu cihazlarla gerçekleştirilmiştir; (i) atmosferdeki gaz ve partikül fazındaki PAH kirliticiğini belirlemek için polyurethane foam (PUF) örnekleyicisi, (ii) boyutu 2.5 µm'den küçük olan partiküllere tutunmuş PAH'ları belirlemek için high volume sampler (HVS) örnekleyicisi ve (iii) PAH bileşiklerinin ıslak ve kuru çökelti akılarının belirlenmesi için de ıslak-kuru çökelti örnekleyicisi (İKÇÖ) (Birgül ve diğ. 2011) kullanılmıştır.

Deniz suyu örneklerinde su ve partikül fazlarındaki PAH konsantrasyonlarının, toplam partikül madde konsantrasyonlarının, partikül maddelerin toplam organik karbon içeriğinin belirlenebilmesi için körfezin doğu, merkez ve batı

bölgelerinden mevsimlik olarak örneklemeler yapılmıştır. Sedimentte PAH konsantrasyonlarının ve toplam organik karbon içeriğinin belirlenebilmesi için Sonbahar Dönemi'nde körfezin Doğu-alt bölgesinden yüzey sedimenti örneği alınmıştır. İzmit Körfezi'ne karasal kaynaklı PAH girdilerinin önemli bir kısmını belirlemek üzere karasal su girdilerinin en önemlilerini temsil eden 6 adet derenin denize kavuşmadan önceki noktalarında su örnekleri alınmıştır.

SONUÇ

118Y155 numaralı TUBİTAK projesiyle İzmit Körfezi'nde çok ortamlı PAH kirliliği belirlenmesi için farklı ortamlarda saha çalışmaları yapılmış ve bu çalışmalardan elde edilen örneklerin laboratuvarlarda analizleri gerçekleştirilmiştir. PAHların ortamlar arası transferlerinin, akıbetlerinin belirlenebilmesi için birçok farklı teknikle örneklemeye yapılması gerekmektedir. Yapılan örneklemeler arasında deniz suyu ve sedimenti, dere suyu ve sedimenti ve hava örneklemeleri yer almaktadır (Şekil 1).

PUF cihazı ile havada toplam partikül madde (TSP) konsantrasyonunu ve HVS cihazı ile havadaki PM_{2.5} konsantrasyonunu belirlemek için filtrelerin (nem dengesi sağlandıktan sonra, örneklemeye öncesi ve sonrası) tartımı yapılmıştır. PM_{2.5} konsantrasyon değerleri 14,28-76,78 µg/m³ aralığındadır. TSP konsantrasyon değerleri 20,19-122,07 µg/m³ aralığındadır.

Deniz ve dere suyu örneklerinde askıda katı madde (AKM) ve uçucu askıda katı madde (UAKM) analizleri gerçekleştirilmiştir. Örnekler 0,45 µm çapında selüloz filtre ve 0,70 µm gözenek çaplı cam elyaf filtre ile hata payının minimuma indirilebilmesi açısından (örnek miktarının yeterli olması durumunda) 3'er tekrarlı yapılmıştır. Deniz suyu örneklerinde AKM değerleri 3,53-35,00 mg/L aralığında, dere suyu örneklerinde AKM değerleri 1,73-536,12 mg/L aralığında ölçülmüştür.

Farklı çevresel örneklemeye matrislerinde (hava filtre, hava PUF, İKÇÖ reçine, yağmur suyu, deniz suyu, dere suyu, sediment, deniz suyu AKM, dere suyu AKM) PAH ölçümü yapılmıştır. Kimyasal analiz yöntemi üç bölüme ayrılmıştır: Ekstraksiyon (PAH kirleticilerinin örnekten solvente alınması), kolon ve hacim azaltımı ve GC-MS analizi. Her matris için ekstraksiyon denemeleri yapılmış daha sonra bütün örnekler için aynı kolon temizleme ve GC-MS analizleri prosedürü takip edilmiştir. Kimyasal analiz sonuçlarının işlenmesi için gerekli işlemler devam etmektedir.

TARTIŞMA

İzmit Körfezi için geliştirilecek çok-ortamlı PAH akıbeti modeline girdi ve doğrulama verisi sağlamak üzere tasarlanmış ve uygulamaya konmuş olan bu saha çalışması ve örneklemeye planı, söz konusu bir matematiksel model için en gerekli verileri toplamak üzere tasarlanmış mütevazı bir plandır. Buna rağmen uygulamaya dönüşmesi için gelişmiş altyapıya, önemli derecede maddi kaynağa ve yetişmiş insan gücüne ihtiyaç vardır.

Deniz suyu ve sediment örneklemelerinde istenilen noktadan, istenilen zamanda ve gerekli hacimde örneğin alınabilmesi için gerekli altyapıya ve

personelerle sahip araştırma tekneleri kullanılmalıdır. Mevcut çalışmada balıkçı teknesi ve zodiac bot ile yapılan saha çalışmaları, ancak uygun hava koşulları sağlandığında, bu araçlarla ulaşılabilen noktalardan yapılabilmiş ve sınırlı hacimlerde örnek alınabilmiştir.

Dere örneklemeleri ile körfeze bu yolla taşınan PAH yükünün belirlenebilmesi için konsantrasyon verisinin yanında örneklem zamanındaki debi bilgisine de ihtiyaç vardır. Örneklem yapılan pek çok dere yerleşim yeri içerisinde kaldığından taşkın önleme amacıyla ıslah edilmiştir. Bu yüzden debi ölçümü için dere içine ulaşım imkânı yoktur. Örneklem zamanında debi ölçümü yapılabilmesi için dere dışından ölçüm yapabilecek teçhizata ve teknik ekibe ihtiyaç vardır.

Hava kalitesi izleme istasyonu İzmit Körfezi kenarında, elektrik altyapısına sahip, güvenli ve ulaşımı kolay bir noktaya kurulmuştur. Çok-ortamlı akıbet modellemesi için veri sağlanması için, ideal olarak İzmit Körfezi üzerinde birden fazla noktaya konumlandırılacak gözlem istasyonlarına ihtiyaç vardır. Gözlem istasyonunun haftanın her günü, günün her saati ulaşılabilir olması ve örneklemelerin sık yapılması gereklidir.

Mevcut kaynakların mümkün olan en yüksek verimlilikte kullanılmasıyla gerçekleştirilen bu saha çalışmaları ve örneklemeler, İzmit Körfezi için çok-ortamlı kütle dengesi modeli geliştirilmesinde kritik önemde olan verileri sağlamış olacaktır. Üretilen akıbet modeli ile gerçekleştirilecek analizler, İzmit Körfezi'ndeki kimyasal kirlilik hakkındaki bilgi ve veri eksikliğini ortaya koyacak, yeni saha ve laboratuvar çalışmalarının planlanmasında kullanılabilir. Saha çalışması ve örneklemeler esnasında edinilen tecrübelerin gelecekte yapılacak daha kapsamlı saha çalışmalarına yol gösterici olması umulmaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 118Y155 No'lu proje ile desteklenmiştir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Birgul, A., Tasdemir, Y., Cindoruk, S.S. (2011) Atmospheric wet and dry deposition of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) determined using a modified sampler. *Atmospheric Research* 101(1-2): 341-353.

Ergül, H.A., Belivermiş, M., Kılıç, Ö., Topcuoğlu, S., Çotuk, Y. (2013) Natural and artificial radionuclide activity concentrations in surface sediments of İzmit Bay, Turkey. *Journal of Environmental Radioactivity* 126:125-132.

Gedik, K., Demircioğlu, F., İmamoğlu, İ. (2010) Spatial distribution and source apportionment of PCBs in sediments around İzmit industrial complexes, Turkey. *Chemosphere* 81(8):992-999.

Hasanoğlu, S. (2019) İzmit Körfezi'nde Poliaromatik Hidrokarbon Kirliliğinin Fugasite Bazlı İncelemesi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli.

- Hasanoğlu, S., Gökteş R.K. (2019) İzmit Körfezi'ne ait Çevresel Ortamlarda Poliaromatik Hidrokarbon Kirliliğinin Fugasite Bazlı İncelemesi, 13. Ulusal 1. Uluslararası Çevre Mühendisliği Kongresi, 10-12 Ekim 2019, Gebze, Kocaeli. s.640.
- Karademir, A., Aslan-Kılavuz, S., Korucu, M.K., Durmuşoğlu, E. (2013) Dietary Exposure to PCDD/Fs Through Animal Products in a Highly Polluted Area in Turkey. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 19(2): 341-353.
- Morkoç, E., Okay, O.S., Edinçliler, A. (2007) Land-based sources of pollution along the İzmit Bay and their effect on the coastal waters. *Environmental Geology* 56: 131-138.
- Morkoç, E., Okay, O.S., Tolun, L., Tüfekçi, V., Tüfekçi, H., Legoviç, T. (2001) Towards a Clean İzmit Bay. *Environmental International* 26(3):157-161.
- Okay, O.S., Tolun, L., Telli-Karakoç, F., Tüfekçi, V., Tüfekçi, H., Olgun, A., Morkoç, E. (2003) The changes of T-PAH levels and health status of mussels in İzmit bay (Turkey) after Marmara earthquake and subsequent refinery fire. *Environmental International* 28(8): 671-675.
- Pekey, B., Karakaş, D., Ayberk S. (2007) Atmospheric deposition of polycyclic aromatic hydrocarbons to İzmit Bay, Turkey. *Chemosphere* 67(3):537-547.
- Pekey, H., (2006) The distribution and sources of heavy metals in İzmit Bay surface sediments affected by a polluted stream. *Marine Pollution Bulletin* 52(10): 1197-1208.
- Pekey, H., Karakaş, D., Ayberk, S., Tolun, L., Bakoğlu, M. (2004) Ecological risk assessment using trace elements from surface sediments of İzmit Bay (Northeastern Marmara Sea), Turkey. *Marine Pollution Bulletin* 48: 946-953.
- Pekey, H., Bakoğlu, M., Pekey, B. (2005) Sources of heavy metals in the Western Bay of İzmit surface sediments. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry* 85(14): 1025-1036.
- Telli-Karakoç, F., Tolun, L., Hankelmann, B., Klimm, C., Okay, O., Schramm, K.W. (2002) Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and polychlorinated biphenyls (PCBs) distributions in the Bay of Marmara sea: İzmit Bay. *Environmental Pollution* 119(3): 383-397.

İZMİT KÖRFEZİ'NDE GÖRÜLEN ALG ÇOĞALMALARI VE EKOLOJİK KALİTE ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

A STUDY ON ALGAL BLOOMS AND ECOLOGICAL QUALITY IN İZMİT BAY

Halim Aytekin ERGÜL^{1*}, Merve KORAL¹,

Hanife ALDEMİR¹, Recep Kaya GÖKTAŞ², Serdar AKSAN¹

¹Kocaeli Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Umuttepe
41001, İzmit, Kocaeli

²Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Müh. Böl., Umuttepe 41001,
İzmit, Kocaeli

*halim.ergul@kocaeli.edu.tr, merveipsiroglu@gmail.com,

aldemirhanife5@gmail.com, rkgoktas@gmail.com, serdaraa@gmail.com

ÖZET: Bu çalışmada İzmit Körfezi'nde 2020 Şubat ve 2021 Eylül ayları arasında gözlenen, mikroalg çoğalmaları irdelenmiş ve deniz salyası (müsilaj) oluşumu ile ilgili araştırma sonuçları ile birlikte değerlendirilmiştir. Saha çalışmaları kapsamında, 13 Şubat 2020'de İzmit Körfezinin Batı ve Merkez basenlerinde, 19 Şubat 2020, 5 Haziran 2020 ve 14 Eylül 2021'de Doğu baseninde örnekleme ve ölçümler yapıldı. 2020 yılı örneklemeğinde, yüzeyden, 25 m, 45 m derinlikten, 2021 örneklemeğinde ise yüzeyden veya 10 m derinlikten su numuneleri alındı. Kalitatif fitoplankton analizi için plankton kepçesi ile çekim yapıldı. Fitoplankton türleri inverted ve ışık mikroskopları altında teşhis edildi. Besleyici element (NO_2^- -N, NO_3^- -N, NH_3 , SiO_2 , o-PO_4^{3-}) derişimleri spektrofotometrik yöntemlerle, Çözünmüş Oksijen ve Klorofil-*a*, değerleri data sonda yardımıyla ölçüldü. Su kalitesinin belirlenebilmesi için TRIX değeri hesaplandı. Doğu baseninde, 19 Şubat 2020 örneklemeğinde $17,3 \times 10^4$ hücre/L ile Silikoflagellatlardan, *Dictyocha speculum*, 5 Haziran 2020 örneklemeğinde $5,85 \times 10^6$ hücre/L ile Dinoflagellatlardan, *Prorocentrum micans* ve 14 Eylül 2021 örneklemeğinde 2×10^5 hücre/L ile *Noctiluca scintillans* türleri baskındı. Merkez ve Batı Basenlerde 13 Şubat 2020'de yapılan örneklemede 9×10^3 hücre/L ile *Rhizosolenia setigera* en baskın türdü. İzmit Körfezinde Deniz Salyası oluşumunun rapor edildiği (Ergül ve diğ. 2021) 17 Nisan 2021 tarihinde $11,2 \times 10^4$ hücre/L ile Diyatomlardan *Skeletonema costatum* baskın türdü. TRIX sonuçları, İzmit Körfezi'nin Doğu Basenindeki su kalitesinin Zayıf ya da Kötü, dolayısıyla ötrofikasyon riskinin veya ötrofik koşulların sürekli mevcut olduğunu gösterdi. TRIX sonuçları, Merkez ve Batı basenlerde su kalitesinin göreceli olarak daha iyi olmakla birlikte, bu bölgelerde de ötrofikasyon riskinin yüksek olduğunu gösterdi.

Anahtar Kelimeler: İzmit Körfezi, Marmara Denizi, mikroalg, aşırı alg çoğalması, *Prorocentrum micans*

ABSTRACT: In the present study, proliferations of microalgae, observed between February 2020 to September 2021 in the İzmit Bay, were examined and assessed together with the results of the research on sea snot (mucilage) formation. In the field studies, sampling and measurements were made in the Western and Central basins of the İzmit Bay on February 13, 2020, and in the Eastern basin on February 19, 2020, June 5, 2020, and September 14, 2021. In 2020 samplings, water samples were taken from the surface, 25 m, 45 m depths, and in 2021 samplings, from the surface or 10 m depth. Phytoplankton net was used for qualitative phytoplankton analysis. Phytoplankton species were identified under light, and inverted microscopes then photographed and counted. Nutrients (i.e., NO_2^- -N, NO_3^- -N, NH_3 , SiO_2 , o-PO_4^{3-}) concentrations were measured with spectrophotometric methods, and the values of Dissolved Oxygen and Chlorophyll-*a* were measured with a data probe. The TRIX was calculated to determine water quality. In the eastern basin, *Dictyocha speculum* (Silicoflagellate) was dominant with 17.3×10^4 cells/L on 19 February 2020, while *Prorocentrum micans* (Dinoflagellate) was dominant with 5.85×10^6 cells/L on 5 June 2020, and *Noctiluca scintillans* (Dinoflagellate) was dominant with 2×10^5 cells/L in the 14 September 2021. In the Central and Western Basins, *Rhizosolenia setigera* (Diatomae) was dominant with 9×10^3 cells/L on 13 February 2020. *Skeletonema costatum* (Diatomae) was the dominant species with 11.2×10^4 cells/L on April 17, 2021, when sea snot formation was reported in the İzmit Bay (Ergül ve diğ. 2021). The TRIX values showed that the water quality in the Eastern Basin of the İzmit Bay is Poor or Bad, hence the risk of eutrophication or eutrophic conditions is constantly present. Also, the TRIX values indicate that although the water quality is relatively better in the Central and Western basins of the bay, the risk of eutrophication is also high in these regions.

Keywords: İzmit Bay, Marmara Sea, microalgae, algae bloom, *Prorocentrum micans*

GİRİŞ

Marmara Denizi, İstanbul ve Çanakkale Boğazları ile Karadeniz ve Ege Denizine bağlanır. Tabakalı yapısı nedeniyle özel bir su kütlesi olan deniz, İstanbul, Bursa, Kocaeli gibi ülkemizde sanayi ve nüfusun en yoğun olduğu yerleşim alanları ile çevrelenmiştir. Erdek Körfezi, Bandırma Körfezi, Gemlik Körfezi ve İzmit Körfezi, Marmara Denizi'nde bulunan canlı çeşitliliği bakımından özel alanlardır. Marmara Denizi'nde zaman zaman meydana gelen aşırı alg çoğalmaları, trofik bozulma, yüksek azot varlığı, ötrofikasyon ve su kalitesindeki düşüşlerle ilişkilendirilmektedir (Taş ve diğ. 2016a; Taş ve Yılmaz 2015; Ergül ve diğ. 2018). Fotosentetik mikroalgler, bulundukları ekosistemde karbonu fikse ederler ve oksijen üretirler. Yeterli besleyici element varlığında ve uygun fizikokimyasal koşullarda bazı türler aşırı çoğalabilirler. Bacillariophyceae, Dinophyceae, Cyanophyceae, Haptophyta gibi gruplarda yer alan mikroalglerin bazıları toksik maddeler de salgılayabilirler ya da müsilaj

oluşumuna neden olabilirler. Bollukları ekosistemdeki diğer canlıların yaşamlarını olumsuz etkileyebilecek kadar artabilir. Aşırı çoğalmaları bulundukları ekosistemdeki metabolik artıkların artmasına, çözünmüş oksijenin azalmasına, pH dengesinin değişmesine ve ışık geçirgenliğinin düşmesine neden olur (Koray 2011). Yapılan çalışmalar salgılanan toksinlerin deniz ürünleri tüketimi yoluyla veya doğrudan su kaynaklı toksinlere maruz kalan insanları da etkileyebileceğini göstermektedir (Kudela ve diğ. 2015). Literatürde, mikrop plankton arasında son yıllarda Dinophyceae'den *Prorocentrum micans*, *Noctiluca scintillans* ve *Gonyaulax fragilis*, Bacillariophyceae'den *Skeletonema costatum* türlerinin neden olduğu red-tide ve müsilaj oluşumu ile ilgili kayıtlara rastlanmaktadır (Polat Beken ve diğ. 2010; Balkıs ve diğ. 2011; Taş ve diğ. 2016a; Ergül ve diğ. 2018). Bu çalışmada, 2020 Şubat ve 2021 Eylül ayları arasında İzmit Körfezi'nde meydana gelen mikroalg çoğalmaları ve çoğalmaların ekosistem kalitesine etkilerine ilişkin bulgular değerlendirilmiştir.

MATERYAL VE METOT

Saha çalışmalarının gerçekleştirildiği İzmit Körfezi, Marmara Denizi'nin Doğusunda yer alan farklı, derinlik ve uzunluklardaki üç basenden (Doğu, Merkez ve Batı) oluşan yarı kapalı bir su havzasıdır (Şekil 1). İzmit Körfezi, etrafında iki milyondan fazla insan yaşamakta olup, 400 adedi büyük olmak üzere yaklaşık 7000 sanayi kuruluşu bulunmaktadır. Körfez etrafında atık su arıtma tesisleri yer almaktadır. Ancak bu tesislerin çoğunda ileri arıtım yapılmamakta ve zaman zaman çevre sorunları ve aşırı alg çoğalmaları yaşanmaktadır (Morkoç ve diğ. 2007; Ergül ve diğ. 2018).



Şekil 1. İzmit Körfezi ve basenlerinin genel görünümü

Saha çalışmaları İzmit Körfezinin Batı ve Merkez basenlerinde 13 Şubat 2020 tarihinde ve Doğu baseninde 19 Şubat 2020, 5 Haziran 2020 ve 14 Eylül 2021 tarihlerinde gerçekleştirildi. Oşinografik sonda yardımıyla su kolonunda Klorofil-*a* ve Çözünmüş Oksijen derişimleri ölçüldü. Nansen şişesi ile yüzeyden, 10 m, 25 m ve 45 m'den su örnekleri alındı. Kalitatif fitoplankton analizi için 30 µm göz açıklıklı plankton kepçesi ile yatay ve dikey çekim yapıldı. Fitoplankton türleri inverted mikroskop ve ışık mikroskobu altında teşhis edildi, fotoğraflandı ve Nageotte sayım kamerasında sayıldı. Su örneklerinde NO_2^- -N, NO_3^- -N, NH_3 , SiO_2 , o-PO_4^{3-} derişimleri spektrofotometrik yöntemle ölçüldü. Besleyici element,

klorofil-*a* ve çözünmüş oksijen verileri kullanılarak TRIX indeksi (Vollenweider ve diğ. 1998) hesaplandı ve ekosistemin su kalitesi değerlendirildi.

SONUÇ

Merkez Basende 13 Şubat 2020’de gerçekleştirilen örneklemede 9×10^3 hücre/L ile *Rhizosolenia setigera* türü baskındı. Doğu Basende 19 Şubat 2020’de gerçekleştirilen örneklemede ise $17,3 \times 10^4$ hücre/L ile baskın tür *Dictyocha speculum* oldu. Aynı istasyonda *Prorocentrum scutellum* türünün sayısı $14,7 \times 10^4$ hücre/L olarak belirlendi. Şubat 2020 örneklemelelerinde *Prorocentrum micans*, *Rhizosolenia setigera* ve *Coscinodiscus excentricus* türleri, göreceli olarak az sayıda olmakla birlikte, Batı, Merkez ve Doğu Baseni yüzey sularında ve 25 metre derinlikte tespit edildi. Şubat 2020 örneklemelelerinde Batı baseninde en fazla fitoplankton biyolojik çeşitliliği 13 tür ile 25 m derinden alınan örnekte belirlendi ve bu örnekte baskın tür 10×10^3 hücre/L ile *Pseudonitzschia delicatissima* oldu. Çalışma kapsamında en yüksek bolluğa ulaşan ve aşırı alg çoğalmasına neden olan tür, 5 Haziran 2020’de Doğu Baseninden alınan örnekte $5,85 \times 10^6$ adet/L olarak belirlenen *Prorocentrum micans* oldu. Toplam 6 türün teşhis edildiği bu çoğalmada, Dinoflagellatlar belirgin biçimde baskındı ve *Noctiluca scintillans* ve *Prorocentrum scutellum* nispeten yüksek sayıda bulunan diğer türlerdi. Benzer durum *Noctiluca scintillans*’ın 2×10^5 hücre/L’ye ulaştığı 14 Eylül 2021 tarihli, örneklemede de görüldü (Tablo 1).

Tablo 1. 13, 19 Şubat 2020, 5 Haziran 2020, 17 Nisan 2021 ve 14 Eylül 2021 tarihlerinde İzmit Körfezi Batı Baseni (BB), Merkez Basen (MB) ve Doğu Baseni (DB) deniz suyu örneklerindeki fitoplankton türleri ve bollukları (hücre/L).

Türler		BB yüzey	BB -25 m	MB yüzey	MB -25 m	DB yüzey	DB yüzey	MB -10 m	DB yüzey
		13.Şub.20				19.02.20	05.06.20	17.04.21*	14.09.21
<i>Achnanthes brevipes</i>	BAC	-	-	-	-	-	9×10^3	-	-
<i>Chaetoceros brevis</i>		-	3×10^3	-	2×10^3	-	-	-	-
<i>Coscinodiscus excentricus</i>		4×10^3	4×10^3	2×10^3	6×10^3	6×10^3	-	-	-
<i>Cyclotella sp.</i>		3×10^3	4×10^3	-	-	-	-	-	-
<i>Cylindriotecha closterium</i>		-	-	-	-	-	-	$6,4 \times 10^3$	-
<i>Ditylum brighwelli</i>		2×10^3	-	-	-	-	-	-	-
<i>Guinardia flaccida</i>		-	-	-	-	-	-	$2,6 \times 10^3$	-
<i>Leptocylindrus danicus</i>		-	3×10^3	5×10^3	7×10^3	-	-	-	-
<i>Nitzschia longissima</i>		3×10^3	8×10^3	3×10^3	5×10^3	-	-	-	-
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>		8×10^3	10×10^3	6×10^3	-	-	-	$1,2 \times 10^3$	-
<i>Rhizosolenia setigera</i>		-	8×10^3	9×10^3	7×10^3	13×10^3	-	-	-

Türler		BB yüzey	BB -25 m	MB yüzey	MB -25 m	DB yüzey	DB yüzey	MB -10 m	DB yüzey
		13.Şub.20				19.02.20	05.06.20	17.04.21*	14.09.21
<i>Skeletonema costatum</i>		-	5x10 ³	-	-	-	-	11x10 ³	-
<i>Thalassiosira eccentrica</i>		-	-	-	-	-	-	2,2x10 ³	-
<i>Dictyocha fibula</i>	DIC	-	3x10 ³	-	-	-	-	-	-
<i>Dictyocha speculum</i>		-	-	3x10 ³	4x10 ³	17,3x10 ⁴	-	2,4x10 ³	-
<i>Dinophysis acuminata</i>	DIN	2x10 ³	3x10 ³	-	-	-	-	-	-
<i>Gymnodium</i> sp.		-	-	-	-	-	-	1,4x10 ³	-
<i>Gyrodinium</i> sp.		-	-	-	-	-	-	4x10 ³	-
<i>Noctiluca scintillans</i>		-	-	-	-	-	168 x10 ³	-	2x10 ⁵
<i>Prorocentrum gracile</i>		-	-	-	-	-	54 x10 ³	-	-
<i>Prorocentrum micans</i>		3x10 ³	4x10 ³	3x10 ³	4x10 ³	22x10 ³	5,85 x10 ⁶	-	1x10 ³
<i>Prorocentrum scutellum</i>		5x10 ³	2x10 ³	6x10 ³	5x10 ³	14,7x10 ⁴	162 x10 ³	-	-
<i>Protoperidinium steinii</i>		-	-	-	-	-	14 x10 ³	-	-
<i>P. brevipes</i>		-	-	-	2x10 ³	-	-	-	-
<i>Strippsiella trochoidea</i>		4x10 ³	4x10 ³	-	-	-	-	-	-
<i>Tripus fusus</i>		-	-	3x10 ³	3x10 ³	-	-	-	-
Toplam Bacillariophyceae (BAC)		5	8	5	5	2	1	5	0
Toplam Dictyochophyceae (DIC)		0	1	1	1	1	0	1	0
Toplam Dinophyceae (DIN)		4	4	3	4	2	5	2	2
TOPLAM TÜR SAYISI		9	13	9	10	5	6	8	2

-: yok; * Veriler Ergül ve diğ., 2021'den alınmıştır; BB: Batı Baseni; MB: Merkez Basen; DB: Doğu Baseni

Meydana gelen aşırı alg çoğalmasında İzmit Körfezinin Doğu Baseninin koyu kahverengi-kırmızı renk aldığı, kıyılarda renklenmenin daha belirgin olduğu belirlendi. 5 Haziran 2020 tarihinde gerçekleşen aşırı çoğalmada kıyı kesimde toplanan yüzey suyunda klorofil-*a* konsantrasyonunun 290 µg/L'ye ulaştığı ve ortam suyunun hipoksik olduğu belirlendi (Tablo 2).

Hesaplanan TRIX değerlerine göre Ekolojik Kalite, 13 Şubat örneklemesinde Batı ve Merkez Basenlerinin Yüzey sularında Zayıf düzeyde bulundu. Her iki basende de geçiş tabakasında Orta olan Ekolojik Kalitenin Batı baseni alt tabakasında İyi olduğu belirlendi. Haziran ayında gerçekleşen aşırı

çoğalmada kıyı kesimde toplanan yüzey suyunda klorofil-*a* konsantrasyonu 290 µg/L'ye ulaşırken, ortam suyunun hipoksik olduğu ve TRIX e göre Ekolojik kalitenin Kötü olduğu belirlendi.

Tablo 2. İzmit Körfezi'nde deniz suyunda belirlenen azot/fosfor oranı (N/P) klorofil-*a* derişimleri ve TRIX indeksine (Vollenweider ve diğ. 1998) göre Ekolojik Kalite

İstasyon	Örnekleme tarihi	N/P	KI- <i>a</i> (µg/L)	TRIX	Ekolojik Kalite
BB yüzey	13/02/2020	0,20	1,82	5,3	ZAYIF
BB 25 m		0,04	1,08	4,8	ORTA
BB 45 m		0,22	0,01	3,8	İYİ
MB yüzey		0,12	1,82	5,7	ZAYIF
MB 25 m		0,16	1,08	4,6	ORTA
MB 45 m		0,17	0,01	4,3	ORTA
DB yüzey	05/06/2020	0,26	290	9,5	KÖTÜ
DB yüzey	14/09/2021	0,06	5,10	5,6	ZAYIF

TARTIŞMA

Fitoplankton arasında Dinoflagellat olan *P. micans* ve *P. scutellum* Şubat ve Haziran aylarında yapılan çalışmalarda, İzmit Körfezi'nin bütün basenlerinde teşhis edildi . *P. micans* türü daha önce İzmit Körfezi'nde yapılan bazı çalışmalarda da rapor edildiği gibi (Ergül ve diğ. 2013; Ergül ve diğ. 2015; Ergül ve diğ. 2018) bu çalışmada da fitoplankton komünitesinin baskın türü olarak belirlendi. Son yıllarda İzmit Körfezi'nde meydana gelen aşırı alg çoğalmalarında baskın türlerin Dinoflagellatlar olduğu dikkati çekmektedir. Taş ve diğ. (2016b) İzmit Körfezi doğu baseninde yüksek ötrofikasyonun, Dinoflagellat türlerinin aşırı çoğalmasını uyardığını rapor etmiştir. 17 Nisan 2021 tarihinde, özellikle Mayıs ve Temmuz ayları arasında Marmara Denizi genelinde yoğun olarak gözlenen müsilağ oluşumu sırasında ise alg sayısında aşırı artış olmadığı, buna karşın *Skeletonema costatum* ve *Cylindroteca closterium* gibi belirli Diyatom türlerinin sayıca baskın hale geçtikleri rapor edilmiştir (Ergül ve diğ. 2021). Aşırı alg çoğalmalarının; yüzey suyunda renk değişimi, müsilağ oluşumu, çözünmüş oksijen derişiminin azalması, amphipod ölümü, balıkçılık ve dalış sporu faaliyetlerinin engellenmesi ve kötü koku oluşumuna neden olduğu bildirilmiştir (Taş ve Okuş 2004; Aktan ve diğ. 2005; Tüfekçi ve diğ. 2010; Ergül ve diğ. 2018). Yüksek besin içeriği, zayıf su sirkülasyonu, düşük tuzluluk, düşük sıcaklık şartları Red-tide oluşumu için uygun ortam hazırlamaktadır (Chalup ve Laws 1990) ve İzmit Körfezi'nde yapılan ölçümler, aşırı çoğalmalar sırasında bahsedilen uygun koşulların oluştuğunu göstermektedir.

TRIX temelli trofik durum sınıflandırma sonuçlarına göre; yüzey sularında Şubat ayında Zayıf düzeyde ekolojik kalite belirlenirken, bu değer 5 Haziran'da yapılan örneklemede Kötü olarak kaydedilmiştir. 2010 kış mevsiminde yapılan bir çalışmada da (Ediger ve diğ. 2012) yüzey suyunda ekolojik kalitenin Orta bulunmuş olması İzmit Körfezinde yüzey suyu kalitesinde iyileşme olmadığını düşündürmektedir. İzmit Körfezi Batı Baseni alt sularındaki görece

yüksek (İyi) ekolojik kalitenin, Akdeniz kökenli alt suların etkisi ile oluştuğu düşünülmektedir (Tablo 2). İzmit Körfezi'nde son yıllarda artan alg çoğalmaları ve zararlı türlerin varlığı göz önüne alındığında, ekosistem üzerinde başta evsel deşarjlar olmak üzere insan kaynaklı atıkların olumsuz etki gösterdikleri anlaşılmaktadır. Her ne kadar İzmit Körfezi etrafında atık su arıtma tesisleri bulunsun da bunların sayısı hem körfez etrafında ve hem de Marmara Denizine atık deşarjı yapan bütün yerleşim birimlerinde artırılmalı ve besleyici element giderimi de yapılabilen ileri arıtma teknolojileri geliştirilmeli, denize deşarj etmeden yeniden kullanım seçenekleri aranmalıdır. Çünkü Marmara Denizi içerisindeki akıntıların kirleticileri çok uzaktaki bölgelere taşınması söz konusudur ve kirleticilerin en fazla etkilemesi beklenen ekosistemlerin İzmit Körfezi gibi nispeten sığ körfez ve koylar olduğu düşünülmektedir. Deniz salyası üreten, toksin salgılayan ve aşırı üreme potansiyeline sahip mikroalg türlerinin ekosistem üzerindeki etkileri periyodik izleme çalışmaları ve monitoring sistemleri ile sürekli denetlenmelidir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK 118Y155 No'lu proje ile maddi olarak desteklenmiştir.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Aktan, Y., Tüfekçi, V., Tüfekçi, H., Aykulu, G. (2005) Distribution Patterns, Biomass Estimates And Diversity Of Phytoplankton İn Izmit Bay (Turkey). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 64: 372-384.
- Balkis, N., Atabay, H., Turetgen, I., Albayrak, S., Balkis, H., Tüfekçi, V. (2011) Role of single-celled organisms in mucilage formation on the shores of Buyukada Island (the Sea of Marmara). *J Mar Biol Assoc UK* 91: 771-781.
- Chalup, M.S., Laws, E.A. (1990) A test of the assumptions and predictions of recent microalgal growth models with the marine phytoplankter, *Pavlova lutheri*. *Limnol. Oceanogr* 35(3): 583-596.
- Ediger, D., Ç Beken, V., Tüfekçi, S., Hüsrevoğlu S., Atabay, H. (2012) Monitoring of water quality in İzmit Bay, International Conference on Land-Sea Interactions in the coastal Zone, Lebanon, 06-08 November 2012, pp. 239-246.
- Ergül, H.A., Çelebi, N.G., İpşiroğlu, M. (2013) İzmit Körfezi'nde Meydana Gelen Plankton Çoğalması İle İlgili Bir Çalışma (Mart 2013), 17. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, İstanbul, 3-6 Eylül 2013, pp. 74-75.
- Ergül, H.A., Aksan, S., İpşiroğlu, M., Küçük, A. (2015) Assessment of the spring 2015 plankton blooms in İzmit Bay (The Marmara Sea), 3rd Science for the Environment Conference, Aarhus Denmark, 1-2 October 2015.
- Ergül, H.A., Aksan, S., İpşiroğlu, M. (2018) Assessment of the consecutive harmful dinoflagellate blooms during 2015 in the İzmit Bay (the Marmara Sea). *Acta Oceanologica Sinica* 37(8): 91-101.
- Ergul, H.A., Balkis-Ozdelice, N, Koral, M, Aksan, S., Durmus, T., Kaya M., Kayal M., Ekmekci, F., Canli, O. (2021) The early stage of mucilage formation

in the Marmara Sea during spring 2021. *J Black Sea/Mediterranean Environment* 27(2): 232-257.

Koray, T. (2011) Denizel Fitoplankton, Ege Üniversitesi Yayınları Su Ürünleri Fakültesi Yayın No.32, Bornova, İzmir, Türkiye.

Kudela, R.M., Berdalet, E., Bernard, S., Burford, M., Fernand, L., Lu S., Roy, S., Tester, P., Usup, G., Magnien, R., Anderson, D.M., Cembella, A., Chinain, M., Hallegraeff, G., Reguera, B., Zingone, A., Enevoldsen, H., Urban, E. (2015) Harmful Algal Blooms. A Scientific Summary for Policy Makers. IOC/UNESCO, Paris (IOC/INF-1320).

Morkoç, E., Tarzan, L., Okay, O., Tufekci, H., Tufekci, V., Tolun, L. (2007) Changes of oceanographic characteristics and the state of pollution in the Izmit bay following the earthquake of 1999. *Environmental Geology* 53(1): 103-112.

Polat Beken, Ç., Tüfekçi, V., Sözer, B., Yıldız, E., Telli Karakoç, E. (2010) Mucilage events in the Sea of Marmara and the associated processes: Field and laboratory findings, Workshop on algal and jelly fish blooms Istanbul, 6-8 October 2010.

Taş, S., Ergül H.A., Balkıs N. (2016a) Harmful algal blooms (HABs) and mucilage formations in the sea of Marmara, Turkish Marine Research Foundation Publication No: 42, pp. 768-786.

Taş, S., Dursun F., Aksu A., Balkıs N. (2016b) Presence of the diatom genus *Pseudo-nitzschia* and particulate domoic acid in the Golden Horn Estuary (Sea of Marmara, Turkey). *Diatom Research* 31(4): 339-349.

Taş, S., Okuş E. (2004) Phytoplanktonarbeiten im Golf İzmit, Türkei. *Mikrokosmos* 93: 21-24.

Taş, S., Yılmaz, I.N. (2015) Potentially harmful microalgae and algal blooms in a eutrophic estuary in the Sea of Marmara (Turkey). *Mediterranean Marine Science* 16(2): 432-443.

Tüfekçi, V., Balkıs, N., Polat Beken, Ç., Ediger, D., Mantıkçı, M. (2010) Phytoplankton Composition And Environmental Conditions Of A Mucilage Event In the Sea Of Marmara. *Turkey Journal of Biology* 34: 199-210.

Vollenweider, R.A., Giovanardi, F., Montanari, G., Rinaldi, A. (1998) Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic Sea: proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index. *Environmetrics* 9: 329-357.

İZMİT KÖRFEZİ'NDE POLİSİKLIK AROMATİK HİDROKARBON AKİBETİ: ÖN MODELLEME ÇALIŞMASI

POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBON FATE IN İZMİT BAY: A PRELIMINARY MODELING STUDY

Sümeyye HASANOĞLU¹, Recep Kaya GÖKTAŞ²

¹İstanbul Üniversitesi – Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği
Bölümü, Avcılar Kampüsü 34320, Avcılar, İstanbul

²Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü,
Umuttepe Yerleşkesi 41001, İzmit, Kocaeli
sumeyyehasanoglu@iuc.edu.tr, rkaya.goktas@kocaeli.edu.tr

ÖZET: Bu çalışmada, İzmit Körfezi'nde poliaromatik hidrokarbon (PAH) bileşiklerinin değişimi, taşınımı, akıbeti ve kararlı durum konsantrasyonlarını simüle etmek için geliştirilen çok-ortamlı Seviye III fugasite modelinin benzo(a)piren (BaP) için uygulama çıktıları yer almaktadır. Ön modelleme çalışması kapsamında, literatürde mevcut olan, İzmit Körfezi'nde geçmiş yıllarda gerçekleştirilmiş PAH örnekleme ve analiz çalışmaları verileri kullanıldı. Modelin doğrusal denklem seti matris-vektör yaklaşımıyla çözüldü. Hesaplanan sonuçlar, İzmit Körfezi literatüründeki su ve sediment gözlem verileriyle karşılaştırıldı. Sonuçlar, hesaplanan su konsantrasyonu değerinin gözlem değerlerinin üzerinde olduğunu, buna karşılık hesaplanan sediment konsantrasyonlarının gözlem değerlerine yakın olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Çok ortamlı akıbet modeli, Seviye III fugasite modeli, İzmit Körfezi, benzo(a)piren

ABSTRACT: In the present study, the application outputs for benzo(a)pyrene of a multimedia Level III fugacity model, which was developed to simulate the exchange, transport, fate and steady-state concentrations of polyaromatic hydrocarbon (PAH) compounds in Izmit Bay, are presented. Within the scope of this preliminary modeling study, data currently available in the literature and obtained by sampling and analysis studies conducted in the past years in the Izmit Bay were used. Linear equation set of the model was solved by matrix-vector approach. The calculated results were compared with the water and sediment observation data in Izmit Bay literature. The results show that the calculated water concentration value is above the observed values, whereas the calculated sediment concentrations are close to the observed values.

Keywords: multimedia fate model, Level III fugacity model, Izmit Bay, benzo(a)pyrene

GİRİŞ

İzmit Körfezi, Marmara Denizi'nin kuzeydoğusunda yer alan, birçok endüstri ve limana ev sahipliği yapan, Türkiye'nin en önemli körfezlerinden biridir (Şekil 1). Çevrelediği yüksek yoğunluklu sanayi tesisleri, limanlar, karayolları ve yerleşim birimlerinden kaynaklanan kirlilik, uzun yıllardan beri bölgeye etki etmektedir. Bu, yoğun endüstriyel gelişim üzerine, İzmit Körfezi'nde, 1980'li yıllardan günümüze kadar birtakım bilimsel çalışmalar yürütülmüş, özellikle 2000'li yıllarda kimyasal kirlilik üstüne yapılan saha çalışmalarında büyük bir artış gözlemlenmiştir. Yapılan araştırmalar sonunda, bölgeye ait abiyotik (hava, su, sediment) ve biyotik (balık, midye) ortamlarda önemli ölçüde PAH sınıfı organik kirleticiye rastlanmıştır (Tablo 1). Bu ortamlardaki PAH miktarlarının, birbirinden bağımsız ve farklı zamanlarda gerçekleştirilmiş izleme çalışmaları ile ölçüldüğü görülmüştür.



Şekil 1. İzmit Körfezi'nin genel görünümü

Tablo 1. İzmit Körfezi'ne ait çevresel ortamlarda gerçekleştirilmiş bireysel PAH örnekleme ve analiz çalışmaları

Kaynak	Örnekleme zamanı	Sediment	Kıyı suları	Açık deniz	Canlı bünye	Hava
Tolun ve diğ. 2006	1999	✓				
Telli-Karakoç ve diğ. 2002a	1999		✓		✓	
Telli-Karakoç ve diğ. 2002b	2001-2002	✓	✓	✓	✓	
Karakaş ve diğ. 2004	2002-2003	✓			✓	✓
Karakaş ve Pekey 2005	2002	✓				
Pekey ve diğ. 2007	2002-2003					✓
Giuliani ve diğ. 2017	1999/2005	✓				
Gaga ve diğ. 2012	2006					✓
Ergül ve diğ. 2011	2008-2010	✓			✓	
Çetin ve diğ. 2017	2015-2016					✓

a: Telli Karakoç ve arkadaşlarının 1999 yılı Nisan ayında yaptıkları çalışmalarını içeren makale

b: Telli Karakoç ve arkadaşlarının 2001-2002 yıllarında yaptıkları çalışmalarını içeren TÜBİTAK raporu.

Kimyasalların farklı çevresel ortamlar içerisinde ve bu ortamlar arasındaki taşınımını belirlemek üzere kullanılan çok-ortamlı akıbet

modellerinin uygulama ve geliştirilme esaslarını sistematik olarak ortaya koyan çalışmalar, seksenli yılların başında gerçekleştirilmiştir (Mackay ve Paterson 1982). Kimyasalların özelliklerine odaklanan bu modeller, kimyasalın kaynaklarını, farklı çevresel ortamlar arasında transferini, dönüşümünü, bozunumunu ve taşınımını, niceliksel olarak belirlemek için nispeten basit bir yöntem sunmaktaydı. Sonraki yıllarda bu tür modeller popüler hale gelerek çevre kirliliği çalışmalarında geniş yer bulmuş (Mackay 2004) ve özellikle göl ve körfezlerde organik ve inorganik kirleticilerin akıbetini belirlemek için yaygın olarak kullanılmışlardır.

MATERYAL VE METOT

Fugasite-tabanlı çevresel modeller, birçok araştırmacı tarafından çeşitli çevresel ortamlarda farklı kimyasalların akıbetini tahmin etmek için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Huang ve Batterman 2014; Huang ve diğ. 2019). Mackay (2001)'in kaynak kitabı, kalıcı organik kirleticilerin çevredeki davranışlarının modellenmesine yönelik fugasite yaklaşımını tanımlayan temel çalışma niteliğindedir. Fugasite tabanlı çok-ortamlı akıbet modelleri, mevcut sistemin özelliklerine, sistemin girdi, çıktı durumlarına, kimyasal reaksiyon varlığına ve kimyasalın özelliklerine göre Seviye I, Seviye II, Seviye III ve Seviye IV olmak üzere 4 gruba ayrılmaktadır (Mackay 2001). Bu çalışmada, İzmit Körfezi'nde PAH akıbetini açıklamak üzere Seviye III fugasite modeli uygulanmıştır. Seviye III modeli, sistem için kararlı durum varsayımı yapmakta, bozunum ve ortamlar arası taşınımı içermektedir. Bu model yaklaşımında kirleticinin ortamlar arasında denge durumu söz konusu değildir. Oluşturulan modelde ana kompartmanlar deniz suyu ve yüzey sedimenti olarak kabul edildi (Şekil 2). Hava kompartmanı sisteme dahil edilmedi. Dolayısıyla, hava ortamındaki kirletici miktarları modellenmedi. Bunun yerine havadaki kirletici konsantrasyonları, körfez sularına havadan girdilerin hesaplanması için kullanıldı. Oluşturulan Seviye III modelinde kirleticilerin fiziksel-kimyasal özellikleri, körfeze ait çevresel özellikler, derlenmiş gözlem verilerinden yararlanarak elde edilen kirletici konsantrasyon değerleri ve literatürden alınan tipik transfer parametre değerleri Hasanoğlu'ndan (2019) alındı. Modelde, ortamlar arası denge varsayımı yapılmadığından su ve sediment ortamlarındaki fugasiteler farklı değerler alabilir. Bu sebeple, su ve sediment ortamları için iki ayrı kütle dengesi denklemi yazılmıştır (sırasıyla, Denklem 1 ve 2). f_s sediment fugasite değeri ve f_{su} su fugasite değeri olup denklemlerdeki D değerlerinin (Tablo 2) tanımları detaylı olarak Hasanoğlu'nda (2019) verilmiştir.

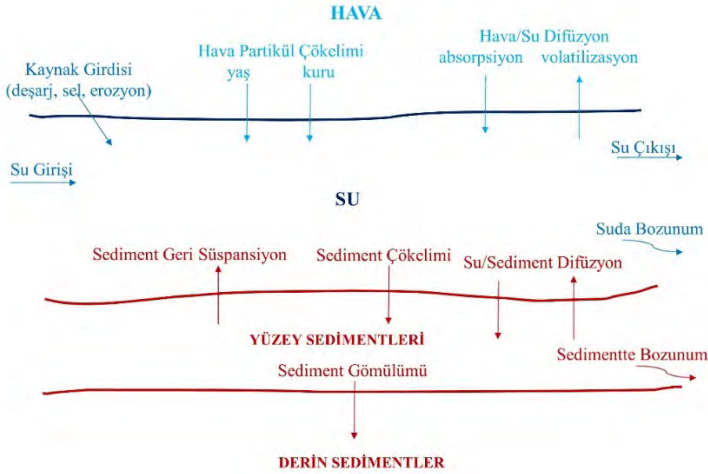
$$I + f_s(D_{d-ssu} + D_r) = f_{su}(D_{d-hsu} + D_{dssu} + D_{cö} + D_{adv} + D_{rxnsu}) \quad (1)$$

$$f_{su}(D_{d-ssu} + D_{cö}) = f_s(D_{d-ssu} + D_r + D_g + D_{rxns}) \quad (2)$$

Tablo 2. D değerleri, mol/(sa.Pa)

Hava-su arası difüzyif transfer	D_{d-hsu}	4,38E+05
Sediment-su arası difüzyif transfer	D_{d-ssu}	1,22E+07
Su-sediment çökelme	$D_{çö}$	4,77E+11
Advektif su giriş-çıkışı*	D_{adv}	1,04E+09
Suda bozunum	D_{rxnsu}	5,35E+11
Sediment katılarının suya resüspansiyonu	D_r	3,25E+10
Sedimentten dip sedimentlere gömülüm	D_g	2,98E+10
Sediment bozunum	D_{rxns}	5,33E+10
Kuru çökelme	$D_{kçö}$	4,66E+07
Yaş çözünme	$D_{yçö}$	1,77E+05
Islak çökelme	$D_{lçö}$	7,60E+06

*: İç körfeze su giriş/çıkış değeri ortalama 2810 m³/sn varsayılmıştır (Sur 1988; İrtəm 1991).



Şekil 2. İzmit Körfezi'nde Seviye-III model yaklaşımında hesaba katılan akıbet ve taşınım süreçleri

Seviye-III modeli sistem dışı konsantrasyon değerleri ve hesaplanan D değerleriyle BaP kimyasalı için çalıştırılmıştır. Sistem dışı kimyasal konsantrasyon değerleri geçmiş yıllarda yapılmış saha çalışmalarından elde edilmiştir. Hava konsantrasyonu değeri (1,18E-08 g/m³) Gaga ve diğerlerinin (2012) belirlediği yaz ve kış dönemlerine ait konsantrasyon değerlerinin ortalamasıdır. Batı baseni sularında, Telli-Karakoç ve diğerlerinin (2002b) aldığı örneklerde BaP konsantrasyonları belirlenen limit değerin altında kalmıştır. Model girdisi olarak kullanılan konsantrasyon değeri (3,5E-09 g/m³) bu çalışmadaki ölçüm limit değerinin yarısıdır. Bu değerler kullanılarak sisteme giren kirletici miktarları (I) hesaplandı (Tablo 3). Körfez sistemine doğrudandeşarj, sel ve erozyonla giren (E) bireysel PAH miktarlarının belirlendiği bir

çalışmaya ise rastlanmadı. Bu değerin belirlenmesi için ilerleyen dönemlerde model uygulamaları yapılması planlanmaktadır. Bu çalışmada yapılan model simülasyonlarında bu değer 0 alınarak, direkt deşarjların ve karasal girdilerin sıfırlanması halinde körfezdeki kararlı durum kimyasal konsantrasyonlarının ne olacağı senaryosunun benzeşimi yapıldı.

Tablo 3. Seviye-III model simülasyonlarında kullanılan sisteme giren kirletici miktarları, mol/sa

Deşarj, sel, erozyon	E	0
Havadan girenler (absorpsiyon, kuru çökelme, yağ çözünme, ıslak çökelme)	$f_h(D_{dhsu} + D_{kçö} + D_{yçö} + D_{lçö})$	1,13E-01
Batı baseni sularından girenler*	$D_{adv}f_{su-batı}$	1,44E-07
Toplam girdi	I	1,13E-01

*: Merkez ve doğu basenlerinden oluşan iç körfez model alanı içine alınmış, batı baseni model alanı dışında bırakılmıştır.

SONUÇ

Seviye III model sonuçları, 0,113 mol/sa girdiyle kararlı durum koşulunu göstermektedir. Modelin çalıştırılması sonucunda hesaplanan su ve sediment konsantrasyon değerleri Tablo 4'te verilmiştir. Modellenen kayıp süreçleri arasında en önemlisinin bozunum ile kayıplar olduğu, adveksiyon ile kayıpların ise önemsiz derecede küçük olduğu görülmektedir (Tablo 4).

Tablo 4. Seviye-III model sonuçları

	Ölçülmüş konsantrasyon değerleri*	Hesaplanan konsantrasyon değerleri
Su (µg/L)	3,50E-06	3,24E-03
Sediment (µg/kg)	137,97	60,53
	Ölçülmüş kayıp süreçleri (mol/sa)	Hesaplanan kayıp süreçleri (mol/sa)
Toplam kayıp	-	1,13E-01
Sudan toplam kayıp	-	6,88E-02
Sedimentten toplam kayıp	-	4,41E-02
Reaksiyon	-	9,70E-02
Adveksiyon	-	1,33E-04
Sediment gömülüm	-	1,58E-02
Havaya buharlaşma	-	5,63E-08

*: Telli-Karakoç ve diğ. 2002b

TARTIŞMA

BaP bileşiği için hesaplanan su konsantrasyon değeri (3,24E-03µg/L), geçmiş yıllarda körfezde ölçülmüş BaP değerleri ile karşılaştırıldığında, ölçüm değerlerini aşmaktadır (Tablo 4). Hesaplanan ve ölçülmüş su konsantrasyon değerlerindeki uyumsuzluğun sebebinin su ortamının model temsiliindeki eksiklikler olduğu düşünülmektedir. BaP gibi yüksek hidrofobikliğe sahip

kimyasallar için bir yutak olarak davranan sedimentler model değerlendirmesinde daha büyük öneme sahiptir ve çalışmada BaP bileşiği için hesaplanan sediment konsantrasyonu (60,53 µg/kg) değerlerinin gözlem değerlerine yakın olduğu görüldü (Tablo 4). Hesaplanmış ve ölçülmüş sediment konsantrasyonlarının bu uyumu, genel olarak modelin İzmit Körfezi'ndeki BaP akıbet ve taşınım süreçlerini temsil kabiliyetinin ve sisteme kirleticiler girdilerinin gerçeğe yakın tahmin edilebildiğinin bir göstergesidir. Model simülasyonu direkt deşarjlar ve karasal girdiler hesaba alınmadan belirlenen sistem girdileriyle yapıldı. Buna rağmen hesaplanan BaP sediment konsantrasyonunun geçmiş gözlem verilerine yakın tahmin edildiği görüldü. Bu durum körfeze direkt veya dolaylı karasal yüklemelerin hava yolu ile gerçekleşen yüklemelere göre çok daha küçük olduğunu düşündürmektedir. Çalışmanın ilerleyen safhalarında model sonuçları değerlendirilmeli ve gerçekleştirilecek model uygulamaları ile bu konu ayrıntılı olarak irdelenmelidir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 118Y155 No'lu proje ile desteklenmiştir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Çetin, B., Yurdakul S., Keleş M., Çelik I., Öztürk F., Doğan C. (2017) Atmospheric concentrations, distributions and air-soil exchange tendencies of PAHs and PCBs in a heavily industrialized area in Kocaeli, Turkey. *Chemosphere* 183: 69-79.

Ergül, H.A., Pekey, B., Ay, Ü., Kılavuz, S., Karademir, A., Topcuoğlu, S., Telli B., Terzi, M. (2011) İzmit Körfezi Sediment ve Biyota Örneklerinde Çevresel Kirleticilerin Belirlenmesi, İzlenmesi ve Alıcı Ortam Kaynak Belirleme Modelinin Uygulanması, TÜBİTAK Raporu.

Gaga, E.O., Ari, A., Döğreoğlu, T., Çakırca, E.E., Machin, N.E. (2012) Atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons in an industrialized city, Kocaeli, Turkey: study of seasonal variations, influence of meteorological parameters and health risk estimation. *Journal of Environmental Monitoring* 14: 2219-2229.

Giuliani, S., Bellucci, L.G., Çağatay, M.N., Polonia, A., Piazza, R., Vecchiato, M., Pizzini, S., Gasperini, L. (2017) The impact of the 1999 Mw 7.4 event in the İzmit Bay (Turkey) on anthropogenic contaminant (PCBs, PAHs and PBDEs) concentrations recorded in a deep sediment core. *Science of the Total Environment* 590-591: 799-808.

Hasanoğlu, S. (2019) İzmit Körfezi'nde Poliaromatik Hidrokarbon Kirliliğinin Fugasite Bazlı İncelemesi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli.

Huang, L., Batterman, S.A. (2014) Multimedia Model for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) and Nitro-PAHs in Lake Michigan. *Environ. Sci. Technol* 48: 13817-13825.

Huang, Y., Sun, X., Liu, M., Zhu, J., Yang, J., Du, W., Zhang, X., Gao, D., Qadeer, A., Xie, Y., Nie, N. (2019) A multimedia Fugacity Model To Estimate

- The Fate And Transport Of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in A Largely Urbanized Area, Shanghai, China. *Chemosphere* 217: 298-307.
- İrtem, E. (1991) Tabakalı Körfezlerdeki Su Kütlesi Hareketlerinin Belirlenmesi ve İzmit Körfezine Uygulanması, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Karakaş, D., Pekey, B. (2005) Source apportionment of polycyclic aromatic hydrocarbons in surface sediments of İzmit Bay (Turkey). *International Journal of Environmental Analytical Chemistry* 85(7): 433-442.
- Karakaş, D., Pekey, B., Telli-Karakoç, F., Tolun, L., Morkoç, E., Tüfekçi, H., Yakupoğlu, G., Yakan, H. (2004) İzmit Körfezi'ne giren kanserojenik Polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH): Kaynak ve seviye tespiti, TÜBİTAK Raporu.
- Mackay, D. (2001) Multimedia Environmental Models: the Fugacity Approach, CRC Press LLC.
- Mackay, D. (2004) Finding fugacity feasible, fruitful, and fun. *Environmental Toxicology and Chemistry* 23(10): 2282-2289.
- Mackay, D., Paterson, S. (1982) Fugacity Revisited - The Fugacity Approach to Environmental Transport. *Environmental Science & Technology* 16(12): A654-A660.
- Pekey, B., Karakaş, D., Ayberk, S. (2007) Atmospheric deposition of polycyclic aromatic hydrocarbons to İzmit Bay, Turkey. *Chemosphere* 67: 537-547.
- Sur, H.İ. (1988) Numerical Modelling Studies of Two-Layer Flows in the Dardanelles Strait and the Bay of İzmit, Doktora Tezi, ODTÜ.
- Telli-Karakoc, F., Tolun, L., Tüfekçi, V., Karakaş, D., Morkoç, E., Tüfekçi, H., Karakoç, F., Okay, O., Olgun, A. (2002) Deprem Sonrası İzmit Körfezi'nde Kirlilik Boyutunun Tespiti, TÜBİTAK Raporu.
- Telli-Karakoc, F., Tolun, L., Henkelmann, B., Klimm, C., Okay, O., Schramm, K.W. (2002) Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and polychlorinated biphenyls (PCBs) distributions in the Bay of Marmara sea: İzmit Bay. *Environmental Pollution*, 119(3):383-397.
- Tolun, L., Martens, D., Okay, O.S., Schramm, K.W. (2006) Polycyclic aromatic hydrocarbon contamination in coastal sediments of the İzmit Bay (Marmara Sea): Case studies before and after the İzmit Earthquake. *Environment International* 32: 758-765.

MARMARA DENİZİ'NE EVSEL ATIKSU KAYNAKLI NUTRIENT GİRİŞLERİNİN TAHMİNİ VE GELECEK SENARYOLARI

ESTIMATION AND FUTURE SCENARIOS OF NUTRIENT INFLOWS FROM MUNICIPAL WASTEWATER TO THE MARMARA SEA

Aykan KARADEMİR^{1*}, Halim Aytekin ERGÜL²

¹Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Müh. Böl., Umuttepe,
41001, İzmit, Kocaeli

²Kocaeli Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Umuttepe,
41001, İzmit, Kocaeli

*aykan@kocaeli.edu.tr; halim.ergul@kocaeli.edu.tr

ÖZET: Çalışmada Marmara Denizi çevresindeki illerden doğrudan ya da dolaylı olarak deşarj edilen evsel atıksu kaynaklı nutrient (azot ve fosfor) kütsel debileri tahmin edilmiştir. Bunun için bu illerdeki nüfus, atıksu, arıtma düzeyi ve deşarja ilişkin güncel TÜİK verileri kullanılmıştır. Benzer şekilde ölkemize özgü kişisel kirlilik yükleri (biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ), askıda katı madde (AKM), azot ve fosfor) arıtma düzeyleri bazında belirlenerek her bir ilden Marmara Denizi'ne deşarj edilen kirlletici yükleri hesaplanmıştır. Bu değerler başka çalışmalarla karşılaştırılarak değerlendirilmiş ve Marmara Denizi'ne deşarj edilen toplam kirlletici yükleri içindeki evsel atıksuların payı tartışılmıştır. Son olarak arıtma tesislerinin gelecekteki revizyonu ve arıtma düzeylerinin yükseltilmesi senaryoları değerlendirilerek bu iyileştirmelerin Marmara Denizi'ne olası etkileri irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Marmara Denizi, evsel atıksu, nutrient, atıksu arıtımı

ABSTRACT: The study presents an estimation of nutrient (nitrogen and phosphorus) loads from the municipal wastewaters discharged directly or indirectly to the Marmara Sea from the surrounding residential areas. Current national statistical database (TUIK) including the population in the cities and towns, percentage of the population connected to sewers, degree of the treatment, wastewater flowrate per capita was used for the estimation. Similarly, pollutant loads per capita in Turkey (biological oxygen demand (BOD), suspended solids (SS), total nitrogen, and total phosphorus) were assumed based on the degree of the treatment, and pollutant loads from the provinces were calculated separately. The results were assessed in comparison to other studies and the role of municipal wastewaters in the total pollutant loads to the Marmara Sea was discussed. Finally, possible revision alternatives for the treatment plants and modification of the plants to advanced levels with nutrient removal were assessed in terms of their positive effect on the Marmara Sea.

Keywords: Marmara Sea, municipal wastewater, nutrient, wastewater treatment

GİRİŞ

İstanbul ve Çanakkale Boğazları ile Karadeniz ve Ege Denizine bağlanan Marmara Denizi, ülkemizin en yoğun sanayi ve yerleşim bölgelerini de etrafından barındırmakta, evsel ve endüstriyel atıksuların deşarjı nedeniyle, kirlilik kaynaklı çevresel baskılara fazlasıyla maruz kalmaktadır. Marmara Denizi, bir iç deniz olması ve tabakalı yapısı nedeniyle farklı oşinografik özelliklere sahiptir. Çevresinde İstanbul, Bursa, Kocaeli ve Tekirdağ gibi ülkemizde sanayi ve nüfusun en yoğun olduğu yerleşim alanları bulunmaktadır. TÜİK nüfus verilerine göre Marmara Bölgesinde yaklaşık olarak 23 milyon kişi yaşamakta olup bunların büyük çoğunluğunun atıksuları arıtma işlemlerinden sonra Marmara Denizi'ne deşarj edilmektedir (TÜİK 2021). Özellikle 15 milyona yaklaşan nüfusuyla İstanbul'un Marmara Denizi üzerindeki etkisi yadsınamaz niteliktedir. Evsel ve endüstriyel atıksu deşarjlarıyla denize giren kirleticiler (organik madde ve azot ve fosfor gibi nutrientler) nedeniyle Marmara Denizi'nde zaman zaman aşırı alg çoğalmaları, ötrofikasyon ve su kalitesindeki düşüşler gözlenmektedir (Ergül ve diğ. 2018; Ergül ve diğ. 2021). Son zamanlarda Marmara Denizi genelinde gözlenen ve deniz ekosistemine, biyolojik çeşitliliğe, balıkçılığa ve denizin rekreasyonel kullanımına olumsuz etkileriyle gündem olan deniz salyası (müsilaj) sorunu da iklim değişimi kaynaklı süreçlerin yanı sıra denizdeki yüksek azot ve fosfor varlığıyla ilişkilendirilmiştir (İTÜ 2021).

Bu çalışmada Marmara Denizi çevresindeki illerden doğrudan ya da dolaylı olarak deşarj edilen evsel atıksu kaynaklı kirleticiler ve nutrient kütsel debileri tahmin edilmiştir. Bunun için bu illerdeki nüfus, atıksu, arıtma düzeyi ve deşarjlara ilişkin güncel TÜİK verileri kullanılmıştır. Sonrasında ülkemize özgü kişisel kirlilik yükleri (biyolojik oksijen ihtiyacı, askıda katı madde, azot ve fosfor) arıtma düzeyleri bazında belirlenerek her bir ilden Marmara Denizi'ne deşarj edilen kirleticiler ve nutrient yükleri hesaplanmıştır. Bu değerler başka çalışmalarla karşılaştırılarak değerlendirilmiş ve Marmara Denizi'ne deşarj edilen toplam kirleticiler ve nutrient yükleri içindeki evsel atıksuların payı tartışılmıştır. Son olarak arıtma tesislerinin gelecekteki revizyonu ve arıtma düzeylerinin yükseltilmesi senaryoları değerlendirilerek bu iyileştirmelerin Marmara Denizi'ne olası etkileri irdelenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Çalışmada öncelikle Marmara Denizi çevresinde bulunan illerin (Kocaeli, Bursa, Yalova, İstanbul, Tekirdağ, Çanakkale, Balıkesir) ve ilçelerinin güncel (2020) nüfusları TÜİK veri tabanından alınmıştır (TÜİK-CİP 2021). İllere ilişkin kişi başı atıksu üretim oranları ve kanalizasyon hizmeti verilen nüfus oranları da aynı şekilde TÜİK Coğrafi İstatistik Portalından elde edilmiş ve ilçeler için de aynı olduğu varsayılmıştır. İl merkezleri ve merkez ilçeler için kanalizasyon hizmeti verilen nüfus oranı tam kabul edilmiştir. Kişi başı kirleticiler ve nutrient yükleri ise Atıksu Arıtma Tesisleri Tasarım Rehberi'nde Türkiye için verilen değerler dikkate alınarak BOİ, AKM, toplam azot (N) ve toplam fosfor (P) için

şirasıyla 35, 55, 11 ve 1,5 g/kişi/gün olarak alınmıştır (AAT 2013). Bu parametrelerin arıtma tesislerindeki giderim verimleri ise evsel atıksu arıtma tesislerindeki arıtım düzeylerine göre Tablo 1’deki şekilde kabul edilmiştir (Metcalf ve Eddy 2002). Marmara Denizi etrafındaki il ve ilçelerde bulunan evsel atıksu arıtma tesislerinin arıtım düzeyleri ve deşarj noktaları ise bu illere ilişkin olarak İl Çevre Müdürlükleri tarafından hazırlanan 2019 ve 2020 İl Çevre Durum Raporlarından alınmıştır (ÇŞB 2021). İncelenen illerde Marmara Havzası dışında olan ve evsel atıksu deşarjları doğrudan ya da dolaylı olarak (Marmara’ya dökülen nehir ve dereler vasıtasıyla) Marmara’ya yapılmayan ilçeler ve yerleşim yerleri hesaplamaların dışında tutulmuştur. Çanakkale için iç deniz kısmına yakınlık göz önüne alınarak Lapseki, Biga ve Çan ilçeleri, Tekirdağ içinse havza bazında Marmaraeğlisi, Süleymanpaşa (merkez ilçe) ve Şarköy dikkate alınmıştır.

Tablo 1. Kişi başı kirleticiler ve arıtım düzeylerine göre giderim oranları

Kişi Başı Kirlilik Yüğü (g/kişi/gün)		Arıtma Düzeyine Göre Giderim Oranı (%)		
		Fiziksel	Biyolojik	Nutrient Giderimi
BOİ	35	20	90	95
AKM	55	50	90	95
N	11	0	15	80
P	1,5	0	10	80

Yerleşim, arıtma tesisleri hizmetleri ve deşarj bakımından diğer illerden farklı olan İstanbul için İTÜ tarafından hazırlanan “Marmara Denizi’nde Deniz Salyası Sorunu ile İlgili Görüş ve Öneriler” raporunda verilen nüfus ve arıtma düzeyi verileri kullanılmıştır (İTÜ 2021). Raporda verildiği şekilde İstanbul’da 8.250.000 kişinin atık suyunun ön arıtma (fiziksel), 6.250.000 kişinin atık suyunun ise ileri biyolojik arıtmadan (nutrient giderimi) geçirildikten sonra deşarj edildiği kabul edilmiştir. Ek olarak yine aynı rapor esas alınarak İstanbul kaynaklı evsel atıksuların önemli bir kısmı derin deşarjı yoluyla İstanbul Boğazı üzerinden Karadeniz’e gittiği için Marmara Denizi’ne deşarj edilen kısmı yine aynı rapor doğrultusunda %35 olarak kabul edilmiştir.

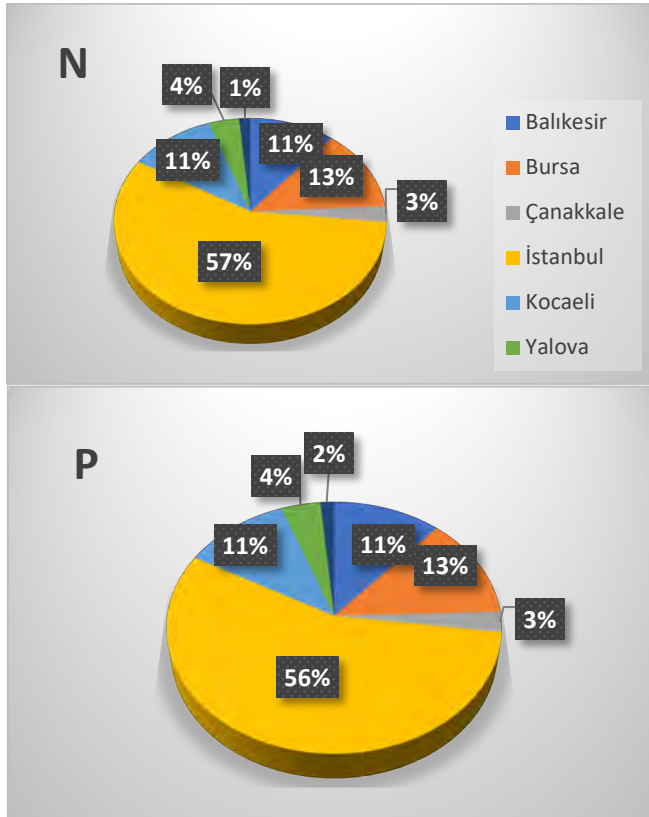
SONUÇLAR VE TARTIŞMA

TÜİK 2020 nüfus verilerine göre evsel atıksuları fiziksel, biyolojik ya da nutrient giderimine sahip ileri arıtım sistemleri ile arıtıldıktan sonra Marmara Denizi’ne deşarj edilen toplam nüfus 20,7 milyon civarında olup bunun 17,4 milyonu atıksuların doğrudan ya da çok kısa mesafelerden denize deşarj edilen kıyı bölgelerinde yaşamaktadır. Kalan kısım ise Marmara Denizi havzasında yer almakta olup atıksuları nehir ya da dereler vasıtasıyla denize ulaşmaktadır. Marmara Denizi’ne bu şekilde doğrudan ya da dolaylı olarak deşarj edilen evsel atıksu miktarı yaklaşık olarak 2,5 milyon m³/gün olup bunun büyük bir kısmı (1,95 milyon m³/gün; toplam deşarjın %78’i) denize doğrudan deşarj edilmektedir. Yapılan hesaplamalarda iller bazında Marmara Denizi’ne evsel

atıksu deşarjı ile atılan kirletici madde miktarları Tablo 2’de, azot ve fosfor girişlerinin yüzdesel dağılımları ise Şekil 1’de verilmiştir.

Tablo 2. Marmara Denizi’ne evsel atıksu deşarjı kaynaklı kirletici girişleri (ton/yıl)

İLLER	BOİ	AKM	N	P
Balıkesir	2212	2641	2591	371
Bursa	4018	5065	3088	424
Çanakkale	220	346	588	85
İstanbul	30907	31179	13350	1821
Kocaeli	1500	2354	2612	368
Yalova	347	544	925	134
Tekirdağ	426	507	341	47
TOPLAM	39630	42636	23495	3250



Şekil 2. Marmara Denizi’ne evsel atıksu kaynaklı azot ve fosfor girişlerinin iller bazında dağılımı

Sonuçlardan görüleceği üzere azot ve fosfor girişlerinin yaklaşık %60'ı İstanbul'dan deşarj edilen evsel atıksulardan kaynaklanmaktadır. Bu oranlar BOİ için %80, AKM içinse %75 civarındadır. İstanbul'daki atıksuların %60'a yakını sadece fiziksel arıtmadan geçirildiği için toplam BOİ ve AKM'ye katkısı daha yüksek olarak hesaplanmıştır. Azot ve fosfor içinse nutrient giderimi sistemine sahip İstanbul ve Kocaeli arıtma tesisleri bu illerin katkılarını görece azaltmış görünmektedir. Bursa ve Balıkesir illerinde Marmara Denizi kıyısı bölgesinde yaşayan ve evsel atıksuları doğrudan denize deşarj edilen nüfus görece az olmakla birlikte bu kıyı ilçelerde fiziksel arıtma dışında arıtma sistemi olmaması ve atıksuların yeterince arıtılmadan derin deniz deşarjı ile Marmara Denizi'ne verilmesi önemli nutrient ve BOİ ve AKM girişlerine neden olmaktadır. Aynı şekilde İstanbul'da önemli bir miktarda atıksu sadece fiziksel arıtma sonrası deşarj edildiği için kirletici yüküne katkısı yüksek görünmektedir.

2021 yılı ilkbahar ve yaz aylarında büyük bir deniz salyası sorunu ile karşı karşıya kalan Marmara Denizi'nde, bu sorununu ve deniz salyasının yol açtığı ekolojik, ekonomik (balıkçılık, turizm vb.) ve toplumsal sıkıntıları gidermek için çeşitli eylem planları gündeme gelmiştir. Bu planlar içinde öncelikle denize azot ve fosfor girişini azaltmak için mevcut fiziksel arıtma sonrası derin deniz deşarjı uygulamalarını sonlandırmak ve bu arıtma sistemlerini nutrient giderimini içeren ileri arıtma tesisleri ile değiştirmek için çalışmalar başlatılmıştır. Güncel durumda deniz kıyısında olan ve arıtma sistemi olarak sadece fiziksel arıtma ve derin deniz deşarjına sahip ilçe ve bölgelerde ileri arıtım tesisleri inşası devam etmekte olup bu tesislerin birkaç yıl içinde devreye alınması planlanmaktadır.

Çalışma kapsamında İstanbul (toplam nüfusun yaklaşık %40'ı) ili ile, Bursa-Mudanya ve Gemlik, Balıkesir-Bandırma ve Tekirdağ-Şarköy ilçelerindeki fiziksel arıtma tesislerinin ileri arıtma dönüştürülmesi durumunda azot ve fosfor girişlerindeki azalma senaryosu da incelenmiştir. Bu yerler için mevcut durum ve ileri arıtma olması durumundaki azot ve fosfor girişleri Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Fiziksel arıtma sistemlerinin ileri arıtım sistemlerine dönüştürülmesi durumunda oluşacak nutrient girişleri (ton/yıl)

YER	Mevcut Durum		İleri Arıtım Senaryosu	
	N	P	N	P
İstanbul	11593	1581	2319	316
Mudanya	391	53	78	11
Gemlik	440	60	88	12
Bandırma	555	76	111	15
Şarköy	109	15	22	3
TOPLAM	13088	1785	2618	357
GENEL TOPLAM	23495	3250	13025	1822

Tablo 3'ten görüleceği üzere fiziksel arıtmaya sahip söz konusu yerlerde ileri arıtma geçilmesi durumunda Marmara Denizi'ne giren evsel atıksu kaynaklı toplam azot ve fosfor miktarında %45'lik bir azalma beklenmektedir. Bu

bağlamda bu bölgelerde ileri arıtma tesislerine geçilmesinin denize giren toplam nutrient miktarında önemli bir azalma sağlayacağı görülebilir.

Öte yandan bölgedeki tüm arıtma tesislerinin (biyolojik olanlar dahil) ileri arıtım sistemlerine dönüştürülmesi durumunda denize evsel atıksu kaynaklı azot ve fosfor girişleri sırasıyla 8930 ton/yıl ve 1218 ton/yıl olacağı hesaplanmaktadır. Bu değerler günlük 24,4 ton azot ve 3,3 ton fosfor girişine karşılık gelmektedir. Marmara Denizi gibi ekolojik olarak hassas ve yeterince kirlilik baskısı altında olan bir su kütlesi için en iyi senaryoda elde edilen bu değerler dahi yüksek olabilir. Ek olarak bu miktarların sadece evsel atıksu kaynaklı girişleri içerdiği, endüstriyel atıksu girişlerini, akarsularla taşınan tarımsal girdileri ve boğazlar üzerinden Karadeniz ve Ege'den taşınabilecek kirlitici ve nutrientleri kapsamadığı dikkate alınmalıdır. Bu nedenle yoğun nüfus ve sanayi baskısı altındaki bu bölgede atıksuların daha da ileri derecede arıtılıp yeniden kullanım olanaklarının değerlendirilmesi ve Marmara Denizi'ne deşarj seçeneğinden giderek uzaklaştırılması daha yerinde olacaktır.

DEĞİNİLEN BELGELER

AAT (2013) Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Atıksu Arıtma Tesisleri Tasarım Rehberi. Mevcut adres: ([https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/ar%C4%B1tma%20norm%20rehberi/AAT%20Tasar%C4%B1m%20Rehberi%20\(1\).pdf](https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/ar%C4%B1tma%20norm%20rehberi/AAT%20Tasar%C4%B1m%20Rehberi%20(1).pdf))

ÇŞB (2021) Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü, İl Çevre Durum Raporları. Mevcut adres: (<https://ced.csb.gov.tr/il-cevre-durum-raporlari-i-82671>).

Ergül, H.A., Aksan, S., İpşiroğlu, M. (2018) Assessment of the consecutive harmful dinoflagellate blooms during 2015 in the Izmit Bay (the Marmara Sea), *Acta Oceanologica Sinica* 37(8): 91-101.

Ergül, H.A., Balkis-Ozdelice, N., Koral, M., Aksan, S., Durmus, T., Kaya M., Kayal M., Ekmekci, F., Canli, O. (2021) The early stage of mucilage formation in the Marmara Sea during spring 2021. *J. Black Sea/Mediterranean Environment* 27(2): 232-257.

İTÜ (2021) Marmara Denizi'nde Deniz Salyası Sorunu ile İlgili Görüş ve Öneriler, Haziran 2021. Mevcut adres: ([https://haberler.itu.edu.tr/docs/default-source/default-document-library/deniz-salyas%C4%B1-\(musilaj\)-itu_rapor.pdf?sfvrsn=54235df0_2](https://haberler.itu.edu.tr/docs/default-source/default-document-library/deniz-salyas%C4%B1-(musilaj)-itu_rapor.pdf?sfvrsn=54235df0_2)).

Metcalf & Eddy (2002) Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, McGraw-Hill Higher Education, ISBN : 9780071241403.

TÜİK (2021) Türkiye İstatistik Kurumu, İl ve İlçelere Göre İl/İlçe Merkezi, Belde/Köy Nüfusu ve Yıllık Nüfus Artış Hızı Tablosu. Mevcut adres: (<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/DownloadIstatistikselTablo?p=JKFU8fe9rtEqmvZSjwkJls57ZdyMD8P/4d24X31JHhz5cl/wlswaRylqktJag3Qt>).

TÜİK-CİP (2021). Türkiye İstatistik Kurumu Coğrafi İstatistik Portalı, Çevre ve Enerji Göstergeleri. Mevcut adres: (<https://cip.tuik.gov.tr/#>).

DOĞAL KIYI-KENAR ÇİZGİSİNİN ORTADAN KALKMASININ MARMARA DENİZİ ÖZELİNDE KİRLİLİĞE ETKİSİ

THE EFFECT OF THE DISAPPEARANCE OF THE NATURAL COASTAL-BORDER LINE ON POLLUTION IN THE MARMARA SEA

Serdar AKSAN*, Halim AYTEKİN ERGÜL
Kocaeli Üniversitesi Fen – Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü
*serdar.aksan@kocaeli.edu.tr, halim.ergul@kocaeli.edu.tr

ÖZET: Akıntı ve dalgalar yolu ile organik atıkların denizlerden karasal ortama geçmesi, dünya denizlerinde, özellikle ötrofik bölgelerde gerçekleşen doğal bir süreçtir. Ekosistem işleyişinin bir parçası olan bu olay, şehirleşme, kıyı şeridinin değişmesi, dolgu çalışmaları ve diğer insan etkileri ile kesintiye uğrayabilmektedir. Besin elementlerinin doğal olarak denizel ortamdan uzaklaşmasını sağlayan bu süreç, Marmara Denizi için önem taşımaktadır. Fakat Marmara Denizi kıyılarında yer alan yoğun şehirleşmeye bağlı olarak çeşitli nedenlerle yapılan düzenleme ve dolgular kıyı-kenar çizgisinin modifiye edilmesi sonucunda, atıkların karaya transferi sadece kısıtlı alanlarda meydana gelmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kıyı yapılaşması, kıyıya vuran kalıntı, organik atık

ABSTRACT: Transfer of organic waste from marine to the terrestrial environment via currents and waves is a natural process that took place in all marine environments, especially eutrophic locations. This natural process could be interrupted by urbanization, modification of shorelines, embankment operations, and other anthropologic influences. This process which outputs nutrients from the marine environment is important for The Marmara Sea. However, because of heavy urbanization and modification of shorelines for transportation purposes, this natural process remains restricted to certain areas in The Marmara Sea.

Keywords: Shoreline development, sea wrack, organic waste

Marmara Denizinde 2021 yılının Nisan ve Mayıs aylarında meydana gelen yoğun deniz salyası (müsilaj) oluşumunun ardından, bir çok bilim insanı bu oluşumun nedenleri, etkileri ve önlenmesi üzerine çok sayıda çalışma yapmış ve yapmaya devam etmektedir (Ergül ve diğ. 2021; Topçu ve Öztürk 2021; Gazioğlu ve Savun-Hekimoğlu 2021; Balkis-Özdelice ve diğ. 2021). Bu çalışmalar,

Marmara Denizi'nde meydana gelen ötrofikasyonu ve yüksek derişimlerde besleyici element varlığını açıkça göstermektedir.

Dalgalar ve akıntılar yolu ile karaya vuran yosun ve diğer organik atık kütleleri, deniz ve kara besin zinciri arasında önemli bir geçiş noktasını oluşturmaktadır (Polis ve Hurd 1995; 1996; Farina ve diğ. 2003). Kıyı yapısı ve konumuna göre farklı makrofit ve makroalg türlerinden oluşan bu atıklar (beach wrack) bir çok omurgasız türüne de ev sahipliği yapmakta ve kendine özgü bir habitat oluşturmaktadır (Orr ve diğ. 2005). Yüksek miktarlarda besleyici elementi deniz ortamından uzaklaştıran bu oluşumlar aynı zamanda beraberlerinde suda yüzen ya da asılı kalan çeşitli makro ve mikro kirleticileri de (plastik, kumaş, kağıt, odundan üretilmiş malzemeler ve terkedilmiş avcılık ekipmanları) karasal ortama getirmektedir (Rangel-Buitrago ve diğ. 2019). Organik, inorganik atıklar ve besleyici elementlerin denizel ortamdan uzaklaşmasını sağlayan bu sürecin sonuçları özellikle fırtınaların sonrasında ülkemiz kıyılarında da zaman zaman gözlenmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. 2019 yılında lodos fırtınası sonrasında İstanbul Fenerbahçe kıyılarında birikmiş kırmızı alg kütleleri (Karakaş 2019)

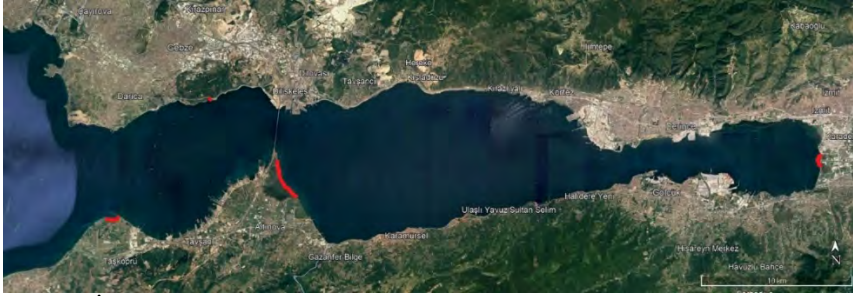
Marmara Denizine kıyısı bulunan iller toplamda 23,7 milyon nüfusa sahiptir (TUİK 2020). Bu durum, Türkiye nüfusunun %28,3'ünün Marmara denizi kıyılarında ve çevresinde bulunan şehirlerde yaşadığı anlamına gelmektedir. Geçtiğimiz yıllar içerisinde Marmara Denizi kıyılarında yaşam, rekreasyonel kullanım, ticaret ve ulaşım amaçlı arazi elde etmek amacı ile dolgu çalışmaları ve beton kıyı yapıları yapılmaktadır (Döker 2012) (Şekil 2). Bu yapılar, atıkların sahil çizgisinde birikmesine ya da akıntı döngüsüne katılmasına ve bakteriyolojik bozunma ile birlikte hipoksik ve anoksik koşulların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir (Ergül 2016).



Şekil 2. İstanbul Salacak sahili ve Kız Kulesi (Üstteki fotoğraf: 1950 yılı; Altteki fotoğraf: 2021) (URL1 1950; URL2 2020)

2021 ilkbaharında meydana gelen deniz salyası oluşumu sonrasında, benzer bir durumun tekrarlanmaması için devlet kurumları ve bilim insanları tarafından çözüm yolları aranmaktadır. Yosun ve diğer organik atıkların karaya vurarak, doğal bir süreç sonucu denizel ortamda organik yükün azaltılması göz ardı edilmemesi gereken bir durumdur. İçerisinde bulunduğumuz şartlar altında bu olay Marmara Denizinde çok kısıtlı alanlarda meydana gelmektedir. Örneğin İzmit Körfezi'nin sahip olduğu 130 km uzunluğunda kıyı şeridinin sadece 6 km uzunluğunda olan bir kısmı doğal kumluk yapıya sahiptir (Şekil 3). Elbette kıyı bölgelerinde toplanan yosun ve organik atık kütleleri birçok problemi de beraberinde getirmektedir. Kötü koku ve görsel kirlilik bu problemlerin başında gelmekte ve turizm amaçlı değerlendirilen kıyı bölgelerinde maddi zararlara da yol açma riski taşımaktadır. Organik atıkların gübre olarak kullanılması ve diğer atıkların geri dönüştürülmesi gibi çözümlerin öne çıkarıldığı çok sayıda çalışma literatürde yer almaktadır (Kupczyk ve diğ. 2019, Rangel-Buitrago ve diğ. 2019).

Marmara Denizi kıyılarında kirleticici girişini azaltmanın yanı sıra doğal süreçler ile kirleticilerin uzaklaşmasının önünü açmak sonraki yıllarda Marmara Denizi ekosisteminin daha sağlıklı olmasına katkıda bulunacaktır. Sürekli ve akıntı rüzgar yönleri belirlenerek uygun alanlarda kıyı şeridinin doğal yapısına geri döndürülmesinin Marmara Denizi'nin içinde bulunduğu şartları iyileştirmek için kullanılabilecek yöntemlerden biri olduğu düşünülmektedir.



Şekil 3. İzmit Körfezi'nde bulunan doğal kumluk kıyı alanları (kırmızı çizgiler)

DEĞİNİLEN BELGELER

Balkıs-ozdelice, N., Durmuş, T., Balcı, M. (2021) A Preliminary Study on the Intense Pelagic and Benthic Mucilage Phenomenon Observed in the Sea of Marmara. *Int. Journal of Environment and Geoinformatics* 8(4): 414-422.

Döker, M.F. (2012) İstanbul imi Marmara Denizi kıyı çizgisinde meydana gelen zamansal değişimin belirlenmesi. *International Journal of Human Sciences* 9(2): 1350-1370.

Ergül, H.A. (2016) Evaluation of seasonal physicochemical conditions and chlorophyll-a concentrations in Izmit Bay. Marmara Sea. *J. Black Sea/Mediterranean Environment* 22(3): 201-217

Ergul, H.A., Balkis-Ozdelice, N., Koral, M., Aksan, S., Durmus, T., Kaya, M., Kayal, M., Ekmekçi, F., Canli, O. (2021) The early stage of mucilage formation in the Marmara Sea during spring 2021. *J. Black Sea/Mediterranean Environment* 27(2): 232-257.

Farina, J.M., Salazar, S., Wallem, K.P., Witman, J. D., Ellis J. C. (2003) Nutrient exchange between marine and terrestrial ecosystems: the case of Galapagos sea lions *Zalophus wolfebaeckii*. *J. of Animal Ecology* 72: 873-887.

Karakaş, G. (2019) Alg artışı atıklardan. Mevcut adres: <https://www.milliyet.com.tr/gundem/alg-artisi-atiklardan-6109143> (erişim tarihi 12 Ekim 2021).

Kupczyk, A., Koleccka, K., Gajewska, M. (2019) Solving the Beach Wrack Problems by On-Site Treatment with Reed Beds Towards Fertilizer Amendments. *Journal of Ecological Engineering* 20(8): 252-261.

Orr, M., Zimmer, M., Jelinski, D.E., Mews, M. (2005) Wrack deposition on different beach types: Spatial and temporal variation in the pattern of subsidy. *Ecology* 86(6): 1496-1507.

Polis, G. A., Hurd, S. D. (1995) Extraordinarily high spider densities on islands: flow of energy from marine to terrestrial food webs and the absence of predation. *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)* 92: 4382-4386.

Polis, G.A., Hurd, S.D. (1996) Linking marine and terrestrial food webs: allochthonous input from the ocean supports high secondary productivity on small islands and coastal land communities. *American Naturalist* 147: 396-423.

- Rangel-Buitrago, N., Vergara-Cortes, H., Barria-Herrera, J., Contreras-Lopez, M., Agredano, R. (2019) Marine debris occurrence along Las Salinas beach, Viña Del Mar (Chile): Magnitudes, impacts and management. *Ocean and Coastal Management* 178: 104842
- Savun-Hekimoğlu, B., Gazioğlu, C. (2021) Mucilage Problem in the Semi-Enclosed Seas: Recent Outbreak in the Sea of Marmara . *International Journal of Environment and Geoinformatics* , 8 (4), 402-413
- Topçu, N.E., Öztürk, B. (2021) The impact of the massive mucilage outbreak in the Sea of Marmara on gorgonians of Prince Islands: A qualitative assessment, *J. Black Sea/Mediterranean Environment*, 27(2), 270-278
- TÜİK (2020) Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS)
- URL1 (1950) Kızkulesi / 1950, <http://www.eskiistanbul.net/6563/kizkulesi-1950#lg=0&slide=0> (erişim tarihi 12 Ekim 2021)
- URL2 (2020) https://cdn1.ntv.com.tr/gorsel/7ez-P9s4r0OchwZ_0LYJfw.jpg (erişim tarihi 12 Ekim 2021)

MARMARA DENİZİ'NDE GEMİ KAYNAKLI KİRLİLENMENİN ÖNLENMESİNDE BÜTÜNSSEL YAKLAŞIM GEREKLİLİĞİ

THE NEEDED OF A HOLISTIC APPROACH TO PREVENT THE POLLUTION FROM SHIPS IN MARMARA SEA

Burçin ERLEVENT^{1*}, Serdar KUM²

¹İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ), Lisansüstü Enstitüsü, Deniz Ulaştırma
Mühendisliği

² İTÜ, Denizcilik Fakültesi, Tuzla, İstanbul

*berlevent@gmail.com

ÖZET: Son yıllarda yayınlanan bilimsel araştırma sonuçlarına göre Marmara Denizi ve içinde barındırdığı ekosistem, kirlilik başta olmak üzere diğer etkenler ve baskılar nedeniyle ölmek üzeredir. Bu çalışmada, çeşitli kirlilik kaynaklarından gemi ve deniz aracı kaynaklı kirliliğin tespiti, kimliklendirilmesi ve izlenmesi için bütünsel yaklaşım kavramı önerilmektedir. Bütünsel yaklaşımda, Gemi Trafik Hizmetleri (GTH) sistemleri başta olmak üzere, tüm dijital ve analog verinin tek bir merkezde toplanması yöntemiyle, tüm su yolu paydaşlarının soruna top yekûn – bütünsel müdahale etme gerekliliği ortaya konulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Gemi Trafik Hizmetleri - GTH, deniz trafiği, deniz kirliliği

ABSTRACT: The recent published scientific research studies have verified that the Sea of Marmara as a habitat is on the verge of death due to various factors and pressures, mainly pollution. In this study, the concept of a holistic approach is proposed for identifying and monitoring of shipborne pollution and also to distinguish pollutant ships and marine vessels. The holistic approach reveals that all waterway stakeholders should respond to problems collectively by gathering digital and analog data from all available sources predominantly from Vessel Traffic Services (VTS) in a single center.

Keywords: Vessel Traffic Services - VTS, marine traffic, marine pollution

* Bu çalışmada ifade edilen görüşler yazarların kişisel görüşleri olup, hiçbir kurum ve kuruluşla ilişkilendirilmemelidir.

GİRİŞ

Yaşamakta olduğumuz iklim krizinin bileşenlerinden biri olan deniz kirliliğinin Marmara ölçeğinde son yıllarda hızla eriştiği seviyeyi anlayabilmek için, günümüzden yalnızca 40-50 yıl öncesine ait göstergelere bakmak yeterlidir: “...Kocaman çorbalık kırlangıçlar, ıstakozlar, levrekler ve karagözler bisikletimin arkasında Bostancı’ya balıkları satmaya giderdim... O devirlerde canım Marmara’m o kadar zengin bir denizdi ki, derinliklerini keşfetmekten kendimi alamazdım. Marmara şimdi çok yoruldu, yine de bu şehrin müthiş baskısı altında direnmeye çalışıyor...” (Sürer 2016).

1960 yılının Haziran ayında Yeşilköy Feneri’nden başlayıp, Ahırkapı Çakarına kadar olan alanda dalış yapan deniz aşığı Orhan Başar ise yeni kaleme aldığı eserinde; “...taşın her kovuğunda ıstakoz ve böcekler hayret içinde ilk defa gördükleri insanoğluna bakıyor fakat hiç kaçmıyorlardı, taş üzerindeki üç-dört kiloluk kırlangıçlar fütursuzca beni izliyorlardı.” şeklinde bir ifade kullanmaktadır. Yazar, o günlerdeki Marmara Denizi’nin verimliliği ve canlılığına dikkat çekerek Ataköy’deki dalyana giren 10-15 kiloluk orfozdan, arkadaşlarıyla Ataköy plajında topladıkları istiridyelerden, yakaladıkları karagöz, mercan, izmarit, ispari, levrek, lüfer, sinarit ve hatta köpekbalıklarından; tekneyle balığa çıktıklarında besledikleri koca kaplumbağadan ve Marmara’da yaygın olarak yapılan kılıçbalığı avcılığından bahsetmektedir (Başar 2021).

Yaşamının önemli bir bölümünü Marmara kıyılarındaki kentlerde geçiren diğer bir yazar da şunları söylemektedir; “...1970’li yıllarda küçük çocukken Gelibolu’da teknelerin bağlı bulunduğu ve Çardak [Lapseki] motorlarının yanaşıp kalktığı iç limanın pırıl pırıl sularında tereddütsüz yüzerdik. Aynı yıllarda rahmetli babamla çıktığımız (çoğunlukla gece yarısı teknenin güvertesinde uyuya kaldığımız) Gelibolu ve Saroz’daki avlarda teknenin livarı dolup taşardı. Livar içinde sezonuna bağlı olarak; mercan, karagöz, palamut, lüfer, kupa [kupes], kırlangıç, uskumru ve çocukken adını bilemediğim daha birçok çeşit balık olurdu. Hatta bir keresinde gün batımına yakın çıktığımız bir avda Boğazın akıntılı sularında teknenin karinasında yüzen birkaç camgöze ve kocaman kaplumbağaya bile rast gelmiştik. Deniz temiz ve bonkördü. Mesela o yıllarda mahallemizden geçen seyyar satıcılar el arabalarında çok ucuz fiyatlarla palamut, istavrit, sardalye ve hatta karides bile satarlardı.

Biraz büyünce Şarköy’de komşumuzun teknesiyle balığa tek başıma çıkmaya başladım. Uykuyu sevdiğim için günbatımında gittiğim avlardan yine boş dönmüyordum ama tuttuğum balıkların çeşidinde ve miktarındaki hatırı sayılır bir düşüş başlamıştı. Denizci olma sevdasının içime düştüğü o yıllarda Marmara’da deniz kirliliğinin arttığına dair haberleri de daha sık duymaya başlamıştık. Bu haberlerde [Milliyet 1984 ve 1989] çoğunlukla İzmit Körfezi ve Haliç ismini duyar olmuştuk. Marmara Denizi’nde kirlilik o kadar ilerlemişti ki, kolibasili sebebiyle sağlığını düşünenler artık Silivri’de denize girmiyorlardı. Marmara’nın doğusunda da durum farklı değildi. Örneğin 1986 yazında Gemlik’e balık tutmaya gittiğimizde deniz kahverengi renge bürünmüştü ve ağır bir koku vardı. 1988’de Yüksek Denizcilik Okulu’na başladığımda da durum değişmedi. Tuzla’daki okulumuzda zorunlu olmadıkça deniz girmek veya

*düşmekten hep kaçınırdık. Zaman ilerledikçe kirlilik de artmaya devam etti. 1993 yazında Avustralya'dan Karadeniz Ereğli'ye 30 Ağustos gemisiyle kömür getirirken Çanakkale Boğaz'ından çıktuktan hemen sonra [Mürefte açıkları] denizdeki renk değişimi ve bulanıklık beni korkuttu. İşte o an, durumun daha da kötüye gittiğini anladım!..”***

Yukarıdaki satırlar, bilimsel ölçütlerden uzak ve göreceli tespitler olmakla birlikte Marmara'da artan deniz kirliliğine ve hızla azalan biyolojik çeşitliliğe dair çarpıcı örneklerdir. Açıkça görüldüğü üzere 1990'lardan günümüze teknolojik gelişmeler, yaklaşık 30 yıldır düzenlenen Marmara ile ilgili sempozyumlarda yapılan uyarılar ve alınan önlemlere karşın, Marmara Denizi içinde barındırdığı canlı yaşamı ile birlikte ölmektedir. Marmara Denizi'ndeki oksijen oranındaki düşüş artık hayati seviyelere ulaşmıştır. Bu olgu bilim insanları ortaya konmuş yadsınamaz bir gerçektir (KÜDENFOR 2018). Nitekim 2021 yılında yaşanan müsilağ sorunu da bu gerçeği ve erişilen seviyeyi gözler önüne sermektedir.

İnsanoğlunun tüm olumsuz eylemlerine rağmen, Korona (Covid-19) virüsü sebebiyle kısıtlanan ve azalan insan faaliyetleri, doğanın hızla iyileşmesine olanak tanıdığını göstermiştir. Sokağa çıkma yasağının olduğu günlerde Ataköy Marina'da yunusların özgürce yüzmesi (Cumhuriyet 2020), İstanbul'dan Uludağ'ın zirvelerinin net bir şekilde görülebilmesi (Yeniçağ 2020) buna iyi bir örnektir. Bu olaylar aynı zamanda Marmara'nın acilen korunması ve tedavi edilmesi ihtiyacına dair önemli birer çağrıdır. Kayhan ve Büyükkurgancı (2017) tarafından Gemlik Körfezi'nde yürütülen araştırmada *Xiphias gladius* (Kılıç balığı), *Psetta maxima* (Kalkan balığı) görülmesi; Kıracı ve Güçlüsoy (2008)'un çalışmalarında Karabiga kıyılarında *Monachus monachus* (Akdeniz foku) bireyine rastlanması (Kıracı ve Ververi 2018) ve yoğun müsilağ sonrası Eylül ayında Bandırma Körfezi'nde düzenlenen Zıpkınla Balık Avı Türkiye Şampiyonası sırasında *Epinephelus marginatus* (Orfoz) ile karşılaşılması (Hürriyet 2021) bu ihtiyacın aciliyetini ortaya koyan diğer olgulardır. Bu verilere göre Marmara Denizi aşırı baskıya rağmen nesli tükenmekte/tehlike altında olan veya nadir görülen canlılara ev sahipliği yapmaya devam etmektedir. Dolayısıyla insanoğluna karşı son direnişlerini sergileyen Marmara Denizi'nin tedavisinde hedefe en kısa yoldan ulaşılması gerekmektedir. Bunun içinde, hızlı ve radikal kararlar alınması zorunluluk arz etmektedir. Elde edilecek başarı, zaman kaybetmeden ilan edilecek seferberliğe tüm su yolu paydaşlarının eksiksiz katılımı ile mümkündür. Bu çalışma, tüm su yolu paydaşlarına ait deniz trafiği verilerinin tek sistemde kaynaştırılarak alternatif araç ve imkanların kullanılması yöntemiyle gemi kaynaklı deniz kirliliğinin önlenmesinde bütünsel bir yaklaşım sunmayı hedeflemektedir.

**Adının açıklanmaması şartıyla bir denizcinin yayınlanmamış anılarından alıntılanmıştır.

TANIMLAR VE YAKLAŞIM

Denizde kirliliğe yol açan etkenlerin kaynakları çeşitlidir. Bu etkenlerden çok önemli olumsuz etkileri olan kanalizasyon, dere, deşarj hatları, tersaneler (boya, raspa, yağ gibi) karasal kaynaklı kirlilik konularına birer örnektir. Yine plastik başta olmak üzere evsel ve endüstriyel atıklar da önemli kara kaynaklı kirlitenlerdir. Ancak, tersaneler de dahil olmak üzere kara kaynaklı deniz kirliliği farklı bir uzmanlık ve mühendislik alanı olması sebebiyle yazarlar tarafından çalışmanın sınırlarının dışında tutulmasına karar verilmiştir.

Çalışmada sıklıkla yer alan önemli bir tanım olan *gemi* tanımı, ulusal mevzuatta yer aldığı şekliyle; adı, tonilatosu ve kullanma amacı ne olursa olsun denizde kürekten başka aletle seyredabilen her türlü tekneyi ifade etmektedir. Gemiler dışında, suda yüzebilen ve tahsis edildiği gayeye uygun olarak kullanılan her türlü araç veya yapı ise deniz aracı olarak tanımlanmaktadır (Limanlar Yönetmeliği 2012). Bu nedenle Marmara’da gemi kaynaklı deniz kirliliği denilince; uğraklı ve uğraksız gemiler ile birlikte Marmara Deniz’ini kullanan (seyir halinde, demirli veya yanaşık durumda olan tüm yolcu motorları, yüzer platformlar, balıkçı ve gezi tekneleri, yelkenliler vb.) bütün deniz araçlarının neden olduğu deniz kirliliği anlaşılmalıdır.

Mevzuat açısından bakıldığında gemi kaynaklı deniz kirliliği için dönüm noktası 1973 tarihli Denizlerin Gemiler Tarafından Kirletlenmesinin Önlenmesine Ait Uluslararası Sözleşme’nin (MARPOL 73/78) imzalanması olarak karşımıza çıkmaktadır. Sözleşme ve ekleri incelendiğinde deniz kirliliğine yol açan etkenler yani *kirlitenler* altı kategoriye ayrılmıştır. Bunlar; petrol ve türevleri başta olmak üzere dökme halde taşınan zehirli sıvı maddeler, denizde paketli halde taşınan zararlı maddeler, gemilerden kaynaklanan pis su, çöpler ve hava kirliliğidir. Her ana başlık detaylı teknik tanımlardan ve kurallardan oluşan birden çok alt başlık içermektedir. Ancak, kolay anlaşılır olması açısından bu çalışmada gemi ve deniz aracı (GDA) kaynaklı kirliliği türleri MARPOL’de yer aldığı şekliyle teknik kodlar yerine, daha sadeleştirilmiş şekilde deniz ve hava kirliliği olarak temel iki kavramsal ana başlığa ayrılmıştır.

Öncelikle iki kirlilik türünden biri olan hava kirliliği konusunda özetle, iklim kriziyle birlikte başta karbondioksit (CO₂), karbon monoksit (CO), kükürt oksitler (SO_x), azot oksitler (NO_x), yanmamış hidrokarbonlar ve partikül maddelerinin (Durmaz ve diğ. 2016) öne çıktığı görülecektir. Bu konu, deniz kirliliği sorunu gibi oldukça karmaşık ve çok bileşenli bir konudur. Kirliliğin ulaştığı boyutu ifade edebilmek için çarpıcı bir örnek vermek gerekir ise, büyük tonajlı lüks yolcu gemilerinden 47’sine sahip olan Avrupa merkezli bir firmanın gemilerinin yarattığı hava kirliliği, Avrupa kıtasında kayıtlı 260 milyon arabanın sülfür oksit salımının 10 katına eş değerdir (Transport & Environment 2019). Benzer şekilde aynı problem Marmara ölçeğine indirgenir ise son yirmi yılda GDA kaynaklı hava kirliliği miktarını algılayabilmek için en yoğun yıl olan 2008 istatistiklerinin incelemesi gerekmektedir. Referans olarak alınan 2008 yılı rakamlarına bakıldığında, yıl boyunca İstanbul’u farklı farklı tonajlarda 404 adet kurvaziyer gemi ziyaret etmiş (İSTKA 2012), aynı yıl İstanbul Boğazı’ndan 54.396, Çanakkale Boğazı’ndan 48.978 adet gemi geçiş yapmıştır (Denizcilik

İstatistikleri 2008). Bu sayılara Marmara limanları arası sefer yapan gemiler dahil değildir. Haliyle toplam rakam dikkate alınır, Türkiye'nin en yüksek nüfus yoğunluğuna sahip Marmara Denizi'nde gemi kaynaklı baca gazı salımı dikkate alınmak zorundadır.

GDA kaynaklı hava kirliliği sorunu Türk medyasında her ne kadar göz ardı edilse de, deniz kirliliği sorunu çevreye yaptığı tahribat, balık stoklarına olumsuz etkisi, sudaki belirgin renk değişimi, yüzeydeki çöp adaları ve ağır kokusuyla medyada kendine sıklıkla yer bulabilmektedir. Söz konusu kirliliğin gemi kaynaklı tarafı incelendiğinde kirliliğe neden olan kirletenlerin sıvı ve katı formda oldukları görülmektedir. Sıvı kirletenler; petrol, petrol türevleri, kimyasal atıklar ve pis su (sewage) olarak tanımlanan atıklardır. Bunlara örnek olarak gemideki yükün boşaltılması (tahliyesi) sonrası ortaya çıkan gemi tipine bağlı tank veya ambar yıkama suları (buna kirli güvertenin yıkanması da dahil edilebilir), sewage yani karadaki kanalizasyon benzeri tuvalet, lavabo atık suları (mutfak/kuzine dahil) örnek verilebilir. Katı kirletenler ise evsel ve endüstriyel çöplerdir. Bunlar, tank yıkama sonrası ortaya çıkan atıklar ve tortu, ambardaki yüke ait takoz, kalas, palet vb. araçlar (daneç), bağlama (lashing) donanımları, toz, pas gibi kalıntılar ile ambar ya da tank sintinesinden çıkan çamur kıvamında (bazen yağ içeren - sludge) atıklardan oluşmaktadır. Gemideki evsel katı kirletenler için tıpkı karada olduğu gibi geri dönüşüme uygun atıklar (kağıt, cam, metal, plastik vb.) ve bertaraf edilmesi gereken pil, evsel atık yağlar, kimyasal atıklar gibi kirletenler sayılabilir. Bunların haricinde gemilerin dünyanın diğer ucundaki tahliye limanlarında balast (safra) tanklarına aldıkları deniz suyunu ve tank içindeki tortuyu, Marmara limanlarında yükleme sırasında, Balast Suyu Yönetimi (Ballast Water Management) gereklerini yerine getirmeden tekrar denize basmaları da biyolojik kirliliğe örnek oluşturmaktadır. Denizlerde görülen istilacı türlerin bir kısmı –Süveyş Kanalı vasıtasıyla Kızıl Deniz'den Akdeniz'e geçen organizmalar (lesepisyen) türler hariç– bu şekilde taşınmaktadır.

Öte yandan Marmara'daki irili ufaklı gezi ve balıkçı tekneleri, motor yatlar önemli ölçüde deniz kirliliğine sebep olmaktadır. Bunlar, plastik atık (ağ donanımları da dahil), sigara izmariti, köpük (strafor) kutu parçaları başta olmak üzere çeşitli çöpler ile sintine suyu olarak tabir edilen yağ ve yakıt kirliliğidir. Liman veya mendirek içi yüzey ve dip kirlilikleri de deniz aracı kaynaklı kirliliğe birer örnek teşkil etmektedir. Bunu önlemek amacıyla 2019 yılı içerisinde Sıfır Atık Mavi Projesi, mavi kart, deniz çöpleri il eylem planlarının hazırlanması gibi projelere ve uygulamalara başlanmıştır. Genel önlemler bir yana, özel çevre koruma (ÖÇKB) bölgesi ilan edilmesine karşın turistik ilçe olan Foça'da dahi 2016-2020 dönemi ÖÇKB Yönetim Planı'nda (2016) *“Teknelerin limana yanaştıktan sonra sintine gibi atıklarını denize boşaltması”, “Tekne kaynaklı atıkların bertarafının düzenli ve etkin yapılması” ve “Katı atıkların ziyaretçiler ve teknelerden denizlere atılması”* notlarına rastlanmaktadır.

Sonuç olarak ister gemi, ister deniz aracı kaynaklı kirlilik olsun, bu durum kısa veya uzun vadede (kirliliğin etki derecesine bağlı olarak) doğrudan veya dolaylı yollarla mikro ve makro düzeyde deniz ve çevresinde ekosistem değişikliğine ve ölümlere yol açmaktadır. Bu nedenle Marmara'da GDA kaynaklı

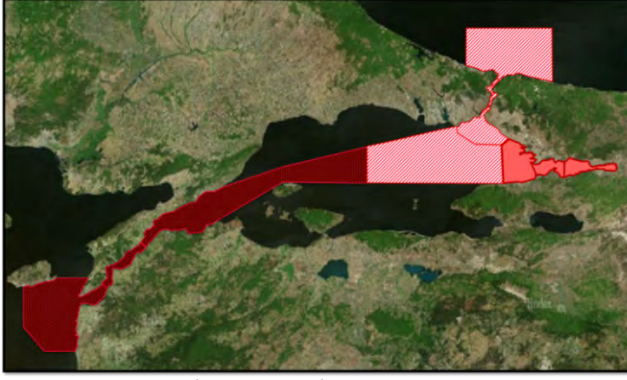
kirliliğinin önüne geçilmesi ve bunun sürdürülebilir hale getirilebilmesi için öncelikle Marmara Denizi'ndeki GDA'ların izlenmesi ve denetlenmesi problemine çözüm bulunması gerekmektedir. Çalışmanın bundan sonraki bölümünde Covid-19 salgını sonrası oluşan ekonomik sıkıntılar ve yatırım güçlükleri göz önünde bulundurularak düşük maliyetli ve sürdürülebilir etkin bir izlenme ve denetleme nasıl yapılabilir sorusuna cevap aranacaktır.

VERİ KAYNAKLARI VE YÖNTEM

Ulusal ve uluslararası kurallar gereği gemilerin tamamı A sınıfı, deniz araçlarının bir kısmı ise B sınıfı otomatik tanımlama sistemi (OTS) taşımak zorundadır. Bu cihazlar gemilere ait statik (kimlik bilgileri gibi) ve dinamik (rota, hız, coğrafi pozisyon gibi) veriyi civardaki istasyonlara iletmektedirler. Bilindiği gibi OTS cihazı (automatic identification system - AIS) çalışmayan veya sinyali alınamayan gemiler çoğunlukla radar ile takip edilmektedir. Marmara Denizi'ndeki gemilerin izlenmesi İstanbul, Çanakkale ve İzmit Gemi Trafik Hizmetleri (GTH) tarafından yapılmaktadır. Ancak, GTH'lerin Marmara'daki sorumluluk alanları incelendiğinde Gemlik, Mudanya, Silivri gibi bazı alanları kapsamadığı görülmektedir. Şekil 1'de gösterildiği üzere GTH'lerin sorumluluk sahaları (taralı kısımlar) dışında kalan alanların izlenebilmesi için kurulumu oldukça maliyetli olan yeni bir GTH Merkezi tesis edilmesi yerine mevcut GTH'lere kolaylıkla sektör ilave edilmesi mümkündür. Bu alanlar, sektör sayısı 4 olan İstanbul GTH Merkezi (GTHM)'ye ve/veya sektör sayısı 3 olan Çanakkale ya da İzmit'te GTHM'ye yalnızca bir ya da iki sektör ilave edilmesiyle izlenebilir hale getirilebilirler. Tüm GTH'ler, sistem ilavesi ve yükseltilmesine uygun inşa edilmişlerdir. Ayrıca, aynı alanı izleyen Sahil Gözetleme Radar Sistemi (SGRS) projesinde yer alan radar verileri, her iki proje yüklenicisinin (TBGTH ve SGRS) Havelsan firması olması sebebiyle çeşitli sensörlerden elde edilen veriler kolaylıkla GTH merkezlerinde kaynaştırılabilirler. Böylelikle mevcut GTH'lere yalnızca bir ya da iki sektör ilavesiyle düşük maliyetli ve tüm Marmara'yı kapsayan etkin bir izleme imkanı hızla tesis edilebilecektir. Hem donanım, hem de işletim giderleri dikkate alındığında oldukça maliyetli olan yeni bir GTH veya veri işleme merkezi kurulmasına da ihtiyaç kalmayacaktır. Sergilenmeye hazır (kaynaştırılmış ve kimliklendirilmiş) veri kolaylıkla kirliliği izleyecek ve müdahale edecek birimlere (örneğin; Marmara için Deniz Kirliliği İzleme Merkezi – DEKİM olabilir) anlık olarak aktarılacaktır.

Diğer taraftan gemiler ile birlikte OTS (Klas B) ve Balıkçı Gemileri İzleme Sistemine (BAGİS) sahip olan deniz araçları dışında küçük balıkçı ve gezi teknelerinin de izlenmesi gereklidir. Anlık ve süreklilik arz eden bir izleme yöntemiyle, basit bir mobil uygulama kullanılarak kirlilik veya tehlike anında deniz aracının GSM iz kayıtlarına (historical traffic search-HTS) ulaşılabilir ve kirlilik rapor edilen bölgedeki tüm GDA'ların kimlikleri ve yer bilgileri (coğrafi pozisyonları) tespit edilebilir. Böylelikle, iz kaydı ile birlikte OTS (Klas A ve B), BAGİS, SGRS, SOTAS (Seyir Yardımcısı Otomatik Tanımlama Sistemi), Ulusal OTS, LRIT (Gemilerin uzak mesafeden tanımlanması ve takip sistemi), RADAR, LIDAR vb. tüm veriler tek bir merkezde (GTHM vb.) toplanabilir. Marmara'da

hizmet veren üç GTH Merkezi (İstanbul, Çanakkale ve İzmit) yukarıda ifade edilen sitemlere, hatta gemilere ait tüm detaylı bilgilerin yer aldığı Liman Yönetim Bilgi Sistemi'ne gerçek zamanlı erişim yetkisine sahiptirler. Her bir GTHM'de toplanan veri setlerinin kaynaştırılması (fusion) ve ilişkilendirilmesi (correlation) sonrası tüm deniz trafik resmi, tek bir web tabanlı sistemde çevre korumadan sorumlu belediyeler başta olmak üzere yetkili birimlerin kullanımına açılabilir. Tüm veriye tek pencerede ulaşılması aynı zamanda çevre koruma planlarında (Foça 2016) göze çarpan “*Bölgeler arası etkileşim yok. Kirlilik konusunda birlikte çalışılmıyor*” sorunun çözümüne önemli katkı sağlayacaktır. Bununla birlikte GDA'ların takip ediliyor olması hem etkin denetim mekanizmasının oluşturulmasına hem de kirlilik anında hızlı ve etkin müdahale edilmesini tesis edecektir.



Şekil 1. Çanakkale, İstanbul ve İzmit GTH Sorumluluk Alanları

Bütünsel yaklaşımda GDA'ların kimlik ve pozisyon bilgilerinin takip edilmesi haricinde diğer önemli bir husus, Marmara Denizi kirlilik durumunun anlık izlenmesi ve tespit edilmesi ihtiyacıdır. GDA'ların sebep olduğu deniz yüzeyi kirliliği tespiti için dünyada farklı yöntemler geliştirilmiştir. Havadan gözetleme yöntemi eski ancak en pratik –ve hatta en etkin– yöntemlerden birisidir. Buna karşın hava aracını satın alma veya kiralama giderlerinin yanında bakım, yedek parça ve personel giderleri, barınma yeri tesisi vb. dikkate alındığında oldukça maliyetli bir çözümdür. Bu nedenle Marmara Denizi'nin uçak ile düzenli kontrolü İstanbul, Kocaeli, Yalova, Bursa, Balıkesir, Çanakkale ve Tekirdağ illeri başta olmak üzere tüm kıyıdaş ilçe belediyeleriyle birlikte sağlanmalıdır. Benzer bir projenin 1976 tarihli Birlik Dergisi'nde önerildiği; havadan kontrol için helikopter tercih edildiği ve kontrol edilecek alanın birden fazla sorumluluk bölgesine ayrıldığı görülmektedir (Marmara 2013). Burada önemli olan deniz kirliliğini kontrol edecek olan hava aracının arıza ve bakımlar haricinde hafta sonu, resmi tatiller, gece ve fırtınalı günlerde de uçabilirliğinin sağlanması (sürdürülebilirlik açısından) oldukça önemlidir. Ayrıca, hava aracında gece veya kısıtlı görüş durumlarında kirlilik tespiti yapacak donanımların bulunması, 24 saat denetim yapılabilmesi açısından bir zorunluluktur. Benzer bir

şekilde uçağa alternatif olarak profesyonel (kötü hava şartlarında, sis, pus ve geceleri görüş yeteneği olan, kirliliği otomatik olarak algılayabilen), uzun süre ve uzak mesafe uçma yeteneğine sahip insansız hava araçları (İHA) da kullanılabilir. Benzer bir proje Avrupa Denizcilik Emniyet Ajansı (European Maritime Safety Agency-EMSA) tarafından geliştirilmiş ve uygulamaya konulmuştur. EMSA 2007'den günümüze yürüttüğü CLEANSEANET isimli bu projede sorumluluk sahasındaki üye ülkelerin kabiliyetlerine bağlı olarak uçak, insansız helikopter ve drone kullanmaktadır (EMSA 2021). Hava aracı uygulamalarına ek olarak, Sabiha Gökçen Havaalanı başta olmak üzere Marmara Bölgesindeki havaalanlarını kullanarak tüm Türk uçak ve helikopter pilotlarına gerekli bilgilendirmeler yapılarak, kirlilik durumunda raportör olmaları sağlanabilir. Örneğin; THY pilotları tarafından görüldükçe ihbar edilmiş deniz kirliliği olayları mevcuttur (Sözcü 2017).

Bu yöntemlere ek olarak EMSA'nın Radarsat-2 ve Cosmo-Skymed-2 gibi Synthetic Aperture Radar (SAR) radar uydularının ücretsiz olarak sağladığı uydu görüntüler de kullanılabilir. Ancak, bu uydulara ait Türkiye denizlerini kapsayan aylık görüntü sayısı 8 ila 16 arasında değişmektedir. Ayrıca, kirlilik anında görüntüler ilgili birimlere 30 dakika ile 1 saat arasında ulaşmaktadır. Dolayısıyla bunların tek başına kullanılması yetersiz olarak görülmektedir (Duran 2014). Ancak, 30.08.2018 tarihinde Aliğa'da yaşanan geniş çaplı petrol kirliliğinin tespitinin Sentinel 1 uydu görüntüleri yardımıyla yapıldığı da gözden kaçırılmamalıdır (Aksoy ve Erenoğlu 2020). Çünkü son yıllarda Avrupa Birliği'nin Copernicus Programı kapsamında kullanılan uydu sayısının ve teknolojik imkanların artmasıyla yüksek çözünürlükte ve devamlılık arz eden uydu verisinin elde edilmesiyle birlikte (veri analizinde kullanan yazılımlar sayesinde) çok daha verimli, hassas ve güvenilir bir izleme ve değerlendirme yapabilme imkanına erişilmiştir. Copernicus Programı'nda yer alan altı adet hizmet (Atmosfer, Deniz, Kara, İklim Değişikliği, Güvenlik ve Acil Durum) ile birlikte; denizler, kıyılar, ana kara ve atmosfer sürekli izlenebilmektedir. EMSA tarafından kullanıldığı gibi Türkiye'yi de içine alan Copernicus Programı (Marine Service) tarafından sağlanan imkanlar kullanılarak Marmara Denizi başta olmak üzere denizlerimizde petrol ve türevleri, plastik vb. kaynaklı kirlilik takibi yapmak; hatta oşinografik veriyi düzenli izlemek günümüzde artık mümkündür (Copernicus 2021).

Öte yandan uydulara alternatif olarak yine teknolojik bir ürün olan radarla deniz yüzeyindeki kirlilik tespitinin (oil spill detection by radar images), GTH siteminde kullanılan radarlara ait veri işlemcilerine ilave edilecek donanım ve yazılımlarla yapılabileceği unutulmamalıdır. Ancak, sistemin kurulum maliyeti ile fırtınalı havalardaki izleme hassasiyetindeki kayıplar bu sistemin dezavantajlı yönünü oluşturmaktadır.

Son olarak, Marmara Denizi'ni veya kıyılarını düzenli olarak kullanan vatandaşlardan; amatör denizciler ve balıkçılar, tekne sahipleri, sahilde düzenli yürüyüş yapan ve balık tutan kişiler, halk arasında denize sıfır tabir edilen kıyı şeridinde bulunan iş yeri ve ev sahibi olan kişiler, potansiyel birer gönüllü **deniz korucusu** (sea shepherd) adaydırlar. Buradan hareketle denizle bütünleşik

yaşayan deniz aşığı bu bilinçli insanlara kısa bir eğitim verilerek deniz kirliliği **gözcü/korucu ağı** kurulması gerekmektedir. Her ne kadar kanun gereği kirlilik olayına karışan, gören, duyan veya olaydan haberdar olan herkes, kirlenme veya kirlenme tehlikesini ilgili makam ve acil müdahale birimlerine bildirmekle yükümlü olsa da (5312 Sayılı Kanun, 2005); deniz korucularının tespit edilmesi konusunda özel bir çalışma yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmalarda Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı tarafından uzun süredir yürütülen Hedef 2023: Bir Milyon Denizci Projesi'nden de yararlanılabilir. Aksi takdirde bu konuda atılan adımların tıpkı bugün olduğu gibi yetersiz kalacağı aşikardır.

SONUÇ YERİNE

Bütünsel bir yaklaşımın sağlanması ve etkin bir şekilde sürdürebilmesi için mevcut gemi kaynaklı kirlilik etkenleri haricinde olası riskler ve tehlikelerin de belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Türk Boğazlarındaki tehlikeli yük taşımacılığının oluşturduğu riskler başta olmak üzere bu ve benzeri durumlara karşı önlemler konusunda çalışılması gerekmektedir. Emiroğlu ve Parlak (2010), Marmara Denizi 2010 Sempozyumu'nda, Marmara Denizi'nde deniz müdahale tekniklerinin mevcut tehlikeli madde taşımacılığı açısından değerlendiren çalışmalarıyla konuya dikkat çekmişlerdir. Ancak, Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO 2010) tarafından tavsiye edilen Uluslararası Seyir Yardımcıları ve Fener Otoriteleri Birliği (IALA) tarafından geliştirilmekte olan risk değerlendirme yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilen bu konuda herhangi bir çalışma yoktur. IALA tarafından kullanılan üç risk değerlendirme yönteminden, uzman görüşlerine dayalı bir yöntem olarak kullanılan PAWSA (Port and Waterways Safety Assessment - Liman ve Suyolu Risk Değerlendirmesi) ve OTS iz bilgilerini kullanarak hesaplama yapan yazılım tabanlı IWRAP (IALA Waterways Risk Assessment Program) yardımıyla riskler analiz edilmelidir. Diğer taraftan çeşitli ülkelerden kursiyerlerin katıldığı IALA Risk Yönetimi Eğitim Semineri 2014 yılında İstanbul'da düzenlenmiş, PAWSA yöntemi kullanılarak İzmit (2014), İzmir ve Aliğa (2016) Körfezlerini kapsayan risk değerlendirmeleri tamamlanmıştır. İstanbul ve Çanakkale Bölgesine ait riskler belirlendikten sonra (gerekli görülmesi halinde su yolu paydaşı olan diğer bölgelere de uygulanabilir) bir bütün olarak değerlendirilmelidir. Bu tür bilimsel çalışmalar tamamlanmadan hazırlanacak olan rapor, proje ve deniz çöpleri il eylem planları gibi çalışmalar bir yönüyle eksik kalacağından, mevcut önlemlerin büyük bir deniz kirliliğinde yetersiz kalacağına inanılmaktadır.

Bu çalışmanın hedefi, Marmara Denizi'nde bulunan gemi ve deniz araçlarının yer/iz bilgileri başta olmak üzere, statik ve dinamik verilerin tamamının tek bir sistemde kaynaştırılması ve ilişkilendirilmesinin mümkün olduğunu ortaya koymaktır. Bu önermeye alternatif olarak, daha hızlı ve düşük maliyetli veri setlerinin kaynaştırılmadan tek bir merkezde, birbirlerinden bağımsız olan sistem/cihazlarda gösterime (yalnızca yetkili personelin erişebileceği şekilde) sunulması da mümkündür. Her iki bütünsel yaklaşım ile gemi ve deniz araçlarının kesintisiz izlenebilirliği sürdürülebilir bir hale gelecek ve veriler deniz kirliliğinden sorumlu birimlere iletilecektir. Hatta bu işlenmiş

veriye web tabanlı sunucular vasıtasıyla akıllı telefonlardan da erişim sağlanabilir. Ancak, kirliliğin ve kirlitenin tespiti sonrasında yürütülen soruşturmalarda gecikmeksizin numunenin GDA'dan ve denizden nasıl ve hangi birim tarafından alınacağı, karşılaştırma analizinin nerede yapılacağı belirlenmelidir. Özellikle su yolu paydaşlarının sorumluluk sahalarının belirlenmesi gerekmektedir (örneğin; Marmara Denizi'nin kıyıdan uzak alanlarında, merkez bölgede bir kirlilik olması durumu gibi).

Marmara Denizi kıyı belediyelerinin ya da daha kapsayıcı bir ifadeyle Marmara su yolu paydaşlarının (belediyelerle birlikte ilgili kamu kurum, kuruluş, üniversite, enstitü, ilgili vakıf ve dernekler, bazı denizcilik firmaları ve deniz korucuları da dahil) tamamının bir araya getirilmesi; ortaklaşa GDA kaynaklı deniz kirliliği kontrolünde (insanlı veya insansız hava araçları ile etkin ve sürdürülebilir bir denetim yapılması başta olmak üzere) her açıdan bütünsel yaklaşımın oluşmasına yardımcı olacaktır. Bununla birlikte Gönüllü Deniz Korucu Sistemi'nin farklı kirlilik etkenlerinden kaynaklanan küçük çaplı deniz kirliliklerini bile tespit edebilme yeteneğinin olması, maliyet gerektirmeden kurulması ve sürdürülebilirliği, bütünselliğin sağlanmasında çok önemli bir katkı sağlayacaktır.

Açıkça anlaşılabileceği üzere bütünsel yaklaşıma yalnızca GDA'ların izlenmesi ve denetlenmesi önermesinde değil Marmara Denizi'nin kendi habitatu ile ölümünün önlenmesi ve iyileştirilmesinde de ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun bir parçası olan gerek Türk Deniz Araştırmaları Vakfı, gerek Marmara Belediyeler Birliği tarafından düzenlenen Marmara Denizi sempozyumlarında sunulan bildiriler çok değerli olmakla birlikte analizlerin ve çözüm önerilerin artık çok acil hayata geçirilmesi gerekmektedir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Aksoy, İ., Erenoğlu, R.C. (2020) Sentinel-1 Uydu Verileriyle Petrol Sızıntısı Tespiti Üzerine Bir İnceleme: İzmir Aliğa Örneği. *ÇOMÜ LJAR* 1(1): 80-87.
Başar, O. (2021) Derin Lacivert, Denizle Yoğrulmuş Bir Ömür. Uyum Yayınları. İstanbul.

Copernicus (2021) <https://www.copernicus.eu/en/copernicus-services> (erişim tarihi 07.10.2021)

Cumhuriyet (2020) <http://www.cumhuriyet.com.tr/video/atakoy-marinada-yunuslarin-dansi-ilgiyle-izlendi-1733454>, (erişim tarihi 20.04.2020)

Denizcilik İstatistikleri (2008) T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı.

Deniz Çevresinin Petrol Ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesinde Acil Durumlarda Müdahale ve Zararların Tazmini Esaslarına Dair Kanun, No:5312, 03.03.2005.

Derdimiz, Değerimiz, Denizimiz: MARMARA, T.C. Marmara Belediyeler Birliği Yayını, İstanbul,2013, s.8-9

Durmaz, M., Kalender, S.S., Ergin, S. (2016) Bir Feribottan Yayılan Emisyonların Deneysel Olarak İncelenmesi. *GiDB/Dergi*, İstanbul, 6: 3-12.

Hürriyet (2021) Mevcut adres: <https://www.hurriyet.com.tr/gundem/marmarada-yillar-sonra-ilk-kez-orfoz-baligi-goruldu-41893834> (erişim tarihi 05.10.2021)

Duran, S. (2014) Denizlerdeki Yağ Tabakasının Tespitinde Radar Görüntülerinin Kullanımı. Uzmanlık Tezi. Deniz ve İşsular Düzenleme Genel Müdürlüğü. Ankara. s.93.

Emiroğlu, B., Parlak, S. (2010) Marmara Denizi'nde Deniz Müdahale Tekniklerinin Mevcut Tehlikeli Madde Taşımacılığı Açısından Değerlendirilmesi. Marmara Denizi 2010 Sempozyumu, 25-26 Eylül 2010, İstanbul, s.98-115.

EMSA Mevcut adres: <http://www.emsa.europa.eu/csn-menu/items.html?cid=122&id=4322> (erişim tarihi 07.10.2020)

Foça Özel Çevre Koruma Bölgesi Yönetim Planı Ve Uygulama Projesi 2016-2020, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü, Aralık 2016, s. 67-68.

IMO (2010) International Maritime Organization. Degree of Risk Evaluation, Circular 296.

Kayhan, F.E., Büyükgüncü, N. (2017) Gemlik Körfezi (Marmara Denizi, Bursa) Balık Tür Çeşitliliği Üzerine Bir Araştırma. *Marmara Fen Bilimleri Dergisi* 2: 70-76.

Kıraç, C.O., Güçlüsoy, H. (2008) Foça ve Akdeniz Foku, Foça Özel Çevre Koruma Bölgesi'nde Akdeniz Fokunun (*Monachus monachus*) Korunması ve İzlenmesi. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı, Ankara.

Kıraç, C.O., Veryeri, N.O. (2018) Karabiga'da Foklar Bilinenden Fazla Çıktı. Mevcut adres: <https://sadaflag.org/karabigada-foklar-bilinenden-fazla-cikti/> (erişim tarihi 31.05.2020)

KÜDENFOR (2018) Koç Üniversitesi Denizcilik Forumu, Türk Boğazları Sistemi Çalıştayı Sonuç Raporu, İstanbul, 21 Şubat 2018.

Limanlar Yönetmeliği (2012) Resmî Gazete Tarihi: 31.10.2012 Sayı: 28453. Mevcut adres: <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=16726&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> (erişim tarihi 13.10.2021).

Milliyet, 28 Kasım 1984; 21 Temmuz 1989

Sözcü (2017) Mevcut adres: <https://www.sozcu.com.tr/2017/gundem/sondakika-haberi/gonullu-cevreci-pilotlar-denizi-kirleten-gemiyi-ihbar-etti-824733/> (erişim tarihi 07.05.2020)

Sürer, M. (2016) Denizin Tuzu. Yazarın Kendi Yayını, İstanbul, s.8.

Transport & Environment (2019) Mevcut adres: <https://www.transportenvironment.org/press/luxury-cruise-giant-emits-10-times-more-air-pollution-sox-all-europe%E2%80%99s-cars-%E2%80%93-study> (erişim tarihi 31.05.2020)

İSTKA (2012) Türkiye Ve İstanbul Bölgesi'nde Turizm. İstanbul Kalkınma Ajansı, Temmuz 2012, s.48. Mevcut adres: <https://www.istka.org.tr/media/1074/t%C3%BCrkiye-ve-%C4%B0stanbul-b%C3%B6lgesi-nde-turizm.pdf> (erişim tarihi 31.05.2020)

Yeniçağ (2020) Mevcut adres: <https://www.yenicaggazetesi.com.tr/insanlar-eve-kapaninca-bu-defa-da-uludag-ayasofyadan-cam-gibi-gorundu-275784h.htm> (erişim tarihi 21.04.2020)

MARMARA DENİZİ'NDE MİKROPLASTİK KİRLİLİĞİ

MICROPLASTIC POLLUTION IN THE SEA OF MARMARA

Ülgen AYTAN^{1*}, F. Başak ESENSOY¹, Yasemen ŞENTÜRK¹,
Hakan ATABAY², İbrahim TAN²

¹Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler
Bölümü, Rize

²TÜBİTAK, Marmara Araştırma Merkezi, Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü,
Gebze, Kocaeli

*ulgen.kopuz@erdogan.edu.tr

ÖZET: Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı kapsamında Marmara Denizi'nde karasal kirleticilerin etkisi göz önünde bulundurularak belirlenen 12 istasyonda 9-19 Ağustos 2020 tarihleri arasında su yüzeyi ve sedimanda mikroplastik kirliliği araştırılmıştır. Marmara Denizi yüzey sularında film, fiber, parça, köpük, boncuk ve pelet olmak üzere altı tipte mikroplastığe rastlanmıştır, mikroplastik konsantrasyonu $0,23 \times 10^6$ adet.km⁻² ile $5,16 \times 10^6$ adet.km⁻² (ortalama $1,33 \pm 1,31 \times 10^6$ adet.km⁻²) arasında değişmiştir. Sedimanda ise film, fiber, parça, köpük ve boncuk olmak üzere beş tipte mikroplastığe rastlanmıştır, mikroplastik konsantrasyonu en düşük 480 adet.m⁻² ile 8340 adet.m⁻² (ortalama 2535 ± 2618 adet.m⁻²) arasında değişmiştir. Çalışma sonuçlarına göre Marmara Denizi'nde tespit edilen yüksek mikroplastik konsantrasyonları olası etkileri dolayısıyla deniz yaşamı ve insan sağlığı için büyük risk teşkil etmektedir. Yüzey sularında sentetik tekstil kaynaklı fiberlerin, sedimanda ise büyük boyutlu plastiklerin parçalanması sonucu oluşan parçaların baskınlığı bölgede acilen daha efektif atık su arıtımı ve atık yönetimi yapılması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Mikroplastik, kirlilik, atık su, yetersiz atık yönetimi, Marmara Denizi

ABSTRACT: Microplastic pollution was assessed at 12 stations between 9-19 August 2020 in the Marmara Sea as a part of Integrated Pollution Monitoring Programme. A total of six types of microplastics were found in the surface waters namely film, fiber, fragment, foam, bead, and pellet. Microplastics concentrations was ranged between $0,23 \times 10^6$ pieces.km⁻² and $5,16 \times 10^6$ pieces.km⁻² (average $1,33 \pm 1,31$ pieces.km⁻²). Five types of microplastics were found in the sediment, namely film, fiber, fragment, foam, and bead. Microplastic concentration in sediment varied from 480 pieces.m⁻² to 8340 pieces.m⁻² (average 2535 ± 2618 pieces.m⁻²). According to the results of the study, the high concentrations of microplastics detected in the Marmara Sea pose a great risk for marine life and human health due to their possible effects. The predominance of

synthetic textile-based fibers in surface waters and fragments resulting from the breakdown of large-size plastics in the sediment reveals the urgent need for more effective wastewater treatment and better waste management in the region.

Keywords: Microplastic, pollution, wastewater, poor waste management, Marmara Sea

GİRİŞ

Son yıllarda yoğun üretimi, yaygın uygulama alanları ve yetersiz yönetimi dolayısıyla plastik atıklar okyanus ve denizlerde en hızlı büyüyen çevresel tehdit haline gelmiştir. Her yıl boyutları mikrometreden metrelere ulaşan milyonlarca ton plastik karasal ve denizel kaynaklardan okyanus ve denizlere girmektedir. Boyutları 5 mm'den küçük plastikler "Mikroplastik" olarak adlandırılmaktadır ve oluşma kaynağına göre birincil veya ikincil mikroplastikler olarak sınıflandırılmaktadır. Mikroskobik boyutta imal edilen ya da denize girmeden önce üretim, kullanım veya bakım sırasında büyük boyutlu plastiklerin aşınmasından kaynaklanan <5 mm plastikler birincil mikroplastikler (Örn: peletler, fiberler, boncuklar ve partiküller) olarak tanımlanırlar (Boucher ve Friot 2017) ve denizel ortama kronik olarak girerler. Denizel ortama giren büyük boyutlu plastikler UV ile başlayan bir dizi fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreç sonucu aşınması ve parçalanması sonucu oluşan <5 mm'den küçük plastikler ise ikincil mikroplastikler olarak adlandırılmaktadır.

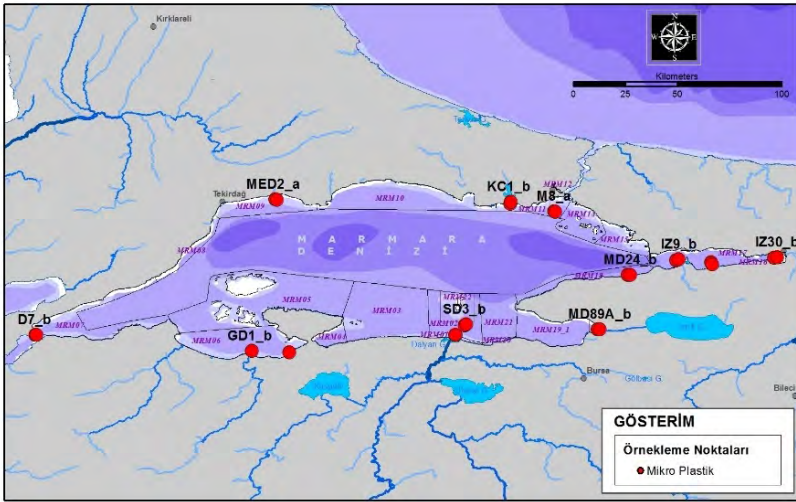
Üretimleri aşamasında uygulama alanlarına bağlı olarak ilave edilen toksik kimyasallar, bulundukları çevredeki kalıcı hidrofobik kirleticileri tutma kapasiteleri ve istilacı/patojen türlere yaşam alanı oluşturmaları dolayısıyla plastiklerin deniz yaşamı üzerinde çoklu tehdit oluşturmaktadır (Koelmans 2015). Plankton ile eş boyutta ve eş zamanlı bulunan mikroplastikler fitoplankton ve zooplankton metabolizmasını olumsuz etkileyerek okyanusların karbon tutma kapasitesini azaltabilmekte ve deniz biyojeokimyasını olumsuz yönde etkilemektedir (Aytan 2021). Zooplanktondan, yumuşakçalara, balıklardan, deniz memelerine ve deniz kuşlarına kadar her seviyeden canlı tarafından doğrudan ya da dolaylı olarak tüketilen mikroplastikler ve ilişkili kimyasallar besin zinciri içerisinde ilerleyerek canlı yaşamı ve kontamine olmuş su ürünleri yoluyla insan sağlığı için risk teşkil etmektedir (Wright ve diğ. 2013).

24 milyonun üzerinde nüfusun drenaj alanını oluşturan Marmara Denizi, yoğun kentsel, endüstriyel ve tarımsal faaliyetler ve gemi trafiği dolayısıyla kirliliğe karşı savunmasız bir denizdir. Akdeniz ve Karadeniz arasında biyolojik bir koridor görevi gören Marmara ekosisteminde son yıllarda çok ciddi bozulmalar gözlenmiştir. Global bir çevre problemi olan mikroplastikler çoklu stres faktörü altında olan Marmara Denizi için de hızla büyüyen bir tehdittir. Marmara Denizine giren plastik yükünün azaltılması için gereken tedbirlerin alınması, yaptırımların uygulanması ve stratejilerin belirlenebilmesi için mikroplastik miktarının, kaynaklarının ve birikim alanlarının belirlenmesi önem arz etmektedir. Bu çalışma ile Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı

kapsamında Marmara Denizi'nde karasal kirleticilerin etkisi göz önünde bulundurularak belirlenen bölgelerde mikroplastik kirliliği araştırılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Mikroplastik örneklemeleri Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Projesi kapsamında 9-19 Ağustos 2020 tarihleri arasında 12 istasyonda gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Mikroplastik örnekleri su yüzeyinden 333 µm'lik göz açıklığına sahip Manta ağı ile 2 knot hızla 10 dk süre ile gerçekleştirilmiştir. Laboratuvarında 5 mm göz açıklığındaki elekten geçirilen örnekler biyolojik materyali uzaklaştırmak için 0,05 M Fe (II) sülfat ve % 30'luk H₂O₂ eklenmiş ve oda sıcaklığında yaklaşık 24 saat tutulmuştur. Sonrasında örnekler 10 µm'lik filtrelerle süzölmüştür. Stereo-mikroskop altında mikroplastiklerin sayımları ve fiziksel karakterizasyonu (tip, renk, boyut) gerçekleştirilmiştir. FTIR analizleri için seçilen örnekler filtre üzerinde saklanmıştır.



Şekil 1. Marmara Denizi mikroplastik kirliliği izleme istasyonları

Sediman örneklemeleri Van Veen Grab (alan=0.1 m²) kullanılarak toplanmıştır. Örneklemeler bozulmamış yüzey sedimanının yaklaşık ilk 5 cm'lik yüzeyinden 2 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Laboratuvarında ağırlık ve hacim ölçümleri tamamlanan örneklerden mikroplastiklerin uzaklaştırılması için yoğunluk ayırımı uygulanmıştır (NaCl solüsyonu, 1,2 g/cm³). Yoğunluk ayırımı aşamasını takiben 10 µm'lik elekten geçirilen örnekler biyolojik materyali uzaklaştırmak için %30'luk H₂O₂ çözeltisi eklenmiştir. Sonrasında örnekler 10 µm'lik filtrelerle süzölmüştür. Stereo-mikroskop altında mikroplastiklerin sayımları ve fiziksel karakterizasyonu (tip, renk, boyut) gerçekleştirilmiştir. FTIR analizleri için seçilen örnekler filtre üzerinde saklanmıştır. Mikroplastik analizlerinin tüm aşamalarında havadan ve prosedürden kaynaklı kontaminasyon test edilmiş ve veri doğrulanmıştır.

SONUÇ

Marmara Denizi yüzey suyu örneklerinden toplam 5074 adet mikroplastik izole edilmiş ve fiber (%46,7), parça (%27,1), film (%21,6), köpük (% 3,9), boncuk (% 0,5) ve pelet (% 0,1) olmak üzere altı tipte mikroplastığe rastlanmıştır. Mikroplastik konsantrasyonu en düşük Küçükçekmece kıyı (KC1) ve İzmit Körfezi (İZ30) olmak üzere $0,23 \times 10^6$ adet.km⁻² ile $5,16$ adet.km⁻² (ortalama $1,33 \pm 1,31 \times 10^6$ adet.km⁻²) arasında değişmiştir (Şekil 2). Yüzey sularında film tipte mikroplastikler için ortalama boy $1,56 \pm 0,91$ mm, fiber için $1,73 \pm 1,08$ mm, parça için $1,46 \pm 1,02$ mm, köpük için $1,62 \pm 0,99$ mm, boncuk için $0,45 \pm 0,16$ mm ve pelet için $2,81 \pm 1,82$ mm olarak hesaplanmıştır. Marmara Denizi yüzey suyu örneklerinde toplamda on üç renkte mikroplastığe rastlanmıştır ve şeffaf (%26,4), beyaz (% 21,2), siyah (%19,9), yeşil (% 11,3) ve mavi (% 10,9) en sık rastlanılan renkte mikroplastikler olmuşlardır. Marmara Denizi sediman örneklerinden toplam 1521 adet mikroplastik izole edilmiş ve parça (% 51,6), fiber (% 44), film (% 2,6), boncuk (%1,2) ve köpük (% 0,5) olmak üzere beş tipte mikroplastığe rastlanmıştır. Mikroplastik konsantrasyonu birim alanda en düşük Çanakkale Boğazı (D7), en yüksek Gemlik Körfezi olmak 480 adet.m⁻² ile 8340 adet.m⁻² (ortalama 2535 ± 2618 adet.m⁻²) arasında değişmiştir. Film tipte mikroplastikler için ortalama boy $1,55 \pm 0,92$ mm, fiber için $1,37 \pm 0,84$ mm, parça için $0,78 \pm 0,58$ mm, köpük $2,36 \pm 1,56$ mm ve boncuk için $0,29 \pm 0,05$ mm olarak hesaplanmıştır Sedimanda toplam 12 renkte mikroplastığe rastlanılmış mavi (% 20,6), siyah (% 18,4), kırmızı (% 15,0) ve şeffaf (%12,3) sedimanda en sık rastlanılan renkte mikroplastikler olmuşlardır.

TARTIŞMA

Dünya genelinde ve ülkemizde yapılan çalışmalar incelendiğinde yüzey sularında ve sedimanda mikroplastik kompozisyonu ve konsantrasyonu bölgesel farklılıklar sergilemektedir (Aytan ve diğ. 2016, 2020, 2021; Öztekin ve Bat 2017, Güven ve diğ. 2017, Gündoğdu ve diğ. 2018, Tuncer ve diğ. 2018, Çullu ve diğ. 2021, Erkan Sarı ve diğ. 2021). Plastik adı altında toplanan fakat her biri ayrı fiziksel ve kimyasal özelliğe sahip mikroplastiklerin dağılımını karşılaştırmak standart bir örnekleme, analiz ve raporlama yönteminin olmayışı ve bölgesel özellikler (hidrografi, kaynaklar, meteorolojik durum vb.) dolayısıyla sağlıklı olmamaktadır. Ancak mikroplastik kirliliğini rapor eden bu çalışmaların ortak sonucu Marmara Denizinin değişen oranlarda mikroplastiklerle kontamine olduğudur. Önümüzdeki on yıllarda artması beklenen plastik üretimi ile birlikte denizel ortamdaki miktarlarının da artması beklenmektedir.

Sonuç olarak, mikroplastikler değişen miktarlarda ve kompozisyonda Marmara ekosisteminde (deniz dibi, su yüzeyi) yaygın olarak bulunmaktadır. Plastiklerin seri üretiminin başladığı 1950'lerden itibaren denizel ekosisteme girmekte olduğu ve parçalanmaya devam ettikleri bilinmektedir. Sedimanda baskın olarak bulunan ve büyük plastik objelerin parçalanması sonucu oluşan parçalar bunun bir göstergesidir. Yüzey sularında büyük bir kısmı sentetik tekstilin yıkanması sonucu ortaya çıkan fiberler olmuştur. Fiberler, kanalizasyon, atık su arıtma tesisleri, derin deniz deşarjları, nehirler ve atmosferik taşınım

aracılığıyla kronik olarak sucul ortama ulaşmaktadır (Boucher ve Friot 2017). Ayrıca yine aynı yollarla denizel ortama giren kişisel bakım/temizlik ürünlerinden kaynaklı mikro boncuklara ve endüstride kullanılan plastik peletlere de rastlanmıştır.

Atık su arıtma tesislerinin yaygınlaştırılması ve filtrasyon verimliliklerinin artırılması, kentsel su döngüsü ve kanalizasyona odaklı ileri çalışmalar ile yeni teknolojilerin geliştirilerek Marmara ekosistemine giren (mikro)plastiklerin acilen azaltılması/durdurulması gerekmektedir. (Mikro)plastiklerin kaynak, akümülayon alanları ve etkilerin anlaşılması ve daha etkili yönetimlerin sağlanması amacı izleme çalışmalarının devamı ve izleme noktalarının artırılması bir ihtiyaçtır. Çeşitli çalışmalar ve devam eden projeler arasında verileri entegre edebilmek için mikropplastiklerin örneklenmesi, analiz ve raporlanmasında standardizasyona acilen ihtiyaç duyulmaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada kullanılan veriler Çevre ve Şehircilik Bakanlığının sahibi olduğu TÜBİTAK-MAM tarafından yürütülen "Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı" kapsamındaki izleme çalışmasından temin edilmiştir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Aytan, U. (2021) Plastikler ıve İklim Değişikliği. İklim Değişikliği ve Türkiye Denizleri Üzerine Etkileri. (eds., Salihoğlu, B., Öztürk, B.). Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV) Yayın no: 60, İstanbul, Türkiye, pp. 256- 266.

Aytan, U., Senturk, Y., Esensoy, F. B., Oztekin, A., Ağırbas, E., Valente, A., (2020) Microplastic pollution along the Southeastern Black Sea. In: Marine Litter in the Black Sea. Eds U. Ayta, M. Pogojeva, A. Simeonova. Turkish Marine Research Foundation (TUDAV) Publication No: 56, İstanbul, Turkey, pp. 192-207.

Aytan, U., Valente, A., Senturk, Y., Usta, R., Esensoy Sahin, F.B., Mazlum, R. E., Ağırbas, E. (2016) First evaluation of neustonic microplastics in Black Sea waters. *Mar Environ Res* 119: 22-30. doi: 10.1016/j.marenvres.2016.05.009

Aytan, U., Esensoy, F.B., Senturk, Y. (2021). Microplastic ingestion and egestion by copepods in the Black Sea. *Science of the Total Environment* doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150921>

Boucher, J., Friot, D. (2017) Primary Microplastics in the Oceans: A Global Evaluation of Sources. Gland, Switzerland: IUCN. 43pp

Çullu, A.F., Sönmez, V.Z., Sivri, N. (2020) Microplastic contamination in surface waters of the Küçükçekmece Lagoon, Marmara Sea (Turkey): Sources and areal distribution. *Environmental Pollution* 268: 115801

Erkan Sarı, H., Bakaraki Turan, N., Albay, M., Onkal Engin, G. (2021) A preliminary study on the distribution and morphology of microplastics in the coastal areas of İstanbul, the metropolitan city of Turkey: The effect of location differences. *Journal of Cleaner Production* 307: 127320

- Gündoğdu, S., Çevik, C. (2018) Micro- and mesoplastics in Northeast Levantine coast of Turkey: The preliminary results from surface samples. *Marine Pollution Bulletin* 118(1-2): 341-347.
- Güven, O., Gökdağ, K., Jovanović, B., Kıdeyş, A.E. (2017) Microplastic litter composition of the Turkish territorial waters of the Mediterranean Sea, and its occurrence in the gastrointestinal tract of fish. *Environ Pollut* 223: 286-294. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2017.01.025>
- Koelmans, A.A. (2015) Modeling the role of microplastics in bioaccumulation of organic chemicals to marine aquatic organisms. A critical review. In *Marine Anthropogenic Litter*, Eds M. Bergmann, L. Gutow, and M. Klages (Cham: Springer), 309-324. doi: 10.1007/978-3-319-16510-3_11
- Oztekin, A., Bat, L. (2017) Microlitter Pollution in Sea Water: A Preliminary Study from Sinop Sarikum Coast of the Southern Black Sea. *Turk J Fish & Aquat Sci* 17: 1431-1440. doi: 10.4194/1303-2712-v17_6_37
- Plastics Europe (2019) Plastics Europe Market Research Group (PEMRG) and Conversio Market & Strategy GmbH.
- Tuncer, S., Artüz, O.B., Demirkol, M., Artüz, M.L. (2018) First report of occurrence, distribution, and composition of microplastics insurface waters of the Sea of Marmara, Turkey. *Marine Pollution Bulletin* 135: 283-289.
- Wright, S.L., Thompson, R.C., Galloway, T.S. (2013) The physical impacts of microplastics on marine organism s: a review. *Environ Pollut* 178(4): 83-492.

MARMARA DENİZİ ÜZERİNDEKİ BASKILARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF PRESSURES ON THE SEA OF MARMARA

İbrahim TAN, Ayşen DEMİRTAŞ
TÜBİTAK, Marmara Araştırma Merkezi, Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü,
Gebze, Kocaeli
ibrahim.tan@tubitak.gov.tr, aysen.demirtas@tubitak.gov.tr

ÖZET: Marmara Denizi iki tabakalı bir akış yapısına sahiptir ve bu iki tabaka arasında bulunan geçiş tabakası su kütlelerinin birbirine dikey geçişlerini sınırlandırmaktadır. Bununla birlikte, kentsel/endüstriyel atık sular, deniz trafiği, tarım ve yerleşim yerleri gibi çeşitli aktivitelerin baskılarından önemli ölçüde etkilenmektedir. Günümüzde, deniz ve kıyı sistemleri üzerindeki insan kaynaklı baskıların değerlendirilmesi ve baskı-etki ilişkisinin kurulması çeşitli politikalarla zorunlu kılınmaktadır. İstanbul, Kocaeli ve Bursa gibi illerdeki yoğun kentleşme ve sanayileşme nedeniyle Marmara Denizi yüksek baskı altındadır. Marmara Denizi, çevresinde İstanbul, Kocaeli ve Bursa gibi yoğun kentleşme ve sanayinin olduğu şehirleri barındırması, artan nüfusun, sanayinin ve deniz taşımacılığının yanı sıra baskıların bütüncül yönetiminde yaşanan zorluklardan dolayı yüksek baskı altındadır.

Bu çalışma kapsamında Marmara Denizi'nde uzman görüşü ve nitel gözlemlere dayalı baskı etki değerlendirmeleri yapılmıştır. Körfezlerde ve Marmara Denizi'nin kuzey şelfinde yüksek baskı olduğu ortaya konulmuştur. Bu baskılarla denizdeki ekolojik kalite bozulmaları benzerlik göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Baskı-Etki, Marmara Denizi, baskı indeksleri

ABSTRACT: The Marmara Sea has a two-layer flow structure and the thermocline layer between these two layers limits the vertical transitions of the water bodies to each other. At the same time, the Marmara Sea is significantly affected by the pressures of various activities such as urban/industrial wastewater, marine traffic, agriculture, and settlements. Today, evaluating human-induced pressures on marine and coastal systems and establishing a pressure-effect relationship are required by various policies. The Sea of Marmara is under high pressure due to the dense urbanization and industrialization of cities such as İstanbul, Kocaeli, and Bursa Provinces, the increasing population, industry, and maritime transport, as well as the difficulties experienced in their integrated management.

Within the scope of this study, pressure impact assessments based on expert opinion and qualitative observations were made in the Sea of Marmara. High pressure has been demonstrated in the Gulfs and on the Northern shelf of

the Sea of Marmara. These pressures and ecological quality deteriorations in the sea are related to each other.

Keywords: Pressure - impact, Marmara Sea, pressure indices

GİRİŞ

Deniz-kıyı ekosistemleri ve kaynakları insan kaynaklı baskılar altındadır. Çevresel durumu etkileyen ve çevresel değişime sebep olan faktörler “baskı” olarak tanımlanmaktadır. Bu baskılar temel olarak; nüfus artışı, arazi kullanım değişikliği, habitat kaybı, aşırı avlanma, yıkıcı balıkçılık yöntemleri, yasadışı balıkçılık, istilacı türler, iklim değişikliği, kirlilik, artan gıda talebi ve gıda tercihindeki değişikliklerdir (Holon ve diğ. 2015; Tan ve diğ. 2017; Tan, 2021). Ekosistemin sürdürülebilir kılınması ve korunması amacıyla Avrupa Birliği Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi (DSÇD, MSFD, 2008/56/EC) ve Su Çerçeve Direktifi (SÇD, 2000/60/EC) yayınlanmış olup, bu direktifler su kaynaklarının sırasıyla İyi Çevresel Duruma ve İyi Ekolojik Duruma ulaşmasını hedeflemektedir.

Deniz ve kıyı sistemleri üzerindeki insan kaynaklı baskıların değerlendirilmesi ve baskı-etki ilişkisinin kurulması çeşitli politikalarla zorunlu kılınmaktadır. Bu ilişkinin kurulması hem su kütlelerinin iyi ekolojik duruma ulaşması hem de karar vericilerin önlemler programı oluşturulması açısından önemlidir (Flo ve diğ. 2021). Baskı-Etki analizi, model aracılığıyla veya baskı-etki indeksleri geliştirilmesi gibi çeşitli yöntemlerle yapılabilir. Model yaklaşımının, baskılara bağlı olarak etkilerin öngörülmesine olanak sağlamasına rağmen bazı dezavantajları vardır. Özellikle model kalibrasyonu ve kurulumu zaman alıcı bir süreçtir. Ayrıca uygulanacak alanda çeşitli ve detaylı veri setlerine (morfolojik, kimyasal ve biyolojik vb.) ihtiyaç duyulmaktadır. İndekslerde ise baskı-etkilerin doğru tanımlanması, uyumluluğu ve sonuçların karşılaştırılabilir olması önemlidir.

METOT

Deniz ve kıyı alanlarının yönetmeliklere göre iyi duruma ulaşp/ulaşamadığının belirlenmesinin yanı sıra ötrofikasyon açısından değerlendirilebilmesinde en önemli basamak baskı ve etkilerin tanımlanmasıdır (Borja ve diğ. 2006). Bu değerlendirmenin yapılmasında farklı yöntemler mevcut olsa da en çok uygulanan ve kabul görülen metodoloji DPSIR (Sürücü-Baskı-Durum-Etki-Önlem) sürecidir (EC 2003; Borja ve diğ. 2006).

Bu çalışmada baskı-etki değerlendirmeleri Marmara Denizi’nde uzman görüşü ve nitel gözlemlere dayalı LUSI (Land based simplified index), LUSIVAl (Land based simplified index – Valencia), MA-LUSI (Land based simplified index – Makro Alg) ve BI (Baskı indeksi (Pressure index, PI)) sonuçları karşılaştırılmış ve incelenmiştir.

LUSI indeksi, İspanya tarafından kaynaklı baskıların kıyısal alanlardaki ötrofikasyona olan etkisini belirlemek amacıyla geliştirilen bir metottur (Flo ve diğ. 2011; Camp ve diğ. 2015). Söz konusu metot, Arazi Sınıflandırma

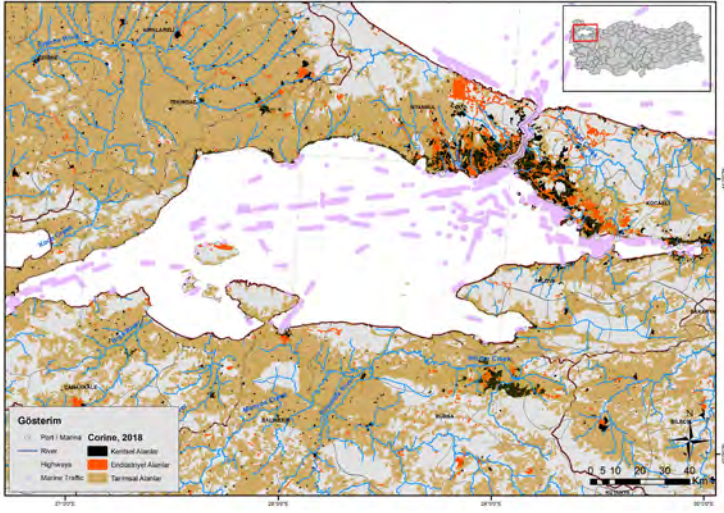
Sistemi'nin (Coordination of Information on the Environment (Corine) verilerini kullanarak kıydan 1.500 m mesafe içerisindeki kentsel, endüstriyel, tarımsal (sadece sulanan alanlar) alanlar ile kıyı tipini dikkate alarak hesaplanan baskı değerlendirme indeksidir. LUSI indeksi İspanya'nın Valencia kıyılarında kıyısall baskıları eklenmesiyle LUSIVal indeksi adapte edilerek kullanılmıştır. MA-LUSI indeksi ise marikültür, sediment nütrient girişi, şehirleşme, ticaret ve endüstri, tarım, düzensiz tatlısu girişi, liman, geçmiş trofik durum gibi baskı-etkileri içeren bir matris yöntemiyle indeks hesaplanmaktadır.

Körfezler, kentsel nüfus, tarım, endüstri, kentsel atık su arıtımı (KAAT) durumu, katı atık tesisi durumu, nehir girişi, hayvancılık, balık çiftliği, taşımacılık, liman, tersane ve diğer (HES, su çekimi vb.) aktiviteler olmak üzere tüm baskıları sınıflandıran Baskı İndeksi (Bİ) yöntemi uzman görüşüne göre hesaplanmaktadır.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Marmara Denizi çevresinde yer alan İstanbul, Kocaeli ve Bursa illeri ülkemiz nüfusunun %25'ini oluşturmakta olup, bu iller, yoğun kentleşme ve sanayinin olduğu bölgelerdir. Marmara Denizi Havzasındaki kilometrekareye düşen kişi sayısı en yoğun il 2.976 kişi ile İstanbul olup, bunu 553 kişiyle Kocaeli İli takip etmektedir. Kocaeli'nin 2007 yılında nüfus yoğunluğu 398 kişi/km² iken bu oran 2020 yılına gelindiğinde %38 artış göstermiştir ve 553 kişi/km² olmuştur (TUIK 2021). Söz konusu illerde nüfus yoğunluğuna bağlı olarak su kullanımı ve atıksu oluşturma miktarları yüksek olup, yönetimi zordur ve arıtım maliyetleri yüksektir. Marmara Denizi'nde 2020 yılında meydana gelen müsilaj oluşumları sonrasında noktasal kaynaklı kirliliğin tespiti kapsamında Marmara Atıksu Arıtma Tesisleri Projesi (MAR-AAT) yapılmıştır. Projede Marmara Denizi Havzasında oluşan kentsel atıksuların %43,3'ü gibi yüksek oranda fiziksel arıtma yapılarak deşarj edildiği ortaya koyulmuştur (ÇŞB 2021). Bu oranın yüksekliğinde İstanbul İli nüfusunun oluşturduğu atıksuların fiziksel arıtım sonrası derin deniz deşarjıyla denize verilmesinin etkisi büyüktür.

Marmara Denizi'nin kuzey şelfi nüfus ve sanayi tesisleri baskısı altında iken, güney kıyılarında yayılı kaynak baskısı daha yüksektir. Güney şelfinde yer alan Susurluk, Biga ve Gönen Nehirleri besin elementleri ve kirleticileri Marmara Denizi'ne taşımaktadırlar (Tan ve diğ. 2017; ÇŞB, TÜBİTAK MAM 2017). Ayrıca, Marmara Denizi konumu sebebiyle yoğun deniz taşımacılığının olduğu bir denizdir. 2011 yılında Türkiye'deki limanlara gelen 75.134 geminin %44,4'ü (33.388 gemi) Marmara Denizi'ndeki limanlara uğramıştır. 2020 yılında ülkemize gelen gemi sayısı düşmüş olsa da Marmara Denizi'ne uğrayan gemi sayısı oranı aynı kalmıştır. Marmara Denizi'ndeki limanlarda elleçlenen toplam yükün büyük kısmı İzmit Körfezi etrafında bulunan limanlarda yapılmaktadır (UAB 2021).



Şekil 1. Marmara Denizi arazi sınıflandırması ve baskıları

Marmara Denizi'nin baskı-etki değerlendirmeleri farklı indeksler aracılığıyla ortaya koyulmuştur. Uzman görüşü ve nitel gözlemlere dayalı yöntem olan LUSI (Land Uses Simplified Index) (Tan ve diğ. 2017), LUSIV (Land Uses Simplified Index Valencia) (Tan ve diğ. 2017) ve MA-LUSI (Makro Algea Land Uses Simplified Index) (Taşkın ve diğ. 2020) değerlendirmeleri Marmara Denizi için çalışılmıştır. Ayrıca, uzman görüşüne dayalı olarak Baskı İndeksi (Bİ) (Tan 2021) çalışmasında Marmara Denizi körfezlerinin değerlendirmesi yapılmıştır. LUSI ve LUSIV indeksleri alansal değerlendirmeler yapmakta olup, körfezlerin ve kuzey şelfinin sırasıyla çok yüksek ve yüksek baskı altında oluşu belirlenmiştir. Baskı indeksine göre ise Erdek Körfezi'nin orta sınıf, diğer körfezlerin ise çok yüksek baskı altında olduğu sonucu çıkmıştır. MA-LUSI indeksi istasyon bazında değerlendirmeler yapmaktadır. Buna göre, İstanbul, Kocaeli ve Bursa kıyısız alanları ile nehir deşarjı olan bölgelerde baskıların yüksek olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak, Marmara Denizi'nde yapılan baskı – etki çalışmaları birbirlerini doğrulamaktadır ve çalışmalarda elde edilen sonuçlar, Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı (DEN-İZ 2014-2016)'ndaki ekolojik kalite durumu çalışmasıyla benzerlik göstermektedir (ÇŞB-ÇEDİDGM & TÜBİTAK-MAM 2017).

DEĞİNİLEN BELGELER

Borja, A., Galparsoro, I., Solaun, O., Muxika, I., Tello, E.M., Uriarte, A., Valencia, V. (2006) The European Water Framework Directive and the DPSIR, a methodological approach to assess the risk of failing to achieve good ecological status. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 66: 84-96.

Camp, J., Flo, E., Vila, M., Arin, L., Rene, A., Sampedro, N., Manzanera, M., Garces, E. (2015) Pros and Cons of Biological Quality Element Phytoplankton as

a Water-Quality Indicator in the NW Mediterranean Sea. Springer, International Publishing Switzerland.

ÇŞB-ÇEDİDGM ve TÜBİTAK-MAM (2017) Bütünleşik Kirlilik İzleme Projesi (2014-2016). ÇTÜE 5148704, Rapor No. ÇTÜE.16.330 (Marmara Denizi Sonuç Raporu, 2016), Mayıs 2017, Gebze-Kocaeli.

ÇŞB (2021) T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. Mevcut Adress: https://webdosya.csb.gov.tr/db/marmarahepimizin/menu/kk3-sunum-eki-m-22_20211027014709.pdf (erişim tarihi: 22 Kasım 2021)

EC (2003) European Communities. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance Document No 3. Analysis of Pres-sures and Impacts Produced by Working Group 2.1 – (IMP-RESS). Luxembourg, Office for Official publications of the European Communities.

EEA (2019) Nutrient enrichment and eutrophication in Europe's seas- Moving towards a healthy marine environment, No 14/2019, ISSN1977-8449, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2019, doi: 10.2800/092643

Flo, E., Camp, J., Garcés E. (2011) Assessment Pressure methodology, Land Uses Simplified Index(LUSI). (Personal communication WFD-CIS- phase II, Technical paper).

Flo, E., Garcés, E., Camp, J. (2019) Land uses simplified index (LUSI): determining land pressures and their link with coastal eutrophication. *Frontiers in Marine Science* 6: 18.

Holon, F., Mouquet, N., Boissery, P., Bouchoucha, M., Delaruelle, G., Tribot, A. S., Deter, J. (2015) Fine-scale cartography of human impacts along French Mediterranean coasts: a relevant map for the management of marine ecosystems. *PLoS One* 10(8): e0135473.

Tan, İ., Beken, Ç., Oncel, S. (2017) Pressure-Impact analysis of the coastal waters of Marmara Sea *Fresenius Environmental Bulletin* 26.

Tan, İ. (2021) Marmara denizi körfezlerinin baskı-etki durumu ve ötrofikasyon açısından değerlendirilmesi (Evaluation of Marmara Sea bays in terms of pressure-impact status and eutrophication). doi: <https://doi.org/10.3153/AR21014>

Taşkın, E., Tan, İ., Minareci, E., Minareci, O., Çakır, M., Polat-Beken, Ç. (2020) Ecological quality status of the Turkish coastal waters by using marine macrophytes (macroalgae and angiosperms). *Ecological Indicators* 112: 106107.

TUIK (2021) Türkiye İstatistik Kurumu. Mevcut Adress <https://biruni.tuik.gov.tr/bolgeselistatistik/degiskenlerUzerindenSorgula.do#> (erişim tarihi: 16 Kasım 2021).

UAB (2021) T.C Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. Mevcut Adress: <https://denizcilikistatistikleri.uab.gov.tr/yuk-istatistikleri> (erişim tarihi: 22 Kasım 2021).

SUALTI GÜRÜLTÜSÜ İZLEME SİSTEMİ GELİŞTİRME ÇALIŞMALARI

UNDERWATER NOISE MONITORING SYSTEM DEVELOPMENT STUDIES

Sabri MUTLU^{1*}, Burçin KAYALI², Hakan ATABAY¹,
Mehmet Ali ÇAVUŞLU²

¹TÜBİTAK MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü, Kocaeli

²Koç Bilgi ve Savunma Teknolojileri A.Ş., Ankara

*sabri.mutlu@tubitak.gov.tr

ÖZET: Sualtı gürültüsünün MSFD (Marine Strategy Framework Directive) çerçevesinde belirlenmesi amacıyla bir pilot çalışma başlatılmıştır. Çalışma kapsamında Smartium Blue akıllı şamandıra sistemi hem ortam şartlarına hem de MSFD isterlerine uyumlu sualtı gürültüsü izleme sistemi içerecek şekilde revize edilmiş ve İzmit körfezine yerleştirilmiştir. Bir aylık kayıtlar analiz edildiğinde ortam gürültüsünün üst tabakada alt tabakaya ve 1/3 oktav bandında 125 Hz bandında 63 Hz bandına oranla daha yüksek seviyede olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sualtı Gürültüsü, MSFD, Marmara Denizi

ABSTRACT: A pilot study was initiated to determine underwater noise within the framework of MSFD (Marine Strategy Framework Directive). Within the scope of the study, Smartium Blue smart buoy system was reconfigured for underwater noise monitoring system, which is compatible with both environmental conditions and MSFD requirements, and deployed at İzmit Bay. When the one-month recordings were analyzed, it was observed that the ambient noise was higher in the upper layer than the lower layer and in the 1/3 octave band in the 125 Hz band compared to the 63 Hz band.

Keywords: Underwater Noise, MSFD, Marmara Sea

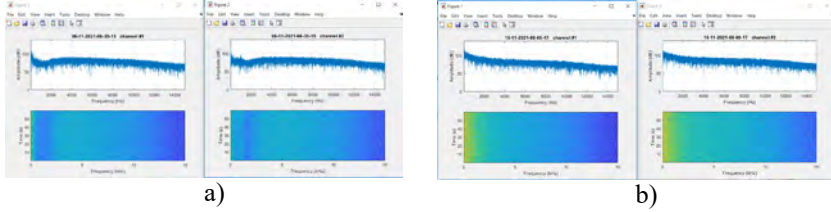
GİRİŞ

Avrupa Birliği Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi (MSFD)'nde İyi Çevresel Durum Tanımlayıcı D11'e göre sualtı gürültüsü ve enerji girişleri denizel çevreyi olumsuz etkileyecek seviyede olmamalıdır. Bu enerji türlerinin içinde en yaygını ve denizel çevreyi etkileyeni ise sualtı gürültüsüdür (Altıok ve diğ. 2017).

Denizde ışığın kısa mesafede kaybolması, sesin ise aksine uzun mesafelere kadar ilerleyebilmesi denizde yaşayan birçok canlı için sesi bir iletişim kurma, yer ve yön bulma ile avını belirleme aracı haline getirmiştir. Öte yandan denizlerde artan insan kaynaklı faaliyetler (gemi trafiği, kazık çakma, sismik araştırmalar, askeri tatbikatlar, vb.) canlılar üzerinde birçok potansiyel olumsuz

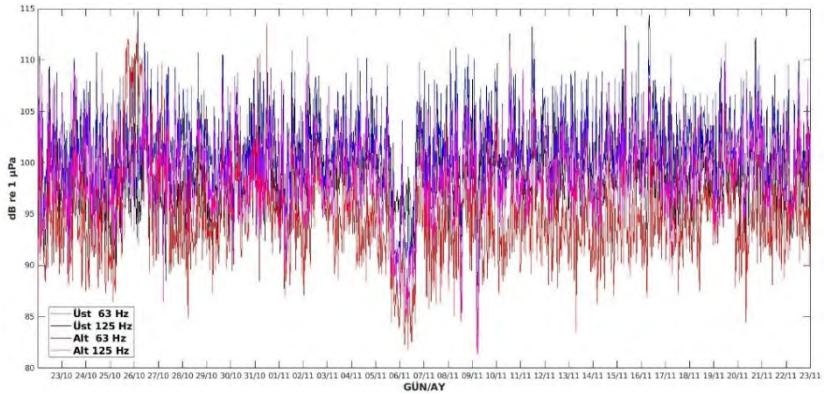
SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Sualtı gürültüsü izleme sistemi üzerinde yer alan 360° görüşlü kamera sayesinde civardaki deniz trafiği takip edilebilmektedir. İlk anlık analizler trafik yoğun ve değil olarak gerçekleşmiştir. Burada beklendiği üzere deniz taşıtları düşük frekanslarda ses seviyesinin artmasına neden olmuşlardır. Normal şartlarda düşük frekanslarda 100 dB'nin altında seyreden ortam gürültüsü, aşağıda verilen örnekte olduğu üzere, zaman zaman gemi trafiği nedeniyle 100 dB'nin üstüne çıkmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Deniz taşıtının olduğu ve olmadığı durumlardaki üst (channel#1) ve alt (channel#2) tabaka gürültü seviyeleri, a) Deniz taşıtının olmadığı durumdaki üst ve alt tabaka gürültüleri, b) 3 farklı deniz taşıtının olduğu durumdaki üst ve alt tabaka gürültüleri

22 Ekim ile 22 Kasım tarihleri arasında her on dakikada alınan kayıtlardan yarım saatlik periyodlarla seçilen 1 dakikalık kayıtlar veri işlemine tabi tutulmuştur. 1536 kayda ait gürültü seviyeleri Şekil 3'te sunulmuştur. Gürültünün 80 – 115 dB aralığında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Öte yandan belirgin bir eğilim tespit edilememiştir.



Şekil 3. 22 Ekim - 22 Kasım tarihleri arasında üst ve alt tabakaların 1/3 oktav bandı 63 Hz ve 125 Hz gürültü seviyeleri

Bir aylık kayıtlarda üst ve alt akustik alıcılara için 63 Hz ve 125 Hz bandındaki ortalama değerleri hesaplanmıştır. Ortalama değerler sırasıyla 101 dB,

103 dB, 98 dB ve 101 dB'dir. Üst tabaka ortam gürültüsü, alt tabakaya oranla mevsimsel ses kanalları olasılığı ve yüzeye yakın dalga/rüzgâr gibi kaynaklar nedeniyle beklendiği gibi görece yüksektir. 125 Hz bandındaki gürültünün 63 Hz bandındaki gürültüden daha yüksek olması ise Garrett ve diğ. (2016)'ın Falmouth Koy'undaki bulgusu ile benzerdir.

Henüz yeni kurulan ve test çalışmaları yapılan bu sistemin ilk verileri ön değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Yapılan ses analizleri sonucunda Gebze sahilinde üst tabakanın alt tabakaya oranla +2 dB daha gürültülü olduğu ve 1/3 oktav bandı 125 Hz merkez değerlerinin de 1/3 oktav bandı 63 Hz merkezine oranla +2 dB daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Pilot çalışmanın başarılı olması sonrasında ise benzer sistemlerin ülkemiz genelinde kurularak sualtı gürültüsü çalışmalarına önemli katkılar sunacağı düşünülmektedir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Altıok, H., Karakoç, F.T., Tombul, S., Polat Beken, Ç. (2017) Su Altı Gürültüsü İzleme Kılavuzu. Deniz İzleme Kılavuzları (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çed, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü – TÜBİTAK MAM), TÜBİTAK MAM Matbaası Gebze/Kocaeli, Bölüm 13.

ÇŞB, TÜBİTAK-MAM (2021) “Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı 2014-2019 Marmara Denizi Özet Raporu”, TÜBİTAK-MAM Matbaası, Kocaeli. ISBN: 978-625-7076-23-4.

Garrett, J.K., Blondel, Ph., Godley, B.J., Pikesley, S.K., Witt, M.J., Johanning, L. (2016) Long-term underwater sound measurements in the shipping noise indicator bands 63 Hz and 125 Hz from the port of Falmouth Bay, UK. *Marine Pollution Bulletin* 110(2016): 438-448.

MarineTraffic (2020) MarineTraffic Density Maps All Traffic 2020. Mevcut adres: <https://www.marinetraffic.com/en/ais/home/centerx:29.5/centery:40.8/> (erişim tarihi 23.11.2021).

Tasker M.L., Amundin, M., Andre, A., Hawkins, W., Lang, T., Merck, A., Scholick-Schlomer, J., Teilmann, F., Thomsen, S., Werner (2010) Marine Strategy Framework Directive Task Group 11 Report: Underwater Noise and Other Forms of Energy JRC Scientific and Technical Reports (2010), p. 55.

Urick, R.J. (1983) Principles of Underwater Sound, McGraw-Hill.

MARMARA DENİZİ'NDE YAYILI KAYNAKLARDAN GELEN KİRLİLİĞİN AZALTILMASI İÇİN MEVCUT OLAN METOTLAR VE UYGULANMA ALANLARI

CURRENT METHODS AND APPLICATION AREAS FOR REDUCING POLLUTION FROM NON-POINT SOURCES IN THE SEA OF MARMARA

Koray ÖZHAN*, Korhan ÖZKAN, Barış SALİHOĞLU,
Mustafa YÜCEL, Bettina Andrea FACH SALİHOĞLU, Hasan ÖREK,
Mustafa MANTIKÇI, Devrim TEZCAN, Ekin AKOĞLU,
Şadi Sinan ARKIN, Süleyman TUĞRUL
Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Enstitüsü, Erdemli, Mersin
*koray@ims.metu.edu.tr

ÖZET: MARMOD projesi Faz 1 çalışmalarının sonuçları Marmara Denizi'ne gelen ve ekolojik sistemin kötü duruma gelmesine sebep olan karasal yüklerin (besin elementleri azot (N) ve fosfor (P)) Karadeniz'den gelen yüklerden daha fazla olduğunu göstermiştir. Karasal yükler noktasal kaynaklarda daha iyi arıtma metotları ile çözülebilecek olmakta olup, yayılı kaynaklardan gelen yüklerin kontrolü çok zor olduğundan en büyük sorunu teşkil etmektedir. Bugüne kadar yapılan çalışmalar bu yayılı yüklerin azaltımı için farklı teknikler geliştirmiş olup bu tekniklerin bütüncül olarak uygulanması N ve P yüklerini Marmara Denizi'ne ulaşmadan istenilen seviyelere düşürülmesi için bir araya getirilip derlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yayılı kaynak, ötrofikasyon, Marmara Denizi, yük azaltımı

ABSTRACT: The results of the MARMOD project Phase 1 studies have shown that the terrestrial nutrient loads (nitrogen (N) and phosphorus (P)) coming to the Marmara Sea and causing the deterioration of ecological system are greater than the nutrient loads coming from the Black Sea. Terrestrial nutrient loads can be reduced with better treatment technologies in point sources, and the control of loads from nonpoint sources constitutes the biggest problem due to its complexity. The studies carried out to date have developed different techniques for the reduction of these loads from nonpoint sources, and the holistic application of these techniques has been compiled and brought together to reduce the N and P loads to the desired levels before they reach the Marmara Sea.

Keywords: Nonpoint source, eutrophication, Sea of Marmara, nutrient load reduction

Marmara Denizi ekolojik durumunun düşen çözünmüş oksijen (O_2) seviyeleri nedeniyle yıllar içerisinde kötüye gitmesinden dolayı (1) var olan durumun ortaya konması (2) gelecek ile tahminlerin yapılan bütünleşik ekosistem modeli ile tahmin edilebilmesi için MARMOD projesi Faz 1 çalışmaları Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nca ODTÜ-Deniz Bilimleri Enstitüsü ile Nisan 2017'de imzalanan protokol ile başlatılmıştır. Proje kapsamında gerçekleştirilen su ve besin elementleri (toplam Azot ve toplam Fosfor) bütçe çalışmaları ile Marmara Denizinin ekolojik durumunu etkileyen bu yükler ortaya konarak kaynaklar ve bunların miktarları belirlenmiştir.

Bugüne kadar Marmara Denizinin en büyük kirlilik yükünün Karadeniz suyu olduğu, Marmara Denizi ekolojik durumunun düzeltilmesi için gerekli adımların atılmasının çok zor olduğu ve Karadeniz suyunun kontrolünün Marmara Denizine olan etkisinin iyileştirilmesinin neredeyse imkânsız olduğu düşünülmekteydi. MARMOD projesi Faz 1 çalışmaları kapsamında yapılan çalışmalar havza kaynaklı besin yüklerinin en az Karadeniz'den gelen yükler kadar hatta büyük ihtimalle yaklaşık 2 kata yakın oranında daha fazla etkili olduğuna işaret etmektedir (MARMOD 2019). Bir sonraki aşamada proje kapsamında yapılan model çalışmaları birçok senaryoyu (Tablo 1) test ederek 6 yıllık bir süreç sonunda hangi koşullarda kritik eşik olarak belirlenen hipoksi eşiğinin ($80 \mu M O_2$) üzerine hangi iyileştirmeler yapılarak çıkılabileceğini test etmiştir. Yine bu çalışma sonucunda Marmara Denizinin ekolojik durumunu korumak için toplam besin yükünün %40 seviyesinde düşürülmesi gerektiğine işaret etmektedir. Model sonuçlarına göre Karadeniz'den gelen tüm yükler ortadan kaldırılrsa dahi Marmara Denizi dip suları hipoksi eşiğini 6 yılda geçememektedir. Ancak Karadeniz'den gelen yüklerle birlikte boğaz alt suyuna verilen yükler beraber ortadan kaldırılınca istenen düzeye yaklaşan bir iyileşme görülmektedir.

Karadeniz'den gelen yüklerin kontrol edilmesinin ve azaltılmasının zorlukları dikkate alındığında havzadan gelen yüklerin en etkin şekilde yönetilmesinin önemi daha da açığa çıkmaktadır. Yüklerin azaltılmasına yönelik adımlar çoğunlukla noktasal kaynaklar üzerinden hayata geçirilmekte olup, bunlar genel olarak endüstriyel ve evsel atıkların azaltılmasını ve arıtılıp denize verilmesini içermektedir. Bunun yanında yayılı kaynakların getirmiş olduğu besin yüklerinin kontrolünün zor olmasından dolayı yayılı kaynaklarından gelen besin yükleri kontrolü genelde ihmal edilmektedir.

Yayılı kaynaklardan söz ederken en önemli vurgunun bunun en önemli katkı sağlayıcısı tarım alanlarına ayrılması gerekmektedir. Tarım alanlarında kullanılan N ve P içerikli gübrelerin fazlasının yüzey suları ile yağışlar ve sulama sisteminin de yardımıyla alıcı suya ulaşması Marmara Denizi de dahil dünyanın birçok bölgesinde denizel alanların kirlenmesinin ana nedenlerinden bir tanesini oluşturmaktadır. N ve P'nin tarım havzalarında izlemiş olduğu kompleks dağılım gerekli iyileştirmelerin uygulanması noktasında işleri zorlaştırmaktadır. Tarım alanlarında sulama ve sel kontrolü için yapılmış olan kanallar bu fazla gübrelerin yüzey sularında alıcı suya ulaşmasında ana yolu oluşturduğundan dolayı, kirlilik kontrolü için uygun bir nokta oluşturmaktadır (Chen ve diğ. 2015).

Tablo 1. Model çalışmaları ile MARMOD projesi Faz 1 çalışmaları kapsamında test edilen gelecek senaryoları

Test edilen senaryolar	Açıklama
Günümüz Koşulları Senaryosu (<i>Business As Usual</i>)	Günümüz koşulları aynı kaldığında sistemin nasıl evrileceği temsil edilmektedir
Çanakkale Boğazı Senaryosu	Çanakkale Boğazı dip akıntısı ile Marmara Denizi basenine giren yıllık O ₂ miktarı yarı yarıya azaltılmıştır
İstanbul Boğazı Besin Girdisi Senaryosu	İstanbul Boğazı'ndan Marmara'ya giriş yapan yükler Karadeniz'den yüzey akıntısıyla taşınan yük artı alt akıntıdan yukarı karışan yüklerin toplamıdır. Her iki bileşenin ve bunların toplamlarının etkisi bu senaryoda test edilmiştir
Karasal Yükler Senaryosu	Marmara'ya giriş yapan bütün karasal yükler %40 azaltılmıştır
İstanbul ve İzmit Senaryosu	İstanbul ve İzmit bölgesindeki karasal girdiler, yani nehir havzaları ve boğaz alt akıntısından karışarak Marmara Denizi'ne taşınan besin elementleri girdileri sıfırlanmıştır

Dünyanın çeşitli bölgelerinde kullanılan farklı metotlar mevcut durumda olup bu metotlar farklı oran ve etkinlikte iyileştirmeler sağlamaktadır. Yayılı kaynaklar için üç ana kontrol stratejisi vardır; kaynak kontrolü, süreç kontrolü ve son işlem.

Kaynak kontrolü: N ve P uygulamasının azaltılmasının yanında bunların sızmasının kontrolü için korumalı toprak işleme, gübreleme yönetimi ve su tasarruflu sulama kullanılır için çalışır (Diaz ve diğ. 2012, Wu ve diğ. 2013, Chilundo ve diğ. 2018).

Korumalı toprak işleme: Adından da anlaşılacağı üzere toprağın daha az veya hiç sürülmemesine verilen isimdir. Toprağın işlenmesini ve sürülmesinin korumalı olarak yapılması verimli yüzey toprağına olan etkilerinin azaltılarak özellikle toprak erozyonunun azaltılmasında önemli rol oynamaktadır (Holland 2004). Bunun yanında korumalı toprak işleme ve sürme toprak yapısını ve topraktaki organik maddeyi geliştirerek toprağın filtreleme yapmasını arttırmakta, gübrelerin daha uzun süre tutunmasını sağlamakta ve bunun yanında suyun buharlaşmasını engellemektedir (Plaza-Bonilla ve diğ. 2013). Toprağın işlenmesinin ve sürülmesinin N ve P kayıplarında olan etkileri daha önce Clausen ve diğ. (1996) tarafından çalışılmış, topraktaki gübre kaybını %64'e kadar azalttığı gösterilmiştir. Bu metodun özellikle N kayıplarında etkili olduğu bilinmektedir (Liu ve diğ. 2014). Fakat bu işlem uzun süre uygulandığında toprağın sıkışmasına ve özellikle yüzey toprağında P birikimine ve yüzeyden P kayıplarına yol açmaktadır.

Gübreleme yönetimi: Gübreleme yönetimi gübrenin alıcı suya sızmayıp tarım alanında en etkili kullanımı için uygulanmaktadır (Malhi ve diğ. 2001, Peng ve diğ. 2010). Gübrelerin etkinliği yetiştirilen ürün türlerine göre farklılık göstermekte olup farklı uygulama metotları ile örneğin derine elle gübre verilmesi (Yao ve diğ. 2018) ve zaman kontrollü gübreleme (Kun ve diğ. 2012, Irfan ve diğ. 2020) yöntemlerinin gübre kayıplarını büyük ölçüde azaltmakta olduğu görülmektedir.

Su tasarruflu sulama: Ağır yağışlar ve drenaj sistemleri gübre kayıplarının diğer bir nedeni olup çeşitli metotların tarım alanlarında gübre kayıplarını azalttığı görülmektedir (Aziz ve diğ. 2018). Örneğin yapılan çalışmalarda alternatif ıslatma-kurutma tekniğinin bitkilerin gübreyi daha etkili kullanarak tarım alanlarından kayıplarını azalttığı görülmüştür (Zhang ve diğ. 2009, Liang ve diğ. 2013).

Süreç kontrolü: Süreç kontrolü N ve P miktarlarının tarım alanlarından alıcı suya ulaşana kadar geçirmiş olduğu süreçte yapılan uygulamaları temsil etmektedir. Tarım alanlarından alıcı suya kadar olan süreçte ekolojik kanallar ve mikrobiyal arıtma teknolojileri gibi sistemlerle kirleticileri ortadan kaldırmayı amaçlar (Wu ve diğ. 2013).

Ekolojik kanallar: Ekolojik kanallar N ve P gibi besin elementlerinin bu kanallar içerisinde kullanılıp alıcı suya ulaşmadan azaltılması için geliştirilmiş kanal sistemleridir. Temel olarak sorpsiyon, sedimantasyon, transformasyon, bitki alımı ve mikrobiyal metabolik aktiviteleri içermektedir (Dollinger ve diğ. 2015, Zhao ve diğ. 2017) Perifitonlar su kütlelerinde yaygın olarak bulunurlar ve absorpsiyon, adsorpsiyon ve kompleks oluşturma süreçleriyle su kirleticilerinin giderilmesine yardımcı olabilirler. Ekolojik hendek sistemleri için önemli bir elementlerdir. Bunun yanında farklı kanal bitkilerinin örneğin *Epilobium hirsutum*, *Lythrum salicaria*, *Filipendula ulmaria*, *Canna indica* gibi bitkilerin büyümeleri için gerekli olan bu besin elementlerini sudan alarak alıcı suya daha az ulaşmasına katkıda bulunduğu gözlemlenmiştir (Pierobon ve diğ. 2013). Bu su bitkilerinin azotu sudan uzaklaştırma miktarları 5,28 kg N/km gün (Pierobon ve diğ. 2013) ve fosforu uzaklaştırma miktarları 0,70 kg P/km gün (Vymazal ve Březinová 2018) olarak kaydedilmiştir. Fakat bu bitkilerin yaşam döngülerini tamamlayıp tekrar bu besin elementlerini suya vermemeleri için toplanabilen cinsten olmaları ekolojik kanal yönetimlerinin etkinliğini arttıracaktır.

Mikrobiyal arıtma teknolojileri: Hali hazırda özellikle atıksu tesislerinde sıklıkla kullanılan aneorobik-anoksik-aerobik bakterilerin N ve P alımındaki etkinlikleri iyi bilinmektedir (Kassap ve diğ. 2010). Wu ve diğ. (2011) kurulan hibrit biyoreaktörlerin içerisinde bulunan heterotrofik ve ototrofik bakterilerin sıralı aneorobik-anoksik-aerobik olarak toplam fosfor, toplam çözünmüş fosfor, toplam azot, nitrat ve amonyumu %86 seviyesine kadar uzaklaştırdıklarını rapor etmişlerdir.

Son işlem: Bu basamak kirleticilerin güvenli değer altına düşmemesi durumunda, alıcı suyun zarar görmemesi için kullanılır (Diaz ve diğ. 2012). Son

tedavi/işlem teknolojileri kapsamında yer alan inşa edilmiş sulak alanlar, tampon şeritler ve arazi sızma sistemleri yer almaktadır.

İnşa edilmiş sulak alanlar: Bu alanlar tarım alanları ile alıcı su arasında kalarak geçiş bölgesi oluşturarak burada uzaklaştırılması gereken N, P ve organik maddenin absorpsiyon, adsorpsiyon ve fiziksel çökeltme ile tutulmasını sağlar. Ekolojik kanallar gibi bitki, fitoremediasyon ve toprağa tutulum prensibine dayanır. Düşük maliyet, kolay uygulama ve bakım gibi avantajlar sunmaktadır (Wu ve diğ. 2015).

Tampon bölgeler: Su kütlelerinin, örneğin göller, akarsular, göletler ve sulak alanların, bitişiğinde bulunan, genelde ağaçlar, çalılar ve ot olmak üzere kalıcı bitki örtüsüne sahip arazi şeritleridir. Genel amacı yüzey akışı ile gelen besin elementlerini azaltmak için tasarlanmaktadır. Tampon alanlar, yüksek tür yoğunluğu ve çeşitliliği ile karakterize edilir ve özellikle karasal ve sucul ekosistemlerin ara yüzünde, bir geçiş bölgesinde veya 'ekotonda' bulunur (Bust ve Haycock 1993). İyi dizayn edilmiş tampon alanlarda N ve P azaltma etkinlikleri %70'lere kadar ulaşmaktadır (Salazar ve diğ. 2015, Zak ve diğ. 2018).

Yukarıda her birinden kısaca bahsedilen bu besin elementlerinin tarım alanlarından alıcı suya kadar gelene kadar olan azaltım tekniklerinin her biri uzun yıllardır dünyanın farklı bölgelerinde çalışılarak N ve P azaltma etkinliklerinin artırılması için yeni teknolojiler geliştirilmektedir. Bugüne kadar yapılan çalışmalar tek bir tekniğin yeterli olmayacağını ancak bu tekniklerin bütüncül olarak birleştirildiğinde en iyi sonuçları vererek, yayılı kaynaklardan gelen yüklerin alıcı sulara gelmeden istenilen seviyelere düşürülmesini sağlayacağını göstermektedir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Aziz, O., Hussain, S., Rizwan, M., Riaz, M., Bashir, S., Lin, L., ... & Lu, G. (2018) Increasing water productivity, nitrogen economy, and grain yield of rice by water saving irrigation and fertilizer-N management. *Environmental Science and Pollution Research* 25(17): 16601-16615.

Bust, T.P., Haycock, N.E. (1993) Controlling losses of nitrate by changing land use. *Nitrate: Processes, Patterns and Management* 341-367.

Chilundo, M., Joel, A., Wesström, I., Brito, R., Messing, I. (2018) Influence of irrigation and fertilisation management on the seasonal distribution of water and nitrogen in a semi-arid loamy sandy soil. *Agricultural Water Management* 199: 120-137.

Chen, L., Liu, F., Wang, Y., Li, X., Zhang, S., Li, Y., Wu, J. (2015) Nitrogen removal in an ecological ditch receiving agricultural drainage in subtropical central China. *Ecological Engineering* 82: 487-492.

Clausen, J. C., Jokela, W. E., Potter Iii, F. I., Williams, J.W. (1996) Paired watershed comparison of tillage effects on runoff, sediment, and pesticide losses (Vol. 25, No. 5, pp. 1000-1007). American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America.

- Díaz, F. J., Anthony, T.O., Dahlgren, R.A. (2012) Agricultural pollutant removal by constructed wetlands: Implications for water management and design. *Agricultural Water Management* 104: 171-183.
- Dollinger, J., Dagès, C., Bailly, J.S., Lagacherie, P., Voltz, M. (2015) Managing ditches for agroecological engineering of landscape. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 35(3): 999-1020.
- Holland, J.M. (2004) The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 103(1): 1-25.
- Irfan, S.A., Azeem, B., Irshad, K., Algarni, S., KuShaari, K., Islam, S., Abdelmohimen, M.A. (2020) Machine Learning Model for Nutrient Release from Biopolymers Coated Controlled-Release Fertilizer. *Agriculture* 10(11): 538.
- Kun, L.I. (2012) Effects of controlled release fertilizer on loss of nitrogen and phosphorus from farmland. *J Anhui Agr Sci* 40: 12466-12470.
- Liang, X. Q., Chen, Y. X., Nie, Z. Y., Ye, Y. S., Liu, J., Tian, G. M., ... & Tuong, T. P. (2013) Mitigation of nutrient losses via surface runoff from rice cropping systems with alternate wetting and drying irrigation and site-specific nutrient management practices. *Environmental Science and Pollution Research* 20(10): 6980-6991.
- Liu, K., Elliott, J.A., Lobb, D.A., Flaten, D.N., Yarotski, J. (2014) Conversion of conservation tillage to rotational tillage to reduce phosphorus losses during snowmelt runoff in the Canadian Prairies. *Journal of Environmental Quality* 43(5): 1679-1689.
- Malhi, S.S., Grant, C.A., Johnston, A. M., Gill, K.S. (2001) Nitrogen fertilization management for no-till cereal production in the Canadian Great Plains: a review. *Soil and Tillage Research* 60(3-4): 101-122.
- Peng, S., Buresh, R. J., Huang, J., Zhong, X., Zou, Y., Yang, J., ... & Dobermann, A. (2010) Improving nitrogen fertilization in rice by sitespecific N management. A review. *Agronomy for sustainable development* 30(3): 649-656.
- Pierobon, E., Castaldelli, G., Mantovani, S., Vincenzi, F., Fano, E.A. (2013) Nitrogen removal in vegetated and unvegetated drainage ditches impacted by diffuse and point sources of pollution. *CLEAN–Soil, Air, Water* 41(1): 24-31.
- Plaza-Bonilla, D., Cantero-Martínez, C., Viñas, P., Álvaro-Fuentes, J. (2013) Soil aggregation and organic carbon protection in a no-tillage chronosequence under Mediterranean conditions. *Geoderma* 193: 76-82.
- Vymazal, J., Březinová, T.D. (2018) Removal of nutrients, organics and suspended solids in vegetated agricultural drainage ditch. *Ecological Engineering* 118: 97-103.
- Wu, Y., Hu, Z., Yang, L., Graham, B., Kerr, P.G. (2011) The removal of nutrients from non-point source wastewater by a hybrid bioreactor. *Bioresource Technology* 102(3): 2419-2426.
- Wu, M., Tang, X., Li, Q., Yang, W., Jin, F., Tang, M., Scholz, M. (2013) Review of ecological engineering solutions for rural non-point source water pollution control in Hubei Province, China. *Water, Air, & Soil Pollution* 224(5): 1-18.

- Wu, H., Zhang, J., Ngo, H. H., Guo, W., Hu, Z., Liang, S., ... & Liu, H. (2015) A review on the sustainability of constructed wetlands for wastewater treatment: design and operation. *Bioresource Technology* 175: 594-601.
- Yao, Y., Zhang, M., Tian, Y., Zhao, M., Zhang, B., Zeng, K., ... & Yin, B. (2018) Urea deep placement in combination with Azolla for reducing nitrogen loss and improving fertilizer nitrogen recovery in rice field. *Field Crops Research* 218: 141-149.
- Zhang, H., Xue, Y., Wang, Z., Yang, J., Zhang, J. (2009) An alternate wetting and moderate soil drying regime improves root and shoot growth in rice. *Crop Science* 49(6): 2246-2260.
- Zhao, S., Cui, Y., Luo, Y., Li, P. (2017) Experimental study on wetland hydraulic characteristics of vegetated drainage ditches. *Water* 9(5): 311.

PETROL YAYILIMI MODELLEMESİNİN ACİL MÜDAHALE EYLEM PLANLARI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF OIL SPILL MODELLING WITHIN THE SCOPE OF THE EMERGENCY ACTION PLANS

Duygu ÜLKER*, Selmin BURAK

Denizel Çevre Anabilim Dalı, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü,
İstanbul Üniversitesi, Vefa 34134 Fatih/İstanbul

*duygu.ulker@istanbul.edu.tr

ÖZET: Petrol kirliliği alıcı ortamda meydana getirdiği bozucu etkiler sebebiyle kirlilik boyutuna ve yayılım mekanizmasına göre kapsamlı bir mücadele gerektiren kirlilik türüdür. Marmara denizi barındırdığı ulusal ve uluslararası gemi trafiği ve geçmişteki kazalar dikkate alındığında petrol kirlilik riski yüksek bir bölgedir. Bölgede kapsamlı bir değerlendirme yapılabilmesi için acil müdahale eylem planlarında, elleçlenen farklı petrol tipleri için yayılım modeli sonuçları elde edilmesi belirlenecek önlem ve stratejiler açısından önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Acil müdahale eylem planı, Marmara Denizi, petrol kirliliği, yayılım modeli

ABSTRACT: Oil spill is a type of pollution that requires a comprehensive response action with regard to the size of the spill and its weathering mechanism because of its destructive effects in the receiving environment. The Sea of Marmara is at high risk of oil pollution, considering the national and international ship traffic and past accidents in the region, obtaining the oil spill modelling outputs for different oil types handled in the region is important to support comprehensive evaluation within the framework of measures and strategies to be determined.

Keywords: Emergency response action plan, Marmara Sea, oil pollution, oil spill modelling

GİRİŞ

Petrol kirliliği alıcı ortamda bozucu etkilere sahip ve mücadelesi zor olan bir kirlilik türüdür. Enerji kaynaklarına duyulan talepteki artış petrol taşımacılığında gemi sayısı ve taşınan yük miktarının artmasına sebep olmaktadır. Bu artış her ne kadar petrol kirliliği riskini arttırsa da 1970'lerden günümüze gelindiğinde petrol tankeri kaza sayısı ve boyutunda önemli derecede azalma gözlenmektedir (ITOPF 2020). Bu azalma Denizlerin Gemilerden Kirlenmesini

Önleme Uluslararası Sözleşmesi (MARPOL 73/78) kapsamında Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO) tarafından belirlenen gemi kaynaklı kirliliğin önlenmesine yönelik alınan kararlar ve uygulamalar doğrultusunda olmuştur. MARPOL 73/78'in ilk eki Petrolden oluşan Kirlenmenin Önlenmesi için Kuralları kapsamaktadır (Ülker ve Baltaoğlu 2018).

Petrol kirliliği ile mücadelede iki önlem tipi bulunmaktadır; (i)Kaza risklerini ortadan kaldıracak önlemler, (ii)Kaza oluşması durumunda yapılması gereken acil durum planlaması kapsamında kaza tipi ve boyutuna göre belirlenmesi gereken önlemler. Bu mücadele tipleri petrol sızıntılarını önleme yollarına odaklanmanın önemi ile birlikte bunların kontrol altına alınması ve temizlenmesi için yöntemler geliştirilmesi açısından da önemini göstermektedir. Entegre bir acil durum planı ve müdahale seçenekleri bir petrol sızıntısına müdahaleyi hızlandırabilmekte ve sızıntının çevresel etkisini ve ciddiyetini önemli ölçüde azaltabilmektedir. Bu sebeple petrol kirliliğine karşı bir strateji ve operasyonel planlar geliştirmek, kaza anında çok daha verimli bir müdahale ile sonuçlanacaktır.

Petrol sızıntılarının alıcı ortamdaki dağılımı ortam koşullarının dinamik yapısı (Sıcaklık, tuzluluk, akıntı hızı ve yönü, rüzgar hızı ve yönü, dalga yüksekliği), döküntünün miktarı ve süresi ve petrolün fiziko-kimyasal özelliklerine (API, yoğunluk, viskozite, asfaltan ve reçine içeriği, uçucu bileşenler) göre değişiklik gösterir ve farklı düzeyde müdahale gerektirir.

Petrol kirliliğinde acil durum planlaması kirliliğin boyutuna göre 3 seviyede belirlenmektedir. Seviye 1: küçük çaplı dökülmelerde genellikle yerel olarak müdahale edilebilmektedir; seviye 2: bir olayın yerel kapasitenin ötesinde olması veya daha geniş bir alanı etkilemesi durumunda belirli bir tesis veya dökülme riski olan belirli bir kıyı şeridi uzunluğu için yerel plandır; seviye 3: iki veya daha fazla ülkeyi kapsayan bölgesel müdahale düzenlemelerine entegre edilir (Fingas 2011). Ülkemizde limanların Tehlikeli Madde Rehberi sınıflandırmasına göre 1. Seviye 0-125 m³, 2. Seviye 126-38000 m³, ve 3. Seviye 38000 m³ üzeri döküntü durumları için tanımlanmaktadır. Seviye 1 döküntüler Deniz, Kıyı ve Hava operasyon ekiplerinden oluşan 22 kişilik Saha Müdahale ekibinin müdahalesini kapsamaktadır. Seviye 2 kapsamındaki döküntüler için T.C. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı tarafından yetkilendirilmiş ulusal bir kuruluştan destek alınması tanımlanmıştır. Seviye 3 kapsamındaki döküntüler için ise uluslararası belirli bir kuruluştan destek alınması tanımlanmaktadır. Bölgesel ve Ulusal Acil Müdahale Merkezleri seviye 2 ve 3 kapsamındaki döküntülerde devreye girerek ekipman, personel ve lojistik açıdan destek olabileceklerdir (TÜPRAŞ 2015).

İstanbul ve Çanakkale boğazları ile Türk Boğazlar Sistemini oluşturan Marmara Denizi çevresinde yoğun nüfus, sanayi, liman ve dolayısıyla gemi trafiği barındıran yarı kapalı bir denizdir (Doğan ve Burak 2007; Görçün ve Burak, 2015; Ülker ve diğ. 2021). Marmara Denizi'nin doğusunda yer alan İzmit Körfezi ise yoğun liman faaliyetlerinin yürütüldüğü bir bölgedir. Türkiye'nin en büyük petrol rafinerilerinden biri olan 11,3 milyon ton/yıl kapasiteye sahip İzmit

rafinerisinin bu bölgede bulunması da Marmara Denizi'nde petrol tankeri potansiyelini arttırmaktadır.

Çalışmada iki farklı petrol tipi için matematiksel modele dayalı petrol yayılma alansal grafikleri çıkartılmış olup acil müdahale eylem planlarının hazırlanmasında petrol tiplerinin kategorize edilmesinin önemine dikkat çekilmiştir.

METOT

Çalışmada National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) tarafından geliştirilen ADIOS2 (Lehr ve diğ. 2002) modeli kullanılmış olup belli ortam koşullarında 3 ton petrol dökülmesine göre farklı iki tip (Basra ve Rus petrolü) petrolün yayılım grafikleri başlangıçtan 12 saate kadar hesaplanmıştır. Seçilen petrollerin API değerleri sırasıyla 34,2 ve 32,3'tür. ADIOS2 programı yayılma sürecine ilaveten, buharlaşma, dağılma, emülsifikasyon gibi süreçlere ait farklı mekanizmaların hesaplamasını da yapabilmektedir.

Yayılma mekanizması

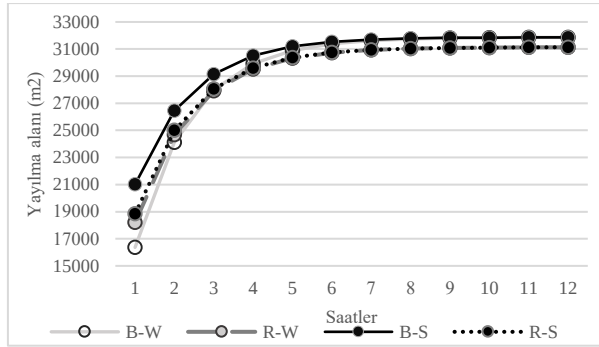
Petrolün yayılma hızının bilinmesi, dağılma, buharlaşma ve emülsifikasyon gibi ayrışma süreçlerinin modellenmesi için yararlıdır. Yayılma hem dökülen ürünün fiziksel özelliklerini hem de üzerinde yüzdüğü yüzey suyunun çevresel durumunu içeren son derece karmaşık bir olgudur. Yayılma sürecini anlamaya yönelik girişimlerin çoğu, gerçek dökülme sonuçlarına yalnızca kabaca yaklaşan formüller üretmiştir. Bu nedenle, gerçek dökülmeler için model tahminleri ile gerçek dökülme alanı arasında büyük farklar olabilmektedir.

Dökülen petrolün su yüzeyinde yayılmasına ve bozunmasına neden olan faktörler arasında petrol üzerindeki yerçekimi kuvvetleri, petrol-su ara yüzeyindeki viskoz stresler, yüzey gerilimi hem deniz hem de petrol üzerindeki rüzgâr stresleri, akıntılar ve türbülans sayılabilir.

ADIOS2, petrol yayılımı için sayısal bir yaklaşım kullanmaktadır. Program, rüzgar gerilimi, yüzey akımları, yerçekimi-viskoz kuvvetleri ve rastgele türbülans için ayrı ayrı taşınan ayrı Lagrange elemanlarını kullanmaktadır (Lehr ve diğ. 2002).

SONUÇLAR

Basra ve Rus petrolleri için yapılan hesaplamalara kış ve yaz senaryoları da eklenmiştir. En çok yayılma yaz dönemi senaryosunda Basra petrolünde meydana gelmektedir. Kış senaryolarında yayılma alanının daha az olduğu hesaplanmıştır. Bu farka sebep olan birçok faktör bulunmasının yanında sıcaklığa bağlı olarak petrolün viskozitesindeki değişim etkin rol oynamaktadır.



Şekil 1. Petrol tiplerine göre yayılma alanı. (B-W: Basra petrolü-kış, R-W: Rus petrolü-kış, B-S: Basra petrolü-yaz, R-S: Rus petrolü- yaz senaryosu)

Senaryo kapsamında çalışılan iki petrol tipi birbirlerine yakın API değerine sahip olsa da Şekil 2 yayılım alanı grafiğinde özellikle ilk saatlerde her bir senaryo arasındaki fark görülmektedir. Bu nedenle, petrol kirliliği dağılım modeli çalışmaları ve acil müdahale çalışmalarında farklı petrol tipleri üzerinden senaryolar üretilmesi gerekmektedir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Doğan, E., Burak, S. (2007) Ship-Originated Pollution in the Istanbul Strait (Bosphorus) and Marmara Sea. *J Coast Res* 232: 388-394. doi: <https://doi.org/10.2112/04-0283.1>

Fingas, M. (2011) Introduction to oil spill contingency planning and response initiation, in: *Oil Spill Science and Technology*. Elsevier, pp. 1027-1031.

Görçün, Ö.F., Burak, S.Z. (2015) Formal Safety Assessment for Ship Traffic in the Istanbul Straits. *Procedia - Soc Behav Sci* 207: 252-261. doi: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.10.094>

ITOPF (2020) Oil Tanker Spill Statistics 2019.

Lehr, W., Jones, R., Evans, M., Simecek-Beatty, D., Overstreet, R. (2002) Revisions of the ADIOS oil spill model. *Environ Model Softw* 17: 189-197.

TÜPRAŞ (2015) Tüpraş İzmit Rafinerisi Limanı Tehlikeli Madde Rehberi.

Ülker, D., Baltaoğlu, S. (2018) Ship Born Oil Pollution In Turkish Straits Sea Area And MARPOL 73/78. In: *Oil Spill along the Turkish Straits Sea Area; Accidents, Environmental Pollution, Socio-Economic Impacts And Protection* (eds., Ünlü, S., Alpar, B., Öztürk, B.), Turkish Marine Research Foundation, Publication no: 47, Istanbul.

Ülker, D., Bayırhan, İ., Mersin, K., Gazioğlu, C. (2021) A comparative CO2 emissions analysis and mitigation strategies of short-sea shipping and road transport in the Marmara Region. *Carbon Manag* doi: <https://doi.org/10.1080/17583004.2020.1852853>

İSTANBUL BOĞAZI'NDA GEMİ KAYNAKLI KİRLİLİĞİN İNCELENMESİ: 2030 YILI TAHMİNİ EMİSYONLARI

ANALYSIS OF SHIP SOURCED POLLUTION IN THE BOSPHORUS: ESTIMATED EMISSIONS FOR 2030

Güler ALKAN¹, Kadir MERSİN^{2*}

¹Mersin Üniversitesi Denizcilik Fakültesi

²İstanbul Gelişim Üniversitesi İktisadi İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi

Lojistik Yönetimi Bölümü

*kmersin@gelisim.edu.tr

ÖZET: Bu çalışmada İstanbul Boğazı'nda hizmet veren Şehir Hatları, İDO, Turyol, Dentur, firmaları ile transit geçiş yapan tanker, konteyner gemileri ve genel kargo gemilerinin emisyonları Trozzi&Vaccaro metodu ile hesaplanmıştır. Tüm bu veriler ışığında İstanbul Boğazı'ndaki transit gemiler kaynaklı emisyon oranlarının 2019 yılı itibarı ile yıllık 82839,55 ton olduğu ve yerel gemilerden kaynaklı emisyonun da günlük 413,56 ton olduğu görülmüştür. Bu hesaplamalara göre 1 yıllık toplam emisyon 231719,37 ton olmaktadır. Bununla birlikte bu çalışmada önümüzdeki 10 yıl içinde meydana gelmesi beklenen emisyon miktarları yerel hizmet veren gemi sayısının sabit kaldığı kabulü ile tahmin edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İstanbul Boğazı, emisyon, Marmara Denizi

ABSTRACT: In this study, the emissions of Şehir Hatları, İDO, Turyol, Dentur, companies and also transit tankers, container ships and general cargo ships serving in the Strait of İstanbul were calculated by the Trozzi & Vaccaro method. In the light of all these data, it has been seen that the emission rates from transit ships in the Strait of İstanbul are 82839.55 tons per year as of 2019, and the emissions from local ships are 413.56 tons per day. According to these calculations, the annual total emission is 231719.37 tons. However, in this study, the expected emission amounts to occur in the next 10 years are estimated by assuming that the number of ships serving locally remains constant.

Keywords: İstanbul Strait, emission, The Marmara Sea

GİRİŞ

AB'nin 2030 yılı için ekonomi genelindeki sera gazı emisyonunu en az %40 azaltma hedefini belirlemesi bu yılı önemli kılmaktadır (<https://www.avrupa.info.tr/> 2021). Sera gazları söz konusu olduğunda gemi kaynaklı emisyonlar yadsınamaz bir gerçektir. Dünya deniz ulaştırmasının yüzde 25'i Türkiye'nin yer aldığı Akdeniz havzasında gerçekleşmektedir. Türk boğazları olarak adlandırılan Çanakkale Boğazı, Marmara Denizi ve İstanbul Boğazı

özelinde bakıldığında, Karadeniz ve Karadeniz’e kıyısı olan ülkelerin açık denizlere tek çıkış kapısı olması nedeniyle Marmara Denizi oldukça stratejik bir öneme sahiptir. Dolayısıyla bu bölgede gemi trafiği de oldukça yoğundur. Bu gemi trafiğini oluşturan unsurlara bakıldığında yerel ve transit gemiler olarak ikiye ayrılmaktadır. İstanbul Boğazı’nda trafik hattında yerel trafiği oluşturanlar Şehir Hatları Taşımacılığı, Deniz Otobüsleri ile Yapılan Taşımacılık ve Gezi Amaçlı ve Yolcu Taşıyan Özel Yolcu Motorlarını kapsayan S.S. Turyol Turizm ve Yolcu Taşıyıcılar Kooperatifi, Avrasya (DENTUR) Deniz Taşımacılığı Turizm Hizmetleri İnşaat Sanayi ve Ticaret A.Ş., Boğaziçi Yolcu ve Turizm Deniz Motorlu Taşıyıcılar Kooperatifi, Mavi Marmara ve Beyden Deniz Ulaşım Hizmetleri Turizm ve Ticaret Ltd.Ş. dir (Bayırhan ve diğ. 2019). Bu firmalar arasında İstanbul Şehir Hatları, İDO, Turyol ve Dentur %79’unu oluşturmaktadır (Tokuşlu 2019). 2019 yılına ait istatistiklere baktığımızda genel kargo gemileri, tankerler, konteyner gemileri ve kuru yük gemilerinin boğazdan geçen toplam gemi sayısının %95’ini oluşturmaktadır (<https://www.kiyiemniyeti.gov.tr/> 2021). Son 14 yıla ait istatistiklere baktığımızda ise gemi sayısı ve gemi grostonları ile yıllar arasında bir ilişki olduğu görülmektedir. Gemi bazında eşitlikler Tablo 1’deki gibidir.

Tablo 1. Gemiler için doğrusal regresyon eşitlikleri

	Gemi Sayısı	Gemi Tonağı
Genel Kargo	$\hat{Y} = 37.146,296703 - 1370,553846 * X$	$\hat{Y} = 5.778.212,887892 + 280.009,591684 * X$
Tanker	$\hat{Y} = 9851,516484 - 97,573626 * X$	$\hat{Y} = 1.203.869,684203 + 217.362,152971 * X$
Kuru Yük Gemisi	$\hat{Y} = 4998,780220 + 261,534066 * X$	$\hat{Y} = 300.167,371713 + 269.076,142090 * X$
Konteyner Gemisi	$\hat{Y} = 2492,351648 + 18,476923 * X$	$\hat{Y} = 280.488,804081 + 74.471,743381 * X$

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada sefer sırasındaki emisyon değerleri hesaplandığı için Trozzi & Vaccaro yöntemi eşitlik 1’deki gibi düzenlenmiştir.

$$E = \sum_{i=1}^3 C \times f \times T \times 0,8 \quad (1)$$

Burada E, Baca gazı emisyonu (ton); C, Yakıt tüketimi (ton);
f, Emisyon faktörü; T, Zaman (gün)

Boğazdan geçen transit gemiler ve yerel sefer yapan gemilerin emisyon değerlerinin daha net sonuç verebilmesi için 2019 yılına ait veriler incelenmiştir. Bu veriler göz önünde bulundurulduğunda 2019 yılına ait emisyon değerleri Tablo 2’de verilmiştir. Bununla birlikte Tablo 1’deki eşitlikler yardımı ile 2030

yılında geçecek olan transit gemilerin sebep olacakları emisyon miktarları Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 2. Yerel gemi trafiğinin sebep olduğu günlük emisyon miktarı

Hat/Gemi Tipi	CO ₂	NO _x	PM	VOC	TOPLAM
İDO	57208,32	1287,1872	78,66144	42,90624	148879,8
Şehir Hatları	23500,8	528,768	32,3136	17,6256	
TURYOL	61954,56	1393,9776	85,18752	46,46592	
DENTUR	2638,08	59,3568	3,62736	1,97856	
Genel Kargo	19396,5731	345,50146	7,273715	14,54743	82839,55383
Tanker	21203,8667	377,69387	7,95145	15,9029	
Kuru Yük	36036,159	641,89408	13,51356	27,027119	
Konteyner	4479,24338	79,786523	1,679716	3,3594325	

2030 Yılı Tahmini Emisyonlar

Gemilerin emisyon değerleri hesaplanırken günlük yakıt tüketimlerinin bilinmesi gerekir. Günlük yakıt tüketiminin gemi tonalitesi üzerinden hesaplanması ise Tablo 3'te verilen Trozzi'nin yakıt tüketimi tablosu ile hesaplanabilir (Trozzi ve Vaccaro 1999). Bu veriler yardımı ile 2030 yılına ait transit gemiler kaynaklı emisyon Tablo 4'deki gibi olacaktır.

Tablo 3. Trozzi yakıt tüketim tablosu

Gemi Tipi	Günlük Tüketim
Kuru Yük	$C = 20,186 + 0,00049 \times GT$
Tanker	$C = 14,685 + 0,00079 \times GT$
Genel Kargo	$C = 9,8197 + 0,00143 \times GT$
Konteyner	$C = 8,0552 + 0,00235 \times GT$

Tablo 4. 2030 yılı tahmini gemi kaynaklı emisyonlar

Gemi Tipi	CO ₂	NO _x	PM	VOC	TOPLAM
Genel kargo	58505,62	1316,377	80,44523	43,87922	105077,4124
Tanker	16827,66	378,6224	23,13804	12,62075	
Kuru Yük	11083,04	249,3685	15,23918	8,312282	
Konteyner	16135,74	363,0542	22,18664	12,10181	
Yerel Gemiler	145301,76	3269,2896	199,78992	108,97632	148879,8158

TARTIŞMA VE SONUÇ

2019 verilerine göre İstanbul Boğazı'ndan günde ortalama 41.000 gemi geçmektedir. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığının verilerine göre her geçen sene

boğazdan geçen gemi sayısında bir azalma olduğu ve bu azalmanın da gemi ebatlarının büyümesinden kaynaklandığı görülmüştür. Bu değişimden dolayı 2019 yılında İstanbul Boğazı'ndan geçen transit gemilerin sebep oldukları toplam emisyon 82839,55383 ton iken 2030 yılında sebep olacakları emisyon miktarının 105077,4124 ton olacağı hesaplanmıştır. Bu yaklaşık 1,2 katlık artma beklentisinin sebebi gemi ebatlarının büyümesi sonucu oluşmuştur. Bunun yanı sıra yerel deniz trafiğinin de küçümsenemeyecek şekilde emisyonu sebep olduğu görülmüştür. Yıllık emisyonlar söz konusu olduğunda yerel gemilerin transit gemilere oranla 1,4 kat daha fazla emisyonu sebep olduğu görülmüştür. Tabi ki bu hesaplamaların içerisine manevra sırasında ve bekleme sırasında sebep oldukları emisyonlar dahil edilmemiştir. 2025 senesinde Kanal İstanbul projesinin hayata geçmesi durumunda bu emisyonların ne şekilde değişeceği başlı başına bir araştırma konusudur.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Bayırhan, İ., Mersin, K., Tokuşlu, A., Gazioğlu, C. (2019) Modelling of Ship Originated Exhaust Gas Emissions in the Strait of Istanbul (Bosphorus). *International Journal of Environment and Geoinformatics (IJECEO)*
<https://www.avrupa.info.tr/>. (2021, Aralık 1).
<https://www.kiyiemniyeti.gov.tr/>. (2021, Aralık 1).
Tokuşlu, A. (2019) İstanbul Boğazı'nda Gemi Kaynaklı Hava Emisyonlarının Analizi ve Etkilerinin Ortaya Konulması. İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimşeri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Doktora Tezi.
Trozzi, C., Vaccaro, R. (1999) Actual And Future Air Pollutant Emissions From Ships Transport And Air Pollution And Cost. Inrets Graz, Austria.

AMBARLI LİMANI HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF AMBARLI PORT AIR QUALITY

Kaan ÜNLÜGENÇOĞLU, Görkem KÖKKÜLÜNK, Fuat ALARÇİN
Yıldız Teknik Üniversitesi, Gemi İnşaatı ve Denizcilik Fakültesi, Gemi
Makineleri İşletme Mühendisliği Bölümü, İstanbul
kunlu@yildiz.edu.tr, gorkemk@yildiz.edu.tr, alarcin@yildiz.edu.tr

ÖZET: Bu çalışmada, Marmara bölgesinde bulunan ve yoğun bir deniz ticaretinin olduğu Ambarlı Limanında; SO₂, CO, NO₂ ve PM₁₀ emisyonlarının 3 aylık süre ile gerçek zamanlı hava kalitesi ölçümleri yapılmıştır. 2017 yılı Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında gerçek zamanlı olarak ölçülen emisyon verilerinin günlük ortalama değerleri gösterilmiştir. Yine aynı hava kalitesi ölçüm cihazı ile aynı tarih aralığında; İstanbul ili Avcılar ilçesi için Hava Kalitesi izleme istasyonundan gerçek zamanlı ölçümler alınmıştır. Bu değerler, SO₂, NO₂, PM₁₀ ve CO emisyonlarının Avrupa ve Türkiye hava kalitesi limit değerleri ile kıyaslanmıştır. Sonuç olarak; Ambarlı limanı ve Avcılar ilçesinden alınan SO₂, CO, NO₂ emisyon ölçüm değerlerinin Avrupa ve Türkiye hava kalitesi limit değerlerinin altında olduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Emisyon, hava kalitesi ölçümü, Ambarlı Limanı

ABSTRACT: In this study, in Ambarlı Port, which is located in the Marmara region and where there is an intense maritime trade; Real-time air quality measurements of SO₂, CO, NO₂ and PM₁₀ emissions were made for a period of 3 months. The daily average values of real-time emission data in June, July, and August 2017 are shown. Again with the same air quality measuring device in the same date range; Real-time measurements were taken from the Air Quality monitoring station for the Avcılar district of Istanbul. These values have been compared with the European and Turkish air quality limit values for SO₂, NO₂, PM₁₀ and CO emissions. As a result, it has been observed that the SO₂, CO, NO₂ emission measurement values taken from Ambarlı port and Avcılar district are below the European and Turkish air quality limit values.

Keywords: Emission, air quality measurement, Ambarlı port

GİRİŞ

Dünya yük taşımacılığının büyük bir kısmının yapıldığı denizcilik sektöründe, gemi kaynaklı emisyonların artışı, Avrupa Birliği (AB) ve Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO) kuruluşlarının bu emisyonları sınırlandırıcı kurallar koymasına neden olmuştur. Bu kurallar gemilerden kaynaklanan deniz ve çevre kirliliğini önlemek ve minimize etmek amacıyla

oluşturulmuştur. Literatürde gemi kaynaklı emisyonlarla ilgili Avrupa'nın bazı kıyı limanlarında kirletici kaynaklarının belirlenmesi için birçok çalışma yapılmıştır. Aström ve Ab. (2008) yaptıkları çalışmada denizyolu taşımacılığından kaynaklanan emisyonların yaklaşık % 70'inin genellikle kıyı şeritlerinde ve liman bölgelerinde olduğunu ifade etmişlerdir. Bu alanların genellikle bulunduğu bölgede şehir merkezlerinde veya yakınında bulunması da bahsedilen çevresel sorunların daha da hissedilir boyutlarda olmasına neden olmaktadır (Özdemir 2018; Goh 2012; Demir 2014). Deniz ve Kılıç (2010) tarafından yapılan çalışmada, Ambarlı Limanına gelen gemilerin tipi ve sayısı dikkate alınarak, gemi kaynaklı NO_x, SO₂, CO, CO₂, VOC ve PM emisyonları hesaplanmış ve sonucunda 2 km²'lik liman alanı içerisinde yayılan NO_x ve SO₂ emisyonlarını sırasıyla 100 µg/m³ ve 55 µg/m³ olarak bulmuşlardır. Keskin ve Vardar (2001) yaptıkları çalışmada, İstanbul Boğazı'ndan geçen gemiler için CO, CO₂, VOC ve PM emisyonlarını sırasıyla 407 ty⁻¹, 175 ty⁻¹, 132 ty⁻¹ ve 66 ty⁻¹ ve Çanakkale Boğazı için sırasıyla 786 ty⁻¹, 338 ty⁻¹, 255 ty⁻¹ ve 128 ty⁻¹ olarak hesaplamıştır. Deniz ve diğ. (2010) Çandarlı Körfezi'ndeki gemi kaynaklı NO_x, SO₂, CO₂, HC ve PM emisyonlarını sırasıyla 631 ty⁻¹, 573 ty⁻¹, 33.849 ty⁻¹, 32 ty⁻¹ ve 57 ty⁻¹ olarak hesaplamışlardır. Zhang ve diğ. (2014) Çin'in Bohai Denizinin Tuoji Adası civarından 60 tane örnek alarak PM_{2.5}, organik karbon, element karbon, inorganik elementler ve suda çözünen iyonların analizlerini yapmıştır. PM_{2.5} emisyonunun maksimum konsantrasyonu 73,6 µg·m⁻³ ile ilkbaharda gözlemlenmiştir. Kış aylarında ise 39,0 µg·m⁻³ olarak ölçülmüştür.

Murena ve diğ. (2018) gemi kaynaklı SO₂ ve NO₂ emisyonlarının Napoli'deki etkilerini değerlendirmiştir. Sonuç olarak SO₂ ve NO₂ emisyon konsantrasyonları Avrupa Birliği emisyon yönergelerinde belirtilen değerlerden daha az çıkmıştır. Limanların çevresel etkilerinin saptanmasında kullanılan göstergelerden biri de karbon ayak izinin değişimidir. Danışman ve Özalp, Marport Liman işletmesinin karbon ayak izini ISO 14064 standartını esas alarak hesaplamışlar, dizel yakıt kullanımının % 2-3'lere kadar düşürülmesiyle Marport Liman İşletmesi'nin karbon emisyonunun 4.200.000 kg azaldığını görmüşlerdir.

Bu çalışmada; Ambarlı Limanı için SO₂, NO₂, PM₁₀ ve CO emisyonlarının hava kalitesinin gerçek zamanlı ölçümü gerçekleştirilmiştir. Son olarak ise; bu emisyon değerleri Avrupa ve Türkiye Hava Kalitesi Limit Değerlerine göre kıyaslanmıştır.

MATERYAL VE METOT

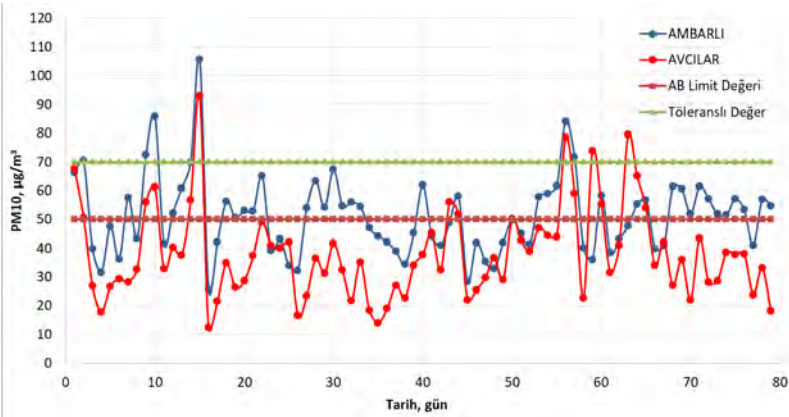
İstanbul Valiliği, Ambarlı Limanı Mülki İdare Amirliği ve Marport Liman İşletmeleri Tic. ve San. A.Ş.'den gerekli izinler alınarak hava kalitesi ölçüm aracı Ambarlı Limanı Marport Terminaline konumlandırılmıştır. Hava kalitesi ile ilgili ulusal standartlar, Türkiye ulusal hava kalitesi indeksi tarafından EPA Hava Kalitesi indeksi normlarına uygun olarak oluşturulmuştur. Bu indeksin sınırları emisyon gazları için SO₂, NO₂, PM₁₀ ve CO emisyonlarının hava kalitesi ölçüm değerleri için AB limit değerleri dikkate alınmıştır.

BULGULAR VE DEĞERLENDİRMELER

Çalışmanın bu kısmında; Ambarlı Liman Bölgesinden gerçek zamanlı olarak alınan günlük SO_2 , CO , NO_2 ve PM_{10} emisyonlarının ölçüm sonuçları 2017 yılı Haziran, Temmuz ve Ağustos ayları için değerlendirilmiştir. Ayrıca İstanbul ilinin Avcılar ilçesinden alınan gerçek zamanlı emisyon değerleri AB ve Türkiye hava kalitesi limit değerleri açısından kıyaslanmıştır .

PM₁₀ Emisyonu

Şekil 1’de Avcılar ilçesi ve Ambarlı Limanı’nda 2017 yılı Haziran, Temmuz ve Ağustos ayları için ölçüm alınan Toleranslı limit değerlerine bakıldığında, $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olan limit değerinin, ölçüm alınan 3 aylık süreçte Ambarlı Limanı’nda 5 kez, Avcılar ilçesinde ise 4 kez aşıldığı görülmüştür. Yıllık bakıldığında (35 kez/yıl) hem Ambarlı Limanı’nda hem de ilçede yıllık aşma sınırları içerisinde olduğu görülmektedir.

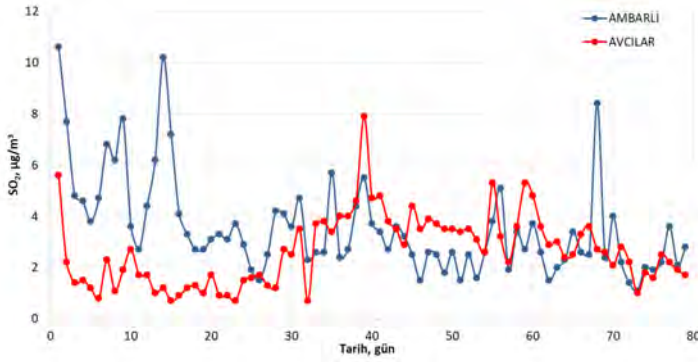


Şekil 1. Avcılar İlçesi ve Ambarlı Limanı PM₁₀ emisyonunun karşılaştırılması

Ortalama PM₁₀ emisyonu değerleri verilmiştir. Ambarlı Limanı ve Avcılar ilçesi için bu değerın sırasıyla $51,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ve $38,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olduğu görülmektedir.

SO₂ Emisyonu

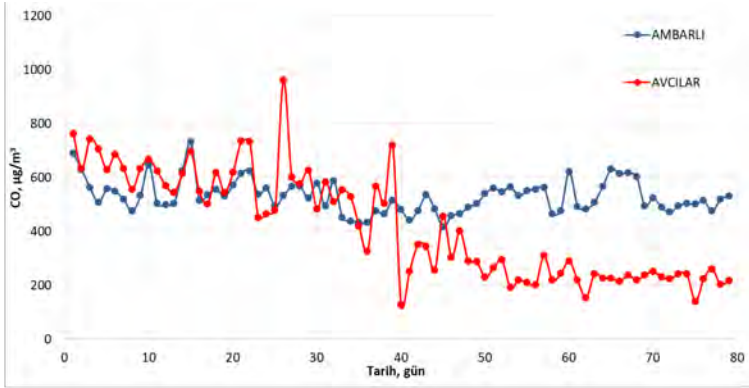
Şekil 2’de ölçüm alınan SO_2 emisyon verileri $\mu\text{g}/\text{m}^3$ cinsinden gösterilmiştir. ölçüm alınan 3 aylık sürede, Ambarlı Limanı ve Avcılar ilçesinde $175 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olan limit değerinden çok az olduğu görülmektedir. Ticari gemilerde yüksek kükürt (S) içeriği bulunan Ağır Yakıt (HFO) kullanıldığı göz önünde bulundurulduğunda bu değerin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Ambarlı limanı SO_2 değerin, Avcılar ilçesine göre yüksek olduğu görülmektedir.



Şekil 2. Avcılar İlçesi ve Ambarlı Limanı SO₂ emisyonunun karşılaştırılması
Şekilde SO₂ emisyonu değerleri verilmiştir. Bu değerlerin sırasıyla 3,6µg/m³ ve 2,6µg/m³ olduğu görülmektedir.

CO Emisyonu

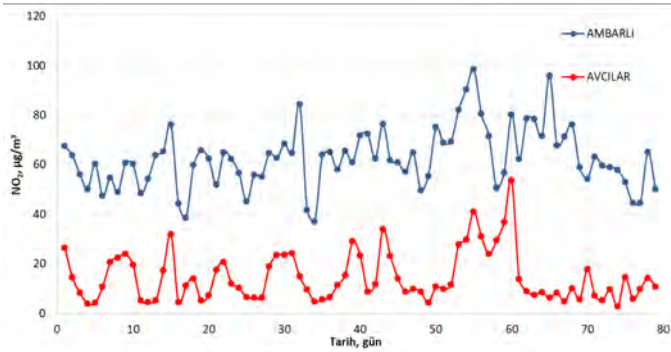
Şekil 3' den görüldüğü üzere CO emisyonu hem Avcılar ilçesinde hem de Ambarlı Limanında AB limit değerinin çok altındadır. Özellikle ölçüm alınan 48. gün, Ambarlı Limanı'nda daha yoğun bir CO emisyonu gözlemlenmiştir.



Şekil 3. Avcılar İlçesi ve Ambarlı Limanı CO emisyonunun karşılaştırılması
Sırasıyla CO değerinin 530,3 µg/m³ ve 421,4 µg/m³ olduğu görülmektedir.

NO₂ Emisyonu

Şekil 4'de ölçüm alınan NO₂ emisyon verileri µg/m³ cinsinden gösterilmiştir. Ambarlı Limanı ve Avcılar ilçesinde NO₂ konsantrasyonunun 270 µg/m³ olan limit değerinden düşük düzeylerde olduğu görülmektedir.



Şekil 4. Avcılar İlçesi ve Ambarlı Limanı NO₂ emisyonunun karşılaştırılması
Değerlerin sırasıyla 14,7µg/m³ ve 62,6 µg/m³ olduğu görülmektedir. Ambarlı Limanı için limit değerin (200µg/m³) altında olduğu görülmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO) tarafından SO_x, NO_x, PM emisyonları için sınırlandırmalar getirilmiştir. Bu kapsamda yapılan çalışmada, Ambarlı Limanı ve İstanbul ili Avcılar ilçesi için gerçek zamanlı hava kalitesi ölçümlerinin 2017 yılı için toleranslı limit değerlerine bakıldığında, 70 µg/m³ olan limit değerin ölçüm alınan 3 aylık süreçte Ambarlı Limanı'nda 5 kez aşıldığı, Avcılar ilçesinde ise 4 kez aşıldığı görülmüştür. Ancak, yıllık aşma değerine bakıldığında (35 kez/yıl) hem Ambarlı Limanı'nda hem de Avcılar ilçesinde yıllık aşma sınırları içerisinde olduğu görülmektedir. SO₂, NO₂ ve CO emisyonlarına bakıldığında ise AB ve Türkiye hava kalitesi limitleri dâhilinde olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak karbon emisyonlarının azaltılması amacıyla manevraların mümkün olduğunca kısa sürede gerçekleşmesi ve limanda bağlı iken ya da yükleme esnasında elektrik ihtiyacının limandan karşılanması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması çevre kirliliğini azaltacaktır.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Aström, M., AB, N., 2008. Air pollution from ships, European Federation for Transport and Environment, Snaba Tryck and Visby, Sweden, 8pp.
- Danışman, İ.K., ve Özalp, A.G., Karbon ayak izinin azaltılmasında yeşil liman uygulamasının rolü MARPORT örneği, 11. Ulusal Liman Kongresi,
- Demir, İ. (2018) Milletlerarası deniz kirliliği sorumluluk ve tazminat rejimi içinde Türkiye'nin yeri. *Ankara Barosu Dergisi* 4(4): 121-152.
- Deniz, C., Kılıç, A. (2010) Estimation and Assessment of shipping emissions in there egiön of Ambarlı Port, Turkey. *Environmental Progress&Sustainable Energy* 29(1) 107-115.
- Deniz, C., Kılıç, A., Cıvkaroglu, G. (2010) Estimation of shipping emissions in Candarli Gulf, Turkey. *Environment Monitoring Assesment* 171: 219.
- Goh, M. (2010) Green ports and Green Shipping: Singapore's Contribution.

Korea. World Ocean Forum Present and Future of the Ocean Industries.

Keskin, U., Vardar, N. (2001) A study on exhaustgas emissions from ships in Turkish Straits. *Atmospheric Environment* 35: 1863-1870.

Murena, F., Prati, M.V., Quaranta, F. (2018) Assessment of the impact of ship emissions on the air quality in Naples. *Maritime Transportation and Harvesting of Sea Resources*, pp. 1037-1041.

Özdemir, Ü. (2018) Türkiye'de yeşil liman uygulamaları üzerine bir değerlendirme örneği. *Social Science Studies Journal* s.1209-1218.

Ünlügençoğlu, K. (2018) Gemi Kaynaklı Emisyonların Farklı Yöntemlerle İncelenmesi”, YTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.

Zhang, F., Chena, Y., Tiana, C., Wang, X., Huang, G., Fang, Y., Zong, Z. (2014) Identification and quantification of shipping emissions in BohaiRim, China. *Science of the Total Environment* (497-498): 570-577.

<https://cevrekoruma.ibb.gov.tr/Dokumanlar/hava/limitdegerler.pdf>

<http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/SpecialAreasUnderMARPOL/Pages/Default.aspx> (Erişim tarihi: 06.09.2018)

Marport Liman İşletmesi 2013 Sera Gazı Emisyon Envanter Raporu.

ATMOSFERİK KİRLETİCİLERİN MARMARA DENİZİ'NE ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF THE EFFECTS OF ATMOSPHERIC POLLUTANTS ON THE MARMARA SEA

Burcu ONAT*, Burcu UZUN

Çevre Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, İstanbul Üniversitesi-
Cerrahpaşa, Avcılar, 34320, İstanbul, Türkiye

*bonat@iuc.edu.tr

ÖZET: Doğal ve antropojenik kaynaklardan oluşan aerosoller, farklı bileşenler içerdiğinden (metaller, nütrientler vs.) atmosferik ve biyolojik döngülerde önemli rol oynamaktadır. Aerosoller, çeşitli mekanizmalar ile deniz/okyanus gibi geniş yüzey alanlarına ulaşabilmektedir. Bu çalışmada, aerosollerin uzun mesafe taşınımı, yaş ve kuru çökme konusunda Marmara Bölgesinde yürütülmüş çalışmalar incelenerek Marmara Denizi ve çevresindeki atmosferik aerosol kirliliği değerlendirilmiştir. Atmosferik aerosollerin deniz/okyanus ekosistemine etkileri literatürdeki çalışmalar incelenerek tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Atmosferik aerosoller, kuru/yaş çökme, uzun mesafe taşınım, Marmara Denizi

ABSTRACT: Aerosols from natural and anthropogenic sources play an important role in atmospheric and biological cycles, as they contain different components (metals, nutrients, etc.). Aerosols can reach large surface areas such as sea/ocean by various mechanisms. In this study, studies were examined on long-range transport of aerosols, wet and dry deposition in the Marmara Region, atmospheric aerosol pollution on Marmara Sea and the effects of atmospheric aerosols on the sea/ocean ecosystems was discussed.

Keywords: Atmospheric aerosols, dry/wet deposition, long-range transport, Marmara Sea

GİRİŞ

Ulaşım, sanayi ve ısınma gibi kaynaklardan atmosfere verilen kirleticiler nedeniyle oluşan hava kirliliği yılda yaklaşık 4,5 milyon insanın ölümüne sebep olmakta ve dünya genelinde sağlık ve iklim için önemli bir tehdit oluşturmaktadır (WHO 2021a). Çevreyi ve insan sağlığını etkileyen önemli hava kirleticileri partikül madde (PM), ozon (O₃), azot dioksit (NO₂), kükürt dioksit (SO₂), siyah karbon, organik karbon, ve çöl tozu taşınımından kaynaklanan partiküllerdir (WHO 2021b).

Atmosferik aerosoller havada asılı kalan sıvı ve/veya katı partiküllerdir, hava kalitesi, insan sağlığı ve ekosistemler üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır. Atmosferik aerosollerin kompozisyonu kimyasal ve biyolojik bileşenleri içeren karmaşık bir yapıya sahiptir. Çöl tozu taşınımı gibi doğal olaylar ve antropojenik faaliyetler aerosollerin bileşimini etkiler. Atmosferik aerosoller uzun mesafelere taşınabilir ve yaş - kuru çökeltme mekanizmaları ile deniz/okyanuslar üzerinde birikebilir. Yurtdışında yürütülmüş bazı çalışmalarda aerosollerin çökeltmesiyle beraber aerosol içindeki metaller ve Fe, P gibi nütrientlerin deniz ekosistemi üzerindeki etkisi incelenmiştir (Qi ve diğ. 2021).

Marmara bölgesi sanayileşme ve nüfus yoğunluğunun en fazla olduğu bölgemizdir. Lojistik öneminden dolayı bölgede özellikle kara, deniz ve hava ulaşımından kaynaklanan emisyonlar ve sanayi kaynaklı emisyonlar bölgedeki hava kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Bölgedeki hava kirleticilerinin izlenmesi, modellenmesi ve mekânsal değişimlerini karakterize etmek amacıyla birçok çalışma yapılmıştır (Pekey ve Özaslan 2013; Arslan ve Akyürek 2018; Kasparoglu ve diğ. 2018). Sanayi ve konut ısınması (Arslan ve Özyürek 2018), gemi emisyonları (Deniz ve Durmuşoğlu 2008; Kuzu ve diğ. 2021), çöp yakma, katı yakıt ve trafik (Koçak ve diğ. 2011; Şahin ve diğ. 2020) bölgedeki hava kirliliğini oluşturan önemli kaynaklardır. Bölgedeki hava kirliliğinin, yaklaşık 22.000 km² (280 km x 80 km) (Viana ve diğ. 2015) lik yüzey alanına sahip Marmara Denizi ve ekosistemi üzerine etkilerinin değerlendirilmesi ve incelenmesi önemlidir. Bu amaçla, bölgenin hava kalitesine etki eden unsurların ele alındığı çalışmalar incelenmiştir ve Marmara Denizine olası etkileri tartışılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Yapılan literatür taraması sonucunda aerosollerin uzun mesafe taşınımı, yaş ve kuru çökeltme konusunda Marmara Bölgesinde yürütülmüş 13 adet çalışma, ve aerosollerin deniz/okyanus ekosistemine etkilerinin araştırıldığı 5 adet çalışma incelenmiştir. Literatür taraması için Google Scholar, Web of Science, Scopus, ScienceDirect ve PubMed gibi çevrimiçi veritabanları kullanılmıştır. "Atmosferik aerosoller", " uzak taşınım", "yaş ve kuru çökeltme", "Marmara Bölgesi" ve "deniz biyotası" anahtar kelimeleri seçilerek literatür araştırmak için kullanılmıştır.

SONUÇ

Literatürde Marmara Bölgesinde atmosferik aerosollerin çökeltmesi ve uzun mesafe taşınımı konusunda yapılmış çok sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Bu çalışmaların çoğunda Sahra tozunun PM₁₀ (10 mikrondan küçük partiküller) ve PM_{2.5} (2.5 mikrondan küçük partiküller) seviyelerine etkisi incelenmiş ve Türkiye'nin sahra tozu etkisi altında olduğu gösterilmiştir (Kabataş ve diğ. 2014; Karaca ve diğ. 2009; Özdemir ve diğ. 2019). Bununla birlikte, Avrupa'dan yayılan antropojenik kaynaklı kirleticilerin önemli bir kısmı Türkiye'ye taşınabilmektedir (Kindap ve diğ. 2016).

Ağaçayak ve diğ. (2015)'nin Sahra tozu taşımının PM₁₀ seviyesine etkisini inceledikleri çalışmada, 23 Mart 2008 tarihinde Marmara Bölgesi'nde günlük ortalama PM₁₀ konsantrasyonunun mineral toz taşınımı nedeniyle 117.3 µg/m³ ulaştığı belirlenmiştir. Şubat-Mart 2009 dönem aralığında, İstanbul'da toplanan örneklerde güçlü kalkonit ve silikat görünümü, Sahra tozunun uzun mesafeli taşınımını doğrulamıştır (Anıl 2014). Çapraz ve Deniz (2017) tarafından yapılan çalışmada ise, toz dönemi boyunca İstanbul'da günlük ortalama maksimum PM₁₀ konsantrasyonu 01 Şubat 2015 tarihinde 325.1 µg/m³'e ulaşarak önemli ölçüde artmıştır (Çapraz ve Deniz 2021). 23-24 Mart 2016 dönem aralığında, Marmara bölgesi izleme istasyonlarında ölçülen günlük PM₁₀ değerleri sahra dönemi boyunca %100 normalin üzerinde seyretmiştir. Ayrıca, bölgenin kuru atmosfer ve zemin yüzeyine yakın kalın inversiyon koşulları yüksek partikül seviyelerinin oluşmasına imkân sağlamıştır (Baltacı 2017). Sahra tozunun olduğu dönemleri inceleyen çalışmalarda, günlük ortalama PM₁₀ konsantrasyonları Avrupa Birliği sınır değerinin (50 µg/m³) çoğunlukla üstündedir. Özellikle, ağırlıklı olarak İstanbul'un incelendiği çalışmalar, Sahra tozu taşımının Marmara Bölgesi'nin hava kalitesi seviyeleri üzerinde önemli bir etkisi olduğunu göstermektedir.

Bölgede Sahra tozu (mineral toz) gibi doğal kaynaklardan taşınan kirleticilerden başka antropojenik faaliyetlerden kaynaklanan kirleticiler de etkili olmaktadır. Bölgedeki yağ/kuru çökeltme örnekleme çalışmalarında, polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAHs) (Pekey ve diğ. 2007), eser elementler (Tasdemir ve Kural 2005) poliklorlu bifeniller (PCBs) (Günindi ve Taşdemir 2010) organoklorlu pestisitler (OCPs) (Cindoruk ve Ozturk 2016), hem partikül (SO₂⁻⁴: sülfat) hem de bir gaz (SO₂: kükürt dioksit) formu ile atmosferden suya çökelebilen sülfat seviyeleri incelenmiştir (Tasdemir ve Günez 2006).

TARTIŞMA

Aerosollerin havada kalma süresi, kuru ve ıslak çökmeyi etkileyen meteorolojik koşullar, rüzgâr hızı ve yağışa bağlı olarak değişebilmektedir (Nastos ve diğ. 2011). Taşınma ile tozun büyük bir kısmı yerçekimi ile çökeltme veya yağmurla su kütlelerine ulaşmaktadır (Schepanski 2018). Bu yollarla, ağır metaller su ve toprak ortamlarına girebilmektedir (Ye ve diğ. 2018). Aerosol içeriğinin toksik elementler, asidik ve bazik bileşenler içermesi olumsuz etkilere sebep olabilir ve deniz birincil üretimini değiştirebilir (Ventura ve diğ. 2021). Zhao ve diğ. tarafından yapılan bir çalışmada, PM_{2.5}'in atmosferik yağ çökeltmesinin deniz balıklarının büyümesi üzerindeki olumsuz etkileri tespit edilmiştir. Hava kirliliğinin olduğu bölgelerde uzun süreli yağışların su ortamındaki organizmalar üzerinde ekolojik riskleri olabileceği vurgulanmıştır (Zhao ve diğ. 2021). Son yapılan çalışmalar, okyanuslara atmosferik birikim yolu ile havadaki mikropların girebileceğini de göstermiştir (Qi ve diğ. 2021). Bununla birlikte, aerosol birikimi deniz biyojeokimyasal döngüler üzerinde etkilerinden dolayı, iklimi de etkileyebilir (Ventura ve diğ. 2021). Bu sebeple, bölgedeki hava kirliliğine sebep olan kaynakların azaltılması ve önleyici uygulamalar yapılması önemlidir. Örneğin, İstanbul'da kükürt kontrol emisyon alanlarının uygulanması

ile gemi kaynaklı PM₁₀ ve PM_{2.5} konsantrasyonlarının %67 ve SO₂ konsantrasyonunun ise %90 azalabileceği belirtilmiştir (Viana ve diğ. 2015). Ülkemizde hava kirleticilerinin tespitine yönelik çok sayıda çalışma olmasına rağmen, bu kirleticilerin ne kadarının deniz yüzeyine çökelediği ve etkilerinin incelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Mevcut literatürde atmosferik aerosollerin özellikle okyanus gibi geniş yüzeye sahip alanlara çökmesi ve deniz canlılarına etkisi konusunda yapılmış kısıtlı sayıdaki çalışmada antropojenik aerosol birikiminin olumsuz etkileri vurgulanmış ve bu olumsuz etkilerin muhtemelen aerosollerdeki toksik elementlerden (örn. Cu) kaynaklandığı, ancak deniz hayvanları tarafından yutulması, biyobirikim ve atmosferik PM'nin besin zincirleri içinde transferi konusunda belirsizlikler olduğu genel olarak belirtilmiştir. Sonuç olarak hava kirliliğinin Marmara Denizine olası etkilerinin daha iyi anlaşılabilmesi için atmosferik aerosollerin çökmesi konusunda daha ayrıntılı çalışmaların yapılması gereklidir.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Ağaçayaki, T., Kindap, T., Ünal, A., Pozzoli, L., Mallet, M., Solmon, F. (2015) A case study for Saharan dust transport over Turkey via RegCM4.1 model. *Atmos Res* 153: 392-403.
- Anıl, I., Golcuk, K., & Karaca, F. (2014). ATR-FTIR spectroscopic study of functional groups in aerosols: the contribution of a Saharan dust transport to urban atmosphere in Istanbul, Turkey. *Water, Air, & Soil Pollution*, 225(3), 1-14.
- Arslan, O., Akyürek, Ö. (2018) Spatial modelling of air pollution from PM₁₀ and SO₂ concentrations during winter season in Marmara Region (2013-2014). *International Journal of Environment and Geoinformatics* 5(1): 1-16.
- Baltacı, H. (2017) Spatial and temporal variation of the extreme Saharan dust event over Turkey in March 2016. *Atmosphere* 8(2): 41.
- Cindoruk, S.S., Ozturk, E. (2016) Atmospheric deposition of organochlorine pesticides by precipitation in a coastal area. *Environmental Science and Pollution Research* 23(24): 24504-24513.
- Çapraz, Ö., Deniz, A. (2021) Particulate matter (PM₁₀ and PM_{2.5}) concentrations during a Saharan dust episode in Istanbul. *Air Quality, Atmosphere & Health* 14(1): 109-116.
- Deniz, C., Durmuşoğlu, Y. (2008) Estimating shipping emissions in the region of the Sea of Marmara, Turkey. *Sci Total Environ* 390(1): 255-261.
- Günindi, M., Tasdemir, Y. (2010) Atmospheric polychlorinated biphenyl (pcb) inputs to a coastal city near the marmara sea. *Mar Poll Bull* 60(12): 2242-2250.
- Kabatas, B., Unal, A., Pierce, R., Kindap, T., Pozzoli, L. (2014) The contribution of Saharan dust in PM₁₀ concentration levels in Anatolian peninsula of Turkey. *Sci Total Environ* 488-489: 413-421.
- Karaca, F., Anıl, I., Alagha, O. (2009) Long-range potential source contributions of episodic aerosol events to PM₁₀ profile of a megacity. *Atmospheric Environment* 43(36): 5713-5722.

- Kasparoglu, S., Incecik, S., Topcu, S. (2018) Spatial and temporal variation of O₃, NO and NO₂ concentrations at rural and urban sites in Marmara Region of Turkey. *Atmospheric Pollution Research* 9(6): 1009-1020.
- Kindap, T., Unal, A., Chen, S. H., Hu, Y., Odman, M.T., Karaca, M. (2006) Long-range aerosol transport from Europe to Istanbul, Turkey. *Atmospheric Environment* 40(19): 3536-3547.
- Kocak, M., Theodosi, C., Zarmas, P., Im, U., Bougiatioti, A., Yenigun, O., Mihalopoulos, N. (2011) Particulate matter (PM₁₀) in Istanbul: Origin, source areas and potential impact on surrounding regions. *Atmos Environ* 45(38): 6891-6900.
- Kuzu, S.L., Bilgili, L., Kiliç, A. (2021) Estimation and dispersion analysis of shipping emissions in Bandırma Port, Turkey. *Environment, Development and Sustainability* 23(7): 10288-10308.
- Nastos, P.T., Kampanis, N.A., Giaouzaki, K.N., Matzarakis, A. (2011) Environmental impacts on human health during a Saharan dust episode at Crete Island, Greece. *Meteorologische Zeitschrift* 20(5): 517-529.
- Özdemir, E.T. (2019) Investigations of a Southerly Non-Convective High Wind Event in Turkey and Effects on PM 10 Values: A Case Study on April 18, 2012. *Pure and Applied Geophysics* 176(10): 4599-4622.
- Pekey, B., Karakaş, D., Ayberk, S. (2007) Atmospheric deposition of polycyclic aromatic hydrocarbons to Izmit Bay, Turkey. *Chemosphere* 67(3): 537-547.
- Pekey, B., Özaslan, Ü. (2013) Spatial distribution of SO₂, NO₂, and O₃ concentrations in an industrial City of Turkey using a passive sampling method. *CLEAN–Soil, Air, Water* 41(5): 423-428.
- Qi, J., Yin, Y., Zhang, D., Li, H., Dong, L. (2021) The concentration, size distribution and dry deposition flux of microbes in atmospheric aerosols over the marginal seas and Northwest Pacific Ocean. *Atmos Res* 105906.
- Schepanski, K. (2018) Transport of mineral dust and its impact on climate. *Geosciences* 8(5): 151.
- Şahin, Ü. A., Onat, B., Akın, Ö., Ayvaz, C., Uzun, B., Mangır, N., ... & Harrison, R. M. (2020). Temporal variations of atmospheric black carbon and its relation to other pollutants and meteorological factors at an urban traffic site in Istanbul. *Atmos Pollut Res* 11(7): 1051-1062.
- Tasdemir, Y., Gunez, H. (2006) Dry deposition of sulfur containing species to the water surface sampler at two sites. *Water, Air, and Soil Pollut* 175(1): 223-240.
- Tasdemir, Y., Kural, C. (2005) Atmospheric dry deposition fluxes of trace elements measured in Bursa, Turkey. *Environ Pollut* 138(3), 462-472.
- Ventura, A., Simões, E.F., Almeida, A.S., Martins, R., Duarte, A.C., Loureiro, S., Duarte, R.M. (2021). Deposition of Aerosols onto Upper Ocean and Their Impacts on Marine Biota. *Atmosphere* 12(6): 684.
- Viana, M., Fann, N., Tobías, A., Querol, X., Rojas-Rueda, D., Plaza, A., ... & Fernández, C. (2015) Environmental and health benefits from designating the marmara sea and the Turkish straits as an emission control area (ECA). *Environ Sci & Technology* 49(6): 3304-3313.

WHO (2021a) [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) (erişim tarihi: 6 December 2021).

WHO (2021b) Air Pollution. Mevcut adres: https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_1 (erişim tarihi 8 December 2021).

Ye, L., Huang, M., Zhong, B., Wang, X., Tu, Q., Sun, H., Wang, C., Wu, L., Chang, M. (2018) Wet and dry deposition fluxes of heavy metals in Pearl River Delta Region (China): characteristics, ecological risk assessment, and source apportionment. *J Environ Sci (China)* 70: 106-123.

Zhao, P., Lu, W., Hong, Y., Chen, J., Dong, S., Huang, Q. (2021) Long-term wet precipitation of PM_{2.5} disturbed the gut microbiome and inhibited the growth of marine medaka *Oryzias melastigma*. *Sci Total Environ* 755: 142512.

MARMARA FAY ZONU'NDA GAZ YAPILARI

GAS STRUCTURES IN THE MARMARA FAULT ZONE

Şebnem ÖNDER^{1*}, Naci GÖRÜR², Alina POLONIA³,
Luca GASPERINI³

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Terzioğlu
Kampüs 17100 Çanakkale, Türkiye

² Bilim Akademisi İstanbul Türkiye,

³ Istituto di Scienze Marine-Consiglio Nazionale delle Ricerche
IT-40129, Bologna, İtalya

*selbek@comu.edu.tr

ÖZET: 1999 Kocaeli Depremi'nden sonra Marmara Denizi' nde yapılan deniz jeolojisi ve jeofiziği çalışmaları Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun bu deniz içerisindeki kesimi üzerinde (Marmara Fay Zonu) önemli miktarlarda doğalgaz ve sıvı varlığını ortaya koymuştur. Gazlar çoğunlukla termojenik nitelikli olup Marmara Fay Zonu boyunca derinlerdeki Eosen Trakya Havzası'nın gaz rezervuarlarından gelmektedir. Gaz yapılarını konum, geometri ve kökenlerine göre gaz birikim (gas accumulation) ve gaz sızıntı (gas escape) yapıları diye ikiye ayırmak mümkündür. Gaz birikim yapıları yüksek genlikli yansıma (enhanced reflection), akustik örtü (acoustic blanket), akustik türbidit (acoustic turbidite) ve akustik sütun (acoustic column) olarak izlenirken, gaz sızıntı yapıları akustik yükselim (acoustic plume), bulutlu akustik türbidit (cloudy acoustic turbidity), dom (dome) ve çukur yapıları (pockmark) şeklinde görülmektedir. Bu gazlar nitelik ve nicelik olarak büyük ölçüde Marmara Fay Zonu tarafından kontrol edildiğine göre gaz çıkış noktalarında kurulacak olan denizaltı gözlem istasyonlarıyla Marmara Denizi'nde deprem kestirimi ve erken uyarı çalışmaları yapılabilir.

Anahtar Kelimeler: Marmara Fay Zonu, deprem, gaz çıkışları, yüksek çözünürlüklü sismik yansıma

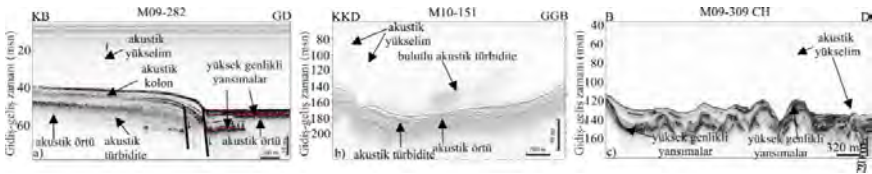
ABSTRACT: After the 1999 devastating Kocaeli Earthquake, geological and geophysical studies carried out in the Sea of Marmara along the Marmara Fault Zone, the submarine branch of the North Anatolian Fault, indicated the presence of abundant gas and fluids. Gases are mainly of thermogenetic in nature and come along the Marmara Fault Zone from the gas reservoir of the Eocene Thrace Basin. On the basis of their position, geometry and nature, gas structures may be divided into two groups, such as gas accumulation and gas escape structures. Gas accumulation structures include enhanced reflections, acoustic blankets, acoustic turbidites, and acoustic columns, whereas the gas escape structures include acoustic plumes, cloudy acoustic turbidites, domes and pockmarks. All of these structures are controlled by the activities of the Marmara Fault Zone and therefore

MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada R/V URANIA gemisi ile gerçekleştirilen MARM09-10-11-13 seferlerinde Marmara Denizi ve Saros Körfezi'nden toplanan yüksek çözünürlüklü multibeam batimetri ve chirp veri seti kullanılmıştır. Gemide jeofizik ve oşinografik veri toplama sistemlerinin koordinatları DGPS and SEAPATH konum belirle sistemleri ile sağlanmıştır. Batimetrik veri Konsberg-Simrad EM-3000 ve Reson 8160 multibeam sistem ile chirp verisi 16 transducer Benthos Chirp II subbottom sistem ile toplanmış olup sayısallaştırmada SwanPro yazılımı kullanılmıştır.

Gaz Yapıları

İzmit Körfezi'nden toplanan akustik veriler, hem gaz birikim hem de gaz sızıntı yapılarının mevcut olduğunu ortaya koymuştur (Şekil 2a, b, c). Akustik kayıtlarda en yaygın görülen ve bir arada olan gaz birikim yapıları yüksek genlikli yansıma, akustik örtü, akustik türbidit ve akustik sütun yapılarıdır. Yüksek genlikli yansıma yapılarının genişliği 2 km'nin üzerine çıkmaktadır. M09-282 nolu profile (Şekil 2a) bu yapıların İzmit Fay Zonu'nun kuzeyinde deniz tabanının 6 m altında, zonun güneyinde ise yoğun bir şekilde deniz tabanına kadar uzandıkları görülmektedir. Akustik örtü yapıları çoğunlukla üst sınırlarında sürekli veya parçalı yüksek genlikli yansıma yapılarıyla sınırlanırken alta doğru hayalet (ghost) reflektörler içeren saydam yansımalar olarak karakterize edilirler. Akustik türbiditler sismik penetrasyonun tamamen yitirilmediği, sinyal genliklerinin azalmış olmasına rağmen hala seçilebildiği gaz yapılarıdır. Akustik sütun yapıları ise dar, düşey ve saydam sütunlar olarak görülürler. İzmit Fayı ve yakın çevresinde en fazla görülen gaz sızıntı yapıları akustik yükselim ve bulutlu akustik türbidit yapılarıdır. Akustik yükselimler deniz tabanından su kolonuna doğru düşey yönde yükselen ve bazen hiperbolik saçılmalar gösteren saydam, bulanık ve sütun şekilli gaz yapılarıdır. Bu yapılar özellikle Hersek Burnu'nun doğusunda ve Darıca-Çatal Burnu arasındaki ana fay zonunun her iki yanında çok net ve sürekli olarak izlenmektedir (Şekil 2b, c). Bulutlu akustik türbidit yapıları çoğunlukla akustik yükselim yapılarının görüldüğü su kolonunun üzerindeki su tabakaları içerisinde gelişir ve herhangi bir yansıma dokusu göstermezler. Bu oluşum M10-151 nolu kesitte açık olarak izlenmektedir (Şekil 2b).

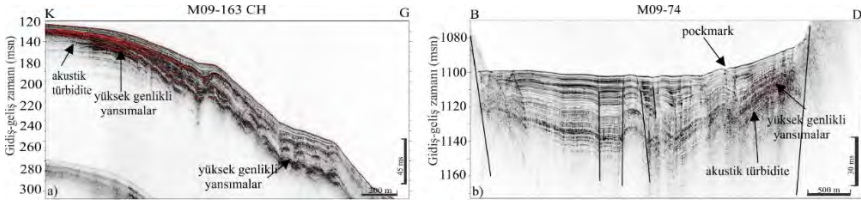


Şekil 2. İzmit Fayı üzerinden toplanan yüksek çözünürlüklü sığ sismik yansıma kayıtları. Kesitlerin lokasyonları için Şekil 1'e bakınız.

Adalar Fayı boyunca belirgin bir gaz varlığı görülmesine de fayın kuzeyinde, özellikle Tuzla açıklarında, bazı gaz birikim yapılarının varlığı tespit edilmiştir

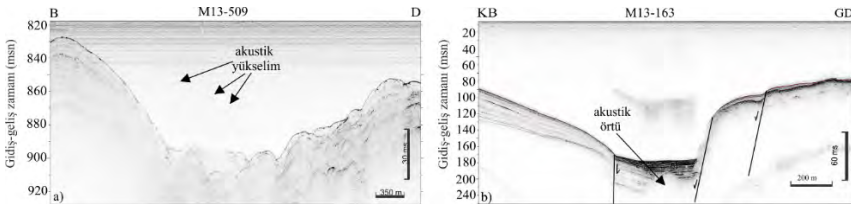
(Şekil 3a). Bu yapılar çoğunlukla yüksek genlikli yansıma ve akustik türbidit yapılarıdır. Akustik türbiditler genellikle deniz tabanının 7 m altında gelişmişlerdir. Adalar Fayı boyunca gaz sızıntı yapılarının çok belirgin olmayışı bu fayın kilitlenmiş olması ile ilgili olabilir (Bohnhoff ve diğ. 2013; Schmittbuhl ve diğ. 2015).

Kumburgaz Fayı'nı Kumburgaz Havzası'nın doğu kısmında kesen M09-74 kesiti, negatif polariteli yüksek genlikli yansımalar ile birlikte ortalama 750 m genişlikte akustik türbiditten ibaret gaz birikim yapılarının varlığını göstermiştir. Bu gaz birikim yapıları ile ilişkili olarak deniz tabanında gaz veya sıvı sızıntılarını temsil eden “v” şekilli çukur yapıları (pockmarklar) da gözlenmiştir. Pockmarklar ortalama olarak 50 m genişliktedir (Şekil 3b). M09-74 kesitinde Kumburgaz Havzası'nın batı bölümünde serbest gazın varlığına ilişkin bir kanıt tespit edilememiştir (Şekil 3b). Bu durum ya kesitin fayı kesmemiş olması veya batıda gerçekten gaz birikim ve sızıntısının olmayışı ile izah edilebilir.



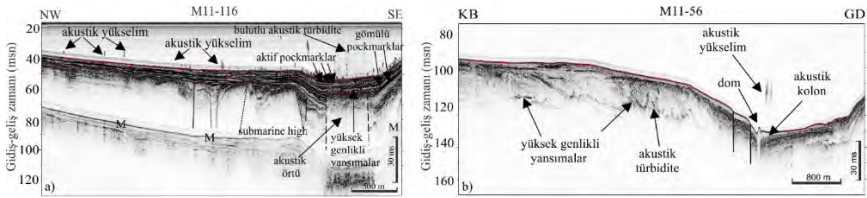
Şekil 3. a) Adalar Fayı kuzeyi ve b) Kumburgaz Fayı üzerinden toplanan yüksek çözünürlüklü sıg sismik yansıma kayıtları. Kesit lokasyonu için Şekil 1'e bakınız.

Tekirdağ Fayı'nın Batı Marmara Sırtı'nı kestiği yerde toplanan yüksek çözünürlüklü sıg sismik verilerde, burada akustik yükselimler şeklinde gaz sızıntı yapılarının olduğu görülmüştür (Şekil 4a). Batı Marmara Sırtı'ndaki fay vadisinin içinde ve deniz tabanının altında akustik örtü ile karakterize edilen gaz birikim yapıları da tespit edilmiştir. Buradaki akustik örtünün genişliği 50-400 m arasında değişir ve saydam hiperbolik yansımalar verir (Şekil 4b). Akustik örtü yapılarına Tekirdağ Havzası'nın Ganos Fayı ile birleştiği yerde, deniz tabanının yaklaşık 10 m altında da rastlanır.



Şekil 4. Tekirdağ Fayı üzerinden toplanan yüksek çözünürlüklü sıg sismik yansıma kayıtları. Kesitlerin lokasyonları için Şekil 1'e bakınız.

Ganos Fayı'na ait akustik veriler Saros Körfezi'nde toplanmıştır. Bu fay boyunca gaz birikim ve sızıntı yapıları yaygın olarak görülmektedir. Gaz birikim yapıları akustik örtü, akustik türbidit ve akustik sütun olarak izlenmekte ve deniz tabanının yaklaşık 7-10 m altında bulunmaktadır. Akustik sütunlar genellikle "v" şekilli pockmarklar ile ilişkilidirler. Pockmarkların bazıları deniz tabanında bazıları ise 2-8 m tabanın altındadırlar. Çukurların genişlikleri 8-230 m arasında değişmektedir. Deniz tabanının altındaki gömülü çukur yapılar günümüz öncesindeki gaz sızıntılarına işaret etmektedirler. Gaz sızıntı yapılarının bir diğer örneği iç kesimi saydam, tepesi kuvvetli yansımalar ile karakterize edilen dom yapılarıdır. Deniz tabanının keserek yükselen ve alt seviyelerinde beslenme kanalı veya akustik sütun içeren bu yapıların çamur volkanı olması muhtemeldir. Domlar deniz içerisinde, tabandan itibaren 10 m kadar yüksekliğe çıkar ve 100 m'ye varan bir çap gösterirler (Şekil 5) (Önder ve diğ. 2021).



Şekil 5. Ganos Fayı üzerinden toplanan yüksek çözünürlüklü sıg sismik yansıma kayıtları. Kesitlerin lokasyonları için Şekil 1'e bakınız.

Gazların Kökeni

İncelenen gaz yapıları Marmara Fay Zonu'ndaki Plio-Kuvaterner yaşlı çökeller içerisinde tespit edilmişlerdir. Yapılan jeokimyasal analizlerde bu hidrokarbon gazların önemli bir kısmının termojenik nitelikte olduğu ve Eosen yaşlı Trakya Havzasına ait olduğu saptanmıştır (Geli ve diğ. 2008; Bourry ve diğ. 2009; Ruffine ve diğ. 2012; Dupre ve diğ. 2015; Önder ve diğ. 2021). Büyük bir olasılıkla Marmara Fay Zonu yer yer Marmara Denizi'nin temelini oluşturan Trakya Havzası'nın doğalgaz rezervuarlarını kesmiş ve bu gazların deniz tabanına ulaşmasını sağlamıştır. Normalde doğal gazlar kapan yapıları içerisinde birikir ve duraylıdırlar. Bu gazların yeryüzüne çıkışı kapan ve örtükaya nitelikli çökeller tarafından engellenmişlerdir. Ancak gaz kapanları herhangi bir deformasyona uğrar, derin faylarla kesilir ve örtükayaları tahrip edilirse gazlar da yeryüzüne doğru hareket ederler. Muhtemelen Trakya gazları kapanlarını tahrip eden Marmara Fay Zonu boyunca yukarıya doğru hareket ederek deniz tabanına yakın uygun yerlere gelmiş ve oralarda depolanarak gaz birikim yapılarını veya deniz içerisine sızarak gaz sızıntı yapılarını oluşturmuşlardır (Önder ve diğ. 2021). Fay zonundaki Plio-Kuvaterner çökelleri içerisinde çok belirgin porozite farkı olan yerlerde akustik örtü, yaygın killi ve geçirimsiz tabakalar içerisinde akustik türbidit ve gazların deniz tabanına kavuştuğu yerlerin altında ise akustik sütunlar gelişmiştir. Denize sızan gazlar ise bulundukları yerlerde dom, gaz çukuru akustik yükselim ve bulutlu akustik türbiditler oluşturmuşlardır.

SONUÇ: Marmara’da Deprem Öngörüsü ve Kestirimi Çalışmaları

Marmara Denizi’ndeki gaz çıkışlarının Marmara Fay Zonu tarafından kontrol edildiğine dair herhangi bir şüphe yoktur. Dupre ve diğ. (2015) bu fay zonundaki gaz oluşumları ile Marmara Fay Zonu’nun günümüzdeki mikrosismik aktivitesi arasında güçlü bir bağ olduğunu saptamışlardır. Kuşkusuz bu güçlü bağ Marmara Denizi’ndeki deprem öngörü ve kestirimleri için çok değerlidir. Fay zonundaki gaz oluşumlarının her deprem öncesi ve sonrasında miktar ve bazı fiziko-kimyasal özelliklerinin belirli ölçüde değişebileceği kabul edilirse, bu düşünceden hareketle Marmara Denizi’nde başarılı deprem öngörü ve kestirimi çalışmaları yapılabilir. Bunun için, kuşkusuz, gaz özelliklerinin yanında diğer ilgili sismolojik ve jeolojik parametrelerin de sürekli ölçülüp izlenmesine ihtiyaç vardır. Marmara Fay Zonu’nda gaz çıkış yerlerine bu parametreleri ölçen çeşitli sensörlerle donatılmış denizaltı gözlem istasyonlarının kurulmasıyla bu iş yapılabilir. Marmara Fay Zonu’nun sismolojik özellikleri ve deprem potansiyeli aşağıdaki paragrafta özetlenmiştir.

1999 Kocaeli Depremi Marmara Denizi’nin altındaki Marmara Fay Zonu’na stres transfer etmek suretiyle bu fay zonunu yüklemiş ve zonunun gelecekte üretmesi olası büyük depremini öne çekerek İstanbul’u tehdit altına sokmuştur. Parsons ve diğ.’nin (2000) çalışmalarına göre 7.0’den büyük bu depremin 30 yıl içerisinde gerçekleşme olasılığı % 64 $\pm$ 15 dir. Bu büyük bir olasılıktır ve hâlihazırda 21 yıl geçmiştir. Marmara Fay Zonu üzerinde yapılmış olan jeolojik ve jeofizik araştırmalar fay zonunun kırılma şekline bağlı olarak depremin 7.2-7.6 büyüklüğünde olabileceğini ortaya koymuştur. Zona ait İzmit Fayı 1999 Gölcük Depremi sırasında Çınarcık Çukurluğu’nun girişine kadar kırılmış ve stresini önemli ölçüde boşaltmış ve muhtemelen de bir kısmını Marmara Fay Zonu’nun diğer kolları üzerine transfer etmiştir. Bu nedenden ötürü İzmit Fayı üzerinde yakın bir gelecekte ciddi bir deprem beklenmemektedir. Son yıllarda yapılan mikro depremsellik çalışmalarına göre Adalar Fayı kilitlidir ve bu fay sürekli olarak stres biriktirmektedir. Fayın uzunluğu yaklaşık 45 km’dir ve kırıldığında en fazla 7.0 büyüklüğünde deprem üreteceği düşünülmektedir. Kumburgaz Fayı’nın uzunluğu 65 km kadardır. Kırıldığı takdirde minimum 7.2 büyüklüğünde bir deprem üretir. Bu fay da Adalar Fayı gibi kilitlenmiş bir fay davranışı gösterir. Üzerindeki sismisite oranı düşüktür ve olasılıkla sürekli olarak stres biriktirmektedir (Şengör ve diğ. 2005; Ergintav ve diğ. 2014; Schmittbuhl ve diğ. 2015; Görür 2021). Tekirdağ Fayı Marmara Fay Zonu’ndaki diğer faylardan oldukça farklı bir davranış göstermektedir. Küçük küçük depremlerle önemli miktarda stres boşaltmaktadır. Fayın bu davranışı üzerinde farklı görüşler vardır. Schmittbuhl ve diğ. (2015) göre Tekirdağ Fayı üzerinde bir kripi (creep) hareketi söz konusudur. Altınok ve diğ. (2003) ve Armijo ve diğ. (2005) bu fayın Ganos Fayı’nın deniz içindeki devamı olarak 1912 Şarköy Depremi sırasında kırıldığını düşünmektedirler. Géli ve diğ. (2008) ise bu fay boyunca görülen birçok küçük ve sığ depremlere Trakya Havzası’nın termojenik derinliklerinden gelen gaz ve sıvıların neden olduğuna inanmakta ve dolayısıyla da bu küçük depremlerin tektonik kökenli olmadığını söyleyerek Tekirdağ Fayı’nın 1912’de kırıldığı fikrini tartışmaya açmaktadırlar. Le Pichon ve diğ. (2003) ve Şengör ve diğ.

(2005) özellikle bu konuda bir fikir ileri sürmemekle beraber, beklenen Marmara Depreminde tüm Marmara Fay Zonu' nun kırılacağını söyleyerek Tekirdağ Fayı'nın 1912 depreminde kırılmadığını ima etmişlerdir. Görüldüğü gibi, Tekirdağ Fayı'nın durumu tartışmalıdır. Eğer bu fay kilitli değil ve stres biriktirmiyorsa beklenen Marmara depremi sırasında kırılması da söz konusu değildir. Aksi halde 57 km uzunluktaki bu fay kırıldığı takdirde 7.1 büyüklüğünde bir deprem üretecektir (Tüysüz 2003). Fay kollarının ayrı ayrı değil de hep birlikte kırılması halinde Marmara'daki depremin büyüklüğü 7.6'yı bulacaktır (Tüysüz 2003; Şengör ve diğ. 2005). Ancak bugüne kadar yapılmış olan çalışmalar depremin kilitli olan Adalar veya Kumburgaz Fayları üzerinde olacağını işaret etmektedir. Bu faylarda önemli herhangi bir sismik aktivite yoktur ve buralarda sürekli olarak stres birikmekte ve deformasyon olmaktadır. Biriken stres söz konusu faylar boyunca yer alan kayaların dayanma gücünü yenince bu faylar kırılacak ve ciddi depremler üreteceklerdir (Şengör ve diğ. 2005; Bohnhoff ve diğ. 2013; Schmittbuhl ve diğ. 2015). Bu çalışma daha önce İngilizce olarak yayımlanmıştır.

TEŞEKKÜR

Yazarlar R/V Urania' nın bilimsel araştırma ekibine ve başta Kaptan Gentile ve Kaptan Lubrano olmak üzere tüm gemi mürettebatına teşekkür ederler. Şebnem Önder, TUBITAK 2219- Yurtdışı Doktora Sonrası Araştırma Burs Programı [1059B191500404] desteği için teşekkür eder.

DEĞİNİLEN BELGELER

Armijo, R., Pondrad, N., Meyer, B., Uçarkuş, G., de Lepinay, B. M., Malavieille, J., Dominguez, S., Gustcher, M., Schmidt, S., Beck, C. (2005) Submarine fault scarps in the Sea of Marmara pull-apart (North Anatolian fault): Implications for seismic hazard in Istanbul. *Geochemistry Geophysics Geosystems* 6: 1-29.

Altınok, Y., Alpar, B., Yaltrak, C. (2003) Şarköy- Mürefte 1912 earthquake's tsunami, extension of the associated faulting in the Marmara Sea, Turkey. *J Seismology* 7: 329-46.

Bohnhoff, M., Bulut, F., Dresen, G., Malin, E.P., Eken, T., Aktar, M. (2013) An earthquake gap south of Istanbul. *Natural Communacitions* 4: 1-6.

Bourry, C., Chazallon, B., Charlou, J.L., Donval, J.P., Ruffine, L., Henry, P., Geli, L., Çağatay, N.M., İnan, S., Moreau, M. (2009) Free gas and gas hydrates from the Sea of Marmara, Turkey: Chemical and structural characterization. *Chemical Geology* 264: 197-206.

Dupré, S., Scalabrin, C., Grall, C., Augustin, J.M., Henry, P. et al. (2015). Tectonic and sedimentary controls on widespread gas emissions in the Sea of Marmara: Results from systematic, shipborne multibeam echo sounder water column imaging. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* 120: 2891-2912.

Ergintav, S., Reilinger, R.E., Çakmak, R., Floyd, M., Çakır, Z., Doğan, U., King, R.W., McClusky, S., Özener, H. (2014) İstanbul's Earthquake Hot Spots: Geotetic Constraints on Strain Accumulation Along Faults in The Marmara Seismic Gap. *Geophysical Research Letters* 41: 5783-5788.

- Gasperini, L., Polonia, A., Del Bianco F., Etiope, G., Marinaro G. (2012a) Gas seepage and seismogenic structures along the North Anatolian Fault in the eastern Sea of Marmara. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* 13: 1-19.
- Gasperini, L., Polonia, A., Del Bianco, F., Favali, P., Marinaro, G., Etiope, G. (2012b). Cold seeps, active faults and the earthquake cycle along the North Anatolian Fault system in the Sea of Marmara (NE Turkey). *Bulletin of Theoretical and Applied Geophysics* 53: 371–384.
- Gasperini, L., Polonia, A., Çağatay, M.N. (2018) Fluid flow, deformation rates and the submarine record of major earthquakes in the Sea of Marmara, along the North-Anatolian Fault system. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 153: 4-16.
- Geli, L., Henry, P., Zitter, T., Dupré, S., Tryon, M., Çağatay, N., Lepinay, B., Le Pichon, X., Şengör, A.M.C., Görür, N., Natalin, B., Uçarkuş, G., Özeren, S., Volker, D., Gasperini, L., Burnard, P., Bourlange, S. (2008) Gas emissions and active tectonics within the submerged section of the North Anatolian Fault zone in the Sea of Marmara. *Earth and Planetary Science Letters* 274: 34-39.
- Géli, L., Henry, P., Grall, C., Tary, J., Lomax, A., Batsi, E., Riboulot, V., Cros, E., Gürbüz, C., Işık, S.E., Şengör, A.M.C., Özeren, M.S., Görür, N., Tyron, M., Bohnhoff, M., Gasperini, L., Klingelhoefer, F., Scalabrin, C., Augustin, J., Embriaco, D., Marinaro, G., Frugoni, F., Monna, S., Etiope, G., Favali, P., Becel, A. (2018). Gas and seismicity within the Istanbul seismic gap. *Sci Rep* 8: 1-10.
- Görür, N. (2021) Beklenen Marmara Depremi. İstanbul Deprem Gerçeği, (editör Erdoğan, S.), IBB Yayınları, Türkiye, s. 78-109.
- Kuşçu, İ., Okamura, M., (2008) 17 Ağustos 1999 depremi sonrası İzmit Körfezi kıyı ötesi araştırmaları. MTA Genel Müdürlüğü Monografi Serisi 4, Ankara, Türkiye.
- Le Pichon, X., Chamot-Rooke, N., Rangin, C., Şengör, A.M.C. (2003) The North Anatolian Fault in the Sea of Marmara. *J. Geophysical Research* 108: 2179
- Önder, Ş., Görür, N., Polonia, A., Gasperini, L. (2021) Fault-controlled gas escapes in the shelf sediments of the Saros Gulf, NE Aegean Sea. *Turkish Journal of Earth Sciences* 30: 862-881.
- Parsons, T., Toda, S., Stein, R., Barka, A., Dieter, J.H. (2000) Heightened odds of large earthquakes near İstanbul: An interaction-based probability calculation. *Science* 288: 661-65.
- Ruffine, L., Fandino, O., Etoubleau, J., Chéron, S., Donval, J.P., Germain Y., Ponzevera, E., Guyader, V., Dennielou, B., Etiope, G., Gasperini, L., Bortoluzzi, G., Henry, P., Grall, C., Çağatay, M.N., Charlou, J.L., Géli, L. (2012) Geochemical dynamics of the natural-gas hydrate system in the Sea of Marmara, Offshore Turkey. In: *Advances in Natural Gas Technology*, (ed., Hamid A. Al-Megren), IntechOpen, London, pp. 29-56.
- Schmittbuhl, J., Karabulut, H., Lengline, M.B. (2015) Seismicity distribution and locking depth along the Main Marmara Fault, Turkey. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* 17: 954-965.

Şengör, A.M.C., Tüysüz, O., İmren, C., Sakıncı, M., Eyidoğan, H., Görür, N., Le Pichon, X., Rangin, C. (2005) The North Anatolian Fault: A new look. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 33: 37-112.

Tüysüz, O. (2003) İstanbul için deprem senaryolarının hazırlanmasında coğrafi bilgi sistemlerinin kullanımı. İTÜ Bilimsel Araştırma Projesi Raporu, İstanbul, Türkiye.

Tryon, M.D., Henry, P., Çagatay, M.N., Zitter, T.A.C., Géli, L., Gasperini, L., Burnard, P., Bourlange, S., Grall, C. (2010) Pore fluid chemistry of the North Anatolian Fault zone in the Sea of Marmara: a diversity of sources and processes. *Geochem. Geophys. Geosystems* 11: 1-22.

Zitter, T., Henry, P., Aloisi, G., Delaygue, G., Çagatay, N., de Lepinay, B. M., Al-Samir, M., Fornacciari, F., Tesmer, M., Pekdeğer, A., Wallmann, K., Lericolais, G. (2008) Cold seeps along the main Marmara fault in the Sea of Marmara (Turkey). *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 55: 552-570.

ORTA-GEÇ HOLOSEN BOYUNCA SAROS KÖRFEZİ'NİN İKLİMSSEL VE HİDROLOJİK DEĞİŞİMLERİ

CLIMATE AND HYDROLOGIC CHANGES OF THE GULF OF SAROS DURING THE MIDDLE-LATE HOLOCENE

Cerennaz YAKUPOĞLU^{1,2*}, Kürşad Kadir ERIŞ²,
Marie-Alexandrine SICRE³, Memet Namık ÇAĞATAY²,
Dursun ACAR², Luca GASPERINI⁴

¹ İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, İklim ve Deniz
Bilimleri, 34467, Ayazağa/İstanbul

² İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, EMCOL,
34467 Ayazağa/ İstanbul

³ LOCEAN, Sorbonne Université, CNRS, Campus Pierre et Marie Curie, 4 place
Jussieu, 75252 Paris Cedex 05, France

⁴ Institute of Marine Sciences, ISMAR-Bo, CNR, Bologna, Italy
*bozyigit@itu.edu.tr

ÖZET: Saros Körfezi'nden alınan yeni karot, orta-geç Holosen boyunca körfezin iklim ve hidrolojik değişimleri hakkında detaylı bir kayıt sunmaktadır. Bu karot yüksek çözünürlüklü dijital X-ray raydografi, μ -XRF karot tarayıcısı, çok sensörlü karot tarayıcısı (MSCL), toplam organik karbon (TOK) ve bio-ışaret metodları kullanılarak çalışılmıştır. Kronoloji AMS ^{14}C radyokarbon analizi kullanılarak ortaya çıkarılmıştır. Körfezde alkenondan elde edilen yüzey suyu sıcaklığı (YSS) ilk defa bu çalışma ile kaydedilmiştir ve μ -XRF sonuçları ile karot boyunca neredeyse uyumludur. Ayrıca, körfezden alınan μ -XRF Ca/Ti ve YSS gibi jeokimyasal vekil kayıtları, Karadeniz, Marmara ve Ege denizlerinden alınan bölgesel kara ve deniz kayıtları ile iyi bir korelasyon göstermektedir. TOK analizine dayanılarak Saros Körfezi'nde sediman karotu kullanılarak ilk kez iki ayrı sapropel seviyesinin varlığını belgeledik. Eski-gösterge kayıtlarımıza göre, S1 sapropeli ile ilişkilendirilen alt Holosen sapropel (G.Ö 7.0-6.1 bin yılları) ılıman ve nemli iklim koşulları altında çökelmiştir. Bu dönemde, Saros Körfezi'nin civarındaki çok sayıda bulunan nehirlerden dolayı karasal organik malzemenin artmasına sebep olmuştur. Holosen Klimatik Optimum'un sebep olduğu yüksek organik verimlilik ve yüksek sedimantasyon nispeten daha ılıman ve yağışlı iklim koşulları altında G.Ö 5.4-3.0 bin yılları arasında daha genç orta-Holosen sapropelinin (SMH) oluşmasına sebep olmuştur. Yaş modeli ve çoklu-gösterge kayıtları, geç Holosen boyunca hüküm süren paleoiklimsel değişimlerin kesin bir zamanlamasını göstermektedir. Roma Nemli Dönemi (RHP) iklimde yüksek varyasyonlarla temsil edilmektedir: G.Ö 2.5-2.3 bin yılları arasında kurak dönem ve daha sonra G.Ö. 2.3-1.55 bin yılları arasında yağışlı dönem. Karanlık Çağ Soğuk Dönemi boyunca (DACP; G.Ö. 1.6-1.3 bin yılları) daha kurak iklimsel koşullarına ani geçiş saptanmıştır. Eski-vekil kayıtlarına göre, bu dönem G.Ö 1.1-

0.7 bin yılları arasında daha yağışlı Ortaçağ İklim Anomalisi (MCA) ile takip edilmektedir. Daha yağışlıdan daha kurak iklime geçiş G.Ö. 730-110 yılları arasında Küçük Buz Çağı (LIA) boyunca kaydedilmiştir. Bu durum insan aktivitesinin bir sonucu olarak son üç yüzyılda Saros Körfezi havzasının ormanlarının tahribini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Saros Körfezi, sediman karotları, paleoiklim, sapropel

ABSTRACT: New sediment core recovered from the Gulf of Saros (GoS) provides a detailed record of climate and hydrological changes of the gulf during the middle to late Holocene. This core studied using high resolution digital X-Ray Radiography and μ -XRF Core Scanner, MSCL physical properties, total organic carbon (TOC) and biomarker analyses. The chronology was determined using AMS ^{14}C radiocarbon. Sea surface temperature (SST) based on alkenone of the gulf has been recorded for the first time in this study, which almost corresponds with ITRAX-XRF record through the sediment core. Moreover, the geochemical proxy records such as μ -XRF Ca/Ti and SST from the gulf correlate well with the regional terrestrial and marine records from the Black, Marmara and Aegean seas. On the basis of TOC analysis, we documented the existence of two discrete sapropel layers for the first time in the GoS by sediment core. According to our paleo-proxy records, the lower Holocene sapropel (7.0-6.1 cal ka BP) related to the S1 sapropel was deposited under warm and humid climate condition, leading to the enrichment in terrestrial organic matter due to the several rivers in the vicinity of the GoS. High organic productivity caused by the mid-Holocene Climatic Optimum and a high sedimentation rate gave rise to the formation of the younger Mid-Holocene sapropel (SMH) under a relatively warm and wet climate condition between 5.4-3.0 cal ka BP. The age-depth model and multi-proxy data indicate a precise timing of the main paleoclimatic shifts prevailing during the late Holocene. The Roman Humid Period (RHP) is marked by high variation in climate: dry period between 2.5-2.3 cal ka BP and then wet period between 2.3-1.55 cal ka BP. The sharp shift to drier condition was detected during the Dark Ages Cold Period (DCAP; 1.6-1.3 cal ka BP). According to the paleo-proxy records, this period was followed by a wetter Medieval Climate Anomaly (MCA) between 1.1-0.7 cal ka BP. A return from wetter to drier climate was recorded during the Little Ice Age (LIA), indicating the deforestation in the catchment area of the GoS as a consequence of human activities during last three centuries.

Keywords: Gulf of Saros, sediment core, paleoclimate, sapropels

GİRİŞ

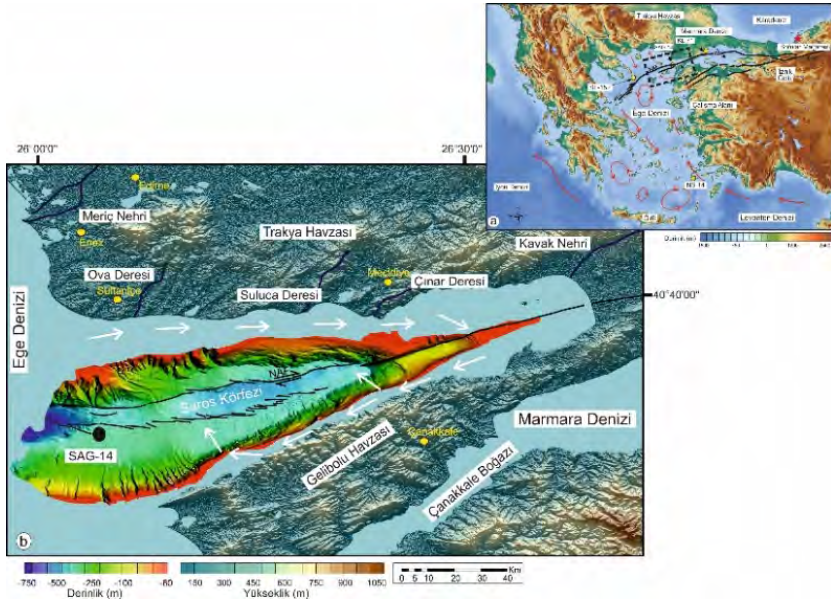
Ege Denizi, Akdeniz'den yarı-bağılantılı oluşu, küçük boyutu ve erken Holosen'den beri Akdeniz'i Karadeniz'e bağlayan Çanakkale Boğazı'na yakınlığı nedeniyle iklim değişikliklerine karşı hassastır. Saros Körfezi, Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun üzerinde yer almasından dolayı körfez çeşitli araştırmacı gruplar tarafından tektonik olarak çalışılmıştır (Çağatay ve diğ. 1998). Buna

karşın, Saros Körfezi Akdeniz ve Karadeniz'den gelen akışların etkileri nedeniyle farklı paleo-oşinografik değişikliklerden etkilenmiş olabilir. Körfezin yüksek sedimantasyon hızıyla birlikte küçük hacmi ve coğrafik konumu Holosen boyunca iklimsel değişikliklere duyarlılığını arttırmıştır. Bu durum, paleoklim ve paleohidrolojik rekonstrüksiyonlar için ani ve kısa dönemli değişimleri belgelememize imkan sağlamaktadır. Bu sebeple, bu çalışmayla çoklu-parametre yöntemleri kullanılarak paleo-oşinografik değişkenliğin sebeplerini anlamak ve Saros Körfezi'nin potansiyel iklimsel değişkenliğine karşı hassasiyetini tahmin etmek hedeflenmiştir. Saros Körfezi'nin güncel oşinografik yapısının Ege Denizi'nin kalaniyla karşılaştırılması, körfezdeki değişen paleoklim ve paleo-oşinografik durumlar süresince Holosen sapropelinin oluşum zamanı ve kaynağı açısından incelememize olanak sağlayabilir. Ayrıca bu çalışma ile iklim değişkenliği ve Ege ve Marmara denizleri arasındaki su alışverişi ile bağlantılı sapropellerin oluşumuna odanaklanarak körfezin genel hidrolojik evrimini daha iyi tanımlamak amaçlıyoruz.

METOT VE MATERYAL

SAG-14 karotu (326.5 cm) Saros Körfezi'nden Urania araştırma gemisiyle gerçekleştirilen "MARM11" seferiyle 592 m su derinliğinden gravite karot yöntemiyle alınmıştır (Şekil 1). Manyetik duyarlılık (MS) gibi fiziksel özellikler 0.5 cm çözünürlükle İTÜ-EMCOL'de bulunan Geotek Çok-Sensörlü Karot Loglayıcısı ile ölçülmüştür. SAG-14 karotunun elemental kompozisyonu 0.5 mm çözünürlükle yine İTÜ-EMCOL'de bulunan X-Ray radyografi ve RGB renk kamerası ile donatılmış Itrax XRF Karot tarayıcısı ile ortaya çıkarılmıştır. Toplam organik karbon içeriği kurutulmuş örneklerden İTÜ-EMCOL laboratuvarında bulunan Shimadzu TOK/TİK analizörü kullanılarak belirlenmiştir. Öncelikle, toplam karbon (TK)miktarı saf oksijen ve platinyum katalist varlığında sedimanların 900°C yakısılamasıyla ortaya çıkan CO₂ miktarına bağlı olarak ölçülmüştür. Daha sonra, sedimanlar %85 saflıktaki fosforik asitle muamele edilerek 200 °C'de yakılmasıyla ortaya çıkan CO₂ miktarıyla da toplam inorganik karbon (TİK) içerikleri ölçülmüştür. TOK içeriği ise TK'den TİK çıkarılmasıyla elde edilmiştir.

Bio-işaret analizleri Sorbonne Üniversitesi'ndeki LOCEAN laboratuvarlarında bulunan Thermo-Fisher Trace Ultra Gaz Kromatografisi kullanılarak 1 cm örnekleme aralığı ile ölçülmüştür. Alkenon-YSS ise Conte ve diğ. (2006) tarafından yayımlanan küresel kalibrasyon $T(^{\circ}C) = -0.957 + 54.293 (U^{K'}_{37}) - 52.894 (U^{K'}_{37})^2 + 28.231 (U^{K'}_{37})^3$ formülü kullanılarak hesaplanmıştır. SAG-14 karotunun AMS radyokarbon analizi karotun hemipelajik kısmından toplanan çoğunlukla planktonik foramineferler ve az miktarda epifaunal bentikler kullanılarak TUBİTAK-MAM'da gerçekleştirilmiştir. AMS 14C sonuçları Calib v7.1 programı kullanılarak IntCal13 eğrisi ile takvim yılına göre kalibre edilmiştir (Reimer ve diğ. 2013). Karotun yaş-derinlik modeli R studio programında "clam" modülü kullanılarak yapılmıştır (Blaauw 2010). Bu komut dosyası, %95 Gaussian güven aralığını hesaplayarak bayes olmayan kübik spline bir yaş-derinlik modeli oluşturmaktadır.



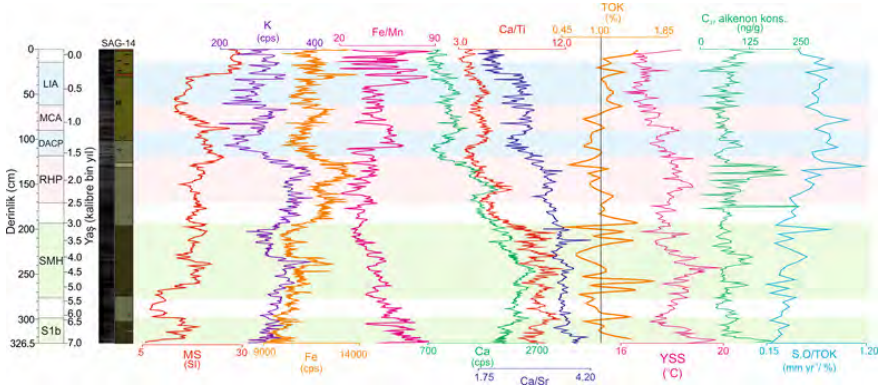
Şekil 1. a) Saros Körfezi’den alınan SAG-14 karotunun ve çalışmada kullanılan diğer karotların lokasyon haritası. b) Saros Körfezi’nin batimetri haritası. Beyaz oklar körfezdeki kıyı akıntıları ve antisiklonik girdapları temsil etmektedir (Sarı ve Çağatay 2001).

SONUÇ

SAG-14 karotunun görsel gözlemleri, bentik ve pelajik foraminerlerin yanı sıra euryhaline yumuşakaların çeşitli faunasını gösteren bir litoloji/doku loglarının derlenmesine olanak sağlamaktadır. Karot boyunca makro boyutlu fosiller yetersiz olmasına karşın bol miktarda bentik ve pelajik foraminiferler yer almaktadır. Karotun tabanından 303 cm’e kadar olan seviye silt merceği ve demir monosülfür (FeS) içeren koyu gri renkli homojen siltli kilden oluşmaktadır. 303-274 cm’leri arasındaki seviye yeşil grihomojen kille karakterize edilmektedir. Bu seviye koyu yeşil gri homojen kil tarafından keskin geçişle üzerlenmiş ve açık yeşil kahverengi renkli ara katmanlı kalın bir zeytin grisi homojen kil seviyesi tarafından takip edilmiştir. 196-101 cm’leri arasında saçılmış halde FeS yamaları gözlenmektedir. Bu seviyeyi üzerleyen 101-29 cm’leri arasındaki birim biyotürbasyon ve FeS yamaları içeren zeytin renkli homojen kilden oluşmaktadır. Karotun tavanındaki son 27 cm’lik kısım bol miktarda FeS yaması içeren kırmızımsı kahverengi ve zeytin grisi ardalanması ile temsil edilmektedir. TOK ve fiziksel özelliklere ayanılarak karotta 326.5- 297.4 (S1b) ve 277.4-193 (SMH) cm’leri arasında iki farklı sapropel seviyesi saptanmıştır. Yaş modeline göre S1b ve SMH sapropelleri G.Ö. 7.0-6.1 ve 5.4-3.0 bin yıl olarak yaşlandırılmıştır ve sırasıyla % 0.75-1.42 ve % 0.50-1.80 TOK içerine sahiptir (Şekil 2).

TARTIŞMA

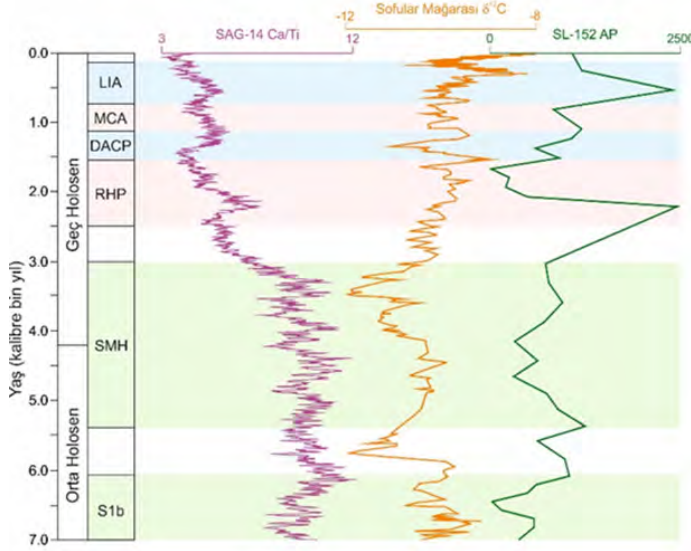
Saros Körfezi'ndeki orta-geç Holosen sedimanları %1 eşik değeri ile iki farklı sapropel seviyesi içermektedir. Daha yaşlı S1b sapropeli ılıman ve yağışlı koşullarda çökelmiş ve körfezin kuzey havzasından gelen göl girdilerinden kaynaklanan karasal girdiyle ilişkilendirmiştir. Bu dönem boyunca artan yağış miktarı KB Anadolu'da yer alan Sofular Mağarası'ndan elde edilen $\delta^{13}\text{C}$ izotop kaydındaki dereceli azalma (Fleitmann ve diğ. 2009) ve kuzey Ege Deniz'i'nden elde edilen SL-152 karotundaki otsu bitki polen (AP) miktarındaki artışla (Kotthoff ve diğ. 2008) desteklenmiştir (Şekil 3). S1b sapropel oluşumunda en önemli rolü, yüksek sedimantasyon hızı ile birlikte zayıf tabakalı yüzey suları altında artan verimlilik oynamıştır. Kuzey Ege Denizi'ndeki sapropellerin ortalama TOK değeri %0.7-1.9 olarak kaydedilmiştir (Filippidi 2013). Bu değerler bizim TOK değerlerimizle (% 0.75-1.42) çok iyi uyum göstermektedir (Şekil 2).



Şekil 2. SAG-14 karotunun MS, μ -XRF elemental profilleri (K, Fe, Fe/Mn, Ca, Ca/Ti ve Ca/Sr).

Yaş modeli ve TOK sonuçlarına göre, karotta daha genç orta Holosen sapropelinin varlığı tanımlanmış ve G.Ö. 5.4-3.0 bin yılları arasında yaşlandırılmıştır. Önceki çalışmalar incelendiğinde (Triantaphyllou ve diğ. 2014) SMH sapropeli sadece güney Ege Denizi'nde G.Ö. 5.4-4.3 bin yılları arasında kaydedilmiştir. Körfezdeki SMH oluşumunun bitişi güney Ege Denizi'nden 1.3 bin yıl farklıyken, Marmara Denizi'nde kaydedilen üst Holosen sapropeli ile uyum göstermektedir (Çağatay ve diğ. 2000). Orta Holosen sapropelinin oluşumu çökelişi G.Ö. 4.5 bin yıla kadar nispeten ılık ve kurak koşullar altında başlamış, ardından muhtemelen Karadeniz sularının Saros Körfezi'ne girmesiyle ilişkili olarak daha soğuk ve yağışlı koşullar altında gerçekleşmiştir. Bulgularımıza göre, RHP'nin (G.Ö. 2.5-1.55 bin yıl) iklimsel olarak kurak koşullardan yağışlı koşullara geçilen yüksek varyasyonlu bir dönem olduğu düşünülmektedir (Şekil 2). DACP'nin başlangıcından G.Ö. 1.3 bin yılına kadar kurak iklim hüküm sürerken iklim MCA boyunca çoğunlukla nispeten daha yağışlı koşullara

dönüşmüştür. Kuzey Ege ve Marmara denizlerindeki benzer YSS eğilimleri, bölgedeki ortak hidrolojik koşullara işaret ederken, Holosen'in sonlarında Karadeniz'in sürekli bir etkisinin olduğunu göstermektedir. LIA boyunca erken ve geç dönemler arasında kuru iklimden yağışlı iklime geçiş gözlenmektedir. Son 350 yıldaki daha yüksek kırıntı girdisi, Saros Körfezi çevresindeki insan faaliyetleri nedeniyle yoğun ormansızlaşmaya atfedilebilecek artan toprak erozyonunu vurgulamaktadır. Bu durum, artan nüfus ve arazi kullanımı nedeniyle LIA döneminin en soğuk aşaması sırasında güney Avrupa deltasının eş zamanlı ilerlemesi ile tutarlıdır.



Şekil 3. Sofular mağarasından elde edilen $\delta^{13}\text{C}$ izotop verisi ve kuzey Ege Denizi'ndeki SL-152 karotundan elde edilen otsu bitkilerin polen verisinin SAG-14 karotundan elde edilen $\mu\text{-XRF Ca/Ti}$ verisi ile karşılaştırılması.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Blaauw, M. (2010) Methods and code for 'classical' age-modelling of radiocarbon sequences. *Quaternary Geochronology* 5(5): 512-518.
- Conte, M.H., Sicre, M.A., Rühlemann, C., Weber, J.C., Schulte, S., Schulz-Bull, D., Blanz, T. (2006) Global temperature calibration of the alkenone unsaturation index (UK' 37) in surface waters and comparison with surface sediments. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* 7(2).
- Çağatay, M. N., Görür, N., Alpar, B., Saatçılar, R., Akkök, R., Sakınc, M., Yüce, H., Yaltırak, C., Kuşçu, İ., (1998) Geological evolution of the Gulf of Saros, NE Aegean Sea. *Geo-Marine Letters* 18(1): 1-9.
- Çağatay, M.N., Görür, N., Algan, O., Eastoe, C., Tchapylyga, A., Ongan, D., Khun, T., Kuşçu, I. (2000) Late Glacial–Holocene palaeoceanography of the Sea of Marmara: timing of connections with the Mediterranean and the Black Seas. *Marine Geology* 167(3-4): 191-206.

- Filippidi, A. (2013) High resolution paleoclimatic study linking the Aegean Sea to Eastern Mediterranean Holocene records (Master's thesis).
- Fleitmann, D., Cheng, H., Badertscher, S., Edwards, R. L., Mudelsee, M., Göktürk, O. M., Frankhauser, A., Pickering, R., Raible, C. C., Matter, A., Kramers, J., Tüysüz, O. (2009) Timing and climatic impact of Greenland interstadials recorded in stalagmites from northern Turkey. *Geophysical Research Letters* 36(19).
- Kotthoff, U., Pross, J., Müller, U. C., Peyron, O., Schmiedl, G., Schulz, H., Bordon, A. (2008) Climate dynamics in the borderlands of the Aegean Sea during formation of sapropel S1 deduced from a marine pollen record. *Quaternary Science Reviews* 27(7-8): 832-845.
- Reimer, P.J., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J.W., Blackwell, P.G., Ramsey, C.B., Buck, C.E., Cheng, H., Friedrich, M., Grootes, P.M., Guilderson, T.P., Hajdas, I., Heaton, T., Hoffman, D.L., Hogg, A.G., Niu, M., Richards, D.A., Scott, E.M., Turney, C.S.M., Van Der Plicht, J. (2013) IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves 0–50,000 years cal BP radiocarbon, 55(4): 1869-1887.
- Sarı, E., Çagatay, M.N. (2001) Distributions of heavy metals in the surface sediments of the Gulf of Saros, NE Aegean Sea. *Environment International* 26(3): 169-173.
- Triantaphyllou, M.V., Gogou, A., Bouloubassi, I., Dimiza, M., Kouli, K., Rousakis, G., Kotthoff, U., Emeis, K.C., Papanikolaou, M., Athanasiou, M., Parinos, C., Ioakim, C., Lykousis, V. (2014) Evidence for a warm and humid Mid-Holocene episode in the Aegean and northern Levantine Seas (Greece, NE Mediterranean). *Regional Environmental Change* 14(5): 1697-1712.

İSTANBUL’UN KUZEY ALANLARINDAKİ PLİYÖSEN - KUVATERNER YAŞLI KIRINTILI ÇÖKELLERİN MARMARA DENİZİ’NİN OLUŞUMU AÇISINDAN ANALİZİ

AN OVERVIEW OF THE PLIOCENE-QUATERNARY CLASTIC SEDIMENTS IN THE NORTHERN AREAS OF ISTANBUL IN TERMS OF THE FORMATION OF THE MARMARA SEA

Hüseyin ÖZTÜRK^{1,2*}, Namık AYSAL¹, İsaak YILMAZ¹,
Zeynep CANSU¹, Davut LAÇİN¹

¹ İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa, Jeoloji Müh. Bölümü, Büyükçekmece
Kampüsü, İstanbul,

² Türk Deniz Araştırmaları Vakfı, Beykoz, İstanbul
*ozturkh@istanbul.edu.tr

ÖZET: Marmara Denizi’nin kuzeyinde farklı oluşum ortamlarına ait Pliyosen ve Kuvaterner yaşlı kırıntılı sedimentler yer alır ve bunlar Marmara Denizi’nin oluşumuyla yakından ilgilidir. Marmara Denizi öncesine ait olan kırıntılılar, çoğu araştırmacının Pliyosen yaşını verdiği Şile ve Sarıyer kuzeylerinde görülen kil-kum-kömür ardalanmasından oluşan deltaik çökellerdir. D- B uzanımlı ve kalınlığı yaklaşık 60 metre olan bu seriler düşük açıyla kuzeye eğimlidirler. Bu istifte yer alan kaolinitik killerden Türkiye’nin ana kil üretimi sağlanırken, kumları da İstanbul’da inşaatlarda kullanılır. İstanbul’un içinde olmasına rağmen ayrıntılı çalışılmamış bu kırıntılıların nereden ve nasıl bir rota ile buraya taşındığı henüz ortaya konmamıştır. Bununla birlikte, bu kırıntılıların en olası kaynak alanı Bursa- Balıkesir bölgesi olup bunların depolanması Marmara Denizi oluşumu öncesine ait olmalıdır. Buradaki çökeliimin kesilmesinin nedeni ise Marmara Denizi çukurluğunun ortaya çıkması, bir başka ifadeyle Karadeniz’e sediment taşıyan nehrin bu çukura bloklanması olmalıdır.

İstanbul kuzeyinde izlenen daha genç kırıntılılar birbirinden bağımsız karasal yamaç yelpazeleri ve akarsu sedimentleridir. Kolluvial yelpazeler Beykoz, Sarıyer, Tuzla, Pendik çevresinde görülürler. Bunlar Marmara Denizi’nin oluşumuyla yaşıt fayların önünde çökelmişlerdir ve olasılıkla Kuvaterner yaşlıdır. Bu yelpaze çökellerinin iri bloklu kısımları ağırlıklı kuvarsit ve andezit bloklarından oluşur ve bunlar Tuzla - Kartal fayı önünde çökelmiş kırıntılılara benzerlik gösterir. Tuzla ‘da sondajlarda kesilen yüz metreden kalın karasal kırıntılılar da Marmara Denizi’nin oluşumu sürecinde KB-GD doğrultulu ve GB’ ya eğimli normal fayların kontrolünde depolanmış olmalıdır.

İstanbul’un daha doğusunda görülen kırıntılıların en önemlisi Adapazarı çevresinde Sakarya Nehrine ait alüvyonlarla birlikte çökelmiş kolluvial sediment

depolanmalarıdır. Buna benzer bir diğer oluşum Trakya havzası içinde birkaç yüz metre kalınlığında güneye eğimli karasal çökellerdir. Gerek Adapazarı bölgesi gerekse Edirne bölgesi Kuvaterner karasal kırıntılılar İstanbul - Sakarya Horst'unun yükselimi ve buna karşı Marmara Denizi çevresinin çökmesi ve denizel ortama ulaşılması sürecine ait görülmektedir.

Anahtar Kelimler: Pliyosen, Kuvaterner, İstanbul, Marmara Denizi

ABSTRACT: The Pliocene and Quaternary clastic sediments belonging to different depositional environments are located in the north of the Marmara Sea, which are closely related to the formation of the Marmara Sea. The clastics belonging to the pre-Marmara Sea period are deltaic deposits consisting of clay-sand-coal alternation, occur in the north of Şile and Sarıyer, most researchers accept them as the Pliocene. These series, in E-W trending and approximately 60 meters in thickness, slope to the north at a low angle. While Turkey's main clay production is provided from the kaolinitic clays in this succession, its sands are also used in construction sector in Istanbul. Although the Pliocene sediments occur in Istanbul, they have not been studied in detail, and they have not yet been revealed where and by what route these clastics were transported. However, the most likely source area of these clastics is Bursa- Balıkesir region, and their deposition should belong to the pre-Marmara Sea formation. The reason for the blocking of the deltaic sedimentation should be the quick development of the Marmara Sea trough, in other words, The Marmara Sea depression should have been blocked the river flowing into the Black Sea.

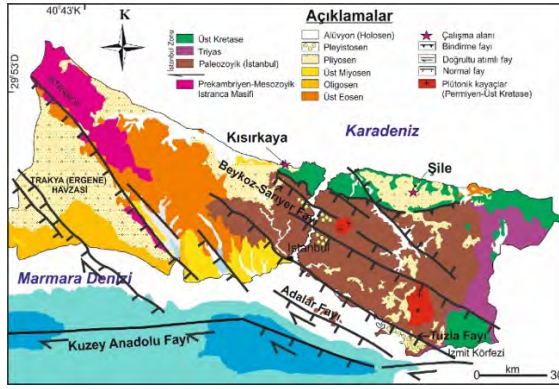
Relatively more younger clastics are also observed in the north of Istanbul as local colluvial fans and fluvial deposits. The colluvial fans are seen around Beykoz, Sarıyer, Tuzla and Pendik. They have been deposited in front of the normal faults which should be coeval with the formation of the Marmara Sea and are probably of Quaternary age. The coarse-blocked parts of these fan deposits are mainly composed of quartzite and andesite blocks, and they are similar to those the clastics deposited in front of the Tuzla - Kartal fault. A thick terrestrial clastics of the Quaternary were defined by bore hole investigations in the Tuzla region should have been deposited under the control of NW-SE trending and SW dipping normal faults during the formation of the Marmara Sea.

The most important of the clastics seen further east of Istanbul are the alluvial fan deposits, which were deposited together with the alluvium of the Sakarya River around Adapazarı. Another similar formation is a few hundred meters thick, south - deeping terrestrial sediments in the Thrace basin. Both the Adapazarı and the Thrace region Quaternary terrestrial clastics are seen as belonging to the uplift of the Istanbul-Sakarya Horst and the subsidence of the Marmara region and reaching to a marine conditions in the Marmara depression.

Keywords: Pliocene, Quaternary, İstanbul, Sea of Marmara

GİRİŞ

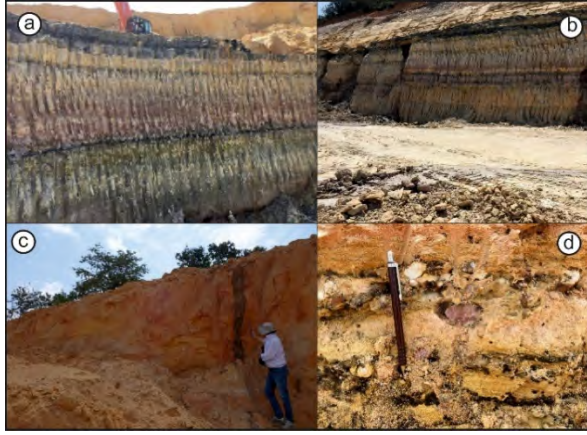
Marmara Denizi çevresindeki Pliyosen ve Kuvaterner karasal kırıntılılar hem Marmara Denizinin oluşumu, hem de deniz içinden geçen Kuzey Anadolu fayının nasıl ve ne zaman geliştiğine dair önemli bilgiler sunar. Bu kırıntılılar çeşitli araştırmacılarca incelenmekle birlikte (Pamir 1938; Öztürk 1998; Emre ve diğ. 1998; Gürer ve diğ. 2003; Yılmaz ve diğ. 2010; Selim ve diğ. 2016) Marmara çöküntüsünün tüm çevresini kapsayan tek bir elden çıkmış bir çalışma da bulunmamaktadır. Bu çalışmada Marmara Denizi kuzey alanlarında ve özellikle de İstanbul da yer alan kırıntılı seriler başta Şile ve Kısırkaya bölgesi kil kum oluşumları ile Beykoz, Tuzla ve Sarıyer ilçelerindeki daha genç karasal koluviyal oluşumlar (Şekil 1) ele alınacak, bunların Marmara Denizi'nin oluşumu içindeki yerleri tartışılacaktır.



Şekil 1. İstanbul çevresine ait jeoloji haritasında (Gedik ve diğ. 2005, 2016; Özgül ve diğ. 2011'den değiştirilerek) kuzeyde Kısırkaya ve Şile bölgesi kil – kum- kömür içerikli Pliyosen yaşlı seriler ile KB- GD doğrultulu Kuvaterner yaşlı faylar ve ilişkili kolloviyal sedimentler görülmektedir.

İSTANBUL BÖLGESİNDEKİ KARASAL KIRINTILILAR

İstanbul'un kuzeyindeki kil, kum, çakıl ve kömür aralanmasından oluşan ve genel olarak Pliyosen olarak yaşlandırılan (Şengör 2011) serler bir delta ortamında çökelmişlerdir. Karadeniz'e boşalan büyük bir nehrin ağzına ait bu seriler içindeki killerden yılda 3.6 milyon ton kaolinitlik kil üretilmekte ve Türk seramik sektörünün en önemli kaynağını oluşturmaktadır. Killerin bölgede yer alan Üst Kretase volkaniklerinden kaynaklandığı belirtilse de (Ece ve diğ. 2003; Yenişol 1984) Pliyosen de bölgenin büyük bir taşkın ortamına ve düz bir morfolojiye sahip olması ve olasılıkla da söz konusu volkaniklerin bu sedimentlerce örtmüş olmasından dolayı killer Üst Kretase volkaniklerinden kaynaklanmış olamaz. Killer ortama daha uzak bir alandan olasılıkla güneyden taşınarak gelmiş olmalıdır. Killerle ardalanan kahverengimsi beyaz renkli kalın kum silt çökellerinden inşaat malzemesi olarak yararlanılmaktadır.



Şekil 2. a) Şile bölgesi Pliyosen çökellerinde a: tabanda kil (beyaz sarımsı kahve) –kömür (grimsi siyah) ve kum (açık kahve) ardalanması, b) kil ve kum çökelleri içinde gelişmiş sedimantasyonla yaşıt normal faylar, c) siltli kum içindeki çamur daykları, d) kumlu seviye içinde seyrek gözlenen çakıllı düzeyler.

Şile bölgesinde bu kırıntılılar 60 metre kalınlığa ulaşır ve içinde toplam 10 metreye ulaşan kalınlıkta 3 ana seviyeden kil üretilir (Şekil 2) Bu bölgedeki kil iletmelerinde izlenen kumlarda çamur daykları, çakıl ara seviyeleri ve çökelimle eş yaşlı faylar görülmektedir. Faylar yaklaşık E- B doğrultuludur ve kuzeye eğimli normal faylardır. Bölgeye bu kumların olasılıkla Marmara Denizi çevresinde bir çöküntünün olmadığı bir dönemde Bursa Balıkesir alanından doğan bir büyük nehrin ağzında çökelmiş olması gerekir. Zira Şile bölgesinde kalın bir deltaik sediment çökelimi içinde arkasında çok uzun bir nehir havzası bulunması gerekir. Dolayısıyla bu sedimentler Marmara Denizi oluşumu öncesine ait olmalıdırlar.

KUVATERNER ÇÖKELLERİ

İstanbul'da pek çok kaba kırıntılı seriler yer alır ve bunlar çeşitli araştırmacılarca farklı isimlerle örneğin Pamir (1938) tarafından Belgrad çakılları, İstanbul Büyük Şehir Belediyesi yerleşime uygunluk için hazırlanan haritalarda Sultanbeyli Formasyonu (Özgül ve diğ. 2011) olarak tanıtılmıştır. Bu çökellerin en iyi Beykoz Balıkçı Barınağı arkasında görülür (Şekil 3a-b). Burada kuvarsit ve andezit blokları kısmen yuvarlaklaşmış olarak izlenir. Buradaki kaba kırıntılılar 60 metreden daha kalındır ve fay önünde depolanmış bir yamaç yelpazesi çökelidir. Kuvaterner yaşı verdiğimiz zayıfca tutturulmuş oluşumlar, Beykoz'un Gümüşsuyu, İncirköy, Paşabahçe ve Çubuklu mahallelerinde (3c) ve Sarıyer'in Kireçburnu çevresinde görülür. Yamaç yelpazelerindeki kırmızı killi (3d) hem Sarıyer de, hem de Paşabahçe'nin Çukurçayır mevkiinde tuğla yapımında kullanılmıştır. Bu kırıntılılar açıkça Beykoz-Sarıyer Fayının düşey hareketine bağlı olarak çöken güney bloğun önünde depolanmışlardır.

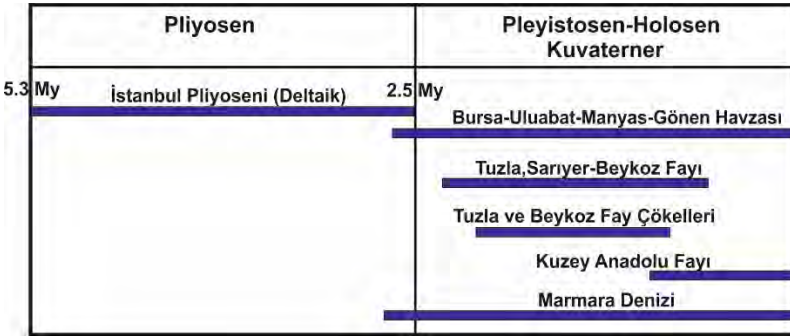


Şekil 3. Fay kontrollü Kuvaterner çökellerinin Beykoz Balıkçı Barınağı arkasında (a-b) ve Çubuklu'daki (c) görünümü. Kuvaterner kolloviyal yelpazeler içinde eskiden tuğla yapımında kullanılmış kırmızı killere ait sondaj karotları (d).

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

İstanbul'un Şile ve Sarıyer kıyılarındaki Pliyosen yaşlı kil kum kömür ardalınlı deltaik çökeller ile daha doğusunda Adapazarı çevresinde yer alan Pliyosen-Pliyo-Kuvaterner yaşlı akarsu çökelleri güneyden kuzeye akan sırasıyla İstanbul ve Sakarya Nehirlerine ait çökeller olmalıdır. Pliyosen sonrası Çanakkale-Bursa ile İstanbul- Tekirdağ arasında yaşanan gerileme ile normal fayların kontrolünde büyük bir çöküntü alanı gerçekleşmiştir. Balıkesir Bursa platosundan (Yılmaz ve diğ. 2010) doğan ve Karadeniz'e boşalan İstanbul Nehri daha sonra Marmara Denizine dönüşen bu çöküntü alanı tarafından bloklanmış görülmektedir. Bu süreçte Adapazarı ve çevresindeki çöküntü bu şiddetle gelişmemiş, Sakarya Nehri oluşan çöküntüyü 300 metre kalınlıkta sedimentle (Erturaç 2021) doldurduktan sonra Karadeniz'e akmaya devam etmiştir.

İstanbul çevresinde görülen Kuvaterner yaşlı normal faylar (Beykoz-Sarıyer Fayı, Öztürk 1998) ve Tuzla- Pendik Fayı (Eroskay ve Kale 1986, Öztürk 2005; Yıldırım ve diğ. 2013) önünde çökelen kaba kırıntılılar Marmara Denizi'nin oluşumunu da sonuçlayan bu bölgesel çökme dönemine ait olmalıdır. Sonuç olarak İstanbul çevresinde izlenen normal fayların önündeki kırıntılılar Marmara denizi'nin oluşumuyla yaşlıtırlar ve Kuzey Anadolu fayı (Le Pichon ve diğ. 2001; Şengör ve diğ. 2005) bu normal fayları da keserek ve kullanarak bölgeye girmiştir ve bu giriş olasılıkla Şengör ve diğ. 2011 ve Selim ve diğ. 2016 tarafından belirtildiği gibi 300 bin yıl civarında olmalıdır. Bölgedeki kırıntılıların, yapısal unsurların ve buna bağlı morfolojik şekillenmelerin gelişimine ait süreçler Şekil 4'te özetlenmiştir.



Şekil 4. İstanbul ve çevresine ait morfotektonik olayların zamana bağlı gelişimi.

DEĞİNİLEN BELGELER

Ece, O.I., Nakagawa, Z.E., Schroeder, P.A. (2003) Alteration of volcanic rocks and genesis of kaolin deposits in the Sile region, northern Istanbul, Turkey. Part – I. Clay Mineralogy. *Clays and Clay Minerals* 51: 675-688.

Emre, O., Erkal, T., Tchepalyga, A., Kazancı, N., Kecer, M., Unay, E. (1998) Neogene - Quaternary evolution of eastern Marmara region, northwest Turkey. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration Institute of Turkey* 120: 119-145.

Eroskay, O., Kale, S. (1986) İstanbul Boğazı Tüp Geçişli Güzergahında Jeoteknik Bulgular. *Müh. Jeolojisi Bülteni* 8: 2-7.

Erturaç, M.K. (2021) Late Pleistocene-Holocene characteristics of the North Anatolian Fault at Adapazarı Basin: evidence from the age and geometry of the fluvial terrace staircases. *Turkish Journal of Earth Sciences* 30: 93-115.

Gedik, İ., Duru, M., Pehlivan, Ş., Timur, E. (2005) Geological maps of Turkey Istanbul G22b3 sheet, 11-13, MTA General Directorate of Mineral Research and Exploration.

Gedik, İ., Timur, E., Umut, M., Bilgin, A.Z., Pehlivan, Ş., Duru, M., Şentürk, K., Özcan, İ., Çelik, Y. (2014) Geological maps of Turkey, 1:50.000 Scale Istanbul F21-A sheet and explanatory notes. Ankara, Turkey: MTA General Directorate of Mineral Research and Exploration.

Gürer, O.F., Kaymakçı, N., Çakır, S., Özburun, M. (2003) Neotectonics of the southeast Marmara Region, NW Anatolia, Turkey. *Journal of Asian Earth Sciences* 21: 1041-1051.

Le Pichon, X., Şengör, A.M.C., Demirbağ, E., Rangin, C., İmren, C., Armijo, R., Görür, N., Çağatay, N., De Lepinay, B.M., Meyer, B., Saatçılar, R., Tok, B. (2001) The active main Marmara Fault. *Earth Planetary Science Letters* 192 (4): 595-616.

Özgül, N., Özcan I., Akmeşe, I., Üner, K., Bilgin, I., Korkmaz, R., Yıldırım, U., Yıldız, Z., Akdağ, O., Tekin, M. (2011). Geology of the Istanbul city. Published By Istanbul Metropolitan Municipality, 305 pp. (in Turkish).

- Öztürk, H. (1998) Geology of Beykoz (Istanbul- Turkey) area and evidences for the development of Istanbul Strait. *Istanbul Journal of Earth Sciences* 10: 1-11 (in Turkish with English abstract).
- Öztürk, H. (2005) Metropolitan development on drought history of the Tuzla Lake, Istanbul, Turkey. *Journal of Coastal Research* 21: 255-262.
- Pamir, H.N. (1938) Development of Bosphorus. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration Institute of Turkey* 3: 61-69 (in Turkish).
- Selim, H.H., Yavuz, O., Güner, O.F., Karakaş, A., Taş, K.O. (2016) Age determination for segments of the North Anatolian Fault (NAF) northern branch by ²³⁴U/²³⁰Th dating of Soğucak (Yalova) range-front travertines, south Marmara, Turkey. *Quaternary International* 425: 416-424.
- Sengör, A.M.C., Tüysüz, O., İmren, C., Sakıncı, M., Eyidoğan, H., Görür, N., Le Pichon, X., Rangin, C. (2005) The North Anatolian Fault: a new look. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 33: 37-112.
- Şengör, A.M.C. (2011) Why was the Istanbul strait opened in the Bosphorus? *Physical Geography Research; Systematic and Regional, Turkish Geographical Society* 5: 57-102 (in Turkish).
- Yeniyol, M. (1984) Occurrence of clays of Istanbul. *Bulletin of Geological Society Turkey* 5: 143 -150 (in Turkish).
- Yıldırım, M., Tonaroğlu, M., Selçuk, M.E., Akgüner, C. (2013) Revised Stratigraphy of the Tertiary deposits of Istanbul and their engineering properties. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment* 72(3-4): 413-420.
- Yılmaz, Y., Gökaşan, E., Erbay, A.Y. (2010) Morphotectonic development of the Marmara Region. *Tectonophysics* 488: 51-70.

GEÇ PLEİSTOSENDEN GÜNÜMÜZE GEMLİK KÖRFEZİ'NDE GÖZLENEN DENİZ SEVİYESİ DEĞİŞİMLERİNİN SİSMİK YANSIMA İLE SEDİMAN KAROTLARININ FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ İLE TESPİTİ

DETECT SEA-LEVEL CHANGES IN THE GULF OF GEMLIK (SW SEA OF MARMARA) WITH HIGH- RESOLUTION SEISMIC REFLECTION AND SEDIMENT CORES FROM LATE GLACIAL TO PRESENT

Asen SABUNCU^{1,2*}, Kürşad Kadir ERİŞ²

¹İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, Ayazağa
Kampüsü Sarıyer/İstanbul

²İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, EMCOL,
Ayazağa Kampüsü Sarıyer/İstanbul

*sabuncuas@itu.edu.tr

ÖZET: Geç Pleistosen'den günümüze iklim kaynaklı deniz/göl seviyesi değişimlerine yönelik; yüksek çözünürlüklü sismik yansımaya verilerinin analizinin yanı sıra sediman karotlarının fiziksel özelliklerinin tespiti ve yaşlandırılmalarına yönelik elde edilen bulgular ilk kez bu çalışma ışığında elde edilmiştir. İTÜ EMCOL laboratuvarları içerisinde yer alan MSCL analiz ekipmanı vasıtasıyla karotların sahip olduğu fiziksel özellikler (p-dalga hızı, yoğunluk, manyetik süseptibilite ve elektrik özdirenç) derinlik ortamında tespit edilmiştir. Bu farklı veri setlerinin birbiri ile hassas bir şekilde eşleştirilmesi ve özellikle sediman karotu üzerinde birimlerin sahip olduğu yaş verilerinin karşılık geldiği sismik birimlere taşınarak sahip olduğu kronolojinin oluşturulması; sentetik sismogram vasıtasıyla sağlanmıştır. Sismik profiller üzerinde yer alan Holosen öncesi çökeltme birimleri; iklim koşullarının değişmesiyle birlikte su seviyesinin değişmesiyle kaynaklanan hidrolojik ve sedimantolojik süreçleri yansıtmaktadır. 18 bin yıl önceden günümüze farklı çökel birimlerince temsil edilen süreçler, sismik profiller vasıtasıyla derinlik-konum dönüşümleri uygulanarak körfez içerisinde geçmiş dönem batimetri verileri olarak ifade edilen izopak (derinlik) ve izokron (kalınlık) haritaları elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Paleoklim, sismik – karot eşleştirmesi, sentetik sismogram, Gemlik Körfezi, Marmara Denizi

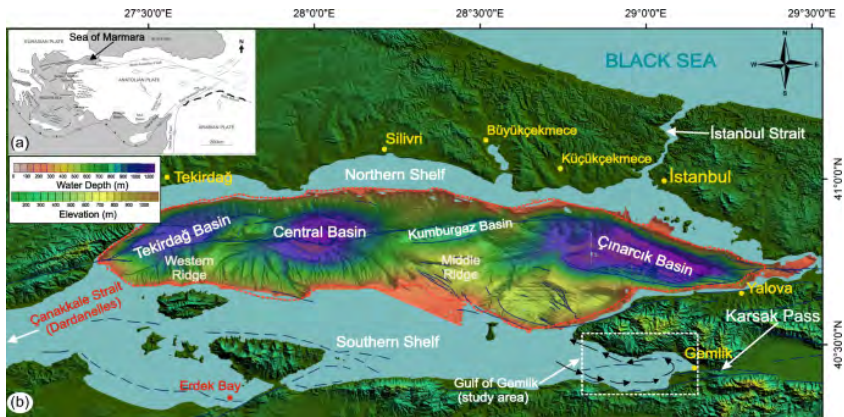
ABSTRACT: The late Pleistocene climate-induced water level fluctuations in the Gulf of Gemlik have been first documented in detail by analyses of high-resolution seismic reflection profiles that are tied to radiocarbon-dated sediment cores. In this study, synthetic seismogram for seismic-to-core comparison has enabled a precise correlation between seismic units and core sediments. On that

basis, it was possible to establish an accurate chronology of the sedimentary successions deposited in the gulf. The physical properties of the cores (p-wave velocity, density, magnetic susceptibility, and electrical resistivity) were determined in the depth environment through the MSCL analysis equipment located in ITU EMCOL laboratories. In the seismic profiles, pre-Holocene depositional units reflect distinctive hydrological and sedimentological processes due to the fluctuating water levels in response to high climate variability. By applying depth-position transformations through seismic profiles and processes represented by different sedimentary units in the last 18 ka BP; isopaque (depth) and isochron (thickness) maps, expressed as paleo-bathymetry data, were obtained in the gulf.

Keywords: Paleoclimate, core – seismic correlation, synthetic seismogram, Gulf of Gemlik, Sea of Marmara

GİRİŞ

Marmara Denizi'nin doğusunda Kuzey Anadolu Fayı'nın orta kolu üzerinde yer alan Gemlik Körfezi, Geç Pliyosen-Erken Pleyistosen döneminde gelişen doğu-batı yönlü sağ yanal doğrultu atımlı faylar denetiminde 11 km genişliğinde 36 km boyunda KB-GD yönünde uzanan açılmalı (transtensional) bir havzadır (Şekil 1). Açılmalı havza yapısından önce çek-ayır havza olarak oluşarak tektonik evriminin doğu yönlü faylar tarafından kontrol edildiği Barka ve Kuşçu (1996) tarafından belirlenen Gemlik Körfezi üzerinde tektonik konulu çok sayıda çalışmanın literatürde yer almasıyla (Barka ve Kadinsky-Cade 1988; Kuşçu ve diğ. 2009; Gasperini ve diğ. 2011a, 2011b) birlikte; su-seviyesi değişimine yönelik bulguların yer aldığı çalışmalar (Taviani ve diğ. 2014; Çağatay ve diğ. 2015; Filikçi ve diğ. 2017; Eriş ve diğ. 2019) ışığında deniz ve göl seviyesi değişimlerinin tektonik etmenlerden çok iklimsel varyasyonların değişimi ile gerçekleştiği tespit edilmiştir.

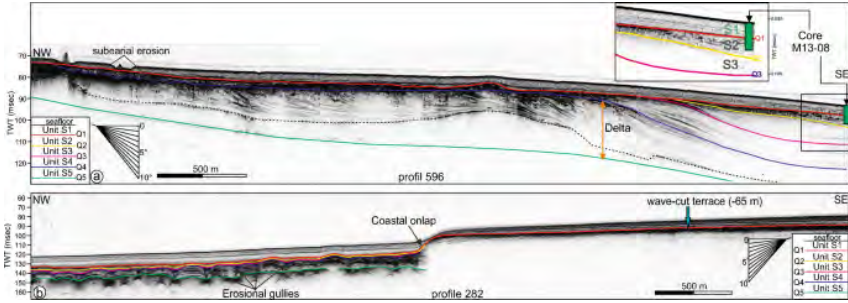


Şekil 1. Marmara Denizi batimetri haritası, beyaz dikdörtgen içerisinde Gemlik Körfezi'nin lokasyonu yer almaktadır.

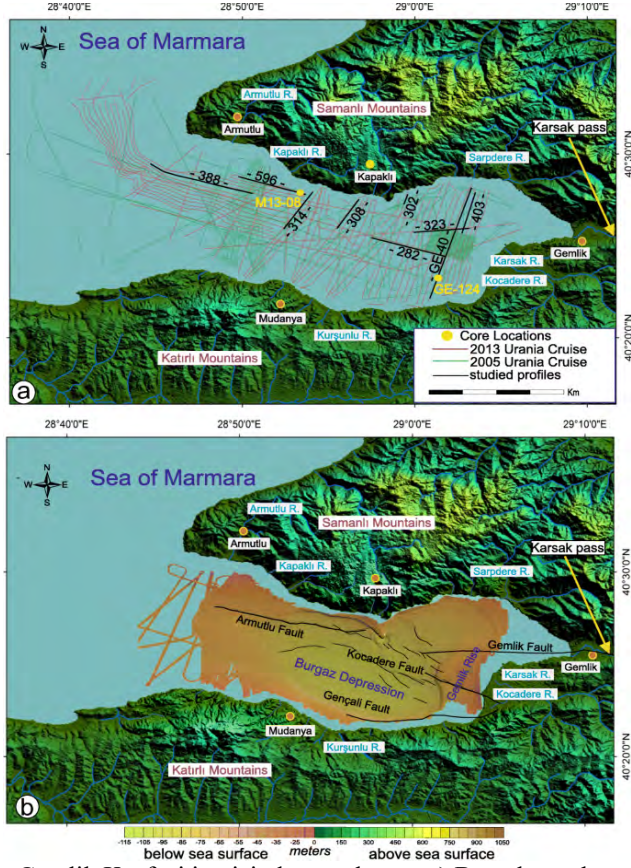
METOT VE MATERYAL

Bu çalışmada kapsamında, R/V URANIA gemisinin Marmara Denizi'nde 2005 ve 2013 yıllarında yaptığı iki sefere ait çok ışınlı batimetri ve yüksek çözünürlüklü sığ sismik veriler işlenmiş ve yorumlanmıştır (Şekil 3). Sığ-sismik verilerde sismik stratigrafik çalışmalar ışığında sismik çökel birimleri ayırtılarak bu birimlerin bazılarında kalınlık ve bu birimleri sınırlayan sismik yansıma yüzeylerine ait kontur haritaları üretilmiştir. Ayrıca sismik birimlerin kronostratigraflarını ortaya çıkarmak amacı ile aynı deniz seferlerinden alınan iki piston karot üzerinden alınan sismik yansıma görüntüleri ile eşleştirme yapılmıştır. Bu karotlardan M13-08'e ait çok sensörlü karot logu (MSCL) verilerinde elde edilen yoğunluk ve p-dalga hızlarının Klauder dalga fonksiyonu ile çapraz korelasyonu ile üretilen sentetik sisgmoraların karotlar üzerinde yer alan değişimlere gösterdiği akustik tabanlı hassas genlik tepkileri ile karot-sismik eşleşmesinin detaylı bir şekilde yapılmasına olanak sağlamıştır.

Sismik-stratigrafik birimler genç birimden yaşlıya doğru Birim-S1'den S5'e kadar isimlendirilmiştir. Sismik yansıma görüntülerinde çökel birimlerini sınırlayan yüzeyler belirgin yansıma karakterine göre belirlenmiş olup, BS-1 bunlardan Birim-S1, karot-sismik eşleşmesine göre Holosen yaşlı denizel çökelleri temsil etmekte olup, diğer daha yaşlı olan birimler ise, BS-2 – BS-5 yansıma yüzeylerini kapsayan Birim-S2'den Birim-S4, Gemlik Körfezi'nin Geç-Pleyistosen'deki gölsel çökellerini temsil etmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. 596 numaralı KB-GD uzanımlı yüksek çözünürlüklü yansıma profili, sismik birimlere ait yansıma seviyeleri ve sediman karotunun kestiği akustik birimler.



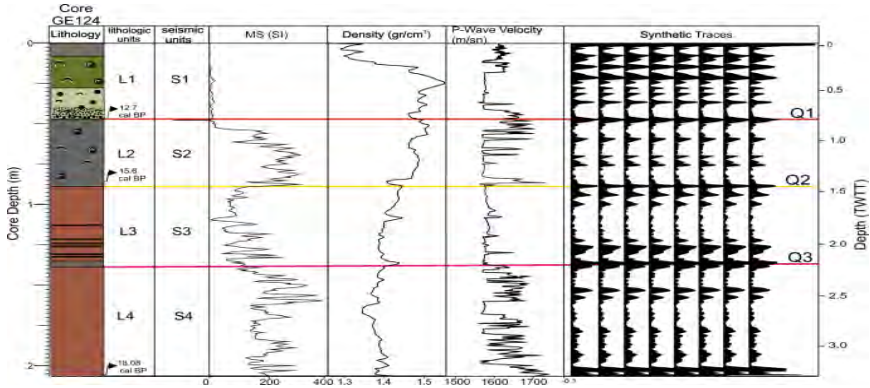
Şekil 3. Gemlik Körfezi içerisinde yer alan ve **a)** Bu çalışma kapsamında işlenen sismik yansıma profilleri **b)** çok ışınlı batimetri verileri ve körfez içerisinde yer alan fayların lokasyonları verilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

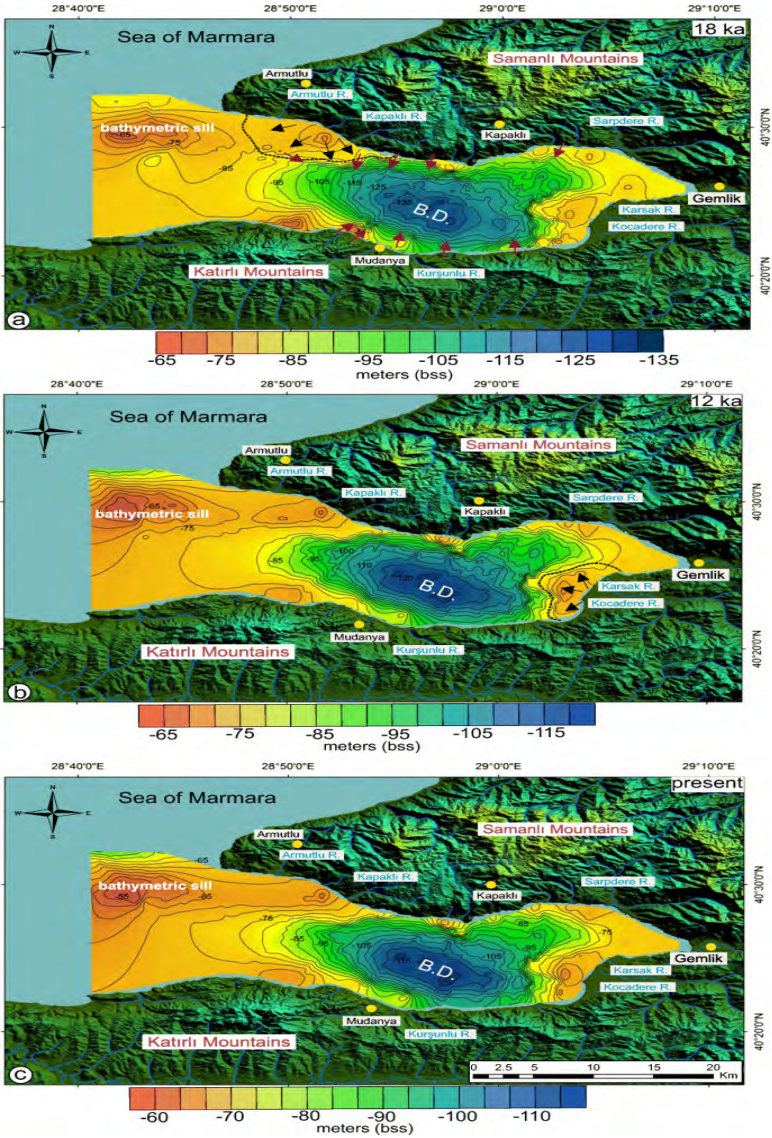
Gemlik Körfezi'nin Holosen öncesinde en yaşlı ve yansıma görüntülerinde takip edilebilen Birim-S5, göreceli stratigrafik pozisyonu göz önünde bulundurulduğunda, Geç Pleyistosen'de Son Buzul Maksimum'un (LGM; G.Ö. 23-21 kal. bin yıl) başlarında gerçekleştiği düşünülen ve Paleo-Kocadere nehrine ait olan delta çökelleri ile temsil olunur. Bu delta istifine ait foresetlerden çoğunlukla aşınmış olan topset seviyesine geçişlerin yaklaşık -65 m'de bulunması bize o dönemdeki su seviyesinin de yaklaşık bu derinliklerde olması gerektiğini göstermektedir.

Holosen'den önce körfezin göl olduğu dönemi temsil eden en genç çökel birimi olan Birim-S2'nin, bu tez kapsamında da stratigrafik çalışması yapılan M13-08 karotundaki 14C yaşa göre G.Ö. 14.1 bin yılından daha yaşlı olması gerektiğini göstermektedir. Ayrıca, aynı birimin tabanı daha önce Tavianni ve

diğ. (2014) tarafından çalışılan GE-124 karotundaki radyokarbon yaşı göre ise G.Ö. 15.6 bin kalibre yılı olması gerekmektedir. Birim-S2'nin bu çalışmada incelenen sismik yansıma görüntülerinde eğimli klinoformlardan oluşan çökellerden oluşmakta ve bunların ise hemen hemen -60 m'lerde şelf üzerinde uyumsuzluk yüzeyi olan BS-5 yüzeyi tarafından aşındırıldığı gözlenmektedir. Bu çökellerin şelf kenarında ilerleyen sismik karakterde birikerek çökelmeleri (progradational) bu zamanda göl seviyesinin dereceli olarak azaldığını göstermektedir. Holosen'den hemen önce gelişen bu regresif çökel fasiyesinin, Marmara Denizi ile su geçişi olmayan körfez ve çevresinde yaşanan kurak iklimin bir sonucu olmalıdır. Holosen'den hemen önce Genç Kuruma Dönemi'nde (Younger Dryas) soğuk ve kurak bir dönemin varlığı bilindiğinden (Eriş ve diğ. 2007, 2012; Çağatay ve diğ. 2009) bu dönemde kurak iklimin sonucu olarak azalan yağış körfezin çevresindeki drenajlardan göle olan akışları azaltmış ve göl seviyesinin düşmesine yol açmış olmalıdır (Şekil 5). Sismik profillerde Birim-S2'yi üzerleyen BS-5 uyumsuzluk yüzeyi üzerinde -60 m'de gelişen bermlerin varlığı ise bu zamanda ve Holosen'den hemen önce kıyı çizgisini gösterdiğinden, göldeki su seviyesinin de yaklaşık -60 m'lerde olması gerektiğini göstermektedir (Şekil 2 ve 4).



Şekil 4. Çok sensörlü karot logu (MSCL) analizleri sonucun karot üzerinde derinlik ekseninde elde edilen fiziksel parametrelerin (solda) evrişimi vasıtasıyla oluşturulan sentetik sismogramlar (sağda).



Şekil 5. Gemlik Körfezi içerisinde a) 18 bin yıl önceki dönemi simgeleyen Birim-4'e b) 12 bin yıl önceki döneme ait Birim-1 ve c) günümüzü simgeleyen kontur izopak tekniği ile hazırlanan derinlik haritaları

DEĞİNİLEN BELGELER

Barka, A.A., Kadinsky-Cade, K. (1988) Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity. *Tectonics* 7(3): 663-684.

- Barka, A.A., Kuşçu, İ. (1996) Extents of the North Anatolian Fault in the İzmit, Gemlik and Bandırma bays. *Turkish Journal of Marine Sciences* 2: 93-106.
- Çağatay, M.N., Eriş, K., Ryan, W.B.F., Sancar, Ü., Polonia, A., Akçer, S., Biltekin, D., Gasperini, L., Görür, N., Lericolais, G., Bard, E. (2009) Late Pleistocene–Holocene evolution of the northern shelf of the Sea of Marmara. *Marine Geology* 265(3-4): 87-100.
- Çağatay, M. N., Wulf, S., Sancar, Ü., Özmaral, A., Vidal, L., Henry, P., Appelt, O., Gasperini, L. (2015) The tephra record from the Sea of Marmara for the last ca. 70 ka and its palaeoceanographic implications. *Marine Geology* 361: 96-110.
- Eriş, K.K., Ryan, W.B.F., Çağatay, M.N., Sancar, U., Lericolais, G., Menot, G., Bard, E. (2007) The timing and evolution of the post-glacial transgression across the Sea of Marmara shelf south of Istanbul. *Marine Geology* 243(1-4): 57-76.
- Eriş, K.K., Çağatay, N., Beck, C., de Lepinay, B.M., Corina, C. (2012) Late-Pleistocene to Holocene sedimentary fills of the Çınarcık Basin of the Sea of Marmara. *Sedimentary Geology* 281: 151-165.
- Eriş, K.K., Sabuncu, A., Gasperini, L., Polonia, A., Kındap, T. (2019) Influence of climate on the late Pleistocene depositional history of the Gulf of Gemlik (Sea of Marmara). *Geo-Marine Letters* 39(3) 205-221.
- Filikci, B., Eriş, K.K., Çağatay, N., Sabuncu, A., Polonia, A. (2017) Late glacial to Holocene water level and climate changes in the Gulf of Gemlik, Sea of Marmara: evidence from multi-proxy data. *Geo-Marine Letters* 37(5): 501-513.
- Gasperini, L., Polonia, A., Çağatay, M.N., Bortoluzzi, G., Ferrante, V. (2011a) Geological slip rates along the North Anatolian Fault in the Marmara region. *Tectonics* 30(6).
- Gasperini, L., Polonia, A., Bortoluzzi, G., Henry, P., Le Pichon, X., Tryon, M., ... & Géli, L. (2011b). How far did the surface rupture of the 1999 Izmit earthquake reach in Sea of Marmara?. *Tectonics* 30(1).
- Kuşçu, İ. (2009) Cross-basin faulting and extinction of pull-apart basins in the Sea of Marmara, NW Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences* 18(3): 331-349.
- Taviani, M., Angeletti, L., Çağatay, M.N., Gasperini, L., Polonia, A., Wesselingh, F.P. (2014) Sedimentary and faunal signatures of the post-glacial marine drowning of the Pontocaspian Gemlik “lake” (Sea of Marmara). *Quaternary International* 345: 11-17.

MARMARA DENİZİ, KUMBURGAZ HAVZASI'NDA, DEPREM İLE TETİKLENEN TÜRBİDİT-HOMOJENİT BİRİMLERİNİN ÇOKLU PARAMETRE YÖNTEMLERİ İLE BELİRLENMESİ

DESCRIBING EARTHQUAKE TRIGGERED TURBIDITE- HOMOGENITE UNITS WITH MULTI-PARAMETER PROXIES IN KUMBURGAZ BASIN, SEA OF MARMARA

Nurettin YAKUPOĞLU^{1*}, Gülsen UÇARKUŞ¹, Pierre HENRY²,
François DEMORY² Kürşad Kadir ERİŞ¹, Dursun ACAR¹,
Memet Namık ÇAĞATAY¹

¹İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, EMCOL, Ayazağa
Kampüsü Sarıyer/İstanbul

²Aix Marseille Univ, CNRS, IRD, INRAE, Coll France, CEREGE, Aix-en-
Provence, France

*yakupoglu@itu.edu.tr

ÖZET: Depremle tetiklenmiş kütle akımlarının sediman karotlarında tespiti ve yaşlandırılması, geçmiş deprem kayıtlarının belirlenmesi açısından önemli bir sedimantolojik parametre olarak paleosismoloji çalışmalarında kullanılmaktadır. Özellikle derin havzalarda karşılaşılan, depremle tetiklenen türbidit-homojenit birimleri (sismotürbiditler) sualtı paleosismolojisi için önemli bir araç olarak kullanılmaktadır. Kuzey Anadolu Fayı'nda son 2000 yılda 55'in (Ms>6.8) üzerinde deprem meydana gelmiştir. Bu bağlamda Marmara Denizi'nden geçen Kuzey Anadolu Fayı'nın kuzey kolu sualtı paleosismoloji çalışmaları için ideal bir laboratuvar niteliğindedir. Bu çalışma kapsamında, Orta Sırt Segmenti (Kumburgaz segmenti) üzerinde bulunan Kumburgaz Havzası'ndan Marsite Projesi kapsamında alınan iki adet piston karot (CS-01 ve CS-14) üzerinde türbidit-homojenit birimleri belirlenmiş olup elde edilen AMS ¹⁴C yaşlandırmaları ile son 15 bin yıllık türbidit-homojenit kaydı elde edilmiştir. Piston karotlarda türbidit-homojenit birimleri, İTÜ-EMCOL laboratuvarlarında incelenmiştir. Fiziksel (manyetik duyarlılık, gama yoğunluğu, tane boyu dağılımları, manyetik duyarlılık anizotropisi) ve jeokimyasal (μXRF) çoklu parametre yöntemleri ile tanımlanmış ve karakteristik özellikleri karot stratigrafisinde belirlenmiştir. Sedimantolojik, fiziksel ve jeokimyasal analizler sonucunda, türbidit birimlerinde, tabanda keskin sınıra sahip genellikle Ca ve Sr değerlerince zengin, yüksek manyetik duyarlılığa ve yoğunluğa sahip, paralel laminasyon gözlenmiştir. Homojenit birimlerinde ise, silt-kil fraksiyonu yüksek, kendisini üzerleyen pelajik sedimanlardan daha iyi boylanma gösteren bir yapı görülmüştür. Ayrıca deprem kaynaklı su kolonu çalkalanmaları (seiche effect), ani çökme sonucu deniz tabanında oluşan redoks seviyesi gücü gibi fiziksel ve jeokimyasal izlere de tespit edilmiştir. Bunlarla beraber, CS-14 karotunda yapılan

manyetik duyarlılık anizotropisi kullanılarak türbidit-homojenit çökellerinin keskin sınırları manyetik yönelmeleri ile belirlenmiştir. Yapılan tüm analizler ile türbidit-homojenit birimlerinin sınırlarının doğru bir şekilde belirlenmesi, hassas karot kronostratigrafisi oluşturulmasını sağlamıştır. Elde edilen yaşlar ile oluşturulan yaş-derinlik modellerinde tarihsel depremler ile türbidit-homojenit birimleri eşleştirilmiştir. Bu sayede bölgenin depremselliği hakkında zamansal olarak ilk kez bu kadar geniş bir aralıkta değerlendirilmiştir. Bu çalışma sonucunda Orta Sırt Segmentinin deprem üretme mekanizması tartışılmış olup son 2500 yıllık tarihsel deprem katalogları ile depremle tetiklenen türbidit-homojenit birimleri korelasyonu sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kuzey Anadolu Fayı, Marmara Denizi, Kumburgaz havzası, türbidit-homojenit

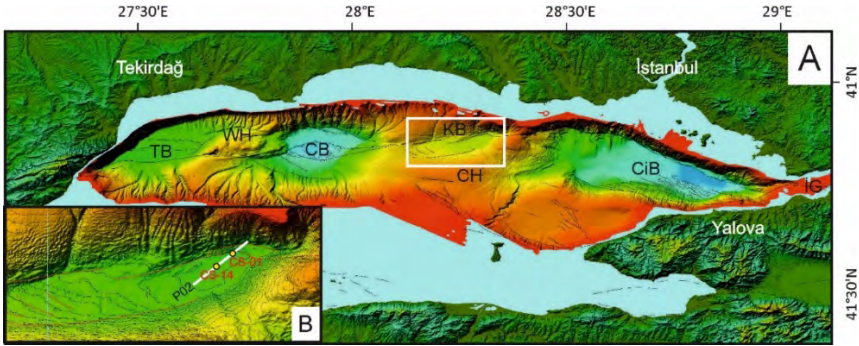
ABSTRACT: Deciphering and dating the earthquake-triggered mass flow deposit on sediment cores are used as a parameter in paleoseismological studies to determine the historical earthquakes. Especially, earthquake-triggered turbidite-homogenite units (seismoturbidites) are considered a tool in order to reveal historical earthquake records in deep basins. In North Anatolian Fault, there are more than 55 ($M_s > 6.8$) earthquakes within the last 2000 years. Therefore, Northern Branch of the North Anatolian fault appear as an ideal laboratory for subaqueous paleoseismological studies in the Sea of Marmara. The scope of this study, turbidite-homogenite units are detected on two piston cores, recovered by Marsite project (CS-01 and CS-14) on Kumburgaz basin where located on Central High Segment, thus, 15 kyrs long turbidite-homogenite records obtained by AMS ^{14}C dating. Turbidite-Homogenite units on piston cores are studied at İTÜ-EMCOL laboratories. These units are determined by physical (magnetic susceptibility, gamma density, grain size distribution, anisotropy of magnetic susceptibility) and geochemical (μXRF) multi-parameter analyses and their characteristics are displayed on core stratigraphy. On account of sedimentological, physical and geochemical analyses, sharp contact at the bottom, Ca and Sr enrichment, high magnetic susceptibility, density and parallel lamination is detected on turbidite units. In terms of homogenites, silty-clay fraction, well sorting regarding to the overlying pelagic sediments are determined. Besides, physical and geochemical imprints like earthquake-related water column oscillations (seiche effect) and redox front migrations caused by instantaneous deposition at sea floor, are detected. Moreover, the accurate boundaries of turbidite-homogenite units of core CS-14 are determined by their magnetic orientations, using anisotropy of magnetic susceptibility. All multi-parameter analyses provided precise core chronostratigraphy by determining the exact boundaries of the turbidite-homogenite units. Historical earthquakes and turbidite-homogenite units are correlated by produced age-depth model with ^{14}C ages. For the first time, regional seismicity interpreted as in large time-scale. Therefore, we provided a better understanding for the earthquake characteristics

of Central High Segment thus, 2500 years long historical earthquake catalogues and earthquake-triggered turbidite-homogenite units are correlated.

Keywords: North Anatolian Fault, Sea of Marmara, Kumburgaz basin, turbidite-homogenite

GİRİŞ

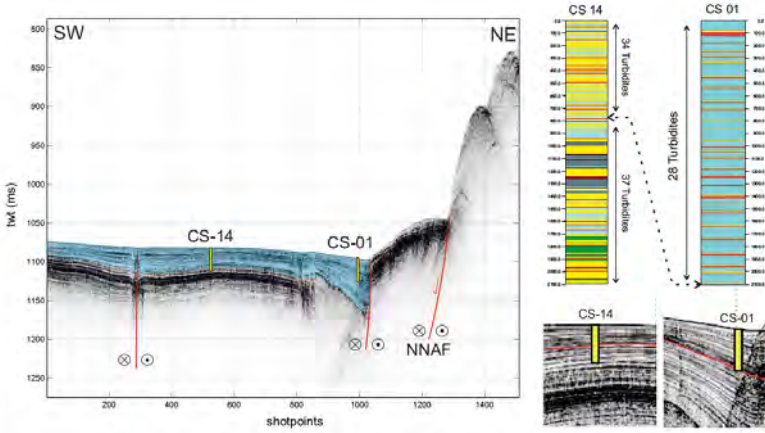
Faylarla kontrol edilen sedimanter havzalarda türbidit-homojenit birimleri depremlerin etkisi ile oluşmaktadır. Eski depremlerin oluşturduğu bu birimler paleosismolojik yorumlarda kullanılırlar (Adams 1990; Nakajima ve Kanai 2000; Shiki ve diğ. 2000; Gorsline ve diğ. 2000; Goldfinger 2011; Çağatay ve diğ. 2012; Drab ve diğ. 2015; Eriş ve diğ. 2012; Pouderoux ve diğ. 2012a, 2012b; Gutiérrez-Pastor ve diğ. 2013; Barnes ve diğ. 2013; Polonia ve diğ. 2013, 2017; McHugh ve diğ. 2014; Avşar ve diğ. 2015; Goldfinger ve diğ. 2017; Yakupoğlu ve diğ. 2019; Gastineau ve diğ. 2021). Fakat bu birimlerin yaşlandırılmasında birimlerin stratigrafik sınırlarının keskin olması gerekmektedir. Yapılan yaş modellerinde yanlış bir kronostratigrafi oluşturulması, depremle eşleştirilen birimlerinde yanlış yorumlanmasına sebebiyet verebilmektedir. Bu bağlamda fiziksel kimyasal ve manyetik analizler ile farklı sedimanter ortamları kapsayan CS-01 ve CS-14 karotlarında bu birimlerin keskin sınırlarının belirlenmesi bu çalışmada amaçlanmıştır (Şekil 1). Jeokimyasal dağılımlar ve tane boyu verileri bu birimlerin sınırlarını belirlemede ayrıç olarak kullanılmaktadır. Bununla beraber manyetik foliasyon verileri de türbidit-homojenitleri görsel ve denizel sedimanlardan ayırmada kullanılmaktadır. CS-14 karotunda toplamda 71 CS-01 karotunda ise toplamda 28 türbidit-homojenit birimi gerek gama yoğunluk, manyetik duyarlılık ve elemental sayımlar ile gerekse manyetik foliasyon kullanarak tespit edilmiştir.



Şekil 1. A) Marmara Denizi batimetri haritası, B) Kumburgaz havzası ve karotların lokasyonu. Sırası ile kısaltmalar: TB: Tekirdağ Havzası, WH: Bati Sirt, CB: Orta Havza, KB: Kumburgaz Havzası, CH: Orta Sirt, CiB: Çınarcık Havzası, İG: İzmit Körfezi. Siyah çizgiler Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara Denizi içerisindeki kuzey kolunu temsil etmektedir.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada 2014 yılında “RV *Pour quoi pas?*” gemisi ile Marmara Denizi, Kumburgaz Havzası’ndan alınan MRS CS-14 ve CS-01 piston karotları kullanılmıştır. Karotlar alındıktan sonra, İstanbul Teknik Üniversite, Doğu Akdeniz Oşinagrafi ve Limnoloji Merkezi’ne (İTÜ-EMCOL) getirilerek yarılanmıştır. Sırası ile Geotek marka, Çoklu Sensor Karot Loglayıcısı (MSCL) ve Itrax marka, X ışını floresansı (μ XRF) analizleri gerçekleştirilmiştir. CS-14 karotunda ayrıca Manyetik Duyarlılık Anizotropisi, Fransa’da CEREGE laboratuvarlarında gerçekleştirildi. Karot boyunca tüm stratigrafi 2 cm³ boyutlarında küplerde AGICO MFK1-FA Kappabridge analizöründe manyetik foliasyon, lineasyon ve bulk duyarlılığı ölçülmüştür. CS-01 karotunda 7 AMS ¹⁴C yaşı, CS-14 karotunda ise 5 AMS (accelerator mass spectrometry) ¹⁴C yaşı toplanan foraminifer kavkılarında elde edilmiştir. Örnekler TÜBİTAK-MAM laboratuvarlarında yaşlandırılmıştır. CS-14 karotunda ayrıca ¹⁴C yaşlarının yanı sıra karotta bulunan Holosen Sapropellerinin tavan ve taban yaşları ayrıca deniz-göl geçişinin de yaşı kullanılarak yüksek çözünürlüklü yaş modeli Rstudio programında “clam” modülü kullanılarak yapılmıştır (Şekil 2).



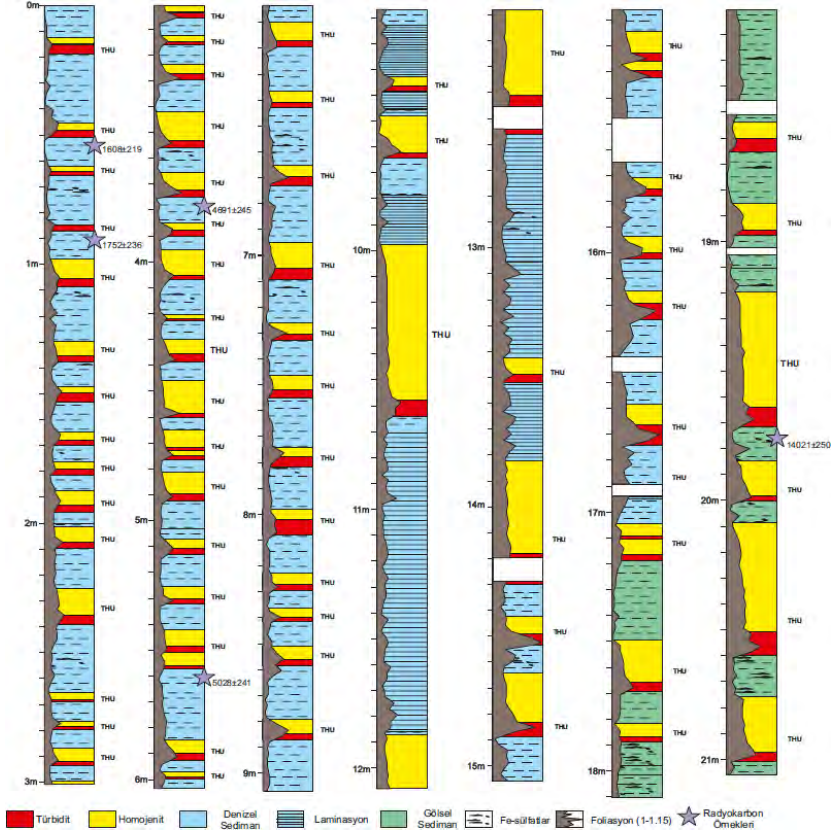
Şekil 2. CS-01 ve CS-14 geliştirilmiş stratigrafik logları ve P02 sismik kesit üzerindeki yerleri.

BULGULAR VE TARTIŞMA

CS-14 karotunda yapılan yaş modeline göre karot GÖ 15 bin yılı kapsamaktadır. Tüm Holosen birimini ve Geç Pleistosenin bir kısmı kapsayan piston karotunda gölsel ve denizel sedimanları kesen 71 adet türbidit-homojenit birimine rastlanılmıştır. Denizel ve gölsel sedimanlar genellikle homojen killi yapıda olmakla beraber türbidit-homojenit birimleri ise kumlu-siltli tabana sahip bir yapı ile başlar ve paralel laminasyonun görüldüğü bir stratigrafi ile devam etmektedir. Homojenit biriminde ise litolojik olarak gölsel ve denizel sedimanlardan bir fark görülmemektedir. Fakat, manyetik foliasyon özellikle bu

birimlerde gölsel ve denizel sedimanlardan farklı olarak pozitif yükselişler göstermektedir (Campos ve diğ. 2013) (Şekil 2).

CS-01 karotunda yapılan yaş modeline göre karot yaklaşık GÖ 7 bin yılı kapsamaktadır. Geç Holosen dönemini kapsayan piston karotta toplamda 28 türbidit-homojenit birimi belirlenmiştir (Yakupoglu ve diğ. 2019). Türbiditler genellikle tabanda silt-kum fraksiyonuna sahip fakat yukarıya doğru kil fraksiyonu görülen bir dokuya sahiptir. Homojenit birimleri tane boyu ve elemental farklılıklar ile belirlenmiştir (Şekil 2).

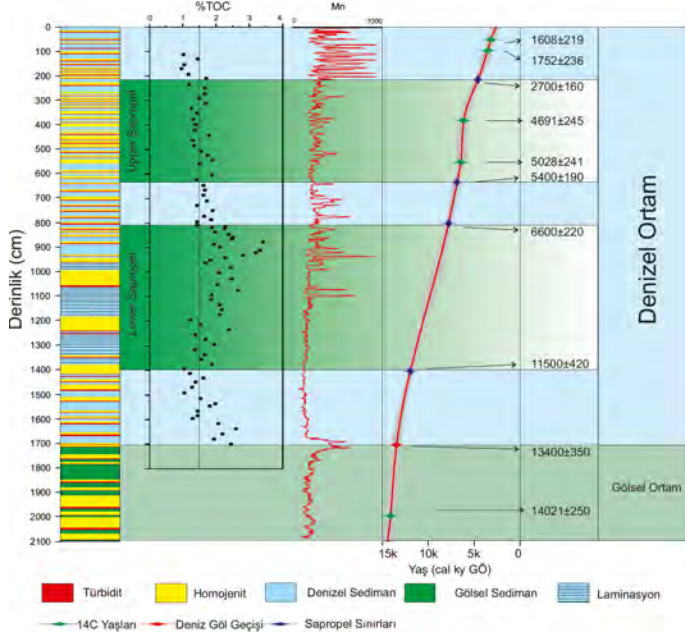


Şekil 3. CS-14 karotu ayrıntılı stratigrafik logu. Gri profil manyetik foliasyon verilerini göstermektedir.

Türbidit-homojenit birimlerinin taban kısımları (türbidit) özellikle kaba taneli ve derecelenmeli özellik göstermektedir. Bu birimler litolojik olarak da belirlenebilmektedir. Fakat özellikle Marmara Denizi'nde homojenit birimleri ile gölsel-denizel sedimanlar arasında litolojik bir fark gözlenememektedir. Bu bağlamda özellikle homojenit birimlerinin manyetik duyarlılık anizotropisine bakıldığında, bu birimlerin denizel-gölsel sedimanlardan farklı çökme

mekanizması olduğu için taşıdığı manyetik karakteristikte farklıdır. Bir akıntı çökeli oldukları için de manyetik foliasyon ve lineasyon göstermektedir (Şekiller 3, 4).

Her ne kadar karot hem denizel hemde gölsel sedimanları barındırsa da, dikkat edilmesi gereken foliasyon her sedimanter ortamda türbidit-homojenit birimlerinde pozitif anomaliler göstermesidir. CS-14 karotu boyunca belirlenen 71 türbidit-homojenit birimlerine bakıldığında, kalınlıkların farklı litolojik birimlerde değiştiği görülmektedir. Gölsel ortamda ve alt sapropel döneminde türbidit-homojenit kalınlıkları neredeyse 60-80 cm seviyelerine ulaşmaktadır. Fakat günümüze yakın denizel bölgede ise türbidit-homojenit kalınlıkları 5-15 cm aralığındadır. Genel dağılıma bakıldığında ise yaklaşık 60 türbidit-homojenit birimi denizel kısımda (yaklaşık olarak Holosen dönemi) bulunmaktadır (Şekiller 3, 4).



Şekil 4. CS-14 Karotunun genel stratigrafisi, Toplam Organik Karbon profil (TOC), Mn sayım değerleri ve üretilen yaş modeli.

DEĞİNİLEN BELGELER

Adams, J. (1990) Paleoseismicity of the Cascadia subduction zone: evidence from turbidites off the Oregon-Washington margin. *Tectonics* 9(4): 569-583.

Avşar, U., Hubert-Ferrari, A., De Batist, M., Schmidt, S., Fagel, N. (2015) Sedimentary records of past earthquakes in Boraboy Lake during the last ca 600 years (North Anatolian Fault, Turkey). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 433: 1-9.

- Barnes, P.M., Bostock, H.C., Neil, H.L., Strachan, L.J., Gosling, M. (2013) A 2300-year Paleoearthquake record of the Southern Alpine Fault and Fiordland Subduction Zone, New Zealand, based on stacked turbidites. *Bulletin of the Seismological Society of America* 103(4): 2424-2446.
- Campos, C., Beck, C., Crouzet, C., Demory, F., Van Welden, A., Eris, K. (2013) Deciphering hemipelagites from homogenites through anisotropy of magnetic susceptibility. Paleoseismic implications (Sea of Marmara and Gulf of Corinth). *Sedimentary Geology* 292: 1-14.
- Çağatay, M.N., Erel, L., Bellucci, L.G., Polonia, A., Gasperini, L., Eris, K., Sancar, Ü., Biltekin, D., Uçarkus, G., Ülgen, U.B., Damci, E., (2012) Sedimentary earthquake records in the Izmit Gulf, Sea of Marmara, Turkey. *Sedimentary Geology* 282: 347-359.
- Drab, L., Hubert-Ferrari, A., Schmidt, S., Martinez, P., Carlut, J., El Ouahabi, M., (2015) Submarine earthquake history of the Çınarcık segment of the North Anatolian Fault in the Marmara Sea, Turkey. *Bulletin of the Seismological Society of America* 105(2A): 622-645.
- Eriş, K.K., Çağatay, N., Beck, C., Mercier de Lepinay, B., Campos, C. (2012) Late-Pleistocene to Holocene sedimentary fills of the Cınarcık Basin of the Sea of Marmara. *Sedimentary Geology* 281: 151-165.
- Gastineau, R., de Sigoyer, J., Sabatier, P., Fabbri, S.C., Anselmetti, F.S., Develle, A.L., Şahin, M., Gündüz, S., Niessen, F., Gebhardt, A.C. (2021) Active subaquatic fault segments in Lake Iznik along the middle strand of the North Anatolian Fault, NW Turkey. *Tectonics* 40(1): e2020TC006404.
- Goldfinger, C. (2011) Submarine paleoseismology based on turbidite records. *Annual Review of Marine Science* 3: 35-66.
- Goldfinger, C., Galer, S., Beeson, J., Hamilton, T., Black, B., Romsos, C., Patton, J.R., Nelson, C.H., Hausmann, R., Morey, A. (2017) The importance of site selection, sediment supply, and hydrodynamics: a case study of submarine paleoseismology on the Northern Cascadia margin, Washington USA. *Marine Geology* 384: 4-46.
- Gorsline, D.S., De Diego, T., Nava-Sanchez, E.H. (2000) Seismically triggered turbidites in small margin basins: Alfonso Basin, western Gulf of California and Santa Monica Basin, California borderland. *Sedimentary Geology* 135(1-4): 21-35.
- Gutiérrez-Pastor, J., Nelson, C.H., Goldfinger, C., Escutia, C. (2013) Sedimentology of seismo-turbidites off the Cascadia and northern California active tectonic continental margins, northwest Pacific Ocean. *Marine Geology* 336: 99-119.
- McHugh, C.M., Braudy, N., Çağatay, M.N., Sorlien, C., Cormier, M.H., Seeber, L., Henry, P. (2014) Seafloor fault ruptures along the North Anatolia Fault in the Marmara Sea, Turkey: link with the adjacent basin turbidite record. *Marine Geology* 353: 65-83.
- Nakajima, T., Kanai, Y. (2000) Sedimentary features of seismoturbidites triggered by the 1983 and older historical earthquakes in the eastern margin of the Japan Sea. *Sedimentary Geology* 135(1-4): 1-19.

- Polonia, A., Nelson, C.H., Romano, S., Vaiani, S.C., Colizza, E., Gasparotto, G., Gasperini, L., (2017) A depositional model for seismo-turbidites in confined basins based on Ionian Sea deposits. *Marine Geology* 384: 177-198.
- Polonia, A., Panieri, G., Gasperini, L., Gasparotto, G., Bellucci, L.G., Torelli, L., (2013) Turbidite paleoseismology in the Calabrian Arc subduction complex (Ionian Sea). *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* 14: 112-140.
- Pouderoux, H., Lamarche, G., Proust, J.-N. (2012b) Building a 18 000-year-long paleoearthquake record from detailed deep-sea turbidite characterisation in Poverty Bay, New Zealand. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 12: 1-25.
- Pouderoux, H., Proust, J.N., Lamarche, G., Orpin, A., Neil, H. (2012a) Deep-sea sedimentation along the Hikurangi subduction margin (New Zealand) since the Last Glacial Maximum: characterisation, timing and origin of turbidites. *Marine Geology* 295e298: 51-76.
- Shiki, T., Kumon, F., Inouchi, Y., Kontani, Y., Sakamoto, T., Tateishi, M., ... & Fukuyama, K. (2000) Sedimentary features of the seismo-turbidites, Lake Biwa, Japan. *Sedimentary Geology*, 135(1-4): 37-50.
- Yakupoğlu, N., Uçarkuş, G., Eriş, K.K., Henry, P., Çağatay, M.N. (2019) Sedimentological and geochemical evidence for seismoturbidite generation in the Kumburgaz Basin, Sea of Marmara: Implications for earthquake recurrence along the Central High Segment of the North Anatolian Fault. *Sedimentary Geology* 380: 31-44.

KÜÇÜKÇEKMECE GÖLÜ VE ÇEVRESİNİN YAKIN YÜZEY YAPILARINA YÜKSEK ÇÖZÜNÜRLÜKLÜ JEOFİZİK VERİLERLE BİR BAKIŞ

A VIEW OF NEAR SURFACE STRUCTURES OF KÜÇÜKÇEKMECE LAKE AND SURROUNDING AREA

Hakan ALP^{1*}, Okan TEZEL¹, Denizhan VARDAR², Yeliz İŞCAN ALP³

¹ İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Jeofizik Mühendisliği Bölümü
Büyükçekmece /İstanbul

² İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü,
Vezneciler/İstanbul

³ İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu Sualtı
Teknolojisi Programı Büyükçekmece/İstanbul

*hakanalp@iuc.edu.tr

ÖZET: Küçükçekmece Gölü ve çevresindeki çalışma alanı, İstanbul'un güney kara alanının aktif tektoniğini anlamak için önemli bir rol oynamaktadır. Çalışmada bölgenin yakın yüzey yapısal özelliklerini anlamak adına yapılan jeofizik çalışmanın sonuçlarını verilmektedir. Küçükçekmece Gölü'nü çevreleyen alanda bir dizi jeo-elektrik veri toplanmıştır. Toplam 14 farklı Düşey Elektrik Sondaj (DES) verisi ters çözümleme yapılarak, özdirençin derinlikle değişimi değerlendirilmiştir. Bu verilere ek olarak, DES noktalarından yararlanılarak 3 adet görünür özdirenç yatay kesiti oluşturulmuştur. Toplanmış DES verileri, çalışma alanında mevcut jeolojik kuyu verileri ile karşılaştırılmış, ayrıca Küçükçekmece gölü ve gölün güneyindeki şelf alanında yüksek çözünürlüklü sığ sismik veriler ve chirp sismik verilerini içeren önceki jeofizik çalışmalar dikkate alınarak yorumlanmıştır. Özdirenç kesitleri ve DES verileri, fayların güncel jeolojik birimleri kestiğini ve ayrıca arazi alanında bu birimlerde özdirenç değişikliklerine neden olduğunu göstermektedir. Bu faylar, göl üzerindeki sismik kesitlerde gözlemlenen ve göl tabanını deforme eden aktif fayların yönelimi ile uyumludur. Bu veri seti, İstanbul kara alanında fayların varlığına jeofizik kanıt olarak verilebilir.

Anahtar kelimeler: Küçükçekmece Gölü, sismik, jeo-elektrik, fay

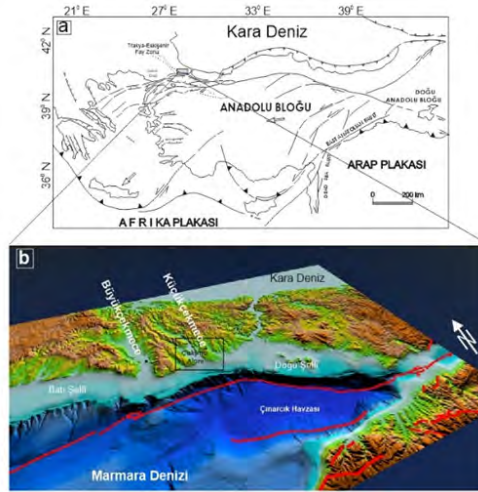
ABSTRACT: Küçükçekmece Lake and surrounding land area play an important role to understand the active tectonism of the southern land area of Istanbul. This study gives the results of a geophysical survey to understand the structural features of the study area. We collected geo-electrical data on the surrounding Küçükçekmece Lake. Totally 14 different VES values were inverted and evaluated variation of resistivity with depth. Additionally, the obtained apparent resistivity cross-sections for 3 profiles of VES points. All of them are

interpreted considering geological well data from the study area and previous geophysical studies, which included especially high resolution shallow seismic data and chirp seismic data from the lake and shelf area in the Sea of Marmara close to the lake. The resistivity sections and inverted VES data show that faults cut the recent units and also cause resistivity changes in these units in the land area. These faults are consistent with the orientation of active faults observed from the seismic section on the lake and deforming the lake floor. This data set can be given as geophysical evidence for the existence of faults in the Istanbul land area.

Keywords: Küçükçekmece Lake, Seismic, geo-electric, fault

GİRİŞ

Genel jeolojik ve morfolojik özellikleri dikkate alındığında, çalışma alanında (Şekil 1) yapılan önceki kara ve deniz çalışmaları, bölge içinde birçok deniz ve karasal fayların varsayıldığını ve tanımlandığını göstermektedir (Göktaşan ve diğ. 2002; Şen 2007; Tur ve diğ. 2015; Ergintav ve diğerleri 2011; Alp 2014; Diao ve diğ. 2016; Alp ve diğ. 2018; Demirel ve diğ. 2021).



Şekil 1. a) Türkiye'nin genel tektoniği b) Çalışma sahasının morfolojisi (Batimetri ve yükseklik verileri Armijo ve diğ 2005'den düzenlenmiştir).

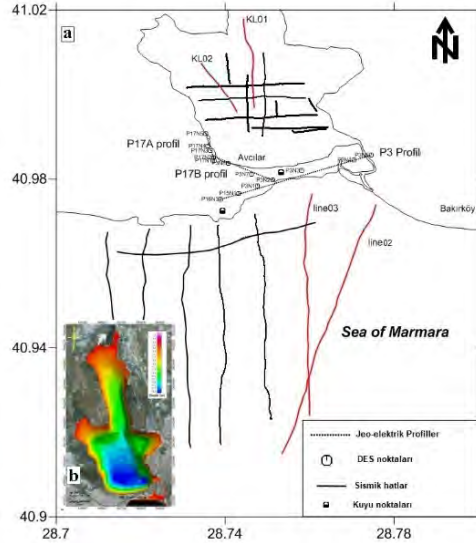
Küçükçekmece gölü sismik kesitlerindeki faylar Holosen yaşlı çökelleri keser ve çoğu göl tabanına ulaşan birkaç doğrultu atımlı özellik içerir, bu nedenle bunlar hala aktiftir (Alp 2014). Diao ve diğ. (2016) InSAR verilerine dayanarak bu fayları karada belirlemiştir. Ayrıca, fayın yatay hareketinin 5mm/yıl ve sığ kilitlenme derinliği değerinin <1 km olduğunu belirterek. Küçükçekmece Gölü Fayını (KL Fayı; Diao ve diğ. 2016 tarafından adlandırılmıştır) aktif bir fay olduğunu vurgulamıştır.

Bu çalışma, KG'nin güney ve güneybatısındaki kara alanının yüzeye yakın yapısal özelliklerini araştırmayı ve jeofizik verilerle kara ve deniz arasındaki ilişkilerini kurmayı amaçlamaktadır. Bu amaçla bölgede jeoelektrik veriler toplanmış, işlenmiş ve yorumlanmıştır. Toplam 14 farklı DES verisine ters çözüm yapılmış ve özdirencin derinlikle değişimi değerlendirilmiştir. Ek olarak 14 VES profili ve her biri 7 VES noktasından oluşan 3 profil için elde edilen özdirenç kesitleri, çalışma alanından alınan jeolojik kuyu verileri (İBB 2007) ve önceki jeofizik çalışmalar (Alp 2014; Alp ve diğ. 2018 ve Vardar ve diğ. 2018) dikkate alınarak yorumlanmıştır. Bunlar, bölgedeki aktif fayların anlaşılması ve görüntülenmesi için çok değerli bilgiler sağlamıştır.

MATERYAL VE METODLAR

Elektrik veriler (DES)

14 VES ölçümü, bir Schlumberger konfigürasyonu ve genellikle 60 metre-100 metre civarında AB/2 mesafeleri kullanılarak KG kara alanına yakın bir yerde gerçekleştirilmiştir (Şekil 2). Ters modeller sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak elde edilmiştir. Sonuçları elde etmek için 5 veya 6 yineleme kullanılmış ve RMS hatası %1,8 ile %10 arasında değişmiştir. Ek olarak, bu VES verilerinden üç özdirenç kesiti oluşturulmuştur. P3 ve P17A ve P17B hatlarını karakterize etmek için 2 boyutlu özdirenç kesitleri kullanılmıştır.



Şekil 2. Çalışma alanı jeofizik lokasyon haritası ve Küçükçekmece Gölü batimetri haritası.

Sismik Veriler

Bu çalışma için iki grup sismik veri yorumlanmıştır (Şekil 2). İlk olarak KG'den tek kanallı boomer kaynak sismik profillerdir (daha önce yayınlanmıştır, Alp 2014). Verilerin toplanmasında 50-350 Joule boomer sistemi kullanılmıştır.

Sistemin çözünürlüğü 0.200 m. İkinci olarak, Marmara Denizi'nin kuzey şelfinde chirp sismik profilleri (Alp ve diğ. 2018; Vardar ve diğ. 2018 çalışmalarına yayınlanmıştır) yorumlanmıştır. Bu veriler ise 0.125 m teorik düşey çözünürlük ile 60 m'ye kadar iyi bir penetrasyon sağlamıştır.

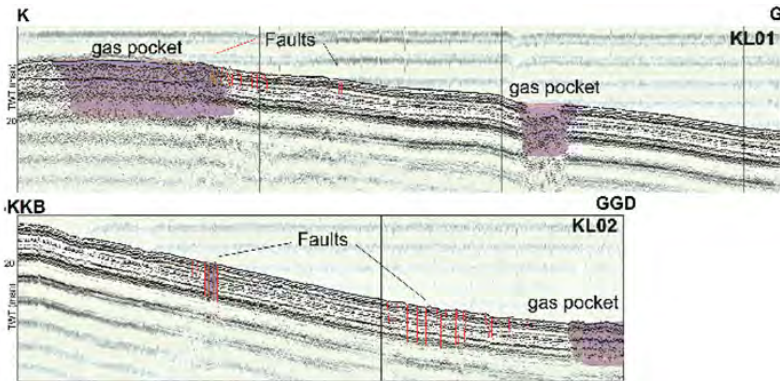
BULGULAR

Göle ait batimetri verisi, güney kesiminde 2 km²'lik geniş bir havzada su derinliğinin maksimum 20 m olduğunu ve gölün kuzey kıyılarındaki 1 m'nin altına düştüğünü göstermektedir. Gölün su derinliği ortalama 5-7 m'dir. Genel olarak, göl dibi morfolojisi, aktif fayları gösterebilen bazı doğrusal özelliklerle karakterize edilir. Lagünün doğu ve batı kıyılarındaki KB-GD doğrultusunda uzanırlar (Şekil 2, Suttak 2013; Alp 2014).

K-G gidişli bir sismik hat, KG'deki sedimanların aşırı gaz halinde olduğunu göstermekte ve bu nedenle sismik araştırmanın penetrasyonunun yaklaşık 1-3 metre ile sınırlı kalmaktadır. (Şekil 3). Faylar göl içinde KKB-GGD yönünde uzanmaktadır.

Genel olarak kuzey şelf alanı, daha eski Miyosen-Oligosen birimleri üzerinde Pliyosen-Kuvaterner yaşlı çökeller ile örtülmüştür. Bu birimler genellikle hafif eğimli ve çeşitli faylarla paralel katmanlıdır (Ergintav ve diğ. 2011; Alp ve diğ. 2018).

K-G yönlü sismik hatlarda ve şelf kırılmasına yakın gözlenen kıvrımlı tabakalar deniz tabanını etkileyen faylarla ilgili olabilir (Şekil 4). Sıkıştırma veya denizaltı heyelanlarından kaynaklanan bir deformasyona işaret edebilir. Sismik tabandaki kıvrımlar, faylar ve çizgisellikler gibi jeolojik yapılar, kaçınılmaz olarak güncel istifin çökmesini etkiler. Güncel çökel, sismik tabanın üzerindeki teraslar nedeniyle şelf alanının ortasında ve çalışma alanında şelf kırılmasına doğru giderek inceler. Sismik kesitte gözlenen taraçalar, güncel dolgunun kalınlığında dikkate değer bir değişikliğe neden olmaktadır. Bu sadece KG'nin kıyıya yakın bölgesinde gözlemlenen bir durumdur.

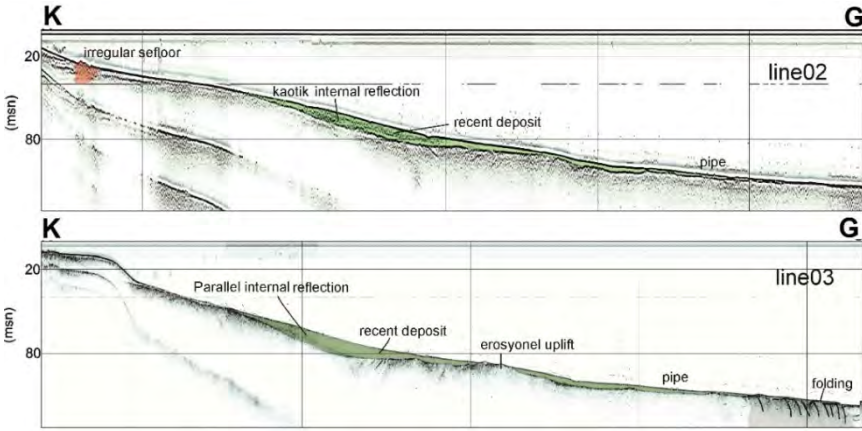


Şekil 3. Küçükçekmece gölünde toplanmış sismik kesit örnekleri (Alp 2014'den değiştirilerek)

SONUÇLAR

Yüksek çözünürlüklü sismik ve elektrik verileri, KG ve çevresindeki arazi alanının aktif faylar tarafından oldukça deforme olduğunu göstermektedir. KG'den alınan sismik veriler, KKB-GGD yönünde uzanan bazı fayların göl tabanını ve tüm sismik birimleri kestiğini göstermektedir. Geo-elektrik verilerden elde edilen sonuçlar da sismik sonuçlarla uyumludur. Arazi alanındaki birçok olası fay KKB-GGD yönünde uzanmaktadır.

Elde edilen bulgular kuzey kara alanının aktif yapılarının denizdeki yapılarla uyumluluğunun gösterilmesi açısından önemlidir. Bu sonuçlar, Marmara Denizi'nde beklenen depremin kuzey kara bölgesinde oluşturacağı sismik riskini anlamak için önemlidir.



Şekil 4. İstanbul Güney şelfine ait sismik kesit örnekleri (Alp ve diğ 2018'den değiştirilerek).

KATKI BELİRTME

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa BAP Birimi'nin 13154 numaralı proje ve ONAP-41866 hibeleri ile desteklenmiştir. Kingdom Suite® sismik paketi, IHS Kingdom Eğitim Hibe Programı tarafından sunulmuştur. Yazarlar kuyu verileri için İstanbul Büyükşehir Belediyesi'ne teşekkür ederler.

DEĞİNİLEN BELGELER

Alp, H. (2014) Evidence of active faults in Küçükçekmece Lagoon (Marmara Sea, Turkey) inferred from high-resolution seismic data. *Geo-Mar Lett* 34: 447-455

Alp, H., Vardar, D., Alpar, B., Ustaömer, T. (2018) Seismic evidence for change of the tectonic regime in Messinian, northern Marmara Sea, Turkey. *J Asian Earth Sci* 151: 40-53.

Armijo, R., Pondard, N., Meyer, B., Uçarkus, G., Mercier de Lépinay, B., Malavieille, J., Dominguez, S., Gustcher, M.A., Schmidt, S., Beck, C., Çağatay, N., Çakır, Z., Imren, C., Eriş, K., Natalin, B., Özalaybey, S., Tolun, L., Lefèvre,

- I., Seeber, L., Gasperini, L., Rangin, C., Emre, O., Sarıkavak, K., (2005) Submarine fault scarps in the Sea of Marmara pull-apart (North Anatolian Fault) implications for seismic hazard in Istanbul. *Geochem. Geophys. Geosys* 6: Q06009.
- Çağatay, M.N., Görür, N., Polonia, A., Demirbağ, E., Sakınç, Demirel, A.S., Alp, H., Alpar, B., Vardar, D. (2021) Discussion of the Fault Models of the Northern Marmara Shelf and the Lagoon Kucukcekmece with New Marine Magnetic Data, Turkey. *Thalassas* 37(1): 427-436.
- Diao, F., Walter, T.R., Minati, F., Wang, R., Costantini, M., Ergintav, S., Xiong, X., Prats-Iraola, P. (2016) Secondary fault activity of the North Anatolian Fault near Avcılar, southwest of Istanbul: Evidence from SAR interferometry observations. *Remote Sens* 8(10): 846.
- Ergintav, S., Demirbag, E., Ediger, V., Saatçılar, R., Inan, S., Cankurtaranlar, A., Dikbas, A., Bas, M. (2011) Structural framework of onshore and offshore Avcılar, İstanbul under the influence of the North Anatolian fault. *Geophys J Int* 185: 93-105.
- Göktaş, E., Gazioğlu, C., Alpar, B., Yücel, Z.Y., Ersoy, S., Gündoğdu, O., Yaltrak, C., Tok, B. (2002) Evidences of NW extension of the North Anatolian Fault Zone in the Marmara Sea; a new approach to the 17 August 1999 Marmara Sea earthquake. *Geo-Mar Lett* 21: 183-199.
- İBB (2007) Istanbul Microzonation Project European Side. The Istanbul Metropolitan Municipality (İBB), İstanbul.
- Suttak, P.A. (2013) High-resolution lake-based magnetic mapping and modelling of basement structures, with examples from Küçükçekmece Lagoon, Turkey and Charity Shoal, Lake Ontario, MS thesis, School of Geography and Earth Sciences, McMaster University, Hamilton, Ontario.
- Şen, S. (2007) A fault zone cause of large amplification and damage in Avcılar (west of İstanbul) during 1999 İzmit earthquake. *Nat Hazards* 43: 351-363.
- Tur, H., Hoşkan, N., Aktaş, G. (2015) Tectonic evolution of the northern shelf of the Marmara Sea (Turkey): interpretation of seismic and bathymetric data. *Mar Geophys Res* 36(1): 1-34
- Vardar, D., Alp, H., Alpar, B. (2018) Seismic stratigraphy and depositional history of the Büyükçekmece Bay since Latest Pleistocene, Marmara Sea, Turkey. *J Earth Syst Sci* 127: 13, doi: <https://doi.org/10.1007/s12040-017-0906-z>.

İSTANBUL TSUNAMİ EYLEM PLANI UYGULAMA PROJESİ: BÜYÜKÇEKMECE ÖRNEĞİ

İSTANBUL TSUNAMİ ACTION PLAN SITE IMPLEMENTATION: BUYUKCEKMECE CASE STUDY

Melis CEVATOĞLU BAYRAKLI^{1*}, Evrim YAVUZ¹, Ahmet TARİH¹,
Burak ÇATLIOĞLU¹, Şilan Ceren OĞUL¹, Erdost ARZUMAN¹,
Nihat Melikcan BAYRAM¹, Serdar GÜNAY¹, Özge UZUNKOL¹,
Semih Sami AKAY¹, Hakan MEHMETOĞLU¹, Evren KILCI²,
Kemal DURAN¹, Tayfun KAHRAMAN³

¹ İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel
İyileştirme Daire Başkanlığı, Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü, 34568
Bakırköy, İstanbul

²Büyükçekmece Belediyesi, 34500 Büyükçekmece, İstanbul

³ İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel
İyileştirme Daire Başkanlığı, 34568 Bakırköy, İstanbul

*melis.bayrakli@ibb.gov.tr

ÖZET: Marmara Denizi içerisinde meydana gelebilecek olası bir deprem sonrası, gerek sismik aktivite gerekse de denizaltı heyelanlarının tetiklenmesi neticesinde, Marmara Denizi'ne kıyısı bulunan on yedi ilçe için tsunami tehlikesi bulunmaktadır. Bu kapsamda, 2018 yılında “İstanbul İli Marmara Kıyıları Tsunami Modelleme, Hasar Görebilirlik ve Tehlike Analizi” ve 2019 yılında “İstanbul Tsunami Eylem Planı” projeleri İstanbul Büyükşehir Belediyesi Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü (DEZİM) ile Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) işbirliğiyle tamamlanmıştır. Söz konusu projelerin uygulanması hususunda ise diğer ilçelere göre tsunami riski yüksek olan Büyükçekmece ilçesi pilot bölge olarak seçilmiştir. Vatandaşlarımızın bilgilendirilmesi, farkındalığın artırılması ve tsunami afetine hazırlanılması kapsamında öncelikli olarak tsunami bilgilendirme panoları, tsunami tahliye yolları ve güvenli bölgelere ait konumlar belirlenmiştir. Ardından Ulaşım Koordinasyon Müdürlüğü'nün (UKOME) Mart 2021 toplantısında bahse konu yollar, hukuki kimliğine kavuşmuş; yönlendirici tabelaların yerleştirileceği konumlar ise onaylanmıştır. Son süreçte, ilgili panoların ve yönlendirici tabelaların montajları tamamlanmış olup, tüm vatandaşlarımızın tsunami tehlikesi ile ilgili bilinçlendirme ve farkındalığın artırılması çalışmaları devam etmektedir. Bildiri kapsamında, Büyükçekmece ilçesi için yürütülen tsunami eylem planı uygulamaları anlatılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Deprem, tsunami, Eylem Planı, tahliye

ABSTRACT: There is an expected tsunami hazard for the seventeen districts on the coast of the Marmara Sea, in association with a possible submarine earthquake, triggered either by seismic activity and/or submarine landslides activation. In this context, two major projects are completed in 2018 and 2019, respectively, entitled “Istanbul Marmara Coasts Tsunami Modelling, Vulnerability and Risk Analysis” and “Istanbul Tsunami Action Plan”, with the collaboration of Istanbul Metropolitan Municipality Department of Earthquake Risk Management and Urban Improvement, Directorate of Earthquake and Geotechnical Investigation and Middle East Technical University. For the site implementation of these projects, Büyükçekmece District is selected as a pilot site, as it is associated with a high tsunami risk along the Marmara Sea coastline. To inform and prepare citizens, as well as raise their awareness for the tsunami disaster, tsunami information boards, tsunami evacuation routes, and tsunami safe zone signs are installed on site at selected locations, after the meeting of the Istanbul Metropolitan Municipality Directorate of Transport Coordination in March 2021. There is an ongoing effort in raising awareness for the tsunami hazard along the Marmara coastline. In the paper, the activities for the tsunami action plan in Büyükçekmece district are presented.

Keywords: Earthquake, tsunami, Action Plan, evacuation

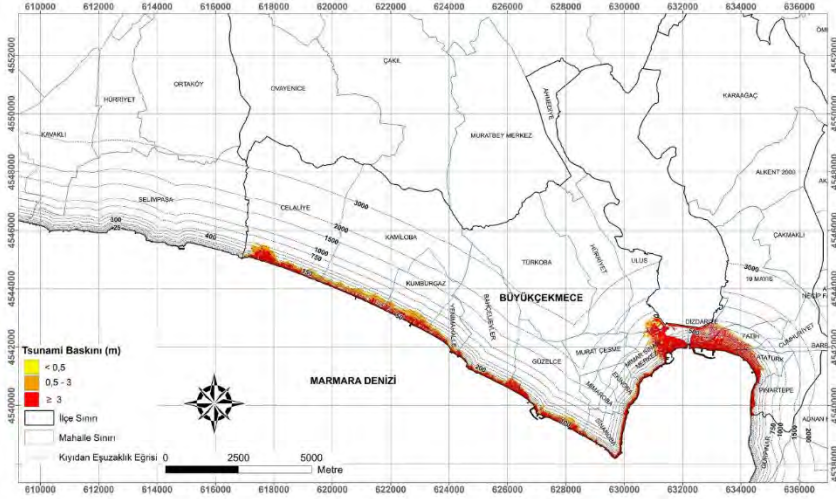
GİRİŞ

Tarihsel depremler ve geçmiş çalışmalar incelendiğinde, İstanbul’u afet boyutunda etkileyen büyük depremler yangın ve taşkınlardan başka, kıyı şeridinde hasara yol açmış tsunami olayları da göze çarpmaktadır. Nüfus yoğunluğu, İstanbul Boğazı ve Marmara Denizi’nin deniz trafiği, bölgedeki kritik öneme sahip tarihi yapıların güvenliği de düşünüldüğünde, olası bir tsunaminin oluşturacağı risklerin tespiti ile birlikte gerekli önlemlerin belirlenmesi ve uygulanması büyük önem taşımaktadır.

Bu kapsamda, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü (İBB DEZİM) ile Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) işbirliğinde öncelikli olarak tsunami kaynaklı risk ve risk bileşenlerinin analiz edilmesi amacıyla “İstanbul İli Marmara Kıyıları Tsunami Modelleme, Hasar Görebilirlik ve Tehlike Analizi Güncelleme Projesi” Marmara Denizi’ne doğrudan kıyısı olan on yedi ilçe için 2018 yılında hazırlanmıştır (ODTÜ 2018). Olası bir tsunaminin yaratacağı kayıpları en aza indirmek amacıyla alınması gereken önlemleri saptamak, gerekli aşamaları tanımlamak, detaylandırmak ve aynı zamanda afete hazırlık konusunda paydaş tüm kurum ve kuruluşların bilgilendirilmesi hususunda “İstanbul Tsunami Eylem Planı” çalışması da sürecin ikinci aşaması olarak yine DEZİM ve ODTÜ işbirliği ile 2019 yılında tamamlanmıştır (ODTÜ 2019).

Büyükçekmece ilçesi açıklarında var olduğu bilinen denizaltı heyelanının, Marmara Denizi’nde beklenen deprem ile tetiklenebilme ihtimali değerlendirildiğinde ve tsunami risk analizleri yapıldığında, söz konusu senaryonun pek çok ilçe arasında en kritik tsunami senaryosu olduğu

anlaşılmaktadır. Potansiyel denizaltı heyelanı ile tetiklenebilecek tsunaminin, en yakın kıyılarda daha etkili olacağı beklenmelidir. Bu nedenle, projenin ilk uygulama safhasında Büyükçekmece ilçesi pilot bölge olarak seçilmiştir. Büyükçekmece ilçesi kıyılarındaki baskın alanının dağılımı Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Büyükçekmece ilçesi tsunami baskın haritası (Büyükçekmece açıklarındaki denizaltı heyelanının beklenen deprem sonrası tetiklendiği varsayılmıştır)

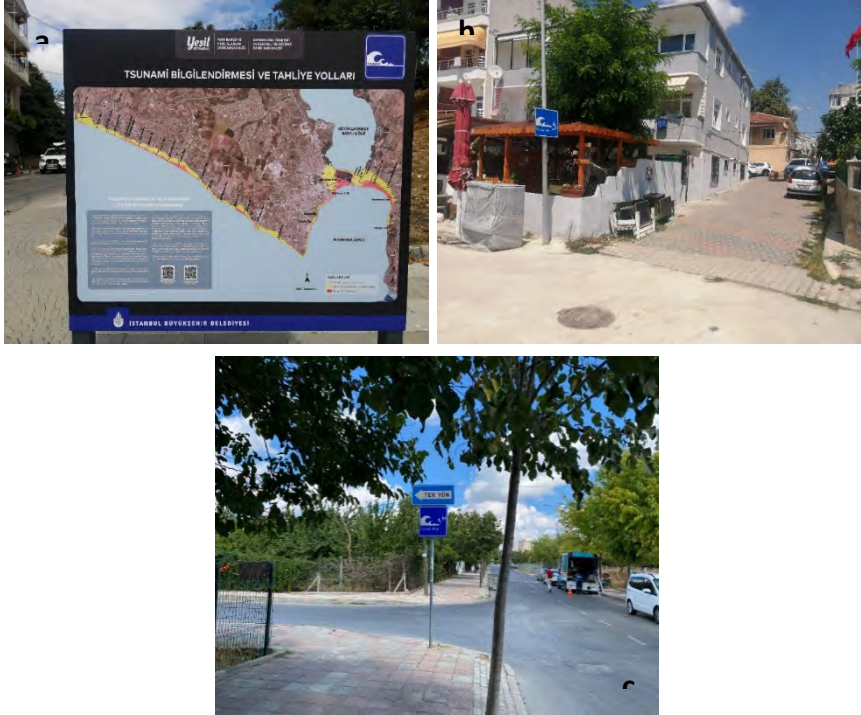
YÖNTEM

İstanbul’u afetlere dirençli bir kent haline getirebilmek ve bu dirençliliği sürdürülebilir kılmak adına ilgili kurum ve kuruluşlar gerekli her türlü adımları atmakla sorumludur. Bu kapsamda, öncelikle İstanbul’da depremin ardından beklenen tsunami afetine karşı vatandaşlarımızı tsunami tehlikesi hakkında bilgilendirmek, ayrıca tsunami esnasında olası tsunami baskın alanında bulunan vatandaşların yaya olarak tsunami riski içermeyen güvenli bölgelere hızlıca ulaşmalarını sağlamak adına, Büyükçekmece pilot ilçesinde tsunami bilgilendirme panoları, tahliye yolu ve güvenli bölgelere yönlendirici tabelalar yerleştirilmiştir (Şekil 2).

Tsunami bilgilendirme panoları, genellikle sahil şeridi boyunca ve sahile yakın insan yoğunluğunun olduğu bölgelere belirli mesafelerle yerleştirilmiştir. Bilgilendirme panolarında, Büyükçekmece ilçesi tsunami baskın haritası ile beraber, tahliye yolları da işaretlenmiştir. Ayrıca, vatandaşlarımızın tsunami afeti konusunda bilinçlenmesi için, tsunami öncesi ve sonrasında dikkat edilmesi gereken konular toplamda 31 adet bilgilendirme panosunda gösterilmiştir (Şekil 2).

Olası bir tsunami olayı sırasında baskın alanlarındaki can kayıplarının ve yaralanmaların azaltılmasında başarı ile gerçekleştirilecek tahliye büyük önem

taşımaktadır. Bu sebeple, birçok ölçüt birlikte değerlendirilerek uygun tahliye yolları belirlenmiştir. Tsunami tahliye yollarının seçiminde, tsunami baskın alanlarının belirlenmesi, yolların geometrik özellikleri ve sürekliliği, yolların genişlikleri, yolların hizmet niteliği, etkilenecek bölgenin nüfusu, çevre yapı yoğunluğu, çevre yapı kalitesi, sanat yapılarının durumu, yaya üst geçitleri, zemin yapısı, yollara atanmış diğer görevler ve alternatif yolların belirlenmesi olmak üzere on iki adet ölçüt birlikte ele alınmıştır. Tahliye yollarının bu ölçütler esas alınarak ofis ortamında belirlenmesinin ardından, sahada uzman ekip ile birlikte potansiyel tahliye yollarına nihai olarak karar verilmiştir. Ardından belirlenen rotaların ve konumların resmi kimliğe sahip olması amacıyla hazırlanan “Büyükkçekmece İlçesinde Tsunami Tahliye Yollarının İşaretlenmesi, Tahliye Yollarına Yönlendirici Tabelaların Yerleştirilmesi ve Tsunami Acil Durum Bilgilendirme Panolarının Tesisi Projesi Teklifi” Ulaşım Koordinasyon Müdürlüğü’ne (UKOME) sunulurak 25.03.2021 tarihindeki toplantıda kabul edilmiştir. UKOME kararının ardından 27 adet tahliye yolunun başına yönlendirici “Tahliye Yolu” tabelaları yerleştirilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Büyükkçekmece ilçesi tsunami eylem planı saha uygulamaları
a) Tsunami bilgilendirme panosu **b)** Yönlendirici tahliye yolu tabelası
c) Güvenli bölge tabelası

Herhangi bir tsunami anında vatandaşların güvenli bölgeye ulaştıklarını gösteren “Güvenli Bölge” tabelaları, tsunami risk haritasının analizi sonucunda

belirlenmiştir ve yukarıda bahsedilen tahliye yollarının sonuna toplam 27 adet tabela yerleştirilmiştir (Şekil 2).

SONUÇ VE TARTIŞMALAR

İBB DEZİM ve ODTÜ işbirliği ile tamamlanmış olan Marmara Denizi tsunami risk analizi çalışmalarının ardından ilk olarak Büyükçekmece ilçesinde tsunami eylem planı sahada uygulanmıştır. Bu uygulama ülkemizde tsunami afet riski taşıyan iller için öncü bir çalışma niteliğindedir. Ayrıca, tsunami afeti riski taşıyan diğer illere de örnek teşkil etmesi hedeflenmektedir. Sahaya yerleştirilmiş olan tsunami bilgilendirme panoları, yönlendirici tahliye yolu ve güvenli bölge tabelalarının konumlarına belirli ölçütler göz önünde bulundurularak bütünleşik ve kapsamlı bir analiz ile karar verilmiştir. Tsunami afet riski taşıyan diğer 16 ilçe nezdinde önerilen rotaların ise, 30.09.2021 tarihinde UKOME'den onayı alınmış olup, ilgili ilçelerdeki saha çalışmaları da önümüzdeki yakın gelecekte başlayacaktır.

Büyükçekmece pilot ilçesinde hayata geçirilmiş olan tsunami eylem planı saha uygulamalarının hedeflenen amaca ulaşması, ancak bölgede ikamet eden vatandaşların tsunami afeti konusunda yeterli farkındalığa sahip olması ile mümkündür. Bu kapsamda, Marmara Denizi'nde beklenen deprem/fay veya deprem/heyelan kaynaklı tsunami afeti konusunda eğitimlere ve farkındalık artırma amaçlı çalışmalara başlanmış olup, bu çalışmalar İBB DEZİM tarafından hazırlanmış olan “Tsunamiye İlişkin Soru ve Cevaplar” adlı el broşürleri ile de desteklenmeye devam edilmektedir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, Prof. Dr. Ahmet Cevdet Yalçınar, Prof. Dr. Mehmet Lütfi Süzen, Dr. Öcal Necmioğlu, Doktora adayları Gözde Güney Doğan ve Duygu Tüfekçi Enginar'a tebliğ konularında yürütülen çalışmaların öncesinde ve süresince sağladıkları işbirliği ve destekler için teşekkür ederler.

DEĞİNİLEN BELGELER

ODTÜ (2018) İstanbul İli Marmara Kıyılarında Tsunami Modelleme, Hasar Görebilirlik ve Tehlike Analizi Projesi. İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü, Türkiye.

ODTÜ (2019) İstanbul Tsunami Eylem Planı Projesi. İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü, Türkiye.

MARMARA DENİZİ'NDE DENİZALTI HEYELANI KAYNAKLI TSUNAMİ OLUŞUMU ÜZERİNE DEĞERLENDİRMELER

***ASSESSMENTS ON TSUNAMI GENERATION FROM SUBMARINE LANDSLIDES IN THE SEA OF MARMARA**

Gözde Güney DOĞAN^{1*}, Duygu TÜFEKÇİ ENGİNAR²,
Mehmet Lutfi SÜZEN², Ahmet Cevdet YALÇINER¹

¹ODTÜ İnşaat Mühendisliği Bölümü, Kıyı ve Deniz Mühendisliği Dalı,
Üniversiteler Mahallesi, Dumlupınar Bulvarı, No:1, 06800 Çankaya Ankara

²ODTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kıyı ve Deniz Mühendisliği Dalı,
Üniversiteler Mahallesi, Dumlupınar Bulvarı, No:1, 06800 Çankaya Ankara

*gguneydogan@gmail.com, guneydo@metu.edu.tr, dtufekci@metu.edu.tr
suzen@metu.edu.tr, yalciner@metu.edu.tr

ÖZET: Uzun dönemli dalgalar sınıfında yer alan depreşim dalgaları (tsunamiler), tarih boyunca Türkiye çevresi denizlerde de oluşmuşlardır. Deniz tabanı deformasyonları, çökmeler, oturmalar, zemin kaymaları, heyelanlar, volkanik hareketler, meteor çarpmaları gibi olayların bir ya da birkaçının etkisiyle denizin herhangi bir bölgesinde yerel olarak oluşan depreşim nedeniyle ortaya çıkan dalgalar, Japonca'da tsunami olarak adlandırılmaktadır (Yalçiner ve diğ. 1995). Marmara Denizi'nde potansiyel denizaltı heyelan alanları çeşitli araştırmalarda ele alınmıştır. Marmara Denizi'nde denizaltı heyelanlarına bağlı tsunaminin oluşumu, hareketi ve kıyılardaki etkileri modelleme yardımı ile çeşitli araştırmalarda incelenmiştir. Bu çalışmalarda Marmara Denizi'nde farklı yerlerde, farklı boyutlardaki heyelanların gerçekleşmesi durumları dikkate alınarak farklı tsunami oluşum senaryoları ele alınmıştır. Bu senaryolarda genel olarak Büyükçekmece açıkları, Yenikapı açıkları ve Tuzla açıklarında olmak üzere üç ayrı bölgede denizaltı heyelanlarına bağlı tsunami olayları modellenmiştir. Ancak, olası denizaltı heyelanının yeri ve büyüklüğünü saptayacak ayrıntılı araştırmalara bağlı somut veriler mevcut olmadığından, geçmişte yapılan modelleme çalışmalarında ele alınan olası denizaltı heyelan bölgelerinin tamamını aynı anda gerçekleşen kütle kaymaları dikkate alınmıştır. Sunulan bu çalışmada, Büyükçekmece açıklarındaki olası denizaltı heyelan bölgesinde parçalı heyelan durumları dikkate alınarak incelenmiş ve önceki çalışmalarda düşünülen tek tsunami kaynak senaryosuna alternatif olmak üzere farklı tsunami senaryoları kullanılarak modellemeler ve karşılaştırmalar yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Deprem, denizaltı heyelanı, tsunami, baskın

ABSTRACT: Tsunami waves, which are in the class of long waves, have occurred in the seas around Turkey throughout history. The waves generated by the sea floor deformation, underwater collapses, settlements, ground motions, landslides, volcanic activities and meteor strikes in any part of the sea are called tsunami in Japanese (Yalçiner ve diğ. 1995). Potential submarine landslide areas in the Sea of Marmara have already been pointed out in various studies. Tsunami generation due to submarine landslides in the Sea of Marmara, its propagation and coastal amplifications have been studied by several researchers using numerical modeling. In these studies, three different locations for the possible submarine landslides are selected and tsunami generation, propagation and coastal amplification due to these landslide scenarios are investigated. The selected landslide areas are in i) Büyükçekmece offshore, ii) Yenikapı offshore and iii) Tuzla offshore. However, since the available data on the location, size and mechanism of a possible submarine landslide is limited to the landslide area, the mass movements are considered to occur as the whole movement of each region in the previous studies. In this study, the possible submarine landslide area in Büyükçekmece offshore is examined by dividing the landslide area into segments and numerical modeling of those individual segments are performed. The tsunami simulation results are compared with the whole landslide scenario results and presented with discussions.

Keywords: Earthquake, submarine landslide, tsunami, inundation

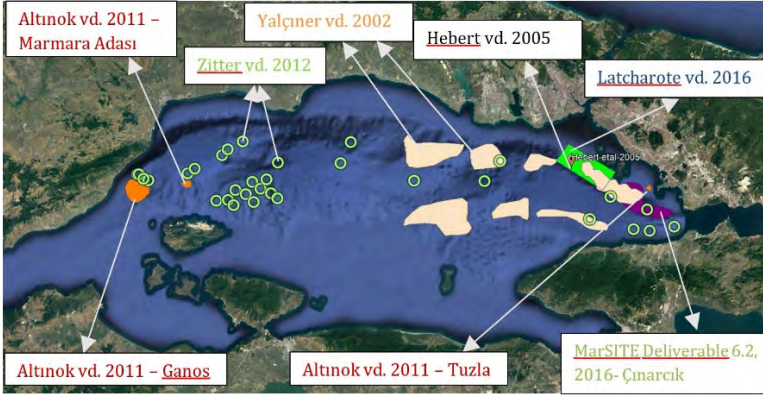
GİRİŞ

Tarihsel belgeler, raporlar, arşivlerdeki bilgiler Marmara Denizi'nde 30'dan fazla tsunami olayını anlatmaktadır. Bu olaylar Altınok ve diğ. (2000)'de özetlenmiş olup ayrıntılı olarak Altınok ve diğ. (2011)'de de verilmiştir. Bu bilgiler, Marmara Denizi tsunami modelleme çalışmalarında denizin morfolojik, jeolojik ve jeofizik özellikleri ile birlikte göz önüne alınıp, değerlendirilmesini gerektirmektedir. Tsunamiler deniz tabanında oluşan deprem ve sismik aktiviteye bağlı düşey deformasyon sebebiyle meydana geldiği gibi, denizaltı heyelanları ve/veya kıyı çökmelerine bağlı olarak da gerçekleşirler. Marmara Denizi tabanında da dik yamaçlarla birlikte farklı çalışmalarla ortaya koyulmuş heyelan izleri ve potansiyel heyelan alanları bulunmaktadır (Altınok ve diğ. 2011; Gazioglu ve diğ. 2005; Gökçeoğlu ve diğ. 2009; Özeren ve diğ. 2010; Yalçiner ve diğ. 2002; Zitter ve diğ. 2012). En büyük heyelan özellikleri gösteren kısımlar Tuzla, Ganos ve Yalova kompleksleridir. Ancak aktif tektonik yapısı ile Marmara Denizi dik yamaçlarında kütle hareketlerinin yaygın olduğu belirtilmektedir (Gazioglu ve diğ. 2005; Zitter ve diğ. 2012). Bazı heyelan alanları ve olası denizaltı heyelanına bağlı tsunami senaryoları sayısal modelleme çalışmalarında ele alınmış ve değerlendirilmiştir (Hebert ve diğ. 2005; Latcharote ve diğ. 2016). Çalışmalar göstermektedir ki orta-büyük ölçekli denizaltı heyelanına (0.6-1.5 km³) bağlı tsunamiler Marmara Denizi ve özellikle İstanbul kıyılarında yüksek tsunami dalgaları oluşturabilmektedir. Hatta 1509 İstanbul tsunamisi gibi bazı tarihsel tsunami olaylarının bilinen tsunami dalga yüksekliklerini oluşturabilmesi

için depremle birlikte bir denizaltı heyelanına bağlı deformasyonun da varlığı ile açıklanabileceği Hebert ve diğ. (2005)'de ortaya konulmuştur.

MARMARA DENİZİ'NDE HEYELAN ALANLARI

Marmara Denizi'nde tortul birimlerin çökme hızının bölgesel değişiklikler gösterdiği iyi bilinmektedir. Bu değer Doğu Marmara'da 1000 yılda 100 cm (Evans ve diğ. 1989), İzmit Körfezinde ise 1000 yılda 70 cm'dir (Ergin ve Yörük 1990). Çağatay ve diğ. (2000) ise, Marmara Denizi'nde 1000 yılda oluşan ortalama çökme hızını şelf bölgelerinde 40 cm, yükselimlerde 10 cm ve çanaklarda 100-200 cm olarak hesaplamıştır. Bölgelere göre bu farklılığın nedeni dik kıta yamaçlarında oluşan denizaltı heyelanlarının çukurlardaki yumuşak çamurlu çökellerin depolanma hızını artırmasıdır (Alpar ve Yaltrak 2000a, b). Özellikle depremler sırasında geometrik olarak Kuzey Anadolu fay zonunun kuzey koluna bağlı ve kıta yamaçlarının morfolojileri ile bütünleşik olan dekolmanlar harekete geçmekte ve kıta yamaçları üzerinde önemli denizaltı heyelanları oluşturmaktadır (Alpar ve Yaltrak 2000a). Bu sualtı heyelanlarının yarattığı dalga hareketleri kıyı alanlarında etkili olmaktadır (Altınok ve diğ. (2000).



Şekil 1. Farklı araştırmalara göre Marmara Denizindeki Heyelan Bölgeleri

Yalçiner ve diğ. (2002) doğu Marmara'da Armutlu ve Yalova açıklarında, Tuzla açıklarında, Büyükçekmece ve Yenikapı açıkları ile İmralı Adası'nın kuzeybatısında olmak üzere yedi farklı potansiyel heyelan alanı bildirmektedir. Zitter ve diğ. (2012) ise tüm Marmara'da temelde Tekirdağ Ganos, orta Marmara ve Çınarcık Tuzla olmak üzere 32 farklı heyelan alanından bahsetmektedir. Farklı araştırmalarda gösterilen denizaltı heyelanlarının yerleri Şekil 1'de verilmektedir. Marmara Denizi'nde farklı bölgelerde bildirilen denizaltı heyelanlarına ait izler bu heyelanlarla ilgili alansal bilgi sağlamaktadır. Ancak heyelanların oluşma mekanizması ve alansal olarak ne kadar büyüklükte bir kısmın nasıl bir zamanlama ile oluştuğu konusunda mevcut bilgi bulunmamaktadır. Bu çalışmada Marmara Denizi'nde seçilen bir denizaltı heyelanı alanı için sismik tsunami kaynakları (fay zonları) için halihazırda

uygulanmakta olan birim kaynak yaklaşımı benimsenmiş ve heyelan alanında olası alternatifler olarak parçalar halinde kütle hareketi ve tsunami benzetimleri gerçekleştirilmiştir.

BÜYÜKÇEKMECE AÇIKLARI DENİZALTI HEYELANI OLASI ALTERNATİFLERİ

Büyükçekmece ilçesi açıklarında var olduğu bilinen denizaltı heyelan alanı Doğu-Batı yönünde yaklaşık 25 km uzunluğunda ve yaklaşık 10 km genişliğinde olup, en kritik tsunami senaryosu olduğu düşünülebilir. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü (İBB DEZİM) ile Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) iş birliğinde “İstanbul İli Marmara Kıyıları Tsunami Modelleme, Hasar Görebilirlik ve Tehlike Analizi Güncelleme Projesi” tamamlanmıştır (ODTÜ 2018). Projede Büyükçekmece açıklarındaki heyelanın Doğu-Batı yönünde yaklaşık 25 km eksen boyunca 10 km genişlikte 15 m kalınlıkta kayması durumu dikkate alınmıştır.

Bu alanda oluşabilecek heyelanın 25 km uzunluğunda bir eksende katastrofik şekilde bir defada gerçekleşmesi yerine, Doğu-Batı doğrultusunda beşer km uzunluğunda daha küçük heyelanlar halinde gerçekleşmesi de olasıdır. Bu alanda oluşabilecek heyelanın 25 km uzunluğunda bir eksende defa da gerçekleşmesi yerine, Doğu-Batı bu durumda oluşacak tsunami hareketinin modelleme yardımı ile incelenmesi ve kıyılarda ne kadar farklı baskın alanı ve dalga yüksekliği oluşturacağının araştırılması önem kazanmıştır. Bu doğrultuda olmak üzere Büyükçekmece açıklarındaki heyelan bölgesinde 5 km uzunluğunda 5 farklı heyelan bölgesi seçilmiş ve bu bölgelerde 15 m kalınlığında katmanın Kuzey-Güney doğrultusunda kayması esas alınarak TWO LAYER ve NAMI DANCE sayısal modelleri ile tsunami benzetimleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar İstanbul’un Bakırköy ve Zeytinburnu ilçeleri kıyılarında oluşacak baskın alanları ve dalga yüksekliklerinin her bir heyelan senaryosu için ayrı ayrı değerlendirilmiş ve sonuçlar karşılaştırılarak tartışılmıştır.

DEĞİNİLEN BELGELER

Alpar, B., Yalıtırak, C. (2000a) Çınarcık çukuru ve çevresinin morfotektoniği, 1. Ulusal Deniz Bilimleri Konferansı, ODTÜ Erdemli Deniz Bilimleri Enstitüsü-TÜBİTAK, 30 Mayıs-2 Haziran 2000, Bildiri Özleri Kitapçığı, ODTÜ- Ankara, s. 58-59.

Alpar, B., Yalıtırak, C. (2000b) Tectonic setting of the Eastern Marmara Sea, Nato Advanced Research Seminar, Integration of Earth Sciences Research on the 1999 Turkish and Greek Earthquakes and Needs for Future Cooperation Research, 14-16 Mayıs 2000, İstanbul Abstracts, pp. 9-10.

Altınok, Y., Yalçiner, A.C., Alpar, B., Ersoy, Ş. (2000) Tarihsel Veriler Işığında Marmara Denizinde Depreşim Dalgaları (Tsunamiler), III.Ulusal Kıyı Mühendisliği Sempozyumu, 5-6-7 Ekim 2000, Çanakkale, Bildiriler Kitabı.

Altınok, Y., Alpar, B., Özer, N., Aykurt, H. (2011) Revision of the tsunami catalogue affecting Turkish coasts and surrounding regions. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 11(2): 273-291.

- Çağatay, M.N., Görür, N., Algan, O., Eastoe, C., Tchapylyga, A., Ongan D., Kuhl, T., Kuşçu, İ. (2000) Late glacial-Holocene palaeoceanography of the Sea of Marmara: timing of connections with the Mediterranean and Black Seas. *Marine Geology* 167: 191-206.
- Ergin, M., Yörük, R. (1990) Distribution and texture of the bottom sediments in a semi-enclosed coastal inlet, the Izmit Bay from the Eastern Sea of Marmara (Turkey). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 30(6): 647-654.
- Evans, G., Erten, H., Alavi, S.N., Von Guntel, H.R., Ergin, M. (1989) Superficial deep-water sediments of the eastern Marmara Basin. *GeoMarine Letters* 9: 27-36.
- Gazioğlu, C., Yücel, Z. Y., Doğan, E. (2005) Morphological features of major submarine landslides of Marmara Sea using multibeam data. *Journal of Coastal Research* 21(4): 664-673.
- Gökçeoğlu, C., Tunusluoğlu, M. C., Gorum, T., Tur, H., Gokasan, E., Tekkeli, A. B., Batuk, F., Alp, H. (2009) Description of dynamics of the Tuzla Landslide and its implications for further landslides in the northern slope and shelf of the Cınarcık Basin (Marmara Sea, Turkey). *Engineering geology* 106(3-4): 133-153.
- Hebert, H., Schindele, F., Altinok, Y., Alpar, B., Gazioglu, C. (2005) Tsunami hazard in the Marmara Sea (Turkey): A numerical approach to discuss active faulting and impact on the Istanbul coastal areas. *Marine Geology* 215: 23-43.
- Latcharote, P., Suppasri, A., Imamura, F., Aytore, B., Yalciner, A.C. (2016) Possible worst-case tsunami scenarios around the Marmara Sea from combined earthquake and landslide sources. *Pure and Appl Geophys* 173: 3823-3846 Springer International Publishing, doi: 10.1007/s00024-016-1411-z.
- ODTÜ (2018) İstanbul İli Marmara Kıyılarında Tsunami Modelleme, Hasar Görebilirlik ve Tehlike Analizi Projesi. İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü, Türkiye.
- Özeren, M.S., Çağatay, M.N., Postacioğlu, N., Şengör, A.C., Görür, N., Eriş, K. (2010) Mathematical modelling of a potential tsunami associated with a late glacial submarine landslide in the Sea of Marmara. *Geo-Marine Letters* 30(5): 523-539.
- Yalçiner, A.C., Alpar, B., Altinok, Y., Ozbay, I., Imamura, F. (2002) Tsunamis in the Sea of Marmara: Historical Documents for the Past, Models for Future. *Special Issue of Marine Geology* V, 190(2002): 445-463
- Yalçiner, A.C., Kuran, U., Akyarlı, A., Imamura F. (1995) An Investigation on the Generation and Propagation of Tsunamis in the Aegean sea by Mathematical Modeling. In: Tsunami: Progress in Prediction, Disaster Prevention and Warning, (eds., Tsuchiya, Y., Shuto, N.) in the book series of Advances in Natural and Technological Hazards Research by Kluwer Academic Publishers, pp. 55-71.
- Zitter, T.A.C., Grall, C., Henry, P., Özeren, M.S., Çağatay, M.N., Şengör, A.M.C., Gasperini, L., Mercier de Lépinay, B., Géli, L. (2012) Distribution, morphology and triggers of submarine mass wasting in the Sea of Marmara. *Marine Geology* 329-331(2012): 58-74.

JAPONYA'DA TSUNAMİ AFETİNE KARŞI HASAR AZALTMA VE HAZIRLIK ÇALIŞMALARINA BAKIŞ VE MARMARA İÇİN ÖNERİLER

OVERVIEW OF DAMAGE REDUCTION AND PREPARATION AGAINST TSUNAMI IN JAPAN AND RECOMMENDATIONS FOR MARMARA

Ceren ÖZER SÖZDİNLER

Gebze Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Çayırova Kampüsü,
41400 Gebze, Kocaeli
ceren.ozersozdinler@gtu.edu.tr

ÖZET: Japonya tarih boyunca pek çok doğal afete maruz kalmış, büyük can ve mal kayıpları yaşamıştır. Tektonik yapısı gereği büyük tsunamiler oluşturabilecek depremlerin meydana geldiği bir coğrafyada bulunan Japonya'da 2011 Tohoku Tsunamisi ve ardından meydana gelen nükleer felaket, büyük ölçekli tsunami tehlike değerlendirmesini ve bir sonraki büyük depremler için afete hazırlık faaliyetlerini kaçınılmaz olarak hızlandırmıştır. Son yıllarda yapılan kapsamlı sismik araştırmalar, Japonya açıklarındaki Nankai Çukurunda Japonya'nın kıyı bölgelerinde geniş çaplı bir tsunami felaketine neden olabilecek büyük bir depremin olma olasılığının yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda Japonya'da pek çok kıyı şehrinde afete hazırlık ve dayanıklılık faaliyetleri çerçevesinde Nankai Çukuru depreminin en kötü durum senaryosuna göre tsunami tehlike değerlendirmesi çalışmaları yürütülmekte; aynı zamanda kıyı koruma yapıları ve tahliye merkezleri inşa edilmektedir. Bu çalışma Japonya'da yürütülen benzer hasar azaltma, tehlike değerlendirme ve afete hazırlık çalışmalarına genel bir bakış sunmaktadır. Türkiye'de ise Marmara Denizi, tarihte büyüklüğü 7.0'dan büyük birçok depremin yaşandığı sismik olarak aktif bir bölgede yer almaktadır. Marmara Bölgesinde yapılan paleotsunami çalışmaları, tarihsel kayıtlar ve sayısal modelleme sonuçları, kıyıların geçmişte tehlikeli tsunamilerden ciddi şekilde etkilendiğini ortaya koymaktadır. Nüfusun ve ekonomik faaliyetlerin yoğun olduğu Marmara Bölgesindeki bu tehlike nedeniyle, tsunami afetine karşı hasar azaltma ve hazırlık çalışmaları kapsamlı şekilde yürütülmeli; halkı bilinçlendirme çalışmaları ve tatbikatlar zaman kaybetmeden yerine getirilmelidir. Bu çalışmada Japonya'daki benzer çalışmalardan yola çıkarak Marmara Bölgesi için de tsunamiye hazırlık faaliyetleri için öneriler sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Tsunami, Japonya, afete hazırlık, Marmara

ABSTRACT: Throughout history, Japan has been exposed to many natural disasters and experienced great loss of life and property. The 2011 Great Tohoku

Tsunami and the subsequent nuclear disaster in Japan, located in a seismically active geography where megathrust tsunamigenic earthquakes occur more frequently, inevitably accelerate the large-scale tsunami hazard assessment and disaster preparedness activities for the next major earthquakes. Recent seismic studies have revealed that there is a high probability of having a major earthquake in the Nankai Trough off the coast of Japan, which could cause a large-scale tsunami disaster in the coastal areas of Japan. In this context, within the framework of disaster preparedness and resilience activities in many coastal cities of Japan, tsunami hazard assessment studies as well as construction of coastal defense structures and vertical evacuation places are carried out according to the worst-case scenario of the Nankai Trough earthquake. This study provides an overview of such tsunami hazard assessment, mitigation and disaster preparedness studies conducted in Japan. In Turkey, on the other hand, the Sea of Marmara is located in a seismically active region where many earthquakes with magnitudes greater than 7.0 have occurred in history. The paleotsunami studies, historical records and numerical modeling results in the Marmara Region reveal that its coasts have been severely affected by dangerous tsunamis in the past. Due to this reality in the Marmara Region, with great population and large-scale economic activities, damage reduction and preparation studies as well as activities for raising public awareness should be carried out in a comprehensive manner against the tsunami disaster without losing time. Referring to similar studies in Japan, suggestions are offered for tsunami hazard assessment and disaster preparedness activities for the Marmara Region.

Keywords: Tsunami, Japan, disaster preparedness, Marmara

GİRİŞ

2011 Mega Tohoku Tsunamisi nedeniyle yaşanan büyük can ve mal kaybı ve daha da kötüsü Fukushima nükleer felaketinden çıkartılan dersler neticesinde Japonya’da tsunami tehlikesi belirleme, hasar azaltma ve afete hazırlık çalışmaları daha da kapsamlı olarak yürütülmeye başlanmıştır. Japonya Hükümeti Kabine Ofisi Afet Yönetim Bürosunun yayınladığı kapsamlı rapora göre, Japonya’nın açıklarındaki Nankai Çukurunda önümüzdeki 30 yıl içinde M9.0 büyüklüğünde bir deprem meydana gelme olasılığının %70’in üzerinde olduğu bildirilmiştir (Japonya Kabine Ofisi, 2012). Beklenen büyük Nankai depremine karşı dirençli kıyı bölgeleri oluşturulması çalışmaları çerçevesinde en kötü durum senaryosu göz önüne alınarak kıyı bölgelerinde tsunami tehlikesi belirleme çalışmaları, yüksek çözünürlüklü tsunami baskın haritaları hazırlanması, tahliye tatbikatları yapılması gibi afet programları uygulanmaktadır. Aynı zamanda pek çok kıyı koruma yapısı ve dikey tahliye kuleleri inşa edilmekte; yeni teknolojilerin entegre edildiği afete karşı halkı bilinçlendirme programları yürütülmektedir. Aşağıdaki bölümde çeşitli kıyı kentlerinde uygulanan tsunamiden korunma önlemleri için örnekler verilmektedir.

Sismik olarak aktif bir coğrafyada yer alan ülkemizde de tarih boyunca pek çok büyük tsunami meydana gelmiş; paleotsunami çalışmaları, tarihsel kayıtlar ve sayısal modelleme sonuçlarının da gösterdiği üzere büyük can ve mal kayıpları yaşanmıştır. Yapılan jeolojik çalışmalar devasa tsunamiler oluşturma potansiyeli yüksek denizaltı heyelan bölgelerinin olduğunu da kanıtlamaktadır.

JAPONYA'DA TSUNAMI AFETİNE KARŞI HAZIRLIK ÇALIŞMALARINA ÖRNEKLER

Çalışmalara örnek olarak Şikoku adası Takamatsu şehrinde yürütülen tsunami afetine karşı dirençli kıyı bölgeleri oluşturma çalışmasından örnekler sunulmakta; yüksek çözünürlüklü tsunami baskın haritalarının hazırlanma çalışmaları anlatılmaktadır. Aynı zamanda tsunami tehlikesine karşı halkı bilinçlendirme ve farkındalığın artırılması çalışmalarından da örnekler verilmektedir.

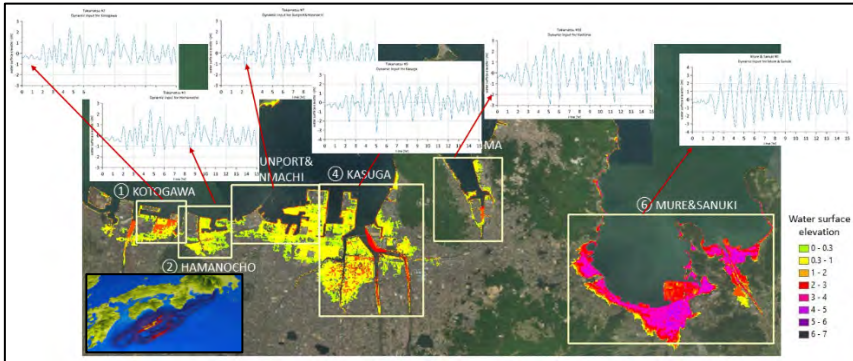
Japonya'da yürütülen afete hazırlık çalışmaları yapısal ve yapısal olmayan yöntemler şeklinde büyük bir hızla ve kapsamlı olarak uygulanmaktadır. Tsunamilere karşı yapısal önlemlerin ne şekilde uygulanacağı kıyı bölgesinde yapılan tsunami tehlike değerlendirme, bölge halkının gereksinim ve talepleri sonucu karar verilmektedir. Yapılan analizler sonucu uygulanan çeşitli örnekler Şekil 1'de gösterilmektedir. Örneğin Şikoku adasının güneyinde yer alması, böylelikle Nankai Çukuru Depremi sonunda oluşabilecek tsunami kaynağına yakınlığı ve dolayısıyla tsunami dalga varış zamanının kısa olması sebebiyle Kochi şehrinde yatay tahliye oldukça zor olacaktır. Bu nedenle dikey tahliye yöntemine başvurulmuş, şehrin çeşitli bölgelerine dikey tsunami tahliye kuleleri inşa edilmiştir. Şekil 1'de gösterilen kule 14.5m yükseklik ve 361 kişi kapasitesi ile en yüksek 16m tsunami dalga yüksekliğine karşı inşa edilmiştir. Şekil 1'de gösterilen diğer bir örnek Tohoku Bölgesinde yer alan Yamada şehriden dik ve yüksek kıyı duvarları olarak karşımıza çıkmaktadır. Yamada şehri ağırlıklı olarak balıkçılıkla geçinen ve kıyı alanlarının yerleşim ve rekreasyon amaçlı kullanılmadığı bir bölge olduğundan burada yüksek kıyı duvarlarının inşa edilmesi ve duvarların arka tarafında yükseltilmiş kara yolu ve yerleşim alanlarının yer alması en uygun seçenek olarak belirlenmiştir. Şekil 1'de Yamada şehrinde 2011 tsunamisinden önce inşa edilmiş kıyı duvarı da verilmektedir. Karşılaştırma yaptığımızda geçmiş dönemde yapılan kıyı duvarının tasarımında 2011 tsunamisine kıyasla çok daha düşük seviyede dalga yüksekliklerinin esas alındığı görülmektedir. Bu durum, 2011 tsunamisinin bölgede aslında beklenenin çok üzerinde bir büyüklükte depremin meydana geldiğini bu sebeple de Tohoku bölgesinde büyük çaplı bir tsunami felaketi yaşandığı gerçeğini de ortaya koymaktadır.

Tsunami afetine karşı yürütülen bir başka örnek de Kagawa Eyaleti Takamatsu şehrinde yapılan tsunami tehlike değerlendirme, hasar azaltma ve farkındalığı artırma çalışmalarıdır. Bu çalışmada Nankai Çukuru en kötü durum senaryosu (M9.1 büyüklüğünde deprem) kullanılarak tsunami sayısal modellemeleri 2 ve 3 boyutlu olarak uygulanmış; yüksek çözünürlüklü tsunami baskın haritaları ve animasyonlar hazırlanarak bölge halkının farkındalığını

artırma programları düzenlenmiştir (Şekil 2). Tsunami baskın haritalarının hazırlanmasında Takamatsu şehri 6 alt bölgeye bölünmüştür ve her bir bölgede yüksek çözünürlüklü DSM verisi, batimetrik ölçümler, kıyı ve nehir kıyı çizgileri ve aynı zamanda en yüksek gelgit seviyeleri kullanılarak 2m grid aralığında haritalar oluşturulmuştur. Yapılan tsunami analizlerine göre en büyük dalga yükseklikleri Mure-Sanuki Bölgesinde 5.9m olarak hesaplanmıştır ve dalgalar kıyından 1.2km kadar içeriye sokulmaktadır. İlk dalga kıyılara depremden 8 dakika sonra ulaşmasına rağmen esas olarak etkili olacak en yüksek dalgaların varışı depremden 4.5 saat sonra meydana gelmektedir. Tüm Takamatsu kıyılarında tsunami dalga etkisi ve su baskını depremde sonra 15 saat boyunca görülebilecektir. Bu yüzden bölge halkının bu konuda bilinçlendirilmesi ve dalga etkisi geçene kadar tahliye olduğu bölgelerden ayrılması gerektiği önemle belirtilmelidir.



Şekil 1. Japonya'nın çeşitli kıyı kentlerinde tsunami hasarı azaltma çalışmaları çerçevesinde inşa edilen yapılar: Kochi kentindeki tsunami tahliye kulesi ve Yamada kentindeki kıyı duvarları



Şekil 2. Takamatsu kentinde belirlenen alt bölgelerde dinamik tsunami kaynağı analizleri yapılarak hazırlanan tsunami su baskını haritaları

Yapısal önlemlerin yanı sıra Japonya genelinde afete hazırlık eğitimleri her yıl düzenli olarak çeşitli yaş ve meslek gruplarına uygulanmaktadır. Şekil 3'te 2019 yılında Takamatsu şehrinde düzenlenen afete hazırlık eğitim programından fotoğraflar gösterilmektedir. Bu eğitimler kapsamında katılımcıların afet anında, tahliye sırasında ve daha sonra tahliye merkezlerinde yaşayabileceği olaylar tatbik edilmektedir. Örneğin bir afet olması durumunda televizyondan yayınlanacak haberlerdeki terimlerin öğretilmesi, tahliye merkezlerinde verilecek su ve yiyeceklerin tanıtımı, tahliye merkezinde karton kutulardan yatak yapılması gibi aktiviteler yürütülmektedir. Yangın çıkması durumunda itfaiye araçlarının ne şekilde müdahale edeceği ve ambulans için telefonda nasıl arama yapıldığı da katılımcılara tatbik ettirilerek afet anında kaygılarının minimum seviyeye inmesi amaçlanmaktadır. Belediyeler tarafından organize edilen afete hazırlık eğitimleri yanı sıra tüm okullarda ve üniversitelerde düzenli olarak deprem tatbikatları yapılmaktadır. Burada amaç, deprem gerçeğiyle yaşayan ve çok sık olarak büyük depremler tecrübe eden Japonya'da küçük yaştan itibaren insanların bu afetten korkmadan doğru şekilde davranmasını öğretmek ve düzenli tatbikatlarla da bu alışkanlığı edinmesini sağlamaktır.



Şekil 3. Takamatsu Afete Hazırlık Eğitimi kapsamında çeşitli aktiviteler (2019)

Marmara Denizi'ndeki son sismik çalışmalar, yakın gelecekte büyüklüğü 7.0'dan fazla bir deprem olma olasılığının yüksek olduğunu göstermiştir (Bulut vd., 2019; Ergintav vd., 2014). Tarihi tsunami kayıtları üzerinde yapılan araştırmalar, Marmara bölgesinin M.Ö. 330 ile 1999 yılları arasında 35 tsunami olayı yaşadığını ortaya koymaktadır (Yalçiner vd., 2002; Altınok vd., 2011). Bu gerçek göz önüne alınarak nüfusun ve sanayi faaliyetlerinin çok yüksek olduğu Marmara Bölgesinde tsunami tehlike değerlendirmesi ve hasar azaltma çalışmaları pek çok ulusal ve uluslararası projede incelenmekte; tsunami tehlike değerlendirmesi çalışmaları 2 ve 3 boyutlu sayısal modellemeler ile

yürütülmektedir. Eş güdümlü olarak afete hazırlık eğitimleri de hız kazanmalı, tatbiki tatbikatları düzenli olarak uygulanmalıdır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Tsunami afetine hazırlık ve hasar azaltma çalışmaları konusunda dünyada en başarılı ülkelerden biri olan Japonya bu ününü geçmişte yaşanan yıkıcı olaylardan ders çıkararak hızlı ve istikrarlı şekilde yönetmelikleri uygulamaya koymasına borçludur. Tsunamiler elbette yıkıcı etkileri, yol açtıkları can ve mal kayıpları nedeniyle korkutucu olaylardır. Fakat bu afete karşı etkili şekilde hazırlıklı olmak, tehlike tahmin çalışmaları, sayısal modellemeler, düzenli tatbikatlar ve eğitimler ile mümkündür. Tarih boyunca pek çok hasar verici tsunamiye maruz kalmış ülkemiz kıyılarında, özellikle de yoğun nüfus ve ekonomik faaliyetler nedeniyle Marmara Bölgesinde tsunami afetine karşı dirençli olabilmek için gereken çalışmaların istikrarla yürütülmesi büyük önem arz etmektedir.

TEŞEKKÜR

Yazar, Prof. Dr. Taro Arikawa ve öğrencileri, Prof. Dr. Yoshiyuki Kaneda, Prof. Dr. Kazuhito Fujisawa ve Sanae Zanaty'ye tebliğ konularında yürütülen çalışmalar ve saha gezileri süresince sağladıkları işbirliği ve destekler için teşekkür ederler. Yazar ayrıca, Takamatsu Şehri İdari Ofisi, Kagawa Eyaleti ve Japonya Jeo-Uzaysal Bilgi Kurumu'na tsunami modellemeleri süresince veri sağlama konusundaki yardımları için teşekkür eder. Marmara Denizindeki çalışmalar için katkılarından dolayı yazar Prof. Dr. Ahmet Cevdet Yalçın, Bora Yalçın ve Hafize Basak Bayraktar'a da teşekkürlerini sunar.

DEĞİNİLEN BELGELER

Altınok, Y., Alpar, B., Özer, N., Aykurt, H. (2011) Revision of the tsunami catalogue affecting Turkish coasts and surrounding regions. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 11(2): 273-291.

Bulut, F., Aktuğ, B., Yaltırak, C., Doğru, A., Özener, H. (2019) Magnitudes of future large earthquakes near Istanbul quantified 15 from 1500 years of historical earthquakes, present-day microseismicity and GPS slip rates. *Tectonophysics* 764: 77-87.

Ergintav, S., Reilinger, R.E., Çakmak, R., Floyd, M., Çakır, Z., Dogan, U., King, R.W., McClusky, S., Özener, H. (2014) Istanbul's earthquake hot spots: Geodetic constraints on strain accumulation along faults in the Marmara seismic gap. *Geophys. 20 Res. Lett.*, 41, doi:10.1002/2014GL060985.

Japonya Kabine Ofisi (2012) Nankai Çukuru Büyük Deprem Modeli Toplantısının ikinci raporu, Japonya'da Afet Yönetimi, 29 Ağustos 2012 (Japonca), http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/model/pdf/20120829_2nd_report01.pdf

Yalçın, A.C., Alpar, B., Altınok, Y., Özbay, İ., Imamura, F. (2002) Tsunamis in the Sea of Marmara: Historical documents for the past, models for the future. *Marine Geology* 190(1-2): 445-463.

YARININ ŞEHİRLERİ PROJESİ'NDEN KAZANIMLAR VE MARMARA BÖLGESİ'NDE BÜTÜNCÜL RİSK ANALİZLERİNİN ÖNEMİ

LESSONS FROM TOMORROW'S CITIES PROJECT AND THE IMPORTANCE OF HOLISTIC RISK ANALYSIS APPROACHES IN MARMARA REGION

Emin Yahya MENTEŞE^{1*}, Eser ÇAKTI¹, Sibel KALAYCIOĞLU²,
Kezban ÇELİK³, Ufuk HANCILAR¹, Karin ŞEŞETİYAN¹,
Merve ÇAĞLAR¹, Esra DEMİRKOL COLOSIO⁴,
Hakan SÜLEYMAN¹, Mehmet KALAYCIOĞLU²

¹ Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü;
Çengelköy, Üsküdar/İstanbul

² Ortadoğu Teknik Üniversitesi; Sosyoloji Bölümü; Ankara

³ TED Üniversitesi; Sosyoloji Bölümü, Ankara

⁴ Çankırı Karatekin Üniversitesi; Sosyoloji Bölümü; Çankırı

*emin.mentese@boun.edu.tr, eser.cakti@boun.edu.tr;
sibel.kalaycioglu@metu.edu.tr, kezban.celik@tedu.edu.tr,
ufuk.hancilar@boun.edu.tr, karin.sesetyan@boun.edu.tr,
merve.caglar@boun.edu.tr; esradc@karaktekin.edu.tr;
hakan.suleyman@boun.edu.tr; mehmeal@metu.edu.tr

ÖZET: Yarının Şehirleri Projesi, Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine yönelik geliştirilen, UK Research and Innovation (UKRI) – Global Challenges Research Fund (GCRF) tarafından desteklenen; uluslar ve disiplinler arası bir araştırma projesidir. Projenin ana amacı, kentlerin, maruz oldukları çoklu tehlikeleri göz önünde bulunduran ve kentli yoksulları önceleyen; bilgi temelli planlama ve karar verme mekanizmalarına geçişi kolaylaştırmak ve geleceğin şehirlerinin daha dayanıklı olmasını sağlamaktır. Bu proje kapsamında benimsenin ortaklaşa üretim, disiplinler-arası eşgüdüm, riskleri anlamak için ihtiyaç duyulan bütüncül yöntemler ve etkin risk iletişimi dayanıklı kentlerin planlanmasında büyük öneme sahiptir. Söz konusu yaklaşım Marmara Bölgesi için de kullanışlı bir fırsat sunmaktadır. Marmara Bölgesi başta deprem olmak üzere iklim değişikliği, göç, kirlilik, su baskınları gibi birçok tehlike ile baş etmek zorundadır ve bu tehlikelerle mücadele edebilmek için hem fiziki, hem sosyal hem de idari bütüncül yaklaşımların geliştirilmesi bölgenin geleceği için kritik önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Deprem, afet, Marmara, risk, İstanbul, planlama

ABSTRACT: Tomorrow's Cities Project, addressing the United Nations' Sustainable Development Goals is supported by UK Research and Innovation

(UKRI) – Global Challenges Research Fund (GCRF) which is an international and interdisciplinary research project. The main aim of the project is to prioritize the urban poor, considering the multiple hazards that cities are exposed to; It facilitates the transition to knowledge-based planning and decision-making mechanisms and ensures that the cities of the future are more resilient. The collaborative production, interdisciplinary coordination, holistic methods needed to understand risks and effective risk communication adopted within the scope of this project are of great importance in planning resilient cities. This approach also offers a useful opportunity for the Marmara Region where multi-hazards such as climate change, migration, pollution, floods, especially earthquakes threaten the communities, and it is of great importance for the region to develop physical, social and administrative holistic approaches to response these hazards for a resilient and sustainable future.

Keywords: Earthquake, disaster, Marmara, risk, Istanbul, planning

GİRİŞ

Birleşmiş Milletler'in tahminlerine göre dünya nüfusunun yaklaşık %70'i 2050 yılı itibariyle kentlerde yaşayacaktır (BM 2018). Kentlerdeki nüfus artışının büyük bölümü ise az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerde meydana gelecektir (BM 2019). Mevcut doğal tehlikelere ek olarak iklim değişikliği etkisi ve artan nüfus giderek genişleyen kentsel alanların sürdürülebilirliği ve dayanıklılığı için dikkate alınması gereken en temel parametrelerdir. Bu tehlikelerin birbiriyle etkileşim içinde olması, sosyo-ekonomik yapıdaki kırılmalıklar, göçler ve politik krizler ise doğal tehlikelerin etkisini yönetilemez boyutlara taşımaktadır.

Bu arka plandan yola çıkarak Yarının Şehirleri Projesi ile kentlerin maruz oldukları çoklu tehlikeleri göz önünde bulunduran ve kentli yoksulları önceleyen; bilgi temelli planlama ve karar verme mekanizmalarına geçişi kolaylaştıracak araçların geliştirilmesi hedeflenmekte; buna yönelik çoklu tehlike temelli risk analizleri yürütülmektedir. Bu yaklaşımın uygulanmasında, farklı disiplinlerden uzman ve araştırmacılar ile akademi, kamu sektörü, özel sektör, sivil toplum kuruluşları ve medya gibi farklı paydaşların bir arada çalışması ve ortak üretim içinde bulunarak riskin azaltılmasına yönelik eylem ve stratejileri ortaklaşa kararlaştırmaları bütüncül ve sürdürülebilir çözümlerin uygulanması için temel gerekliliklerdir.

Marmara Bölgesi de başta deprem olmak üzere, su baskınları, meteorolojik tehlikeler, heyelanlar, kirlilik, iklim değişikliği gibi kimi zaman birbiriyle ilişkili, kimi zaman birbirinden bağımsız birçok tehlikeye maruz bir bölge olarak benzer yaklaşımların hayata geçirilmesinin önemli rol oynadığı bir bölgedir. Marmara Bölgesi'ni kritik kılan en önemli unsur ise bölgenin ekonomik olarak Türkiye'nin kalbi niteliğinde olmasıdır. İstatistiklere göre Türkiye'de üretilen GSYH'nın yaklaşık yarısını oluşturmaktadır (MBB 2021). Dolayısıyla bölgenin çoklu tehlikeler karşısındaki dayanıklılığı yalnızca burada yaşayanlar için değil tüm Türkiye için büyük önem taşımaktadır. Bu arka plandan hareketle;

Marmara Bölgesi'ndeki riskin çok boyutlu yapısının anlaşılması amacıyla, bölgedeki deprem kaynaklı riskin fiziki, sosyal ve idari boyutlarının araştırılmasına yönelik üç proje TÜBİTAK destekli olarak başlatılmıştır. Eşgüdümlü yürütülen bu projeler Marmara Bölgesi'ndeki olası bir depremin bölgede oluşturacağı etkiyi bütüncül olarak anlaşılmasını sağlayacaktır.

YARININ ŞEHİRLERİ PROJESİ

Yarının Şehirleri Projesi Birleşik Krallık başta olmak üzere birçok farklı kurumdan araştırmacının bir araya geldiği uluslararası bir projedir. Projenin temel amacı geleceğin şehirlerinin daha dayanıklı ve sürdürülebilir olmasıdır. Bugünün risklerini anlarken, geleceğe dönük planlama kararlarının riski nasıl değiştireceğinin anlaşılması projedeki ana hedeflerden biridir. Proje kapsamında İstanbul'un da aralarında bulunduğu farklı nüfus yapısı ve kalkınma seviyesine sahip dört şehirde (İstanbul, Quito, Kathmandu, Nairobi) araştırmalar yürütülmektedir (Galasso ve diğ. 2021).

Araştırmada İstanbul için deprem, heyelan, yangın, gibi tehlikelerin tekil ve etkileşimli olarak gerçekleşmelerine yönelik mühendislik analizleri, sosyal araştırmalar ve afet risk iletişim çalışmaları yer almaktadır. Bu sayede afetlerin fiziki ve sosyal boyutlarının bütünlük olarak anlaşılması ve elde edilen araştırma sonuçlarının etkin ve katılımcı yöntemlerle paylaşılması ile kentsel dayanıklılığın artırılmasına yönelik faaliyetlere yön verilmesi amaçlanmaktadır (Çaktı ve diğ. 2020).

Bu kapsamda projenin pilot sahaları olan Fikirtepe Mahallesi'nde toplumsal yapı araştırmaları ve ulaşım dayanıklılığı analizlerine ek olarak Büyüçekmece ilçesine dair heyelan ve yangın tehlikesi araştırmaları ile bu tehlikelerin deprem tehlikesi ile olan olası etkileşimi analiz edilmiş, son dönemde yönetmeliklerdeki yönergeler doğrultusunda sıklıkla uygulaması yapıla tünel kalıp binaların deprem davranışlarının analiz edilmesi ve İstanbul geneline dair üç boyutlu zemin modelleme çalışmaları devam etmektedir. Ek olarak bu çalışmaların ve İstanbul genelinde afet risk bilgisine erişimin etkin hale getirilerek afet risk iletişiminin geliştirilmesine yönelik çalışmalar sürmektedir.

Projeden edinilmiş olan kazanımların başında tehlikelerin birbirleriyle etkileşimlerinin sonuçlar üzerinde belirleyici olduğunun görülmesi ve riskin ancak çok disiplinli ve çok paydaşlı bir yaklaşımla azaltılabileceği gelmektedir. Bu sürecin etkin işleyebilmesi konuyla ilgili tüm tarafların ortak bir çalışma anlayışıyla hareket etmesini ve riskin belirlenmesinden karar alma anına kadar tüm aşamalarda eşgüdüm içinde hareket etmesini gerektirmektedir. Elde edilen bilgilerin ve araştırma sonuçlarının ise tüm kesimlere özgün mesajlarla iletilmesi, anlaşılmasının sağlanması büyük önem taşımaktadır.

MARMARA BÖLGESİ GENELİNDE BÜTÜNCÜL AFET RİSK ARAŞTIRMALARI

Marmara Bölgesi gerek maruz olduğu tehlikeler gerekse sosyo-ekonomik kapasitesiyle Türkiye'nin her anlamda en kritik bölgesidir. Dolayısıyla bölge genelindeki risklerin anlaşılması ve azaltılması ulusal ölçekte öneme

sahiptir. Marmara Bölgesi'nde bilinen en kritik tehlikelerin başında ise olası bir Marmara Depremi gelmektedir. Bilimsel araştırmalar söz konusu depremin önümüzdeki 50 yıl içinde olma olasılığının çok yüksek olduğunu (Parsons ve diğ., 2004); söz konusu depremin gerçekleşmesi durumunda ise büyük ölçekli kayıpların yaşanabileceğini (KRDAE ve İBB 2019) göstermektedir. Olası kayıp tahmin çalışmaları, ölçeği ve önemi dolayısıyla sıklıkla İstanbul'a odaklanmıştır. Ancak İstanbul'un geldiği konum yalnızca il sınırları değil, tüm bölgeyle yakından ilişkilidir ve Marmara Depreminin sonuçları en fazla İstanbul'da hissedilecek olsa da komşu kentlerde yıkımlar yaşanması kaçınılmazdır. Bu durum Marmara Depremi'nin artık bölgesel bir perspektif ve Yarının Şehirleri Projesi'ndeki yaklaşıma paralel olarak çok disiplinli bir yapıda ele alınmasını zorunlu kılmaktadır. Bu doğrultuda TÜBİTAK tarafından gerçekleştirilen “Deprem Araştırmaları” çağrısı bünyesinde, “İstanbul İlinde Gözlemlenebilecek Yer Hareketi Şiddet Parametrelerinin Üç Boyutlu Fizik Tabanlı ve Stokastik Simülasyon Yöntemleri Kullanılarak Belirlenmesi, Bölgeye Özel Yer Hareketi Tahmin ve Mekânsal Korelasyon Modellerinin Oluşturulması”; “Marmara Bölgesi'nde (İstanbul, Tekirdağ, Kocaeli, Sakarya, Yalova) Depremler Karşısında Sosyal Kırılganlık Analizi ve Sosyal Kırılganlık Ölçeği Geliştirilmesi Projesi” ve “Marmara Bölgesi'nde Yenilikçi Veri Üretim Modelleri ile Nicel ve Nitel Deprem Risk Analizlerine Dayalı Kentsel Dayanıklılık Stratejilerinin Geliştirilmesi” projeleri (TÜBİTAK 2021) eşgüdüm içinde yürütülerek, Marmara Bölgesi için bir ilk niteliğinde bütüncül risk analizleri gerçekleştirilmiş olacaktır.

DEĞİNİLEN BELGELER

BM (2018) Birleşmiş Milletler, 2018 Revision of World Urbanization Prospects.

BM (2019) Birleşmiş Milletler, Revision of World Population Prospects.

Çaktı, E., Rossetto, T., Hope, M., Kalaycıoğlu, S., Stewart, I., Mentşe, E.Y. (2020) Yarının Şehirleri-Kentlerde Çoklu Afet Riskleri, 2. Uluslararası Afet ve Dirençlilik Kongresi.

Galasso, C., McCloskey, J., Pelling, M., Hope, M., Bean, C.J., Cremen, G., Guragain, R., Hancilar, U., Menoscal J., Mwang'a K., Phillips J., Rush, D., Sinclair, H. (2021) Editorial. Risk-based, pro-poor urban design and planning for tomorrow's cities. *International Journal of Disaster Risk Reduction* doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102158>

KRDAE ve İBB (2019) İstanbul İli Geneline Olası Deprem Kayıp Tahminlerinin Güncellenmesi.

MBB (2021) Marmara Belediyeler Birliği, Marmara Bölgesi. Mevcut adres: <https://maruf19.marmaraurbanforum.org/marmara-bolgesi> (erişim tarihi: 03.12.2021)

Parsons, T. (2004) Recalculated probability of $M \geq 7$ earthquakes beneath the Sea of Marmara, Turkey. *Journal of Geophysical Research* 109, doi: 10.1029/2003JB002667.

TÜBİTAK (2021) 1001 - Deprem Araştırmaları Özel Çağrısı Kapsamında Desteklenen Projeler. Mevcut adres: <https://bit.ly/3rlaCYJ> (erişim tarihi: 03.12.2021)

KÜÇÜKÇEKMECE GÖLÜ KIYI KENAR ÇİZGİSİNİN SON 4500 YILLIK DEĞİŞİMİ

THE LAST 4500 YEARS CHANGE IN KÜÇÜKÇEKMECE LAKE COASTAL SIDE LINE

Haldun AYDINGÜN, Şengül AYDINGÜN^{1*}, Topçu Ahmet ERTEK²,
Hakan KAYA³

¹Kocaeli Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Arkeoloji Bölümü

²İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Fiziki Coğrafya
Anabilim Dalı

³Beylikdüzü Belediyesi

haldunaydingun@hotmail.com, *sengulaydingun@kocaeli.edu.tr,
taertek@istanbul.edu.tr, drhakankaya69@gmail.com

ÖZET: İstanbul'un batısındaki lagün göllerinden Küçükçekmece, coğrafi konumu nedeniyle insanlık tarihinde ideal yaşam ve deniz ulaşım ağlarının merkezi olmuştur. Geçmişte Marmara denizinin bir koyu durumundaki bu özel Gölün girintili çıkıntılı coğrafyasında iç koylar bulunmaktadır. Kuzeyden gölün ortalarına doğru uzanan verimli Firüzköy Yarımadası'nın güney ucunda ve kuzey doğusunda Helenistik ve Roma dönemlerine tarihlenen iki antik liman ve göl içinde bir deniz feneri kalıntısı keşfedilmiştir. Bölgede yürütülen Bathonea kazıları, bu limanlar kurulmadan çok daha önce yaklaşık MÖ. 2000'li yıllardan itibaren Küçükçekmece koylarının Liman olarak kullanıldığını göstermektedir. Zaman içinde gölün önünde oluşan bir kumsal set nedeniyle ağzı oldukça kapanmıştır. Giderek ticari liman faaliyeti biten Gölün, geçmişteki aktif denizcilik faaliyetinin nasıl gerçekleştiğini anlamak ve başka limanların olup olmadığını algılayabilmek üzere, kıyı kenar çizgisinin son 4500 yıllık değişimi incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Marmara Denizi, İstanbul, Küçükçekmece Gölü, Avcılar

ABSTRACT: Küçükçekmece, one of the lagoon lakes in the west of Istanbul, has become both the center of sea transportation networks due to its geographical location and also a place ideal for living throughout the human history. The lake was a cove of Marmara in the not so distant past. It also had inner coves in its own shore lines. Two ancient harbors dating back to the Hellenistic and Roman periods and ruins of a lighthouse in the lake were discovered at the southern end of the fertile Firüzköy Peninsula extending from the north to the middle of the lake. Bathonea excavations carried out in the region showed that earlier incarnations of these ports were in use long before the Roman or Hellenistic times. Due to a beach embankment formed in front of the lake in time, its mouth was almost closed. Consequently the commercial port activity of the lake has

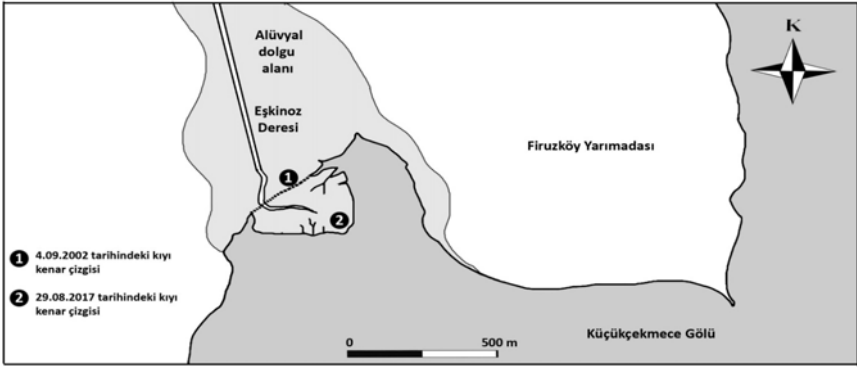
gradually ended. In order to understand how the maritime activity in the past was realized and to detect whether there were other ports, the change of the coastal line during the last 4500 years has been examined by the scientific committee of Bathonea.

Keywords: Marmara Sea, Istanbul, Küçükçekmece Lake, Avcılar

İstanbul Boğazı'nın 22 km batısında yer alan Küçükçekmece Gölünün Avcılar Firuzköy kıyılarında yürütülen Bathonea kazılarında Helenistik ve Roma dönemlerine tarihlenen iki antik liman tespit edilmiştir.

Bu limanların antik çağ öncesinde, Tunç Çağlarına kadar geriye giden bir süreçte kullanıldığı sanılmaktadır. Bu durum kazılarda ele geçen ve MÖ. 17-15. yy arasına tarihlenen Hitit, Kıbrıs, Miken, Balkan seramik parçaları, demir figürinler, kurşun figürin, bitümen, kalay, ağırlık gibi arkeolojik malzemeden anlaşılmaktadır (Aydıngün 2017). Küçükçekmece Gölü'nün geçmişte Marmara denizinin bir koyu olduğu ve bu sürede koy içindeki bazı uygun bölgelerde Liman yerleşmelerinin kurulduğu çalışmalarımız sonucunda anlaşılmıştır. Limanların, Tunç Çağları'ndan itibaren kullanım durumlarını anlayabilmek için göl içindeki kıyı kenar çizgisinin bin yıllar boyu geçirmiş olduğu değişiklik ve farklı evreleri bilmek gerektiğinden araştırmalar paleocoğrafyacı, jeomorfolog, jeolog ve sualtı ekiplerimiz ile birlikte yürütülmüştür. Yaptığımız kaynak taramalarında özellikle Marmara Denizi'nin, son buzul çağı sonundan başlayarak (Holosen içinde), dış denizlere kapalı bir göl havzasından, bir iç denize dönüşmesi ile ilgili pek çok araştırmaya ulaşılmıştır (Meriç ve diğ. 2009; Meriç ve Algan 2007; Eriş ve Çağatay 2008; Ediger ve diğ. 2018; Kayan 2012; McHugh ve diğ. 2008) ancak bu çalışmalarda Küçükçekmece gölünün tarihsel olarak kıyı kenar çizgilerinin nasıl geliştiği ile ilgili bir bilgiye rastlanılmamıştır. Bu nedenle son buzul çağını takip eden dönemdeki, karaların üzerlerindeki buzulların erimelerine bağlı olarak deniz sularının nasıl yükseldiğine bakmak Küçükçekmece Gölü'ndeki kıyı kenar çizgilerinin hareketi hakkında da temel bir fikir verebilir.

6000 yıl önce hemen hemen günümüzdeki deniz seviyelerine ulaşılmış olduğunu kabul edilmektedir. Bu tarihten sonra dünya denizlerinin seviyesini “sabit” olarak düşünmek ve bu tarihten sonra buzul erimelerinin etkilerini “önemsiz” saymak çok yanlış olmayacaktır. Ancak geçmişte meydana gelmiş olabilecek sismik hareketler ve alüvyal birikim bazı noktalarda kıyı kenar çizgilerini oldukça etkilemektedir. Firuzköy yarımadasının batı kıyısını oluşturan Eşkinöz Deresi ve onun oluşturduğu alüvyal dolgu bölgesi oldukça kuzeye uzanırken, yarımada'nın günümüzde kuzey doğusuna dökülen Sazlıdere'nin alüvyal dolgu hattı ise neredeyse Karadeniz kıyılarına kadar gidebilmektedir. Bu derelerden Eşkinöz'un yarattığı alüvyal yığılma bölgede araştırma yapmaya başladığımız 2007 yaz sezonundan itibaren günümüze kadar geçen 11 yıllık süre içinde rahatça fark edilecek şekilde kendini göstermiştir. Birincisi 2002, diğeri ise 2017 yılından uydudan çekilmiş Google Earth resimlerinden yola çıkarak çizilen haritalar bu süre zarfında Eşkinöz deresinin ağzındaki kıyı kenar çizgisinin hızlı değişimini göstermektedir (Harita 1)



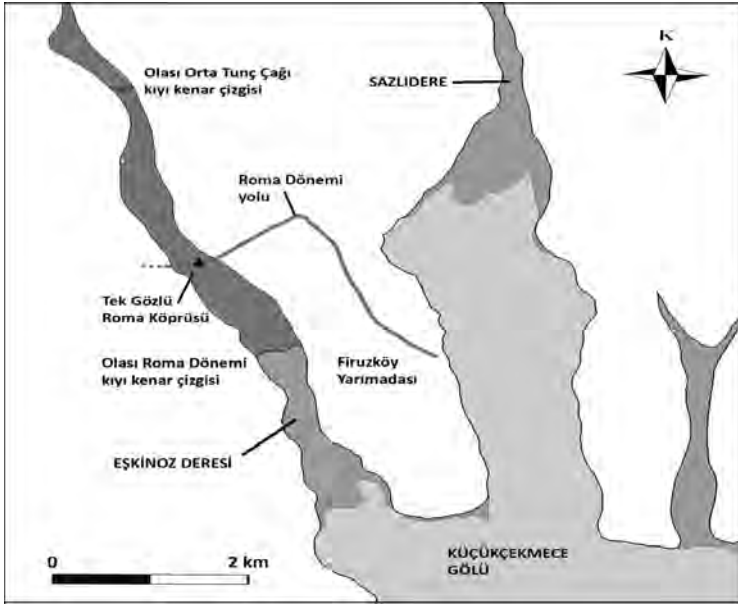
(Harita 1)

Son 6000 yılda 1-2 metre içinde alçalıp yükseldiği düşünülen dünya denizlerindeki su seviyesinin Bathonea kazılarının yakında sürdüğü Firuzköy Yarımadası doğu sahilindeki kıyı kenar çizgisine fazla bir değişiklik yapması mümkün görünmemektedir. Araştırmalar ve kazılar çerçevesinde, en güneydeki Büyük Liman bölgesinden, en kuzeydeki Sur İçi ve Su Yapısına kadar olan sahildeki, Helenistik Döneme tarihlenen duvarların büyük bir bölümü günümüzde de tam olarak kıyı kenar çizgisini takip etmektedir. Kıyı kenar çizgisinin takip edilmediği noktalarda ise gerek kara içinde, gerekse gölün içine doğru 1-2 metrelik bir değişim söz konusudur. Bu bağlamda son 2300 yılda, Firuzköy yarımadasının doğu sahilindeki kıyı kenar çizgisinin hemen hemen hiç değişmemiş olduğunu var saymamız mümkün görünmektedir.

Günümüzde Küçükçekmece Gölü'nü denizden ayıran güneydeki ince kumluktan oluşan kıyı okunun da 4500 yıl içinde yavaş yavaş oluşarak diğer kıyılardaki kenar çizgisi gibi değişim geçirdiği anlaşılmıştır. Bu setin meydana gelişinde üç önemli etken söz konusu olmuştur. Bunlardan ikisi kıyı akıntısı ve dalga etkinliğidir. Üçüncüsü ise denizaltı topografyasıdır. Bu nedenle, batıdan doğuya doğru etkili olan Marmara Denizi kıyılarındaki kıyı akıntısı kıyıda malzeme göçünü kolaylaştırmıştır. Ardından hâkim rüzgârlardan özellikle güneyli rüzgâr lodosun (güneybatı rüzgârı) etkinliği ile bu kıyıda dalga ve akıntılarla taşınan malzemenin Avcılar Burnu'ndan doğuya Küçükçekmece Koyu'nda birikmesine neden olmuştur. Böylece Avcılar ile Menekşe arasında bulunan mevkiye, karşılıklı kıyının en dar ve sığ olan kesiminde, dalga ve akıntıların üst üste yığıldığı kum, çakıl ve kilden oluşan alüvyal malzeme ile bir kıyı kordonu meydana gelmiştir. Kıyı kordonu aracılığıyla deniz ile geride oluşan 16 km² alana sahip lagün arasında bir kıyı seti oluşturmak suretiyle Küçükçekmece Gölü meydana gelmiştir. Kıyı kordonunun uzunluğu 2,5 km, genişliği 500-1000 m arasında değişmektedir. Kıyı kordonunun doğu kesiminde 1 km uzunluğunda bir gideğen ile denizle bağlantısı bulunur. Bu gideğen Menekşe deresi olarak da adlandırılır. Göl, fazla sularını buradan denize taşır. Bu nedenle, Küçükçekmece Gölü'nün suları tatlıdır. Gölün en derin yeri kıyı kordonunun orta kesiminin 300 m kuzeyindeki bir noktada 20 m'dir. Lagünün

denizden yüksekliği 0,5-1 m arasında değişir (Ertek ve Kaya 2017; İnandık 1965; Algan 1987). Ancak, Küçükçekmece'nin koydan lagünleşmeye doğru değişiminin MS.6. yüzyıldan itibaren bölgede yaşanan bir seri şiddetli depremin etkisiyle hızlandığı sanılmaktadır.

Eşkinöz Deresinin çok hızlı bir şekilde getirdiği alüvyonlar Firuzköy Yarımadasının tarihsel dönemlerde güney yönünde uzanan, ince, uzun bir yarımada olduğu düşüncesini ortaya çıkarmaktadır. Yapılan jeolojik çalışmalardan Eşkinöz Deresinin günümüzde içinden aktığı vadinin tamamen alüvyal dolgu olduğunu anlaşılmıştır (Harita 2).



(Harita 2)

DEĞİNİLEN BELGELER

Aydingün, Ş. (2017) Nehir-Göl-Deniz Birleşiminde Bir Kazı Yeri (İlk Beş Yıllık Çalışma), İstanbul Küçükçekmece Göl Havzası Kazıları (Bathonea), Arkeoloji ve Sanat Yayınları, İstanbul, 1-23.

Ediger, V., Demirbağ, E., Ergintav, S., İnan, S., Saatçılar, R. (2018) Buzul Sonrası Marmara Denizi Taraçaları ve Su Değişim Dönemleri. *Maden Tetkik Arama Dergisi* 157: 39-58.

Eriş, K.K., Çağatay, N. (2008) Marmara Denizi'nde son Buzul Döneminden Günümüze Deniz Seviyesi Değişimleri. *İTÜ Dergisi/d Mühendislik* 7/6: 13-23.

Ertek, T.A., Kaya, H. (2017) Küçükçekmece Gölü Havzasının Jeomorfolojik Özellikleri, İstanbul Küçükçekmece Göl Havzası Kazıları – Excavations of Küçükçekmece Lake Basin (Bathonea), Arkeoloji ve Sanat Yayınları, İstanbul, 95-102.

- Kayan, İ. (2012) "Kuvaterner'de Deniz Seviyesi Değişimleri", *Kuvaterner Bilimi*, Ankara Üniversitesi Yay. 350, Ankara, 59-78.
- McHugh, C.M.G., Gurung, D., Giosan, L., Ryan, W.B.F., Mart, Y., Sancar, Ü., Burckle, L., Çağatay, M.N. (2008) The Last Reconnection of the Marmara Sea (Turkey) to the World Ocean: A Paleooceanographic and Paleoclimatic Perspective. *Marine Geology* 255: 64-82.
- Meriç, E., Nazik, A., Avşar, N., Alpar, B., Ünlü, S., Gökaşan, E. (2009) Kuvaterner'de Olası Marmara Denizi-İznik Gölü Bağlantısının Delilleri: İznik Gölü (Bursa-KB Türkiye) Güncel Sedimanlarındaki Ostrakod ve Foraminiferlerin Değerlendirilmesi. *İstanbul Yerbilimleri Dergisi* 22(1): 1-19.
- Meriç, E., Algan, O. (2007) Paleoenvironments of the Marmara Sea (Turkey) Coasts from Paleontological and Sedimentological Data. *Quaternary International* 167-168: 128-148.

MONTRÖ SÖZLEŞMESİ VE B.M. DENİZ HUKUKU SÖZLEŞMESİYLE KIYASLANMASI

Rıza TÜRME

Emekli Milletvekili, Avrupa İnsan hakları Mahkemesi Eski Yargıcı

Montrö Boğazlar Sözleşmesi, Lozan Antlaşması'yla birlikte Türkiye Cumhuriyeti'nin kurucu anlaşmasıdır. 1923 Lozan Boğazlar Sözleşmesi'nde İstanbul ve Çanakkale Boğazları'nın yönetimi bir uluslararası komisyona bırakılmıştı. 1936 Montrö Sözleşmesi'yle uluslararası komisyonun yetkileri Türkiye'ye devredildi. Boğazların silahsızlandırılmış statüsüne son verildi. Boğazlar üzerinde Türkiye'nin egemenliği kuruldu.

Türkiye'nin Lozan Boğazlar Sözleşmesi ile egemenliğine getirilen sınırlamaları kabul etmesinin en önemli nedenlerinden biri, Milletler Cemiyeti'nin öngördüğü kolektif güvenlik sisteminin işleyeceği ve uluslararası alandaki silahsızlanma çabalarının olumlu bir sonuç vereceğine olan inancıydı. Nasıl ki, Lozan Boğazlar Sözleşmesi'yle, silahsızlandırılmış bölgelerin bir saldırıya karşı korunması Milletler Cemiyeti'nin güvencesi altına konulmuştu.

Oysa, 1936 yılına gelindiğinde, bu iki beklentinin gerçekleşmeyeceği anlaşılmıştı. Milletler Cemiyeti'nin kolektif güvenlik sistemi çökmüştü. Japonya'nın Mançurya'yı işgali karşısında Milletler Cemiyeti hareketsiz kalmıştı. İtalya'nın Habeşistan'ı işgali nedeniyle Milletler Cemiyeti'nin uyguladığı yaptırımlar etkili olamamış, üstelik İtalya'nın yaptırımlara katılan devletlere sert bir tepki göstererek savaşla tehdit etmesine yol açmıştı. Bu devletler arasında Türkiye de vardı.

Silahsızlanma çabalarıysa bir sonuç vermemişti. Deniz ve kara silahlarında yarış yeniden başlamış, Hitler Almanya'sı Milletler Cemiyeti çerçevesinde kurulan Silahsızlanma Komisyonu'ndan çekilmişti.

Bunlardan da anlaşılabileceği gibi, 1936 Avrupası'nda, 1923 Lozan Konferansı'nın toplandığı yıllardan çok farklı bir siyasal ortam vardı. Bu siyasal ortam Türkiye'de güvenlik açısından haklı kaygılar doğuruyordu. Bu durumda Türkiye, uluslararası alanda güvenlik kaygılarını dile getiren bir dizi girişimde bulundu. Lozan Boğazlar Sözleşmesi'nde egemenliğine getirilen sınırlamaların kaldırılmasını istedi.

Bu bağlamda 10 Nisan 1936 tarihinde, Türkiye, Lozan Boğazlar Sözleşmesi'ne taraf devletlere gönderdiği notada, değişen uluslararası koşullar çerçevesinde Boğazlar'da yeni bir düzenleme yapılması amacıyla bir konferans toplanmasını önerdi.

Notada değişen uluslararası koşullar ve Türkiye'nin güvenlik kaygıları dile getirildikten sonra Lozan Boğazlar Sözleşmesi'nin hükümlerinin

işlevsizleştiği belirtilmekte, bir uluslararası konferans toplanarak Boğazlar için yeni bir rejimin saptanması öngörülmekteydi.¹

Türkiye'nin notasında dikkati çeken bir husus, “pek yakın bir savaş tehdidi” adı altında, savaş ve barış dışında bağımsız bir statüye yer verilmiş olmasıdır. Türkiye'nin notasında, Lozan Boğazlar Sözleşmesi'nin sadece barış ve savaş durumuna uygulanabilecek hükümler içerdiği, oysa yeni Sözleşme'nin “pek yakın bir savaş tehlikesi tehdidi” durumuna ilişkin hükümler de içermesi gerektiği belirtilmektedir. Böylelikle Türkiye'ye bu durumda da yasal savunma hakkı da tanınmış olacaktır. Bu öneri ile Türkiye, yasal savunma (meşru müdafaa) hakkının sınırlarını bir saldırı olmadan da, savaş tehdidini kapsayacak şekilde genişletmektedir.

Devletlerin kuvvet kullanarak ya da tek yanlı oldu bittilerle istediklerini elde ettikleri bir dönemde, Türkiye'nin uluslararası toplumun anlaşmasıyla Lozan Boğazlar Sözleşmesi'ni değiştirmek istemesi olumlu bir hava yarattı. Montrö Konferansı böyle olumlu bir hava içinde çalışmalarına başladı.

Montrö Konferansı, İtalya dışında Lozan Boğazlar Sözleşmesi'ne taraf bütün devletlerin katılımıyla 22 Haziran 1936 tarihinde toplandı. Konferans, 20 Temmuz 1936'da Montrö Boğazlar Sözleşmesi'nin imzalanmasıyla sona erdi. Sözleşme 9 Kasım 1936'da imzacı devletler tarafından onaylanmasıyla yürürlüğe girdi. 15 Ağustos 1936'da Boğazlar bölgesi Türk Silahlı Kuvvetleri tarafından askerleştirildi.

Montrö Sözleşmesi, Türkiye'nin ve Karadeniz'de kıyısı olan devletlerin güvenliği ile Karadeniz'de kıyısı olmayan devletlerin çıkarları arasında kurulan hassas bir üçlü dengeye dayanır.

1936'dan bu yana geçen 83 yıl içinde, savaş gemilerinin kategorileri, tonajları büyük değişikliklere uğramasına karşın, Türkiye'nin üçlü dengeyi dikkatle koruması, Sözleşmeyi bu dengeyi göz önünde tutarak uygulaması sayesinde Montrö Sözleşmesi bir değişikliğe uğramadan ayakta kalabildi.

Konferansın açılış konuşmaları, Türkiye'nin uluslararası alanda sahip olduğu saygınlığın ifadesidir. Toplantıya katılan bütün temsilciler, uluslararası koşullar karşısında, boğazlar rejiminde Türkiye'nin güvenliğini sağlayacak değişikliklerin yapılmasını desteklemişler, Avrupa yeni bir savaşa doğru sürüklenirken Türkiye'nin tek yanlı oldu bittiler yerine uluslararası bir anlaşma aramasını takdirle karşılamışlardır.

Böyle olmakla birlikte, toplantıya katılan devletlerin değişik çıkarları vardır. Konferansın başarısının bu değişik çıkarlar arasında bulunacak uzlaşya, kurulacak yeni bir dengeye bağlı olduğu açılış konuşmalarından da ortaya çıkmaktadır.

Örneğin, Sovyetler Birliği temsilcisi Litvinov, yeni kurulacak rejimin Karadeniz devletlerinin çıkarlarını koruması gerektiğinin altını çizerken,

¹ Türk Dış Politikası, Ed. Baskın Oran, Cilt 1: 1919-1980, İletişim, 2001, İstanbul, s.371.

Fransız temsilcisi Paul Boncour Boğazlardan geçiş özgürlüğünün sağlanmasının önemine değinir.

Konferanstaki temel bir görüş ayrılığı, Karadeniz’e kıyıdaş devletlerle kıyıdaş olmayan devletlerin savaş gemilerinin Boğazlar’dan geçişinin farklı rejimlere tabi olup olmayacağıydı. Örneğin, Karadeniz’e kıyıdaş devletlerin Boğazlardan geçirecekleri savaş gemilerinin 15 bin tonla sınırlı olmaması yolundaki öneri, İngiliz ve Japon heyetlerinin tepkisiyle karşılaşmış, bu önerinin kıyıdaş olmayan devletler için de geçerli olması istenmiştir.

Karadeniz’e kıyıdaş devletlerle kıyıdaş olmayan devletlerin Boğazlar’dan geçirecekleri gemilerin farklı sınırlamalara tabi olması konusunda ise Litvinov şöyle demektedir:

“Karadeniz’e kıyıdaş olmayan ülkelerin yüksek tonajlı gemilerinin Boğazlar’dan geçmesinde hiçbir zorunluluk yokken, Karadeniz’e kıyıdaş devletler için böyle bir zorunluluk olabilir. Örneğin, Sovyetler Birliği, büyük gemilerden birini bir denizden ötekine göndermek isterse, bunu ancak bu gemileri Boğazlar’dan geçirerek yapabilir.” (s.90-91)

Konferans’ta, Türkiye, Boğazlar’ın güvenliği ile Karadeniz’in güvenliğini birbirinden ayrı tutmuştur. Türkiye temsilcisi, Dışişleri Bakanı Tevfik Rüştü Aras, “Biz Karadeniz’deki güvenlik ile Boğazlar’daki güvenliği özdeş saymıyoruz. Boğazlardaki güvenlik bir parça Türk donanmasının gücüne, bir parça da geçişin hangi koşullar altında yapıldığına bağlıdır.” der. Boğazlar’dan geçen gemilerin toplam tonajının 15 bin tonla sınırlanması Türkiye bakımından çok önemlidir. 15 bin ton, o sıradaki Türk donanmasının toplam tonajının yarısıdır. İngiltere, bu tonaj sınırlamalarını her 5 yılda bir Sözleşme’nin gözden geçirilmesine olanak veren 29 maddenin varlığı nedeniyle kabul ettiğini bildirdi. 15 bin ton sınırlaması ilke olarak kabul edildikten sonra, Karadeniz’e kıyıdaş devletler bu ilkeden istisna edildi.

Sovyetler Birliği ise Türkiye’nin güvenliği ile Karadeniz devletlerinin güvenliğinin ilişkili olduğunu kabul ettirmeye çalışmışsa da Türkiye bu görüşe karşı çıkmıştır.

Konferans boyunca Türkiye, bir yandan kendi güvenliğini ilgilendiren maddelerde ısrarlı bir tutum benimserken, öte yandan Karadeniz devletleriyle, Karadeniz’e kıyıdaş olmayan devletler arasında dengeli bir tutum aldı. Farklı görüşler arasında uzlaşa sağlamaya çalıştı. Bir noktada Dışişleri Bakanı Aras, Türkiye’nin hem Karadeniz hem de Akdeniz ülkesi olduğunun unutulmaması gerektiğini belirtti. Türkiye bakımından önemli olan, öncelikle Boğazlar üzerindeki egemenliğinin tanınması, Boğazlar Komisyonu’nun yetkilerinin Türkiye’ye devredilmesi, Boğazlar’ın silahlandırılmasıydı. Ondan sonra da Boğazlar’dan geçişle ilgili hükümlerin, Türkiye’nin güvenliğiyle uyum içinde olmasıydı. Türkiye, bu amaçlarını Konferans’ta büyük ölçüde gerçekleştirdi.

Boğazlar’ın silahlandırılması bir güçlük yaratmadı. Konferans’ın toplanma amacı, zaten Türkiye’nin güvenlik kaygılarının karşılanmasıydı. Sözleşme’de silahsızlandırmayla ilgili bir madde bulunmamaktadır. Ancak

Sözleşme'ye ek Protokol'de Türkiye'nin Boğazlar'ı yeniden derhal silahlandırabileceği belirtilmektedir.

Boğazlar Komisyonu'un kaldırılması ise daha güç oldu. Konferansın başında İngiltere, Boğazlar Komisyonu'nun yetkilerinin sürdürülmesinde ısrarlı oldu, kendi tasarısına da bu konuda bir madde ekledi. Fransız temsilcisi de öneriyi destekledi. Buna karşılık Türkiye, Boğazlar Komisyonu'nun görevine son verilmesi konusunda kesin bir tavır aldı. Bunu bir egemenlik sorunu olarak gördü. Sonuç olarak, Türk ve İngiliz heyetleri arasında yapılan görüşmeler sonunda Türkiye'nin Boğazlar Komisyonu'na düşen görevleri kendi üstüne almasını öngören bir çözüm üzerinde anlaşmaya varıldı. Sözleşme'nin 24 maddesi bu uzlaşının sonucudur. Bu maddedeki Türkiye'nin istatistik tutma, yıllık rapor hazırlama, geçiş bildirimlerini taraf devletlere bildirme gibi yükümlülükleri Boğazlar Komisyonu'nun görevlerini üstlendiğini gösterir.

Türkiye'nin üzerinde önemle durduğu başka bir konu, kendini pek yakın bir savaş tehdidi altında görmesi durumundan alabileceği önlemlerdi. Türkiye bu durumda, bir savaş durumunda olduğu gibi savaş gemilerinin geçişinin Türkiye'nin iznine bağlı olmasını ve bu hususu Milletler Cemiyeti ile Sözleşme'nin imzacısı devletlere bildirilmesini istemekteydi. Öneri, Milletler Cemiyeti üyeliğinden çekilen Japonya'nın itirazı ile karşılaştı. Japonya sadece taraf devletlere bildirim yapılmasını öngörmekteydi.

Türkiye'nin önerisine, Sovyetler Birliği de itiraz etti. Yakın bir savaş tehdidinin bulunup bulunmadığına karar verecek olan Türkiye'ydı. Sovyetler Birliği'ne göre Türkiye'nin böyle bir karar verip başka devletlerin gemilerine ilişkin önlemler alması uluslararası hukuka aykırıydı. Sovyetler Birliği'nin kaygısı, böyle bir durumda Türkiye'nin boğazları kapatması, kıyıdaş devletlerin gemilerinin Karadeniz'e girememesi, Karadeniz'e kıyıdaş olmayan devletlerin gemilerinin ise Karadeniz'de kalmasıydı. Uzun tartışmalar sonunda maddenin Sözleşme'ye giren şekli üzerinde uzlaşa sağlandı. Buna göre, Türkiye kendini yakın bir savaş tehdidi karşısında görürse, savaş gemilerinin geçişi Türkiye'nin takdirine bırakılacak, ancak daha önce Boğazlar'dan geçiş yapan savaş gemilerinin üslerine dönmelerine izin verilecekti. Türkiye bu durumu, Milletler Cemiyeti ve Sözleşmeye taraf devletlere bildirecek ve Milletler Cemiyeti üçte iki çoğunlukla Türkiye'nin aldığı önlemlerin haklı bir gerekçeye dayanmadığına karar verirse ve taraf devletlerin çoğunluğu da bu karara katılırsa, Türkiye aldığı önlemlerden vazgeçecekti.

Konferans'ın başarıyla sonuçlanmasında, dönemin en önemli deniz gücüne sahip olan İngiltere'nin tutumu önemli bir rol oynadı.

İngiltere'nin Lozan Boğazlar Sözleşmesi hükümlerini olanaklar ölçüsünde koruyan bir sözleşme yapılması için çaba harcadığını görüyoruz. İngiltere temsilcisi Lord Stanhope, savaş gemilerinin ilk kez ele alındığı dördüncü oturumda, Lozan Boğazlar Sözleşmesi'nin iki temel ilkeye dayandığı, bunlardan birinin Boğazlar uluslararası iki deniz arasında uluslararası bir geçit yolu olduklarından, her devletin savaş gemilerini geçirme hakkı olduğunu, ikincisinin de Karadeniz'e kıyıdaş devletlerin en güçlü

donanmasından daha güçlü bir deniz filosu gönderme hakkı bulunmadığını ileri sürdü. Oysa, Lord Stanhope'a göre, Türkiye'nin önerilerinde bu iki ilkeye de yer verilmemiştir. Türkiye'nin önerilerinde, Karadeniz'e kıyıdaş devletlerin donanmalarının gücü ne olursa olsun, kıyıdaş olmayan devletlerin savaş gemilerine sınırlama getirilmekte, ayrıca Karadeniz'e giriş özgürlüğü ile kıyıdaş devletlerin Karadeniz'deki çıkış özgürlüğü için farklı düzenlemeler yapılmaktadır.

İngiltere'nin Lozan Boğazlar Sözleşmesi hükümlerinin korunması çabasının bir başka örneği, Boğazlar Komisyonu'nun Montrö Sözleşmesi'nde de varlığını sürdürmesini istemesiydi.

İngiltere Türkiye'nin ve Karadeniz'e kıyıdaş devletlerin çıkarlarına ters düşen tutumundan ısrar etseydi, Konferans başarısızlıkla sonuçlanabilirdi. Ancak Konferans tutanaklarından da anlaşıldığı gibi, İngiltere bu noktaya gelmekten dikkatle kaçındı, bir uzlaşa için gereken ödünleri vererek Konferans'ın başarıyla sonuçlanmasını sağladı.

İngiltere'nin bu esnek tutumunu dönemin siyasal koşullarıyla açıklama olanağı var. İtalya'nın revizyonist siyasetini, Habeşistan'ı işgalini, Doğu Akdeniz'de tehdit unsuru olmasını, İngiltere kendi çıkarları bakımından tehlikeli görmekteydi. O nedenle İtalya'nın Milletler Cemiyeti yaptırımları nedeniyle gösterdiği tepkiye karşı sert bir tutum aldı. Yaptırımlara katılan Türkiye, Yugoslavya ve Yunanistan'a garantiler verdi. Buna göre, bu devletler İtalya'nın saldırısına uğrarsa, İngiltere yardımlarına gidecekti. Buna karşılık bu üç devletler de İngiltere'ye garantiler verdi. Böylece Türkiye, İtalyan tehlikesi karşısında güvenliğini İngiltere'ye bağlamış bulunuyordu. Ayrıca İngiltere, Türkiye'nin Sovyetler Birliği'nden daha çok kendisine yakın olmasını istiyordu.²

Böyle bir uluslararası konjonktürde, İngiltere'nin önerilerinde ısrar ederek Konferansı başarısızlığa sürüklemesi düşünülemezdi.

Görüldüğü gibi, Türk Boğazları, stratejik bir su yolu olması nedeniyle her zaman uluslararası siyasetin bir parçası olmuş ve uluslararası alandaki gelişmelerden etkilenmiştir.

Nasıl ki, Montrö Sözleşmesi II. Dünya Savaşı sonrası düzenlemelerde söz konusu olmuştur. Stalin'in Yalta ve Postdam'da Montrö Sözleşmesi'ni değiştirme talepleri Churchill tarafından kabul edilmiştir. Bu sonradan Sovyetler Birliği'nin Türkiye'den Boğazlar'da ortak savunma için üs verilmesi ve Montrö'nün yeniden gözden geçirilmesi yolundaki taleplerine yol açmıştır.

Bu bağlamda şunu belirtmek gerekir. Türk Boğazları'nın uluslararası ilişkilerin parçası olması, 1936'da Türkiye'nin Boğazlar üzerindeki egemenliğini kurması bakımından bir fırsat yaratmıştır. Türk diplomasisi bu fırsatı büyük bir ustalıklarla değerlendirmiş ve Montrö Konferansı'nın toplanmasını ve sadece Türkiye'nin Boğazlar'daki egemenliğini değil, aynı

² Siyasi Tarih, Fahir H. Armaoğlu, Sevinç Matbaası, Ankara 1964, s.669.

zamanda Karadeniz devletlerinin güvenliğini güvence altına alan yeni bir sözleşme yapılmasını sağlamıştır.

MONTRÖ SÖZLEŞMESİ’NİN B.M. DENİZ HUKUKU SÖZLEŞMESİYLE KIYASLANMASI

10 Aralık 1982 tarihinde Jamaika’da imzaya açılan B.M. Deniz Hukuku Sözleşmesi’ni Türkiye imzalamadı. Sözleşme’ye halen 168 devlet taraf. Türkiye taraf olmayan az sayıda devlet arasında.

Sözleşme’nin 37-44. Maddeleri, “Uluslararası Seyrüseferde Kullanılan Boğazlar” başlığı altında uluslararası boğazlardan geçişi düzenliyor. Bundan önceki 1958 Cenevre Sözleşmeleri’nde boğazlar için ayrı bir rejim yoktu. Boğazlardan geçiş, karasularından geçiş gibi, zararsız geçiş rejimine tabiydi. 1982 Deniz Hukuku Sözleşmesi’ndeki boğazlar rejimi ise, zararsız geçiş rejimine göreli olarak daha liberal, kıyı devletinin yetkilerini daha çok sınırlayan bir rejim kurmakta. Bu yeni geçiş rejimi, büyük denizci devletlerinin baskısı sonucu Sözleşme’ye girdi. Bu devletler, bu konuya büyük bir önem verdiler ve adeta Sözleşme’nin kabulü için vazgeçilmezi bir koşul yaptılar.

Sözleşme’nin 35 (c) maddesi,gecisin uzun süre yürürlükte bulunan uluslararası Sözleşmelerle düzenlendiği boğazlardaki hukuki rejimin saklı tutulmasını öngörmekte. Bu istisna maddesi, Türk boğazları düşünülerek Konferansa katılan Türk heyetinin çabaları sonucu Sözleşme’ye girdi. Böyle bir hüküm bulunmasaydı, Türkiye Sözleşme’ye taraf olmasa bile 168 devlet tarafından kabul edilen boğazlardan geçiş rejiminin uluslararası toplumda genel bir kabul gördüğü ve Türk boğazları bakımından da geçerli olduğu ileri sürülebilecekti.

Sözleşme’de düzenlenen geçiş rejiminin adı transit geçiştir. Transit geçiş, iki denizi ya da ekonomik bölgeyi birleştiren boğazlar için geçerlidir. Transit geçiş rejiminden yararlanacak gemiler bakımından savaş gemileri ve ticaret gemileri ayırımı yapılmamıştır. Bütün gemiler ve uçaklar aynı rejime tabidir. Denizaltılar su altından geçebileceği gibi, boğazların üstünden savaş uçakları da uçabileceklerdir.

Kıyı devleti boğazdan transit geçen gemi ve uçaklara müdahale etmemekle yükümlüdür. Başka bir deyişle, kıyı devleti hiçbir koşul altında transit geçiş rejimi üzerinde söz sahibi değildir. Bu ilke, savaş durumunu da kapsar.

Buna karşılık, transit geçiş yapan gemi ya da uçak, kıyı devletinin egemenliğine, toprak bütünlüğüne tehdit oluşturacak davranışlardan ya da kuvvet kullanmaktan kaçınmak, uluslararası kurallara uymak, denizi kirliletmek yükümlülüğü altındadır.

Kıyı devleti, geçişin emniyetini sağlamak amacıyla trafik ayırım yolları saptayabilir. Ayrıca kirliliği önleyecek yasaları da yürürlüğe koyabilir.

Buna karşılık Montrö Sözleşmesi’nin Türkiye’ye tanıdığı yetkiler, Deniz Hukuku Sözleşmesi’nin kıyı devletine tanıdığı yetkilerle kıyaslanamayacak kadar geniştir.

Her şeyden önce, Montrö Sözleşmesi'nin 24. Maddesi gereğince, Türkiye Sözleşme'nin uygulanmasını denetleyen ülkedir. Deniz Hukuku Sözleşmesi'ndeki kıyı devleti gibi, transit geçişi seyreden ülke değildir. 24 maddenin verdiği denetleme yetkisi aynı zamanda Türkiye'ye Sözleşme'yi yorumlamak ve değişen koşullara uyum sağlayacak uygulamaları yürürlüğe koyma yetkisini vermiştir. Altın frank esasına bağlı ücretlerin, altının para sistemiyle ilişkisinin kesilmesi üzerine yeniden hesaplanması ya da 1936'da mevcut olmayan uçak gemilerinin Karadeniz'e geçişine izin verilmesi, bu tür uygulamaların örnekleridir.

Montrö Sözleşmesi, savaş gemilerinin Boğazlar'dan geçişleriyle ticaret gemilerinin geçişini ayırmış, iki ayrı rejimle düzenlenmiştir.

Ticaret gemileri bakımından barışta transit geçiş rejimi geçerlidir. Ancak bu durumda bile, ticaret Boğazların girişinde durarak sağlık kontrolünden geçecektir.

Türkiye'nin taraf olduğu bir savaş durumunda ise transit geçiş rejimi, Türkiye ile savaş halinde olmayan devletlerin ticaret gemileri için geçerli olacak ancak bu gemiler, gündüz ve Türkiye'nin gösterdiği yollardan geçiş yapabilecektir. Türkiye'nin bir savaş tehdidi karşısında bulunması durumunda da aynı hükümler geçerlidir. Ayrıca kılavuz alma zorunluluğu getirilebilecektir.

Türkiye savaş halinde bulunduğu devletlerin, ticaret gemilerine boğazları kapatabilecektir.

Bundan da anlaşılacağı gibi ticaret gemileri için öngörülen transit geçiş bile Montrö Sözleşmesi'nde mutlak bir hak değildir. Türkiye'nin güvenliği gerekçesiyle sınırlama getirilmektedir.

Deniz Hukuku Sözleşmesi'nden farklı olarak, Montrö Sözleşmesi Boğazların üstünden savaş uçaklarının uçuşuna izin vermez. Karadeniz'e kıyıdaş devletlerin denizaltılarının Boğazlardan geçmesi pek çok koşula tabidir. Denizaltılar gündüz, su üstünden ve teker teker geçecektir. Karadeniz dışındaki denizaltılar ancak Türkiye'ye bilgi verildikten sonra üstlerine gitmek, Karadeniz'deki denizaltılar onarım amacıyla gene Türkiye'ye bilgi verildikten sonra geçebilir.

Savaş durumunda ya da Türkiye'nin kendini bir savaş tehdidi karşısında bulunduğu görüşünde olması durumunda, savaş gemilerinin Boğazlardan geçişi tamamen Türkiye'nin takdirine bırakılmıştır. Yalnız savaş tehdidi durumunda Türkiye'nin yetkilerini nasıl kullanacağını Milletler Cemiyeti (şimdi Birleşmiş Milletler) Genel Sekreteri'ne bildirmek zorundadır.

Savaş gemilerinin Boğazlar'dan geçişi, ayrıntılı bir biçimde önceden Türkiye'ye bildirilir. Bu süre Karadeniz devletleri için 8, başka devletler için 15 gündür. Geçişin önceden Türkiye'ye bildirilmesi önemlidir çünkü Türkiye'ye itiraz olanağı vermektedir.

Bunun dışında, Montrö Sözleşmesi, Boğazlar'dan geçecek gemilere tonaj sınırlaması, Karadeniz'e kıyısı olmayan devletlere Karadeniz'de bulunduracakları gemilerin toplam tonajına sınırlamalar, bu devletlerin gemilerinin 21 günden fazla Karadeniz'de kalmamaları gibi hem Türkiye'nin

hem de Karadeniz'e kıyıdaş devletlerin güvenliği açısından önemli sınırlamalar öngörmekte.

Bunların hiçbirisi, Deniz Hukuku Sözleşmesi'nde düzenlenen transit geçiş rejiminde söz konusu değildir.

Bu açıklamalardan da anlaşılabilirceği gibi, Montrö Sözleşmesi, sadece Boğazlar'ın silahsızlandırılmasına son verdiği ve Boğazlar Komisyonu'nu lağvederek yetkilerini Türkiye'ye devrettiği, böylelikle Türkiye'nin Boğazlar üzerindeki egemenliğini kurduğu için önemli değildir. Aynı zamanda Boğazlar'dan geçişin kontrolünü Türkiye'ye verdiği ve Türkiye'nin güvenliğine öncelik tanıdığı için önemlidir.

Deniz Hukuku Sözleşmesi'ndeki transit geçiş rejimine büyük devletlerin çıkarları egemendir. Montrö'ye ise önce Türkiye'nin çıkarları yön verir.

Montrö Sözleşmesi yürürlükten kalktığı takdirde, Boğazlar'dan geçişte Deniz Hukuku Sözleşmesi'nin transit geçiş rejimi geçerli olacaktır. Bu rejimin uluslararası toplum tarafından genel bir kabul görmesi, ona uluslararası hukuk kuralı niteliğini kazandırmaktadır. O nedenle, Türkiye'nin Sözleşme'ye taraf olmaması, onu bu uygulamaların dışında bırakmayacaktır. Sözleşme'de Montrö için getirilen istisna hükmü de Montrö Sözleşmesi yürürlükten kalkarsa geçerli olmayacaktır.

Türkiye'nin çıkarları Montrö Sözleşmesi'nin yürürlükte kalmasını gerektirmektedir. O nedenle Türkiye, Boğazlar'dan geçişi etkileyecek Kanal İstanbul gibi düzenlemelere giderken, her şeyden önce bu düzenlemelerin Montrö rejimi üzerindeki etkisini hesaplamak zorundadır.

GÜVENLİK BOYUTUYLA MONTRÖ SÖZLEŞMESİ¹

Ali KURUMAHMUT
Danıştay Emekli Üyesi

Osmanlı Devleti'nin ve onun denizcilik gücünün zayıflamasına paralel olarak ya başlı başına veya Orta Doğu'daki gelişmelere bağlı olarak bir Boğazlar meselesi, bir Karadeniz-Akdeniz hâkimiyet meselesi, önemli bir sorun olarak ortaya çıkmıştır. Fakat değişmeyen gerçek şudur ki; Boğazlara sahip olan Osmanlı Devleti ve Türkiye Cumhuriyeti'nin bölgesel ve küresel silahlı anlaşmazlıkların sonucu üzerine etkisi daima büyük olmuştur.

...

Savaş süresince Türkiye, Montrö Boğazlar Sözleşmesi'ni sadakatla koruyarak uygulanmak suretiyle silahlı çarpışmaları bu bölgeden uzak tutabilmiş ve savaşımlara, sonuna kadar Boğazlara sahip olmanın değerini hissettirmiştir².

22 Haziran 1936 Pazartesi günü başlayan Montreux Boğazlar Konferansı'nın birinci oturumunda söz alan temsilci heyetleri başkanlarından Romanya Dışişleri Bakanı N. Titulesco; açık denize tek çıkış olanaklarının Karadeniz ve Boğazlar yoluyla olduğunu belirttikten sonra, Boğazları *Türkiye'nin yüreği Romanya'nın ciğeri* olarak ifade etmiştir. SSCB Dışişleri Halk Komiseri Maxime Litvinoff ise Boğazlar için; *SSCB'yi yalnız dış dünyaya bağlayan değil, aynı zamanda ülkenin çeşitli parçalarını da birbirlerine bağlayan bir can damarı niteliğinde olduğunu* söylemiştir³.

Türk Boğazları, Karadeniz'e kıyısı bulunan devletlerin yanında Tuna-Ren su yolunu saymazsak Karadeniz havzası devletlerinin de tek deniz giriş-çıkış kapısıdır. Türk Boğazları'nın güvenliği; Türkiye'nin yanı sıra Karadeniz'e kıyıdaş diğer devletler ve dünya deniz ulaştırması için önem arz etmektedir.

Montrö Sözleşmesi, Türk Boğazlarında 164 millik deniz ulaştırması amacıyla kullanılan koridordan uğraksız (durmaksızın) gemi geçişleri ile Türk Boğazları ve Karadeniz'in güvenliğini düzenlemektedir. Türkiye'nin

¹ Bu takdim metni Ali KURUMAHMUT'un;

- Montrö Sözleşmesi Türk Boğazları ve Karadeniz (Türk Deniz Araştırmaları Vakfı, Yayın No:26)
- Deniz Hukuku ve Türkiye'nin Yakın Deniz Havzası Konferans Notları (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 7 Kasım 2017)

isimli kitapları ile çeşitli dergi, bülten, gazete ve broşürlerde *"Türk Boğazları ve Karadeniz Güvenliği"* konularında yayınlanmış makale, tebliğ ve röportajlarından yararlanılarak hazırlanmıştır.

² Fahri S. Korutürk, "Sunuş", Seha L. Meray - Osman Olcay, Montreux Boğazlar Konferansı - Tutanaklar Belgeler, Ankara 1976, sayfa VII.

³ Seha L. Meray - Osman Olcay, Montreux Boğazlar Konferansı - Tutanaklar Belgeler, Ankara 1976, sayfa 26, 30.

gözetiminde hiçbir değişikliğe uğramadan 85 yıldır titizlikle uygulanan Sözleşme, Lozan Barış Andlaşması'ndan sonra Türkiye Cumhuriyeti'nin en önemli ikinci siyasal andlaşması olup XX. Yüzyılın da önemli bir istikrar ve denge belgesi olarak kabul edilmektedir.

Amacı “Boğazlar’dan geçişi ve gemilerin ulaşımını, Lozan Barış Andlaşması’nın 23’üncü maddesiyle tespit edilen prensibi, Türkiye’nin güvenliği ve Karadeniz’e kıyıdaş devletlerin güvenliği çerçevesinde koruyacak biçimde düzenlemek” olarak belirlenmiş olan Sözleşme; Türk Boğazları Bölgesinde ve Karadeniz’de öncelikle Türkiye’nin güvenliğine hizmet etmektedir. Kıyıdaş devletlerle yapılan andlaşmalarla Karadeniz’in yaklaşık yarısı Türkiye’nin karasuları, kıta sahanlığı ve münhasır ekonomik bölgesi olarak, diğer bir ifade ile Türkiye’nin deniz egemenlik ve deniz yetki alanları olarak, güncel ve medyatik ifadesi ile **MAVİ VATAN** olarak tescil edilmiştir.

Güvenlik boyutuyla Montrö Sözleşmesi’nin analiz edilebilmesi, geleceğe yönelik politik ve stratejik değerlendirmeler yapılabilmesi amacıyla; öncelikle **Montrö öncesinde Türk Boğazları ve Karadeniz güvenliği**nin hatırlanması doğru ve analitik bir yaklaşım olacaktır.

Sözleşme, Boğazlar Bölgesinde Türkiye’nin egemenliğini kısıtlayan ve Türkiye aleyhine ciddi güvenlik zafiyeti meydana getiren Lozan Barış Andlaşması (madde 23) ve Eki Boğazların Tabi Olacağı Usule Dair Mukavelename’nin (Lozan Boğazlar Sözleşmesi) yerine konulmak üzere yapılmıştır. Lozan Boğazlar Sözleşmesi’nin geçişle ilgili olumsuz hükümleri ile Türkiye’nin güvenliği için tertip ve tedbir almasını sınırlandıran hükümleri Montrö Sözleşmesi ile kaldırılmıştır.

Osmanlı İmparatorluğu döneminde Boğazlar rejimine ilişkin düzenlemeler ile geçiş uygulamaları ve güvenlik politikaları incelendiğinde üç ayrı dönem ve statüden bahsetmek gerekmektedir.

Birinci dönem, İstanbul’un fethiyle başlayan ve Rusya’nın kendi ticaret gemileriyle Karadeniz’e inerek İstanbul Boğazı’ndan geçiş izni aldığı 1774 tarihli Küçük Kaynarca Andlaşması’na kadar süren ve genel olarak geçişin Osmanlı Devleti’nin tek taraflı tasarruflarıyla düzenlendiği 321 yıllık bir süreyi kapsayan uygulamalar olup bu dönem İmparatorluğun **mutlak egemenlik devresi** veya **ulusal yetki devresi** olarak da bilinmektedir. Girit Adası’nın 1669 yılında Osmanlı egemenliğine girmesiyle Osmanlı İmparatorluğu’nun Ege Denizi’ne yönelik hakimiyet mücadelesi, İstendil Adası hariç tamamlanmış; Girit Adası Çanakkale Boğazı’nın ileri güney karakolu konumuna getirilmiştir.

İkinci dönem, Boğazlardan geçişin ikili andlaşmalarla düzenlenmeye başladığı Küçük Kaynarca Andlaşması’ndan Boğazlar’ın çok taraflı andlaşmalara konu olduğu 1841 yılına kadar geçen 67 yıllık periyottur. Bu dönemde Boğazlardan geçiş açık veya gizli andlaşma hükümleriyle belirlenmeye çalışılmış, şartlar değiştikçe yapılan yeni andlaşmalarla geçiş koşulları düzenlenmiştir. Boğazların bütün devletlerin ticaret gemilerinin geçişine açılması 14 Eylül 1829’da Osmanlı Devleti ile Rusya arasında akdedilen Edirne Andlaşması ile gerçekleşmiştir. Andlaşma ile Boğazların Osmanlı Devleti ile savaş durumunda olmayan devletlerin ticaret gemilerine, Rus ticaret gemileri ile

aynı şartlar altında olmak üzere açıklığı yükümlülüğü kabul edilmiştir. Yaklaşık üç asır **Türk gölü** hüviyetinde kalan Karadeniz, Rus ticaret gemilerine bu denizde ticaret yapabilme ve Boğazlardan serbest geçiş hakkı tanıyan Küçük Kaynarca Andlaşması ile 1774'te **Türk-Rus denizine** dönüşmüş, Boğazları Rus ticaret gemileriyle aynı şartlar altında olmak üzere bütün devletlerin ticaret gemilerinin geçişine açan 14 Eylül 1829 tarihli Edirne Andlaşması ile de **uluslararası bir mahiyet** kazanmıştır.

Üçüncü dönem ise 1841 yılında yapılan ve Boğazlardan geçişin uluslararası bir nitelik kazandığı “Akdeniz ve Karadeniz Boğazları Hakkında Londra Sözleşmesi” ile başlayan ve I. Dünya Savaşı'na kadar devam eden; genel niteliği itibarıyla de günümüze kadar devam eden geçişin çok taraflı andlaşmalarla düzenlendiği 180 yıllık devam eden devredir.

Hiçbir zaman yürürlüğe girmemiş ve ölü doğmuş bir andlaşma olan ve Osmanlı Devleti ile I. Dünya Savaşı'nın galip devletleri arasında imzalanan Sevr'e göre Çanakkale Boğazı, Marmara Denizi ve Karadeniz Boğazı'nı kapsayan Boğazlar, barış ve savaş zamanında, bayrak farkı gözetmeksizin bütün devletlerin ticaret ve savaş gemileri ile askerî ve sivil uçaklarına açık olacaktı. Andlaşma ile kurulan serbest geçiş düzenlemek ve denetlemek için geniş yetkilerle donatılmış “Boğazlar Komisyonu” kurulacaktı. Çanakkale Boğazı'nın Avrupa kıyıları Yunanistan'a verildiğinden, Yunanistan ve Osmanlı Devleti Boğazlar üzerindeki denetim yetkilerini bu Komisyona devredecekti.

Sevr Andlaşması'nın tatbik imkânı bulamaması ve ölü doğmuş bir andlaşma olarak tarihe geçmesinden sonra, barış düzenine, 24 Temmuz 1923 tarihli Lozan (Lausanne) Barış Andlaşması ile geçilmiştir. Andlaşmanın Boğazlardan geçiş rejimine ilişkin temel hükmünü düzenleyen 23'üncü maddesine göre âkit taraflar; aynı gün imzalanan ve Andlaşmaya ekli olup Andlaşmayla aynı hukuki değeri haiz olacağı belirtilen “Boğazların Tâbi Olacağı Usule Dair Mukavelename” ile Çanakkale Boğazı'nda, Marmara Denizi'nde ve Karadeniz Boğazı'nda, barışta ve savaşta, denizden ve havadan geçiş ve ulaşım serbestliği ilkesini kabul etmişlerdir.

Lozan rejimi Boğazlar'dan geçişte herhangi bir sınırlama getirmezken, Karadeniz'e geçmek isteyen savaş gemileri için tonaj sınırlaması getirmiştir. Lozan Boğazlar Sözleşmesi hükümleriyle Boğazlar'ın askerden arındırılmış olması ve tahkim edilemez bulunması nedeniyle; Türk Boğazları Bölgesi'nde, Türkiye'nin egemenlik hakları açıkça sınırlandırılmış, Türkiye ulusal savunması ve güvenliği için tedbir alma hakkından mahrum bırakılmıştı.

Böylece Boğazlar, uluslararası statüsünü ve rejimini devam ettiriyordu. Bir başka söyleyişle Boğazların rejimi, Türkiye'nin tek yanlı iradesi ile değil 1841'den beri devam eden ve çok sayıda devletin ortak iradesi sonucu ortaya çıkan uluslararası nitelikli kurallara tâbi olmaya devam ediyordu.

Montrö Sözleşmesi, amacına uygun olarak, **Türk Boğazlarının güvenliği** ile **Karadeniz'in güvenliğini** ayrı ayrı ve stratejik bir yaklaşımla düzenlemektedir.

Montrö Sözleşmesi, Lozan'ın kısıtlamalarını ortadan kaldırarak, Türk Boğazları Bölgesi'nde Türkiye'nin egemenlik haklarını tescil etmiştir. Sözleşme barış zamanında Boğazlar'dan geçiş yapacak savaş gemileri için **sınıf, tonaj** ve

sayı sınırlaması getirmiş ve bu gemilerin geçişlerini **ön bildirimde bulunma** koşuluna bağlamıştır.

Sözleşme, her sınıf savaş gemisine Boğazlar'dan geçiş hakkı tanımamış, bu haktan yararlanacak savaş gemilerinin geçişlerini bazı kayıt ve sınırlamalara tâbi tutmuştur. Barış zamanında, *hafif su üstü gemileri*, *küçük savaş gemileri* ve *yardımcı gemiler*, ister Karadeniz'e kıyıdaş olan ister olmayan devletlere bağlı bulunsunlar, bayrakları ne olursa olsun, Boğazlar'a Sözleşme'de öngörülen koşullar içinde girerlerse, hiçbir vergi ve harç ödemeksizin Boğazlar'dan geçiş özgürlüğünden yararlanacaklardır. Savaş gemileri Boğazlar'a gündüz girerler. Geçiş sırasında deniz kuvvetinin komutanı, durmak zorunda olmaksızın, Çanakkale Boğazı'nın ve İstanbul Boğazı'nın girişindeki bir işaret istasyonuna, komutası altında bulunan kuvvetin tam kuruluşunu bildirmekle mükelleftir. Boğazlar'dan geçiş halinde bulunan savaş gemileri taşımakta olabilecekleri *uçakları* hiçbir durumda kullanamayacaklardır.

Savaş gemilerinin barış zamanında Boğazlar'dan geçmesi için, Türk Hükûmeti'ne diplomatik yoldan bir ön bildirimde bulunulması gerekmektedir. Bu ön bildirimin normal süresi sekiz gündür. Ancak, Karadeniz kıyıdaş olmayan devletler için bu sürenin on beş güne çıkarılması arzuya şayan sayılmaktadır. Bu ön bildirimde gemilerin; gidecekleri yer, adı, tipi, sayısı ile gidiş için ve gerekirse dönüş için geçiş tarihleri belirtilecektir. Her tarih değişikliğinin üç günlük yeni bir ön bildirim konusu olması gerekmektedir. Ayrıca Boğazlar'a girişin, ilk ön bildirimle belirtilen tarihten başlayarak beş günlük bir süre içinde yapılması gerekmektedir. Bu sürenin bitiminden sonra, ilk ön bildirim için olan koşullar içinde yeni bir ön bildirimde bulunulması gerekecektir.

Yukarıdaki sınırlamaların dışında savaş gemilerinin tonajları ve sayıları da sınırlanmıştır. Bu madde hükmüne göre; Boğazlar'dan geçiş halinde bulunabilecek bütün yabancı deniz kuvvetinin en yüksek toplam tonajı 15.000 tonu aşmayacak ve bu kuvvet 9 gemiden çok gemi içermeyecektir. Yine aynı maddeye göre; Boğazlar'daki bir limanı ziyaret eden gemiler ile geçiş sırasında bir hasara uğramış olan gemiler bu tonaja katılmayacaktır. Hasara uğrayan gemiler tamirat esnasında, Türkiye tarafından yayımlanan özel güvenlik hükümlerine bağlı tutulacaklardır.

Bu kayıt ve sınırlamalardan gemilerin tonaj ve sınıfı ile ilgili olanlar, Karadeniz'e kıyıdaş devletlerin savaş gemilerinin geçişinde uygulanmayacaklardır. Karadeniz'e kıyıdaş devletler, öngörülen tonajdan yüksek bir tonajda bulunan *hattıharp gemilerini* Boğazlar'dan geçirebileceklerdir. Diğer bir ifade ile Karadeniz'e kıyıdaş devletler 15.000 ton toplam tonajı aşan ve Sözleşme'de nitelikleri tanımlanan gemilerini Boğazlar'dan geçirebileceklerdir. Şu koşulla ki; bu gemiler Boğazlar'ı ancak tek başlarına ve en fazla iki refakat gemisi eşliğinde geçeceklerdir.

Karadeniz'e kıyısı bulunan devletlerin uçak gemilerinin Boğazlar'dan geçmesini yasaklayan Sözleşme, anılan devletlere ait denizaltıların ise bazı istisnai durumlarda Boğazlar'dan geçmesine müsaade etmiştir. Karadeniz'e kıyıdaş devletler, bu deniz dışında yaptırdıkları veya satın aldıkları denizaltılarını, tezgâha koyuştan ya da satın alıştan Türkiye'ye vaktinde haber vermişse, deniz

üslerine katılmak üzere Boğazlar'dan geçirme hakkına sahiptirler. Bahse konu olan devletler denizaltılarını, yine bu konuda ayrıntılı bilgiler zamanında Türkiye'ye verilmek koşuluyla bu deniz dışındaki tersanelerde onarılmak üzere Boğazlar'dan geçirebileceklerdir. Her iki durumda da denizaltıların gündüz ve su üstünden seyretmeleri ve Boğazlar'dan tek başlarına geçmeleri gerekmektedir. Belirtilen bu istisnai durumlar dışında denizaltıların Boğazlar'dan geçmeleri öngörülmemiştir.

Boğazlar'dan geçiş yapmakta olan savaş gemileri, hasar veya geminin teknik yönetimine bağlı olmayan deniz arızası durumları hariç olmak üzere, geçişleri için gerekli olan süreden daha uzun bir süre Boğazlar'da kalmayacaklardır. Yukarıda ifade edilen Sözleşme hükümleri, herhangi bir tonajda ve kuruluşta olan bir deniz kuvvetinin, Türk Hükümeti'nin daveti üzerine Boğazlar'daki bir limana sınırlı bir süre için nezaket ziyaretinde bulunmasına engel değildir.

Türkiye'nin muharip olduğu savaş zamanı ile Türkiye'nin kendisini pek yakın bir savaş tehlikesi tehdidinde maruz görmesi durumlarında, savaş gemilerinin Boğazlar'dan geçişini dilediği gibi belirleme inisiyatifi ve hakkı Türkiye'ye verilmiştir. Türkiye, Boğazları bütün devletlerin savaş gemilerine kapatabileceği gibi, dilediği devletin savaş gemilerinin geçmesine de müsaade edebilmektedir. Türkiye'nin tarafsız olduğu savaş zamanında ise savaşan herhangi bir devletin savaş gemilerinin Boğazlar'dan geçmesi yasaklanmıştır.

Montrö Sözleşmesi hükümlerine göre barış zamanında, Karadeniz'e kıyıdaş olmayan devletlerin sadece hafif su üstü gemileri, küçük savaş gemileri ve yardımcı gemileri Boğazlar'dan kuzeye geçiş yapıp Karadeniz'e açılabilirler. Bunların dışında kalan herhangi bir sınıf savaş gemisinin, örneğin; denizaltıların ve uçak gemilerinin Karadeniz'e geçme imkânı yoktur. Karadeniz'e kıyıdaş olmayan devletlerin barış zamanında bu denizde bulundurabilecekleri gemilerin toplam tonajı en çok 45.000 ton olmak üzere sınırlandırılmıştır. Kıyıdaş olmayan tek bir devlet ise bu tonajın üçte ikisi düzeyinde yani toplam tonajı en çok 30.000 ton olan bir kuvveti Karadeniz'de bulundurabilir⁴. Karadeniz'de

⁴ Sözleşme'nin 18'inci maddesindeki tonaj sınırlamasına göre; Karadeniz'e kıyıdaş olmayan devletlerin barış zamanında bu denizde bulundurabilecekleri gemilerin toplam tonajı 30.000 tonu aşmayacaktır. Ancak, herhangi bir anda, Karadeniz'in en güçlü donanmasının tonajı, Sözleşme'nin imza tarihinde bu denizde en güçlü olan donanmanın tonajını (Sözleşmenin yürürlüğe girdiği 9 Kasım 1936'da SSCB 60.000 tonluk bir donanmaya sahipti.) en az 10.000 ton aşarsa, 30.000 tonluk toplam tonaj aynı ölçüde artacak ve en çok 45.000 ton olabilecektir. Bununla beraber, Karadeniz'e kıyıdaş olmayan devletlerden herhangi birinin bu denizde bulundurabileceği tonaj, öngörülen toplam tonajın üçte ikisi ile sınırlandırılmıştır. Karadeniz'e kıyıdaş devletler, her yılın 1 Ocak ve 1 Temmuz tarihlerinde, Karadeniz'deki donanmasının toplam tonajını Türk Hükümeti'ne bildirecek; Türk Hükümeti de topladığı bu bilgileri âkit taraflara iletecektir.

Karadeniz'e kıyısı olmayan devletlerin bu denizde aynı anda bulundurabilecekleri toplam tonaj, dağılan SSCB Karadeniz donanmasının 105.000 ton olduğu Ocak

bulunmalarının amacı ne olursa olsun, kıyıdaş olmayan devletlerin savaş gemileri bu denizde yirmi bir günden fazla kalamayacaklardır.

Sözleşme'ye göre Karadeniz, kıyıdaş olmayan devletlerin **hattıharp gemileri, denizaltıları ve uçak gemilerine** kapalı tutulmuştur. Bu statü, Karadeniz'in karasuları dışındaki açık deniz alanlarında savaş gemilerinin ulaştırma haklarına getirilen ve dünyada başka bir örneği bulunmayan özel ve istisnai bir uygulama niteliğindedir.

Bir harpte Türkiye'nin savaşıyor olması durumunda, Sözleşme'nin savaş gemilerinin barış zamanında Boğazlar'dan geçişini düzenleyen hükümleri yanında, savaş gemileri için Karadeniz ile ilgili getirmiş olduğu düzen de uygulanmayacaktır. Türk Hükûmeti, Boğazlar'dan geçiş ve Karadeniz'deki durumla ilgili istatistikleri toplamak, gerekli bilgileri vermek, ayrıca savaş gemilerinin Boğazlar'dan geçişine ilişkin her hükmün yürütülmesine nezaret etmekle yükümlüdür. Türkiye, belirtilen sınıf ve miktarlar dışında bir ön bildirimle karşılaştığında, bu ön bildirime, Sözleşme hükümlerine göre uygun cevabı verme hakkına sahiptir.

Sınıf, tonaj ve süre sınırlaması olmaksızın yeterli güçte bir deniz kuvvetini Karadeniz'de bulundurmak ve Karadeniz'in açık deniz alanlarındaki serbestilerden deniz hukuku çerçevesinde yararlanmak isteyen kıyıdaş olmayan bir devletin önündeki tek engel Montrö Sözleşmesi'dir.

Sonuç olarak; yürürlüğe girdiği 9 Kasım 1936'dan günümüze kadar geçen 85 yıl, 2 ay süreyle noktasına ve virgülüne dokunulmadan Türkiye'nin gözetiminde dimdik ayakta duran Montrö'yü günümüzde ve gelecekte de ayakta tutacak olan **güvenlik stratejileri** ile **Türkiye'nin titiz, objektif ve akılcı uygulamaları** olacaktır.

1992 itibarıyla, Sözleşme'nin öngördüğü maksimum tonaj olan 45.000 ton idi. 1 Ocak 1999 itibarıyla Rusya Federasyonu, Karadeniz'deki donanmasının toplam tonajını 75.000 ton olarak bildirmiştir. Bu tonaj, 45.000 ton için bir limit değeri oluşturmaktadır. Sözleşmede ayrıca düzenlenmemiş olmakla birlikte 18'inci maddenin yorumundan ve özellikle **herhangi bir anda** 10.000 tonluk limitin aşılmasının ifade edilmesi ile **aynı ölçüde... artırılacağı** ifadesinden ve ayrıca her yılın **1 Ocak ve 1 Temmuz tarihlerinde kıyıdaş devletlerce Karadeniz'deki donanmalarının toplam tonajlarının bildirilmesi**; bu tonajın 75.000 tonun altına düşmesi durumunda, Karadeniz'de aynı anda bulunabilecek yabancı deniz kuvvetlerinin toplam tonajının da aynı ölçüde azalacağı ve 30.000 tona kadar inebileceği sonucu çıkmaktadır. Bahse konu 30.000 tonluk limite inmesi için Karadeniz'de bulunan en güçlü donanmanın tonajının, Sözleşme'nin yürürlüğe girdiği 9 Kasım 1936'da, 60.000 tonluk SSCB donanması düzeyine inmesi gerekir.

İTÜ TÜRK BOĞAZLARI UYG-AR MERKEZİ (İTÜBOA) VE FAALİYETLERİ

Özcan ARSLAN

İTÜ Türk Boğazları Uygulama ve Araştırma Merkezi (İTÜBOA)
arslano@itu.edu.tr

İTÜBOA KURULUŞU

İstanbul Teknik Üniversitesi Türk Boğazları Denizcilik Uygulama ve Araştırma Merkezi (İTÜBOA), 25 Şubat 2019 Tarih ve 30697 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan yönetmelik ile kurulmuştur.

Merkezin amaçları arasında:

- İstanbul Boğazı, Marmara Denizi ve Çanakkale Boğazı’nı içine alan Türk Boğazları’nda seyir, can, mal ve çevre emniyetinin, deniz ve çevre güvenliğinin sağlanması ilgili araştırmalar yapmak;
- Türk Boğazları ve çevresinde doğal, tarihi ve kültürel varlıkların korunması ile ilgili çalışmalar yapmak;
- Boğazlar ile ilgili Uluslararası Hukuk ve Deniz Ticareti Hukuku, uluslararası ilişkiler ve politika, enerji güvenliğinin ticaret ve ekonomiye etkisi ile ilgili çalışmalar yapmak;
- Bilgi iletişim teknolojileri, kıyı ve deniz mühendisliği, açık deniz petrol ve doğalgaz arama platform ve yapılarının geliştirilmesi ve inşası, bunların Türk Boğazları ile ilgili etkileşimini araştırmak;
- Ulusal denizciliğin geliştirilmesi, deniz ve kıyı yapılarının şehirciliğe, güvenliğe, deniz kaynaklarına, seyir emniyetine, ekonomiye vb. ilgili alanlara olan etkilerini araştırmak;
- Modelleme, simülasyon ve senaryo planlama gibi analiz, risk ve tahmin modelleri geliştirilmesi gibi konularda çalışmalar yürütmek yer almaktadır.

15.03.2019 Tarihinde, İTÜ Rektörlüğü’nce Prof. Dr. Özcan Arslan Merkez Müdürü olarak atanmış; 08.05.2019 Tarihinde de Yönetim Kurulu Üyeleri atanmıştır.

İTÜBOA, ilk Yönetim Kurulu Toplantısını 28 Mayıs 2019 Tarihinde yaparak faaliyetlerine başlamıştır. Merkez, bina olarak İTÜ Denizcilik Fakültesi’nde deniz kenarında bulunan eski ‘Deniz Güvenliği Eğitim Merkezi’ Binasının üst katında üç oda ve bir toplantı salonunu kullanmaktadır.

İTÜBOA tarafından dönem içinde yapılan faaliyetler, almış olduğu ve başvurusu yapılmış projeler hakkında bilgi aşağıda sunulmuştur:

FAALİYETLER

İTÜ Türk Boğazları Denizcilik Uygulama ve Araştırma Merkezi (İTÜBOA) ilk çalıştayını 27 Kasım 2019 tarihinde İTÜ Denizcilik Fakültesi Tuzla Yerleşkesi’nde gerçekleştirdi. Çalıştayın ilk oturumunda Ali

Kurumahmut “Türk Boğazları’nın Hukukî Statüsü” ve İTÜ Rektör Yardımcısı Prof. Dr. Alper Ünal “Türk Boğazları’nda Gemilerden Kaynaklanan Hava Kirliliği” konulu sunumlarını yaptılar. İkinci oturumda Prof. Dr. İ. Hakkı Helvacıoğlu “Türk Boğazları’nda Kıyı ve Yüzer Yapılar” ve KEGM Gn. Müd. Yard. Kaptan Okan Cıncık “Türk Boğazları’nda Gemi Trafik ve Acil Durum Yönetimi” konulu sunumlarını gerçekleştirdiler. Çalıştay’a, Üniversitelerden, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığından, Deniz Kuvvetleri Komutanlığından, Deniz Ticaret Odası, Meslek Odaları, Sivil Toplum Kuruluşları ve Denizcilik Sektöründen 200’den fazla katılımcı katılmıştır.



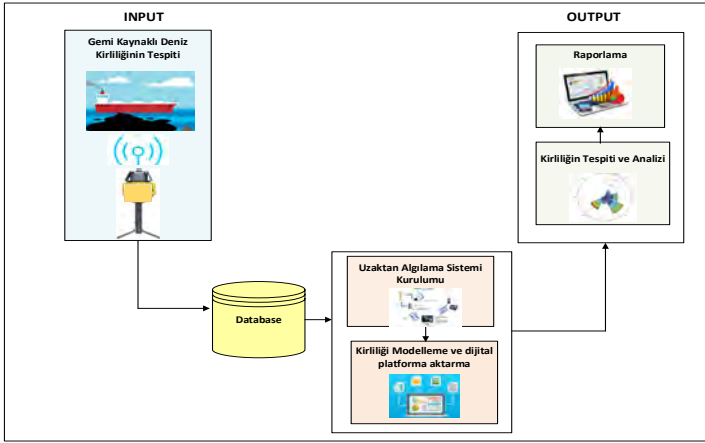
PROJELER

İstanbul Boğazı Kuzey Bölgesi İçin Gemilerden Kaynaklı Deniz Kirliliğini Algılama, Takip Ve Analiz Sisteminin Geliştirilmesi Projesi

İTÜBOA ve İCA İC İÇTAŞ ASTALDI 3. Boğaz Köprüsü Ve Kuzey Marmara Otoyolu Yatırım Ve İşletme A.Ş arasında ‘İstanbul Boğazı kuzey bölgesi için gemilerden kaynaklı deniz kirliliğini algılama, takip ve analiz sisteminin geliştirilmesi projesi’ anlaşması yapılmış ve İTÜNOVA TEKNOLOJİ A.Ş. (“İTÜNOVA”) aracılığı ile bu proje yürütülmeye başlanmıştır.

Proje, 1 Haziran 2020 – 31.01.2021 tarihleri arasında yapılmıştır. Projenin kavramsal çerçevesi aşağıda sunulmuştur:

Bu kapsamda, önerilen projenin amacı özellikle İstanbul Boğazı kuzey bölgesi için gemilerden kaynaklı deniz kirliliğini algılama, takip ve analiz sisteminin geliştirmektir. İstanbul Boğazı mevcut deniz kirliliği tespiti ve takibi ilgili makamların rutin göz kontrolleri helikopter aracılığı ile sağlanmaktadır. Bu projede uzaktan algılama teknolojileri kullanılarak gemilerden kaynaklı kirlilik tespiti tasarlanacak ve deniz çevresinin, kıyı şeridinin ve insan sağlığının korumasını amaçlamaktadır.

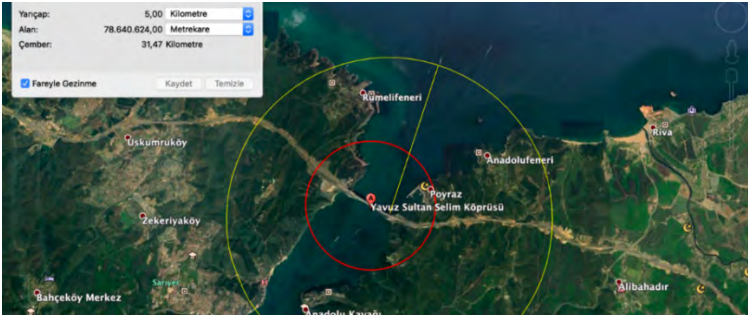


Bu projenin özgün değerleri, uzaktan algılama sistemleri kullanarak elde edilecek dinamik verilerin modellenmesi ile İstanbul Boğazı kuzey bölgesinde meydana gelebilecek gemilerden kaynaklı deniz kirliliğinin tespiti ve analiz edilmesi olarak ifade edilebilir. Ayrıca, ortaya konulacak model, mevcut durumda kirliliği tespit eden rutin göz kontrolü yerine dinamik bir deniz kirliliği algılama, takip ve analiz sistemi ortaya koyacaktır. Yapılacak olan fizibilite çalışması ile gemi trafik düzeni, bölgede hâkim akıntılar, rüzgarlar ve görüş açıları dikkate alınarak su üstü ve su altı deniz kirliliğini tespit edebilecek uzaktan algılama sistemleri kullanılacaktır. Toplanacak dinamik veriler, makine öğrenmesi, yapay sinir ağları ya da destek vektör

makinesi yöntem uygulamaları ile modellenerek dijital platforma aktarılacak ve elde edilen verilerin analiz edilerek anlamlandırılacaktır.

İstanbul Boğazı kuzey bölgesi için gemilerden kaynaklı deniz kirliliğini algılama, takip ve analiz sisteminin geliştirilmesi projesinin gerçekleştirilmesi durumunda;

- İstanbul Boğazı kuzey bölgesi için sürdürülebilir bir gemi kaynaklı deniz kirliliği tespit sistemi kurulacaktır,
- Kirliliğin tipi, yayılımı, boyutları tahmin edilebilecek,
- Kirliliğin sonuçları ve etkileri analiz edilebilecek,
- Bölge halkı, deniz çevresi ve kıyı şeridi için sürdürülebilir koruma sağlanacak,
- Örnek uygulama modeli olarak Türk Boğazları ve ülke kıyı şeridine tavsiye edilebilecek,
- Elde edilecek dinamik veriler bilimsel çalışmalara katkı sağlayacaktır.



Development of Training System For Safe Turkish Straits (Emniyetli Türk Boğazları için Eğitim Sisteminin Geliştirilmesi) AB Erasmus + Projesi

İTÜ Türk Boğazları Denizcilik Uygulama ve Araştırma Merkezi'nin (İTÜBOA) “Development of Training System For Safe Turkish Straits (SafeSTRAITS)” başlıklı ve “2020-1-TR01-KA226-VET-098221” numaralı projesi AB Erasmus + Programı tarafından desteklendi. 1 Haziran 2021’de başlayan projenin iki yıl sürmesi bekleniyor.

Projenin Tanımı: Development of Training System For Safe Turkish Straits (SafeSTRAITS) Türk Boğazları bölgesinde denizcilik faaliyetlerinin emniyetli bir biçimde sağlanabilmesi amacıyla, gemiadamları ve yerel deniz trafiği kullanıcıları için dijital bir eğitim sistemi geliştirilmesine yönelik 24 ay sürmesi planlanan bir projedir. 2020 yılı Mesleki Eğitim Stratejik Ortaklıklar Dijital Eğitime Hazırlık (KA226-VET) faaliyeti kapsamında 71 adet proje başvurusu arasından desteklenen 11 proje arasında yer alarak 218.130 Avro hibe almaya hak kazanmıştır. İTÜBOA, bu projede koordinatördür.

Türk Boğazları yılda ortalama 50 bin gemi geçişi ile Karadeniz ve Akdeniz arasındaki bağlantı konumunda olup, uluslararası ticaretin sürdürülebilmesinde son derece kritik bir bölge olarak kabul edilmektedir. İstanbul Boğazı, Marmara Denizi’ndeki deniz trafik bölgesi ve Çanakkale Boğazı’nı kapsayan bu bölge, dünya üzerindeki en dar ve tehlikeli su yollarından biri olarak görülür. Bölgede etkili olan kuvvetli akıntılar, keskin dönüşler, değişken hava koşulları, yoğun yerel trafik gibi etmenler gemilerin seyrini zorlaştırabilmekte ve çeşitli gemi kazaları meydana gelebilmektedir. Özellikle İstanbul Boğazı ve çevresindeki nüfusun yoğunluğu, kıyı kesimlerde konumlanan tarihi ve kültürel yapılar, su altı ekosisteminin çeşitliliği gibi faktörler düşünüldüğünde, burada meydana gelebilecek kazaların çok ciddi sorunlara sebep olması muhtemeldir. Söz konusu alanda seyir yapacak denizcilerin gemi trafik hatları, akıntı ve hava koşulları, raporlama bölgeleri, haberleşme kanalları, boğazlarda seyir kısıtlı bölgeler vs. gibi konularda bilgi sahibi olmalarının Türk Boğazları’nın emniyeti için önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Bu kapsamda SafeSTRAITS projesi ile, ulusal ve uluslararası seyir yapan ticari gemilerdeki gemiadamları ile yolcu tekneleri, feribotlar, özel yatlar, balıkçı tekneleri gibi yerel trafik kullanıcıları için ayrı modüller oluşturularak Türk Boğazları bölgesine dair web tabanlı ve detaylı bir eğitim platformu oluşturulması planlanmaktadır. Eğitimler sonunda Türk Boğazları’ndaki seyir emniyetinin önemine ek olarak bölgedeki çevre kirliliğinin önlenmesine yönelik de farkındalığın artırılması sağlanacaktır.

Proje Ortakları:

1. İstanbul Teknik Üniversitesi - Türkiye
2. İstanbul Şehir Hatları A.Ş. – Türkiye
3. University of Strathclyde – Birleşik Krallık
4. Orka Prodüksiyon Medya Denizcilik Bilişim Hizmetleri Limited Şirketi – Türkiye

5. Universitatea Maritima Din Constanta - Romanya
6. Denizcilik Eğitimi Programları Değerlendirme ve Akreditasyon Derneği (DEDEK) – Türkiye
7. Andreas Papadakis Nautiliakes Kai Emporikes Epicheiriseis Monoprosopi Etaireia Periorismenhs Efthinis (A.P. & A LIMITED) – Yunanistan

Proje Yürütücüsü:

Prof. Dr. Özcan ARSLAN

Müsilajın Gemi Makine Sistemleri Üzerindeki Sosyoekonomik Etkileri ve Risk Analizi Değerlendirmesi TÜBİTAK 1001 Projesi

Müsilajın Gemi Makine Sistemleri Üzerindeki Sosyoekonomik Etkileri ve Risk Analizi Değerlendirmesi isimli proje Ağustos 2021 tarihinde kabul edilmiştir. Projenin 9 ay sürmesi beklenmektedir.

Projenin Yürütüleceği Kuruluş: İTÜ Türk Boğazları Denizcilik Uygulama ve Araştırma Merkezi

Proje Özeti: Önemli su yolları arasında gösterilen Türk Boğazlarındaki gemi trafiği her geçen yıl önemini artırmaktadır. 2021 yılı içerisinde Marmara Bölgesinde yoğun şekilde meydana gelen müsilaj, daha önce meydana gelen oluşumlardan çok daha büyük ve etkili olması sebebiyle bölge turizmini, balıkçılığı ve deniz yolu taşımacılığını olumsuz yönde etkilemektedir. İstatistiksel verilere göre, ticari ve coğrafi önemi yüksek olan bu su yollarından geçen gemi tonajı hızlı bir artış göstermektedir. Meydana gelen kirlilik nedeniyle, büyük küçük fark etmeksizin tüm askeri- ticari gemiler ve bölgedeki yatlar-balıkçı teknelerine ait makine soğutma sistemleri olumsuz şekilde etkilenmektedir. Yapılan ön çalışma ile bölgede çalışan ticari gemiler ve özel hizmet teknelerinin soğutma suyu filtrelerinin kısa sürede tıkandığı doğrulanmıştır. Bu tıkanıklığın makine sistemlerindeki termal verimi düşürerek mekanik problemlere sebebiyet vereceği gözlenmektedir. Basit bir filtre tıkanıklığının, gemi soğutma suyu sistemi ve dolayısıyla başta gemi ana makinesi olmak üzere neredeyse diğer tüm gemi makineleri üzerinde büyük etkileri olacaktır. Yetersiz soğutulan sistemler ve makineler geminin manevra kabiliyetini kaybetmesine neden olacak, tüm bu riskler ise sonucunda çarpma, çatışma, karaya oturma, batma, yangın, patlama gibi çok daha büyük risklerin oluşmasına zemin hazırlayacaktır. Bölge yoğun nüfusu, dar su yolları, akıntılar gibi tüm unsurlarıyla beraber düşünüldüğünde bu risk katlanarak artacak, sonuç olarak müsilaj kaynaklı meydana gelebilecek teknik problemler can ve mal kaybı ile sonuçlanabilecek kaza risklerini artıracaktır. Hali hazırda müsilajın doğal çevreye, insanlara, turizme, balıkçılığa doğrudan etkileri ile ilgili kapsamlı çalışmalar devam etmektedir. Ancak, müsilaj probleminin görülmeyen fakat büyük kitleleri etkileme olasılığı olan gizli riskleri de bulunmaktadır. Net olarak görülmeyen fakat gemilerin soğutma suyu sistemleri üzerindeki etkisiyle, büyük kaza riskleri oluşturan müsilaj, bu

yönüyle çalışılmamıştır. Bu nedenle proje kapsamında, müsilağın gemi makine sistemleri üzerindeki sosyoekonomik etkileri ve risk analizi değerlendirmesi konusu seçilmiştir.

Bu projenin araştırma planı, müsilağın gemi makineleri ve gemiye etkisi en aza indirilerek, halihazırda diğer pek çok riski barındıran Marmara bölgesi için emniyet unsuru geliştirilebilir kuramsal yaklaşımı üzerine kurulmuştur. Bu doğrultuda oluşturulan proje ekibi araştırmanın teorik ve uygulama safhalarındaki gereksinimlere cevap verebilecek nitelikte disiplinlerarası üretken ve dinamik bir araştırma grubudur. Proje kapsamında ilk olarak müsilağın oluşumu ve etkisi hem saha çalışması hem de sahada görev yapan denizcilerden alınan görüşler ile şekillendirilmiştir. Ön çalışmalar sonrası, planlanan iş paketleri doğrultusunda sırasıyla, gemilerin kullanmış oldukları soğutma sistemlerinin incelemesi, hata türleri ve etkileri analizi (FMEA) kullanılarak risklerin belirlenmesi, sektör çalışanlarının ve denizci akademisyenlerin uzman görüşleri alınarak hata türlerinin hem klasik hem de ağırlıklı yöntem ile hesaplanması, elde edilen sonuçların gerçekçi bir simülasyon tasarımından elde edilen sonuçlar ile desteklenmesi hedeflenmektedir. Proje kapsamında yürütülecek çalışma belirtilen şu somut hedeflere ulaşılması öngörülmektedir: 1.Müsilağ yoğunluğunun gemi makine dairesindeki sistemlere ve geminin seyir faaliyetine olan etkilerinin belirlenmesi. 2.Marmara ve Kuzey Ege bölgesindeki müsilağ yoğunluğunun sosyoekonomik etkileri konusunda farkındalığın artırılması. 3.Marmara ve Kuzey Ege bölgesindeki müsilağ problemi konusunda detaylı ve ulusal bir başvuru kaynağı oluşturulması. 4.Hazırlanacak sirküler ile Marmara ve Kuzey Ege bölgesindeki seyirlerin emniyetli bir şekilde sürdürülebilmesi adına uygulamalar gerçekleştirilmesi.

Yapılan çalışmalar sonrası projenin çıktısı olarak, bölgedeki müsilağ kaynaklı oluşması muhtemel büyük felaketlerin önüne geçmek adına, bir rehber oluşturulup Türk denizcilğinde söz sahibi olan kuruluşlara sunulması planlanmaktadır.

Dolayısıyla bu çalışma denizcilik endüstrisi karar mercilerinin ve paydaşlarının bu konudaki çözüm beklentileri ile paralellik arz etmektedir. Proje ile ilk etapta, disiplinler arası proje ekibinin yukarıda sıralanan ilkeler doğrultusunda çalışmalarını sürdürmesi ile birlikte kısa vadede olgunlaştırılan gemi soğutma sistemleri ve müsilağın bu sistemlere etkileri, orta ve uzun vadede denizcilik otoritelerine bölgedeki müsilağ kaynaklı oluşması muhtemel büyük felaketlerin önüne geçmek adına bir rehber oluşturulup sunulması hedeflenmektedir. Müsilağ probleminin büyük kitleleri etkileme olasılığı olan gizli riskleri bulunmaktadır. Bu rehberin, müsilağın gemi makine sistemleri üzerindeki etkilerini ortaya koyması ve oluşacak muhtemel çevresel kirlilik, karaya oturma, batma, çatışma, yangın, patlama gibi felaketlerin ortaya çıkmasında risk azaltıcı rol oynaması hedeflenmektedir.

Proje Yürütücüsü: Prof.Dr. Yasin Arslanoğlu

Araştırmacılar: Prof. Dr. Özcan Arslan, Doç. Dr. Emre Akyüz

I. DÜNYA SAVAŞI'NDA MARMARA DENİZİ'NE GİREN İNGİLİZ DENİZALTILARININ BATIRDIKLARI GEMİLER VE BUGÜNKÜ DURUMLARI

SHIPS SANK BY THE BRITISH SUBMARINES IN THE MARMARA SEA DURING WORLD WAR I AND THEIR CONDITIONS TODAY

Selçuk KOLAY
Kolay Marine
skolay@superonline.com

ÖZET: Çanakkale Savaşı batıklarından bahsederken sadece boğaz sınırları içinde bulunan batıkları düşünmek doğru olmaz. Çanakkale deniz savaşları, müttefiklerin 18 Mart'da boğazı geçmek için gerçekleştirdikleri başarısız saldırı ile sınırlı değildir. Daha sonra boğazı sualtından geçmeyi başaran denizaltıların kara savaşlarının paralelinde Marmara Denizi'nde gerçekleştikleri saldırılar sonucu batan gemileri düşünmek gerekir.

Boğazı geçen İngiliz denizaltıları birçok gemi dışında mühimmat taşıyan mavna gibi küçük tekneler de dahil olmak üzere toplam 50.000 ton civarında nakliye batırmışlar ve cepheye deniz yoluyla yapılan sevkiyatları durma noktasına getirmişlerdir.

Bu batıklardan dalış derinliğinde olanlarda 1960'lara kadar söküm çalışmaları yapılmış; ancak trol balıkçılığının da ulaşamadığı daha derindeki batıklar dokunulmadan günümüze ulaşmışlardır.

Anahtar Kelimeler: Çanakkale deniz savaşları, Marmara Denizi'nde İngiliz denizaltıları, Marmara Denizi'ndeki I.Dünya Savaşı batıkları, Çanakkale deniz savaşı batıkları söküm çalışmaları

ABSTRACT: When one speaks of the wrecks of the Dardanelles Campaign, it is not exactly correct to refer only to the wrecks within the borders of the Dardanelles Straits. The naval battles at the Dardanelles were not entirely restricted to the unsuccessful attack on 18 March when many ships were lost as the Allied forces attempted to pass through the Straits. We should keep in mind the wrecks related to the submarine attacks that happened later in the Marmara Sea which became a second front parallel to the front in Gallipoli.

British submarines which succeeded in penetrating the Dardanelles Straits and getting into the Marmara Sea were successful in sinking some 50.000 tons of shipping including small craft and restricting the transportation of troops and supplies to the front in Gallipoli.

Major salvage operations have been carried out on most of the wrecks in 1960's leaving only the ones in deeper waters untouched.

Keywords: Dardanelles naval battles, British subs in the Marmara Sea, WW I wrecks in the Marmara Sea, Salvage operations on the wrecks of the Dardanelles Campaign

Çanakkale Savaşları hep müttefiklerin 18 Mart'da başarısızlıkla sonuçlanan boğazı geçme hareketiyle anılır. Ancak daha sonra İngiliz denizaltılarının boğazı geçmesiyle Marmara'da İstanbul'dan Gelibolu cephesine Akbaş Limanı üzerinden denizden yapılan sevkiyatı baltalamak amacıyla gerçekleştirilen operasyonlar sonucunda yaklaşık 50.000 ton civarında gemi ve daha küçük nakil vasıtası batırılmış; yani bir anlamda Çanakkale Savaşları'nın Gelibolu cephesi dışında bir de Marmara cephesi oluşmuştur. Giren İngiliz denizaltıları 1912 yılları civarında inşa edilmiş, konsept olarak bugünkü denizaltıların yapı prensiplerine ve Çanakkale Boğazı'nı sualtından geçme gücüne sahip modern anlamda denizaltılardı (Cocker 1982). Fransız denizaltıları da Marmara'ya geçmeyi denemişlerse de (Saphir, Mariotte, Joule, Turquoise) 1905 – 1908 arası yapımı olduklarından daha ilkindiler ve başarısız olmuşlardı (Conway 1992).

Tarihte Çanakkale Boğazı'nı sualtından geçip Marmara'ya girmiş ilk düşman gemisi Henry Stoker komutasındaki Avustralya Deniz Kuvvetleri'ne ait İngiliz yapımı E – sınıfı AE2 denizaltısıdır (Şekil 1). Bu denizaltı 25 Nisan sabahı erken saatlerde Marmara'ya geçmiş olduğunu telsizle bildirdiğinde General Ian Hamilton başarısızlıkla sonuçlanan Anzak çıkarması sonucunda geri çekilme kararı almak üzereyken gelen bu başarı neticesinde devam kararı almış, bu da savaşın devam etmesi ve her iki tarafın yaklaşık 250.000 kişi kaybetmesiyle sonuçlanmıştı (Brenchley 2001).



Sekil 1. AE2 " Running Amok in the Narrows " by Phil Belbin

AE2'nin bu geçişini İngiliz E14, E11, E7, E12, E2, E20 ve H1 denizaltıları (Şekil 2, 3a,3b, 4,) takip etmişler ve bazı kayıplar vermişlerse de Gelibolu cephesine yapılan asker ve mühimmat sevkiyatını durma noktasına getirmişlerdir.



Şekil 2. E14 Boyle & Crew

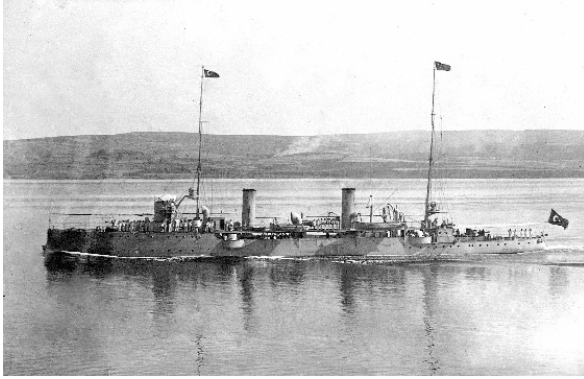


Şekil 3. a-E11, b-Martin Nasmith (E11)



Şekil 4. E7

Batırdıkları gemiler arasında Peyk-i Şevket torpido kruvazörünü (Şekil 5), Peleng-i Derya gambotunu, Nara ağ gemisini, Bosforus şilebini (Şekil 6) , Barbaros Hayrettin zırhlısını, Yarhisar muhribini, Nur-ül Bahir gambotunu, Samsun mayın gemisini, Sakız karakol gemisini, Eleonora yelkenli gemisini (Şekil 7), Rehber (Şekil 8), Halep (Şekil 9) ve Plevne vapurlarını sayabiliriz. Kısaca sekiz askeri gemi, otuz bir ticaret gemisi ve bunların yanında iki yüzden fazla küçük tekne ve mavna savaş dışı kalmıştı (Şekil 10, 11) (Shankland-Hunter 1971).



Şekil 5. Peyk-i Şevket



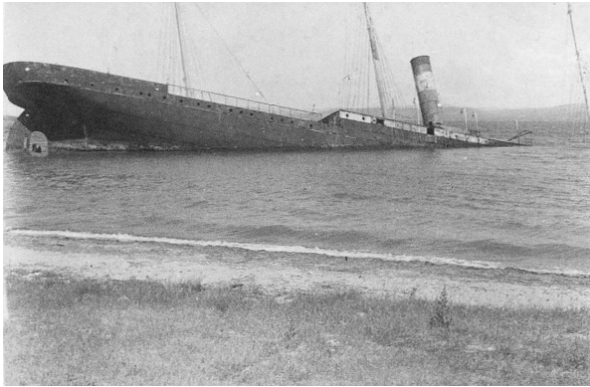
Şekil 6. Bosforus,



Şekil 7. Elionora



Şekil 8. Rehber



Şekil 9. Halep



Şekil 10. E11+mavna



Şekil 11. E11+mavna mürettebatı

Batıklardan bir kısmı kıyıya yakın sığ sularda bulunduklarından daha savaş yıllarında yeniden yüzdürülmüş, 50 – 60 metre derinliğe kadar olanlar ise 1955 ile 1970 yılları arasında metal hurdası kazanmak amacıyla tam veya kısmen sökülüştür (Şekil 12, 13). 70'li yıllardan itibaren söküm çalışmalarının gerek ekonomik değeri kalmamasından ve gerek kalan batıkların çıkarılmalarının tarihi değerleri kaybetme açısından sorun yaratacağı düşüncelerinin oluşmasından dolayı söküm çalışmaları tamamen durmuştur (Kolay ve diğ. 2013).



Şekil 12-13 Batık sökümü

Söküm çalışmalarının yapıldığı yıllarda yerleri henüz belirlenmemiş veya o günkü dalış şartlarında bulundukları derinliklerde kolay ulaşılamayan ve bu nedenle dokunulmadan kalmış olan Marmara'daki batıklardan (Şekil 14) uzun araştırmalar sonucunda 1998 ve 2012 yılları arasında bulmuş olduğum Bosforus şilebini, Nur-ül Bahir gambotunu, AE2 denizaltısını sayabiliriz (Şekil 15, 16, 17, 18, 19, 20a, 20b, 21a, 21b).

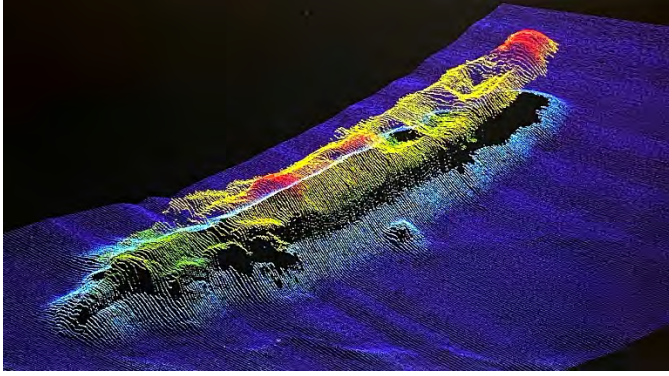
2007 ve 2015 yıllarında Avustralya'dan gelen korozyon uzmanı Dr. Ian MacLeod başkanlığındaki uzman ekip ile birlikte özellikle 73 metre derinlikte bulunan AE2 denizaltısı üzerinde yapılan ölçümlerde bu batıkların dip sularının niteliği nedeniyle oldukça az yıpranma ile günümüze kadar ulaştıkları görülmekteyse de, var olan yıpranmanın esas sebebinin trol balıkçılığı olduğu görülmektedir (Şekil 22, 23, 24). İleride Çanakkale Savaşları'nın büyük bir hatırası olan AE2 denizaltısı ile gerçekleştirilmesi olası bir projeyi hayata daha sorunsuz geçirmek amacıyla denizaltıya katodik koruma uygulanmış ve trol hasarlarına karşı üzerine işaret şamandırısı konulmuştur.



Şekil 14. Marmara Denizi Batıkları



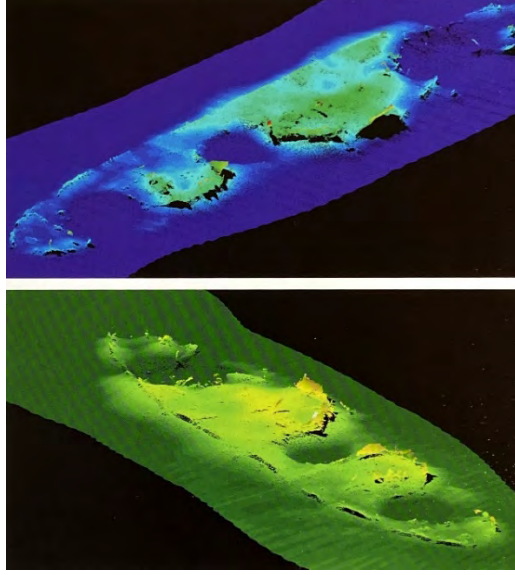
Şekil 15. Nur-ül Bahir



Şekil 16. Nur-ül Bahir MB



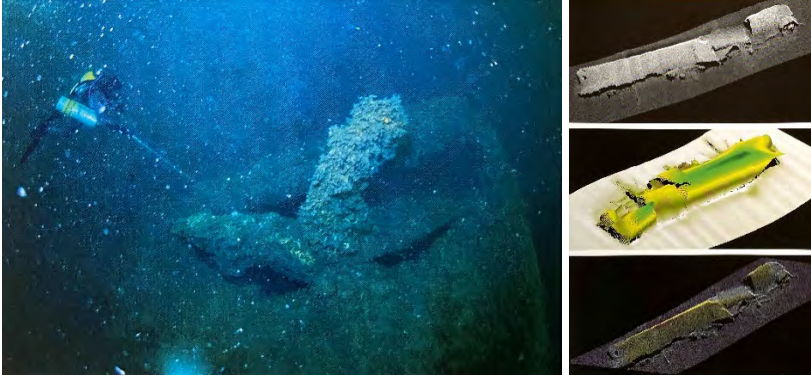
Şekil 17. Barbaros



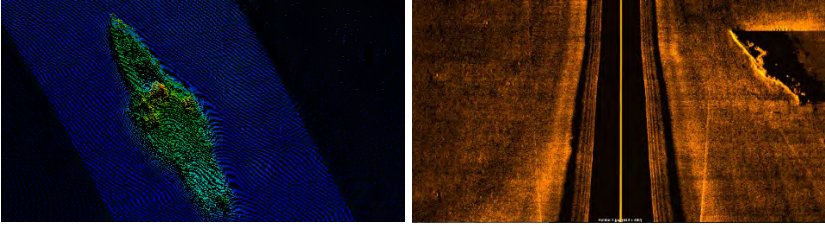
Şekil 18. Barbaros MB



Şekil 19. Eleonora



Şekil 20. a-Bosforus, b-Bosforus MB



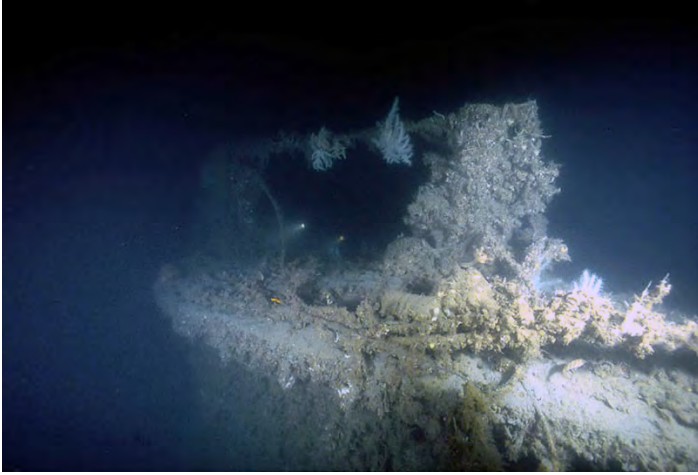
Şekil 21. a-Rehber MB, b-Rehber SS



Şekil 22. AE2 baş



Şekil 23. AE2 ön güverte



Şekil 24. AE2 kule

DEĞİNİLEN BELGELER

Brenchley, Fred & Elizabeth (2001) *Stoker'ın Denizaltısı*. Harper Collins Publishers, Sydney.

Cocker, M. (1982) *Royal Navy Submarines*. Frederick Warne, London.

Conway's *All the World's Fighting Ships* (1992) Conway Maritime Press, London

Kolay, S., Taktak, O., Karakaş, S., Atabay, M. (2013) *Derinlerden Yansımalar*. Vehbi Koç-Ayhan Şahenk Vakfı.

Shankland, P., Hunter, A. (1971) *Dardanelles Patrol*. Granada Publishing Ltd, St. Albans.

MARMARA DENİZİ'NDE BATIKLARIN DURUMU VE YASAL MEVZUAT

SITUATION OF WRECKS AT MARMARA SEA AND LEGAL REGULATIONS

Hülya GÜNAY^{1*}, Seyfullah ALARÇİN^{2,3}

¹Çevre Mühendisi

² Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV), PK: 10, Beykoz/İstanbul

³Beykoz Denizciler Derneği, Beykoz, İstanbul

*hulya.gunay111@gmail.com

ÖZET: Batık; bir deniz kazasına müteakip; (a) Batmış veya karaya oturmuş bir gemiyi; ya da (b) Batmış veya karaya oturmuş bir gemide bulunan veya bulunmuş olan herhangi bir madde dâhil olmak üzere, batmış veya karaya oturmuş bir geminin 5 herhangi bir parçasını; ya da (c) Bir gemiden ayrılarak denizde kaybolan ve karaya oturmuş, batmış ya da denizde sürüklenen bir maddeyi; ya da (d) Tehlikedeki gemi veya her türlü eşyaya yardım etmek için etkili tedbirlerin zaten alınmadığı bir durumda batmak veya karaya oturmak üzere olan ya da makul olarak batması veya karaya oturmasının bekleneyeceği bir gemiyi ifade eder. Marmara Denizi Ege Denizi'ni Karadeniz'e bağlayan Türk Boğazları su yolunun parçası olması sebebiyle askeri ve ticari gemilerin odağındadır. Dolayısıyla sık sık batıkla neticelenen deniz kazaları gerçekleşmektedir. Bu çalışmada; Marmara Denizi'nde gerçekleşen batıkların Marmara Denizi'nin bölümlerine göre sınıflandırılmış hali anlatılmıştır. Türkiye Cumhuriyeti'nde batıklarla ilgili yasal mevzuat, batıkların çevresel etkileri ve öneriler ifade edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Batık, kirlilik, mevzuat, Marmara Denizi

ABSTRACT: A significant proportion of world trade is carried out by the vessels. Ships out of this difficult journey of undesirable situations, one of the worst conditions on the last link in the chain of events resulting in the sinking of the ship wreck is removed. "Wreck", following upon a maritime casualty, as: (a) a sunken or stranded ship; or (b) any part of a sunken or stranded ship, including any object that is or has been on board such a ship; or (c) any object that is lost at sea from a ship and that is stranded, sunken or adrift at sea; or (d) a ship that is about, or may reasonably be expected, to sink or to strand, where effective measures to assist the ship or any property in danger are not already being taken. Because of the Marmara Sea is a part of Turkish Straits which connects Eagen Sea and Black Sea is at the center of military and commercial vessels. Therefore maritime accidents resulting in shipwrecks occur frequently. In this study; The classification of the shipwrecks in the Marmara Sea according to the parts of the Marmara Sea is explained. The legal regulations regarding shipwrecks in the Republic of Turkey, the environmental effects of shipwrecks and suggestions are given.

Keywords: Wreck, pollution, legislation, Marmara Sea

GEMİLERİN BATMA NEDENLERİ

Gemiler pek çok farklı nedenden dolayı batabilir. Genel olarak gemilerin batmasının ana nedeni olarak deniz kazası olarak ifade edilirse de tüm batma olaylarını genel bir ifade ile bir “deniz kazası” olarak söyleyip sınıflandırmak doğru olmayacaktır.

Bu nedenle aşağıdaki gibi bir sınıflandırma yapmak daha doğru olur. 1-Seyir ve diğer insan hataları 2-Kötü tasarım 3-Kötü hava şartları 4-Yangın 5-İşyan, sabotaj ya da korsanlık 6-Geminin uygun yüklenmemesi 7-Kasıtlı olarak batırma

GEMİ BATIKLARININ ÇEŞİTLERİ VE BUNLARIN KİRLİLİK RİSKLERİ

Farklı tipteki gemiler farklı türde kirliliğe sebep olur. Öte yandan, koşullardaki farklılıklarda kirliliğin boyutlarını ve oluşturmaları muhtemel riskleri belirleyen unsurlardandır.

Bu faktörler özellikle inşa malzemesi, batığın olduğu yerdeki suyun tuzluluk oranı, batıktaki hasarın seviyesi, gemideki yükü ve bileşenlerini kurtarma girişimi, batığın bulunduğu yerdeki suyun derinliği, sıcaklığı, deniz canlılarının varlık durumu ve diğer hava şartları olarak ifade edilebilir.

MARMARA DENİZİ BATIK HARİTASI



YASAL MEVZUAT

618 sayılı Limanlar Kanununa göre;

Madde 7 – (Değişik: 28/11/2017-7061/5 md.) Liman başkanlığı idari sorumluluk sahasında can, mal ve çevresel risk taşıyan veya seyir ve seferin selametine engel olabilecek suret ve vaziyette karaya oturmuş, yarı batık veya batık halde yahut terk edilmiş veya atıl halde bulunan gemileri ve eşyasını, geminin donatıları veya kaptanı, liman başkanı tarafından tayin edilecek bir süre içerisinde çıkarmaya veya bulunduğu yerden kaldırmaya mecburdur. Bu süre kırk beş günden fazla olamaz. Belirlenen müddet, gemi yabancı bayraklı ise geminin sicile kayıtlı olduğu devletin ilgili makamlarına, donatana ve kaptana bildirilir, bu kişilerin adresleri bilinmiyorsa herhangi bir uluslararası denizcilik bülteninde ilan edilir. Gemi Türk

bayraklı ise donatan veya kaptana bildirilir. Bu kişilerin adresleri bilinmiyorsa yurt düzeyinde dağıtımı yapılan ve tirajı yüz binin üzerinde olan bir gazetede ilan edilir. Ayrıca gemi veya gemi vasfını kaybetmiş eşya hacizli ise durum haciz işlemini gerçekleştiren icra dairesine de bildirilir. Teknik veya meteorolojik zorunluluk nedeni ile ilgililer tarafından yapılacak itirazlar üzerine bu süreler, liman başkanı tarafından kırk beş günü aşmamak üzere uzatılabilir. Tayin edilen süre içinde birinci fıkra uyarınca bildirimde bulunulanlara ulaşılabilmesi veya ulaşılsa dahi ilgililer tarafından geminin çıkarılmasından ya da bulunduğu yerden kaldırılmasından imtina edilmesi halinde; gemi ve eşyasını, liman başkanı çıkarmaya, çıkarttırmaya, bulunduğu yerden kaldırmaya, kaldırtmaya, imha ettirmeye, satmaya ve sattırmaya yetkilidir. Satış işlemi, liman başkanlıkları tarafından yerine getirilir ve satış aşamasına kadar yapılan masraflar Ulaştırma, Denizcilik ve Altyapı Bakanlığı Döner Sermaye İşletmesinden karşılanır. Yapılan masraflara karşılık gelen tutar, Bakanlık Döner Sermaye İşletmesine gelir kaydedildikten sonra artan tutar, gemi ve eşyası üzerinde haciz var ise ilk haczi koyan dosyaya gönderilir ve mevzuata göre sıra cetveli yapılarak alacaklılara dağıtılır. Bu işlemler sonucu artan bir tutarın bulunması halinde, söz konusu tutar beş yıl içinde müracaat edilmesi halinde hak sahibine ödenmek üzere Bakanlık Döner Sermaye İşletmesi nezdinde emanet hesabına kaydedilir. Satış sürecinde adli veya idari makamlara yapılacak itirazlar ya da başvurular satışı durdurmaz. Satılan mal takyidattan âri olarak alıcıya teslim edilir. Bu durumların dışında, liman başkanlığı idari sorumluluk sahasında bulunan gemilerin; seyir, can, mal, çevre güvenliği ve emniyet bakımından ciddi tehlike oluşturabileceği durumlarda, gemi veya deniz aracı hakkında herhangi bir mahkeme kararı, adli veya idari tedbir olsa dahi, liman başkanı, birinci fıkradaki sürelerle bağlı kalmaksızın geminin emniyetli bir yere nakli de dâhil olmak üzere her türlü tedbiri almaya yetkilidir. Bu durumlarda alınan tedbirlerin masrafı gemi donatanı tarafından karşılanır. Gemi donatanının bu masrafları otuz gün içerisinde ödememesi halinde; barınma haricindeki masraflar Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı tarafından karşılanır ve yukarıdaki hükümler uygulanır.

TÜRK BOĞAZLARI VE MARMARA BÖLGESİNDEKİ BATIK DENİZ TAŞITLARI

No:	GEMİNİN ADI	GRT	BAYRAK DEVLETİ/ SAHİBİ	BATMA/KARAYA OTURMA NEDENİ TARİHİ	KONUMU (KOORD)	YÜKÜ	TASFİYE EDİLİP EDİLMEDİĞİ	AÇIKLAMA
1	LOK PARBHA		HİNDİSTAN	ÇATIŞMA 27.12.1976	41 05 12 N 29 03 30 E	BİLİNİYOR		Rumelihisar ölümlerinde batık vaziyette
2	KEMAL KEFELİ	*	T.C. KEMAL KEFELİ	ÇATIŞMA 29.08.1979	41 02 004 N 00 44 E	29		Beşiktaş ölümlerinde
3	PL-1 318		ABD KOÇTUĞU DE. VE TİC.A.Ş.	24.05.1986	HAREM MENDİREĞİ İÇ KUZİY KİSMİ	TORBA ÇİVİ	ÇIKARILDI	BATIK
4	ARMENİ	892	HONDURAS	ÇATIŞMA 29.08.1987	41 12 54 N 00 44 E	29		İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışı batık vaziyette
5	MEHMET METE	484	T.C. METE-TURAN DNZ	ÇATIŞMA 21.02.1989	41 01 59 N 00 22 E	29	KUM	Beşiktaş ölümlerinde batık vaziyette

İSTANBUL BÖLGESİNDEKİ BATIK DENİZ TAŞITLARI

	GEMİNİN ADI	GRT	BAYRAK DEVLETİ/ SAHİBİ	BATMA/KARAYA OTURMA NEDENİ TARİHİ	KONUMU (KOORD)	YÜKÜ	TASFİYE EDİLİP EDİLMEDİĞİ	AÇIKLAMA
1	DENİZATİ	2729	T.C. RESİT KALKA VAN DENİZLİK	ÇATIŞMA 25.06.1991	TARABYA ÖNLERİ	4250 TON ARPA	-	İtalya bayraklı Leonis isimli gemi ile çatışarak batı.
2	RABUNION 18	1598	LÜBNAN	ÇATIŞMA 14.11.1991	41 05' 27" N 29 03' 28" E F.S. MEHMET KÖPRÜSÜ ALTINDA	20 000 CANLI KOYUN	-	Filipin bayraklı Madonna lily isimli gemi ile çatışarak batı.
3	VOLGODON 5064	-	RUSYA	KÖTÜ HAVA ŞARTLARI 09.03.1996	SIVRI ADA AÇIKLARI 40 52' N 29 49'E	-	-	Yenikapı'dan Tuzla'ya çekilirken batmıştır.
4	ÇELIKTRANS	789	T.C. BALKAN TİCARET	KÖTÜ HAVA ŞARTLARI 03.11.1996	YENİKÖY AÇIKLARI 4506 505 N 2904 016 E 41 96 33 N 2904 01 E	KUM 800 Ton	EDİLMEDİ	Malta Bayraklı Maria -1 (245 Gross) ile çatışan Çeliktrans batı.
5	BERRAK -S	-	HONDURAS	24.12.1996	KARTAL BALIKÇI BARINAĞI AÇIĞI	-	-	Fahri Ekişoğlu-2 ile çatışma Batık
6	NÜVO	488	T.C.	DÜMEN KILITLENMESİ 10.08.1993	TUZLAAÇIKLARI	ÇİMENTO 41 50°50'N 32 17' 08" E	-	Batık
7	KHEİBAT	399	LÜBNAN	KÖTÜ HAVA ŞARTLARI 28.03.1995	KUMKAPI ÇAKARI Ö. 40 55'N 28 58' E	BOŞ	-	Alabora oldu
8	EGEMEN 2	16	T.C. ŞABAN GÜVEN	ÇATIŞMA 30.03.1995	YENİKAPI	BOŞ	-	Sancabey isimli deniz otobüsü ile çatışıp batı.
9	JACK - UP PLATFORMU		ARDA	SU ALMA 1990	TUZLA AYDINLIK KOYU			Yan batık

MARMARA DENİZİNDEKİ BATIKLAR

1-Çakır Bala adlı balıkçı teknesi, 21.01.2006'da Poyrazköy Balıkçı Barınağı rıhtımında, makine dairesi su almıştır, batmadan askıya alınmıştır. İtfaiye aracılığıyla sular vidanjörle alınmış ve tekne kurtarılmıştır. Herhangi bir ölüm, yaralanma ve çevre kirliliği olmamıştır.

2- CORONA- Z 15.07.2006 günü Türkeli Demir sahasında demirli vaziyette iken alabora ters dönmüş ve batmıştır. Aşırı yük ve hava muhalefeti nedeniyle çelik hurda yükü ile batmıştır. Gemilerin demirlerinin batığa takılması riski bulunduğundan, enkazın bulunduğu yerden 618 sayılı Limanlar Kanunu'nun 7. maddesi uyarınca çıkartılması için gerekli girişimlerde bulunulmuş ve Liman Başkanlığı'na bilgi verilmiştir. Gemideki 10 personelden 9'u bulunmuştur, gemi kaptanının ise cesedi bulunmuştur.

3- HERA isimli Kamboçya bayraklı kuru yük gemisi 13.02.2004 tarihinde İstanbul Boğazı Karadeniz girişinin 7.5 mil açığında batmıştır. 11751 ton kömür taşımaktaydı. Toplam 5 ceset çıkarılmıştır. Olumsuz hava koşullarından dolayı yükü ile birlikte batmıştır. Çevre Kirliliği mevcuttu. 2 millik bir alanda yakıt sızıntısı vardı.

4- Honduras bayraklı Agios Dimitriod- 7 isimli kereste taşıyan kuru yük gemisi İstanbul Liman Karadeniz kıyısında eşek adasının doğusunda 10.02.2003

tarihinde kötü hava şartları nedeniyle ve yakıtı bittiği için karaya oturmuş ve yarı batık vaziyete gelmiştir. 17 personeli vardı. Hepsi sağ kurtulmuştur. Can kaybı yok, mal kaybı vardır.

5- Türk bayraklı Özlem- Re ticari yat 09.10.2009 tarihinde Kınalıada açıklarında yangın geçirmiş ve yangın sonucu batmıştır. Tek personeli vardır, ölü yoktur.

6- 25.10.2009 Türk bayraklı Prof. Dr. Aykut Barka isimli yolcu gemisi ile Türk bayraklı Mert isimli balıkçı gemisi çatışmış ve sonucunda batmıştır. Deniz kirliliği, ölüm ve yaralanma yoktur.

7-Yalı isimli Ticari yat 26.09.2008 günü Paşabahçe şişe cam fabrikası önünde batmıştır.

8- 09.12.2001 tarihinde Kamboçya bayraklı Lady Amar kuru yük gemisi (çelik yüklü) İstanbul Boğazı Türkeli fenerine 40 mil mesafede kötü hava şartları nedeniyle batmıştır. 1 personel kayıptır.

9- 11.02.1991 tarihinde Malta bayraklı Virginia isimli gemi, makine arızası ve olumsuz hava koşulları nedeni ile Kilyos sahil Dalyan Burnu mevkiinde batmıştır.

10- 04.12.1991 günü Malta bayraklı Lina gemisi Karaburun Kunduzdere mevkiinde batmıştır.

11. 02.02.2003 tarihinde Kamboçya Bayraklı Euro Asia isimli buğday yüklü kuru yük gemisi Kilyos Gümüşdere’de karaya oturmuş, yarı batık durumdadır.

12- Orçun C, 19.01.2010’da Türkeli Güven Burnunda kötü hava koşulları nedeni ile kıyıya sürüklenmiş, karaya oturmuştur. 21 personel kurtarılmıştır. Çevre kirliliği gerçekleşmiştir.

TARİHİ BATIKLAR

Savaş gemileri hariç olmak üzere tarihi batıkların çoğunun kirlilik riski oluşturmadığı düşünülmektedir. Sualtı arkeologlarının ilgisi ve tarihi değerleri münasebetiyle bu batıkların asıl oluşturduğu sorun, korunmasına ilişkindir.

MARMARAY BATIKLARI

Marmaray projesi kapsamında ele geçirilen buluntular sayesinde İstanbul’un 8500 yıllık tarihi içerisinde yaşadığı jeolojik değişimlerin yanında sosyal, kültürel ve sanatsal gelişimi de aydınlatılmıştır.

Yenikapı Arkeoloji Kazıları şehrin kuruluş tarihini çok eskilere götürdü. Onun dışında denizcilikle ilgili inanılmaz bilgilere ulaşıldı. Ele geçmiş olan 37 batık gemi kalıntısı, şu anda dünyada bir kazı alanında ortaya çıkmış olan en büyük repertuarı sundu.

KİBATOS KALESİ BATIĞI

4 bin 200 metrekaare alana yayılmış ve suyun 3,5 metre derinliğinde keşfedilen deniz kalesinin 1069 yılında yapıldığı düşünülüyor.

Yalova'nın Altınova ilçesinde gerçekleştirilen 'Yalova Kıyıları Antik Liman ve Sualtı Yüzey Araştırması' kapsamında, Bizanslılara ait Kibatos Kalesi keşfedildi. Altınova'nın Hersek bölgesinde bulunan kalenin, depremler nedeniyle su altında kaldığı tahmin ediliyor.

Kuzey Anadolu Fay Hattı'nın etkili olduğu bölgedeki su altı araştırmaları yaşanan depremlere ve kıyı değişimlerine ışık tutmuştur. Bizans döneminden Osmanlı'nın son dönemine kadar kullanıldığı belirlenen kale katıntısının, Evliya Çelebi de Seyahatname'sinde de bahsedildiği bilinmektedir.

BEYLİKDÜZÜ'NDE 8 GEMİ BATIĞI

İstanbul'un en batıdaki ilçelerinden Beylikdüzü'nün Marmara Denizi kıyılarında tarihi bin 500 yıl öncesine kadar inen 8 gemi enkazı tespit edildi.

Beylikdüzü'ndeki gemilerin, tarihi bir limanın varlığını işaret ettiği değerlendirilirken, Yenikapı'da 2004 yılında keşfedilen batıklarla varlığı kanıtlanan Theodosius Limanı'na benzer bir keşfin ilk adımının batıklar olabileceği belirtiliyor.

Beylikdüzü, Ambarlı sahilinde 5 yıl önce arkeolog ve deniz bilimcilerin yaptığı araştırmalarla M.Ö.4. yüzyıldan kalma Antik Angurina Limanı'nı ortaya çıkarılmıştır.

BATIKLARDAN KAYNAKLANAN KİRLİLİK RİSKİ

Metal nesneler ve ahşap yapılar için deniz için bir kurban ve aşındırıcı özellikli kimyasal bir ortamdır. Batığın bozulma derecesi inşa malzemesi, bulunduğu derinlik, üstünün kapanma durumu gibi kimyasal, fiziksel ve biyolojik etkenlerin türüne göre değişir. Tuzlu suyun her ne kadar koruyucu özelliğinin varlığını kabul etsek bile deniz dibi akıntılar, sediment durumu gibi türlü etkenlerin sonunda bir batık, kendi petrol ya da değişik türde olabilecek diğer yükleri, yakıt, yağ veya tehlikeli kimyasalların bir kısmını veya tamamını bırakabilir ölçüde deniz altında zamanla etkinliğini yitirir.

Doğal olarak bir çatışma, yangın patlama sonrasında batan geminin yapısal olarak kuvvetini yitirdiği veya aldığı hasar itibarıyla çıkarma ya da herhangi bir şekilde üzerinde operasyon yapılmasının da önemli sorunlar içereceğini kabul etmek gerekir. Taşıdığı yük ya da tahsisi edildiği gayeye uygun olarak dizayn edilip donatılan gemiler hakkında yeterli bilgiye sahip olunması önem arz etmektedir. Unutulmamalıdır ki, yıllarca denizin aşındırıcı kuvvetinin yanı sıra fırtınalar, dip akıntıları biyolojik ve kimyasal değişimlerin çeşitli bozulmalara neden olabileceği gibi bu gemi batıklarında yapılacak her türlü operasyonda türlü tehditlerin (kırılma, tehlikeli madde sızıntısı, petrol sızıntısı vb) varlığı ile müdahalenin bir o kadar da zor koşullarda yapılabilecektir.

BATIKLARDAN KAYNAKLANAN KİRLİTİCİLERİN TİPLERİ

Gemilerden ya da gemi işlevini kaybetmiş enkaz olarak denizdeki batıklardan kaynaklanan kirlitici tiplerini açıklamak gerekirse temel olarak petrol ve türevlerinden bahsetmek gerekir. Temel olarak ortak kirleticileri; • Petrol • Toksinler, • Asbest, • Plastik, • Radyoaktif maddeler olarak sıralayabiliriz.

Gemiler farklı yükler taşıdığından batık olması durumunda da denizlere bu farklı maddeler dökülür. Denize dökülen maddelerin miktarı gemilerin kondisyonuna bağlı olmakla birlikte, geminin batması ile kurtarılmasına ilişkin çalışmaların yapıldığı zaman aralığına bağlıdır. Tankerlerdeki petrol gibi muhtemel kirlilik risklerinin yanında batıklar tehlikeli yük ve patlamamış savaş malzemeleri taşımaları münasebetiyle bu tür gemilere yapılacak kurtarma çıkarma gibi operasyonlarda önemli oranda risk bulundurulur. Bu durum dikkate alınırsa; petrol en tehlikeli kirleticidir.

BATIKLARDAN KAYNAKLANAN PETROL KİRLİLİĞİNİN CANLI YAŞAMA ETKİLERİ

Bir geminin batması ile bunun sonucu olarak birkaç ana sonuç ortaya çıkabilir. Bunlara örnek olarak petrol ve kimyasal sızıntı ve toksin deniz yaşamı ve deniz dibi için zarar oluşur. Batığın incelenmesi veya çıkarılmasına bağlı olarak batıklardan kaynaklanan ikincil sonuçlar akustik kirlilik ve deniz yatağında ileri seviyede zarardır.

Gemilerde çok iyi seviyede izolasyonlu olarak inşa edilen petrol tankları bile zaman içerisinde tuzlu su korozyonu, güçlü dip akıntıları, deniz dibi sedimentini değiştirebilir ve deniz yaşamının zarar görmesine sebep olabilir.

Diğer zararlı ürünlerin çoğu gemi batıklarından denizlere karışır. Bunlar nükleer ürünler veya uranyum, metaller ve asbest gibi yan ürünler olabilir. Bu ürünler hücrelere veya organizmalara girdiğinde, toksinler üretilir. Toksinler ve zararlı ürünler canlı hücrelerde onları gıda zincirinde yukarı taşıyacak şekilde birikebilirler. Toksinler ya da zararlı ürünler kritik bir düzeye ulaşırsa, bunlar deformasyona, kısırlığa ya da ölüme neden olabilir. Deniz yatağına yerleşen yağ veya diğer çözünürlüğü olmayan ürünlerin yerleştiği zaman, deniz altındaki bitki yaşamına etki edebilir.

Bu ürünlerin bitki yaprakları üzerine yerleşmek durumunda, fotosentez sürecinin bozulmasına ya da geçici olarak durmasına neden olur ve bitki ölümlerinin sonuçlanmasına neden olur. Gübre sularının akması ile ötrofikasyon denilen bir sürece neden olarak, deniz hayatı için hasara da neden olabilir.

13 Şubat 1997'de Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı'nın maliki olduğu petrol tankeri kazası sonrasında 214.3 ton petrol döküldü ve 250 ton petrol yandı. Kirlilik ilk gün suda 33.2 mg/L, 5 gün sonra 3.7 g/L, sedimentte 15 gün sonra 636.2 µg/g, midyede 1 ay sonra 2067 µg/g bulundu. Bunlar deniz ve midye için çok büyük değerlerdir. Öte yandan, Volganefit-248 isimli tankerin parçalanarak batması ile sonuçlanan kazada 3 086 ton fuel oil deniz akmış ve bunun doğurduğu kirlilik deniz suyunda başlangıçta 14 g/L ve 20 ay sonra 567.6 µg/L bulunmuştur. Sedimentte ki en yüksek miktar, standardın 40 katı fazla olarak 441 µg/g olarak tespit edilmiştir.

Bir geminin batması ile sonuçlanan deniz kazaları oldukça tehlikelidir. Zira oluşan kaza ile ortaya çıkan tehdit giderilebilir ya da müdahale edilebilir niteliği bakımından, geminin deniz çevresi bakımından tehdit ya da risk içeren

unsurlarının henüz ortaya çıkmamış olması ile battıktan sonra şartlar tamamen değişebilecektir.

Paydaşlardan bahsetmek gerekirse paydaşları şöyle sıralayabiliriz;

• Balıkçılar, • Denizcilik camiası (deniz ulaştırması sektör çalışanları), • Petrol ve gaz kuruluşları ve alt yapıları, • Limanlar, • Kıyısız endüstri ve çalışanları, 26 • Deniz spor ve eğlence faaliyetleri, • Üreticiler ya da denizcilik sektöründeki destek hizmeti sağlayıcılar, • Çevresel gruplar, • Yerel yönetim encümen ve diğer Konseyler/Kurullar, • Hükümet ve Hükümet organları, • Bu sektörle ilgili olan veya bir şekilde etki alanına giren diğer paydaşlar.

Bir batıktan kaynaklanan kirliliğin direkt etkisi altında olacak en belirgin reseptörler şunlardır; • Su sütununun lokal yada daha geniş bir alanı, • Deniz yatağı ve civarındaki deniz araçları, • Yerel ya da küresel atmosfer, • Mikro- makro algler, • Omurgasızlar, • Balıklar, • Kuşlar, • Deniz memelileri, • Deniz ya da kıyıya özgü habitat ve koruma alanları. Petrol kirliliğinin balıkçılığa etkisi en çok üreme ve göç dönemlerinde ve İstanbul Boğazı gibi dar boğazlarda olur. Ekolojik veya biyolojik bir koridor görevi yapan bu tür boğazlarda görülebilecek petrol yayılmaları örneğin, Akdeniz ve Karadeniz arasında olan başta balık göçleri zamanında olursa göçler etkilenirler.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Özellikle, Türk Boğazları tüm gemi geçişlerine açık olmakla, kılavuzluk hizmetinin ihtiyari olduğu hidrografik yapısı, darlığı, kuvvetli akıntıları ve keskin dönüşleri ile dünyanın doğal tehlikeli su yollarından biri olarak bölgesel anlamda yoğun deniz trafiğine sahne olup, deniz kazaları için de önemli bir riski taşıdığı söylenebilir.

Öncelikli olarak, çevresi için önemli tehdit oluşturabilecek gemi batıkların tehlikeli olup olmadığına dair karar süreci bir devlet için en önemli işlerden biridir. Bu sürecin izleme, değerlendirme ve karar verme süreçlerinin çok iyi tasarlanması gerekmektedir. Dolayısıyla, batıklar bağlamında ülkenin idari, teknik ve hukuki bilgi birikimlerinin teknolojik ve ekonomik olarak desteklenmesi ile yapılacak çalışmalar doğru sonuca hızla ulaşılmasını sağlayabilecektir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Batıklardan kaynaklanan kirlilik ve uluslararası batıkların çıkarılması sözleşmeleri uygulamaları-Yüksek Lisans Tezi- Çetin ÇİFTÇİ
İstanbul Liman Başkanlığı Arşivi

MARMARA DENİZİNDE SUALTINDA KALMIŞ TARİH ÖNCESİ YERLEŞİMLER

SUBMERGED PREHISTORICAL SETTLEMENTS IN MARMARA SEA

Hakan ÖNİZ^{1*}, Günay DÖNMEZ²

¹Akdeniz Üniversitesi, Kültür Varlıkları Koruma ve Onarım Bölümü, Güzel
Sanatlar Fakültesi Kat 3 – Kampüs / Antalya

²Akdeniz Üniversitesi Sualtı Arkeolojisi Araştırma ve Uygulama Merkezi,
Akdeniz Cad. No: 25 Kemer / Antalya

*hakan.oniz@gmail.com, gunaydonmez@gmail.com

ÖZET: Holosen dönem, günümüzü de kapsayan son 12 bin yıllık süreçte kıyı şekillerinde sürekli değişimlerin yaşandığı bir dönemdir. Anadolu Coğrafyasında Avcı-toplayıcı dönemin sona erdiği, insanın toprağa bağlandığı ve ilk yerleşimlerin kurulduğu bu süreçte insan yaşamında pek çok değişiklik gerçekleşmiştir. Değişikliklerin bir bölümü kültürel ve teknik gelişmeler bir bölümü ise yaşanan ortamla ilgili doğal değişimlere insanın zorunlu adaptasyonu şeklindedir. Marmara, başta Holosen su yükselmeleri ve depremler olmak üzere pek çok etkiyle şekillenmiş, son 10 bin yılda önce göl iken sonrasında denize dönüşmüştür. İnsanların tarihöncesi dönemlerde göl kıyısında kurdukları yerleşimlerin büyük bölümü bugün kıyıdan kilometrelerce uzakta denizin derinliklerinde keşfedilmeyi beklemektedir. Halen bu yerleşimlerin pek azı hakkında fikrimiz bulunmaktadır. Bu yazıda İstanbul Selimpasha, Yenikapı ve Fenerbahçe, Çanakkale Işıldak Tepealtı ve Avşa Adasında tarih öncesinden kalma batık alanlar hakkında bilinenleri kısaca sunmak amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Arkeoloji, Holosen, Neolitik, Tunç Çağı, Marmara Denizi, Batık yerleşim

ABSTRACT: The last 12 thousand years, which is called the Holocene period, is a period of continuous changes in coastal patterns. In this period, when the hunter-gatherer era ended in Anatolia, people were tied to the land and the first settlements were established. Some of the changes are in the form of cultural and technical developments made by human beings and some of them are related to adaptation of human to natural changes in living environment. Marmara has been shaped by many impacts, especially Holocene water elevations and earthquakes. It was a lake about 10 thousand years ago then turned to a sea when it was connected to Mediterranean. Most of the settlements established on the lakeside during the Neolithic and Bronze Age periods, today await to be discovered in the depths of the sea, kilometers away from the shoreline. Today, we only know few of these settlements. In this article, it is aimed to briefly present what is known

about prehistoric sunken areas in Istanbul Selimpaşa, Yenikapı and Fenerbahçe, Çanakkale Işıldak Tepealtı and Avşa Island.

Keywords: Archaeology, Holocene, Neolithic, Bronze Age, Marmara Sea, Sunken Settlements

GİRİŞ

Denizler, göller ve akarsuların kıyıları çok çeşitli etkiler sonucu sürekli değişim içindedirler. Çoğu zaman insan gözünün hatta insan ömrünün fark etmeye yetmediği bu değişimler yüzlerce yılı içeren periyotlarda insan yaşamına etki ederler. İnsan etkisiyle yapılan değişimler bu tarifi dışında yer alır. Özellikle kıyılara yapılan yollar, limanlar, mendirekler ve benzeri altyapı faaliyetleri suyun doldurulması yoluyla haritalara yeni formlar kazandırmaktadır. Ülkemizi çevreleyen tüm denizlerde ve elbette Marmara Denizinde kıyı formlarındaki değişimlerde en önemli etki Holosen Dönem su yükselmeleri ile olmuştur. Sıcaklık artışıyla birlikte eriyen buzulların suların yükselmesine neden olduğu, buna bağlı olarak kıyı formlarının değiştiği bilinmektedir. Depremler, çeşitli tipte erozyonlar ve akarsuların getirdiği alüvyon dolgular gibi birçok etken de Anadolu'nun kıyı şeridinin değişmesinde etkili olmuştur (Jordan ve Maschner 2000; Kayan 1997).

Holosen dönemin başından itibaren sürekli yaşanan su seviyesi yükselmeleri kıyılarda yaşayan, geçimleri balıkçılık veya hem tarım hem de balıkçılık olan karma ekonomi toplumların yaşamlarını etkilemiştir. Bu etki oldukça yavaş gelişmiş, kıyılardaki bu yerleşimler yüzyıllar içinde sular altında kalırken, yerleşimler daha yükseklerle taşınarak varlıklarını genellikle sürdürmüştür. Bu etkinin Karadeniz ve Marmara'da yaşandığı pek çok örnekten bilinmektedir. Ege, Adriyatik ve Akdeniz'de de yükselen su seviyesi nedeniyle birçok kıyı bölgesi sular altında kalmıştır (Van Andel ve Shackleton 1982; Erol 1979; Van Andel 2005). Yaklaşık MÖ 6000'lere kadar bir tatlı su gölü formunda olan Marmara Denizi bu yüzyıllardan sonra Çanakkale Boğazı yoluyla denize dönüşmüştür. Böylelikle Marmara Bölgesi'nde bulunan büyük düzlemler hızla su altında kalmıştır (Ardel ve Kurter 1973) (Şekil 1). Bu yükselmelerin nedeni olarak ılıman iklimle birlikte buzulların erimesi, tektonik hareketler ve artan yağışlar gösterilmektedir. Bu dönemde, bir taraftan deniz seviyelerinde yükselme görülürken diğer taraftan da iç bölgelerde bazı göllerin su seviyelerinde düşüş, tuzluluk oranında artış görülür (Burroughs 2005). Bu süreçte Marmara Denizi'nde Neolitik, Kalkolitik ve Tunç Çağlarına ait pek çok kıyı yerleşimi su altında kalmıştır. Sualtı arkeolojisi için yeni bir alan sayılabilecek batık tarih öncesi yerleşimler konusu ülkemizde son yıllarda ele alınmaya başlayan bir konu olmuştur. Bilinen alanlar hakkında kısa bilgilendirmeler aşağıda yer almaktadır.

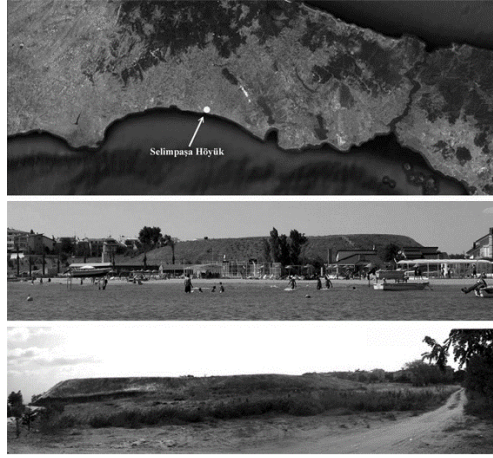


Şekil 1. Marmara Denizi’nde kıyı değişimlerinde (Özdoğan 2011)

İSTANBUL – SELİMPAŞA HÖYÜĞÜ

İstanbul’un Trakya kesiminde Silivri ilçesi sınırlarında yer alan Selimpaşa Höyüğü, İstanbul merkezine 55 kilometre uzaklıktadır. Höyük, kuzeyden gelerek Marmara Denizi’ne ulaşan Kavaklıdere’nin denize döküldüğü noktanın batı yönünde bir yükselti biçiminde kendisini gösterir. Höyüğün önünde uzanan kumsal, Kavaklıdere ile 800 metre doğuda yine Marmara Denizi’ne dökülen Kocadere’nin getirdiği alüvyonlarla oluşmuştur. Höyük İstanbul’un batısında Trakya kesiminde kalabilmiş son büyük höyük olma özelliği taşımaktadır.

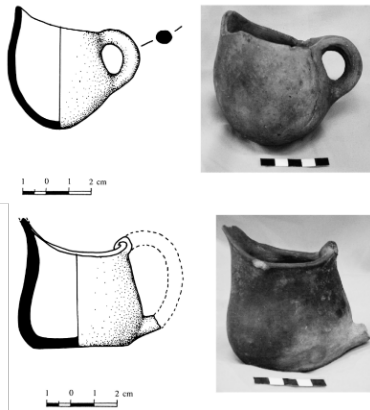
Dr. Şengül Aydıngün Başkanlığında sürdürülen İstanbul Tarih Öncesi yüzey araştırmaları kapsamında Selimpaşa’da deniz ve nehir üzerine sualtı arkeolojisi çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalar Selimpaşa Höyüğünde Erken Tunç Çağı öncesine ait yerleşim izlerinin deniz seviyesinin altında kaldığını göstermektedir. Jeoradar çalışmaları sonucunda höyüğün -2 metre altında önce kum tabakası ve sonra kültür toprağı izleri veren anomalilerle karşılaşmıştır. İstanbul’da yapılan Marmaray- Yenikapı kazıları ile Küçükçekmece’de yapılan araştırmalar deniz seviyesinin birkaç kez değiştiğini göstermektedir. Marmara kıyılarında olması gereken Kalkolitik ve Neolitik yerleşmelerin deniz seviyesinin birkaç metre altında kaldığı bu çalışmalarla anlaşılmaktadır (Aydıngün ve diğ. 2014) (Şekil 2).



Şekil 2. Selimpaşa Höyük (Aydıngün etc., 2014)

İSTANBUL – FENERBAHÇE KOYU

İstanbul'un Anadolu yakasındaki Fenerbahçe Koyu'nda Kurbağalı Dere'nin nehir yatağı çalışmaları sırasında iki seramik maşrapa ve iki testi bulunmuştur. Sonrasında bölgede sualtında araştırmaları yapılmış ancak görüşün kısıtlı olmasından dolayı yeterli sonuç alınamamıştır. Bu çalışmalar sırasında duvar olduğu düşünülen bazı mimari kalıntılara ulaşılmış, bunların hangi döneme ait olduklarına henüz anlaşılamamıştır. Bulunan seramikler Erken Tunç Çağı II-III'e tarihlendirilmiştir. Yortan ve Trakya kültürleriyle benzerlikleri olsa da yerel üretim kaplar olduğu düşünülmektedir (Dönmez 2006) (Şekil 3).



Şekil 3. Fenerbahçede bulunan ve Erken Tunç Çağına tarihlenen iki maşrapa (Dönmez 2006)

ÇANAKKALE- IŞIKDAK TEPE ALTI HÖYÜĞÜ

Dr. Rüstem Aslan'ın Bozköy-Hanaytepe ve Çevresi Prehistorik Dönem Yüzey araştırması kapsamında yapılan çalışmalarda Işıldak Tepe Altı Höyüğü'nde incelemelerde bulunulmuştur. Yapılan çalışmalar sonucunda höyüğün deniz kıyısında ana kaya üzerine kurulduğu, daha sonraki dönemlerde yukarıdan heyelanla ve depremle gelen toprak dolguyla kaplandığı görülmüştür (Aslan 2011). Kalıntılar üzerinde yapılan ilk incelemelerde alt tabakalardaki seramiklerin Orta Kalkolitik Döneme kadar uzandığı görülmüştür. Daha üst tabakalardaki kalıntılar ise Geç Kalkolitik Döneme tarihlendirilmektedir. Denize sıfır bir noktada olan höyük, 40 m uzunluğunda 7 m yüksekliğinde bir görüntü vermektedir. Kalkolitik Döneme tarihlendirilen höyüğün büyük oranda denizin içinde kaldığı görülmektedir. Mehmet Can Üstünel tarafından 2018 yılında hazırlanan yüksek lisans tez çalışmasında bu durum bir kez daha belgelenmiştir. Holosen Dönem ile birlikte Çanakkale Boğazı'nın suları MÖ 6000'lerde yükselmeye başlamıştır. Bunun sonucunda höyüğün büyük çoğunluğunun sular altında kaldığı düşünülmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Işıldak Tepealtı'nda sualtında kalmış alan (Aslan 2011, 5-18).

YENİKAPI NEOLİTİK ALANI

İstanbul Boğazı'nın altından Avrupa ve Asya'yı birbirine bağlayan Marmaray Projesi kapsamında sürdürülen Metro kazısı sırasında Bizans Theodosian Limanı ortaya çıkarılmıştır. İstanbul Arkeoloji Müzesi uzmanları ile Cemal Pulak ve Ufuk Kocabaş liderliğindeki ekipler tarafından gerçekleştirilen kurtarma kazılarında 5. yüzyıldan 11. yüzyıla kadar tarihlenebilen 34 Bizans batığı Osmanlı, Roma, Helenistik, Klasik ve Arkaik kalıntılar bulunmuştur (Kocabaş 2008). İstanbul Müze müdürlüğü yönetiminde yapılan bu kazılar sırasında Neolitik Döneme tarihlenen bir yerleşim açığa çıkarılmıştır (Kızıltan 2008; Perincek 2008).

Söz konusu yerleşim Neolitik Dönemin başlarında göl, sonlarında ise denize dönüşen Marmara Denizi kıyısında, Lykos çayının ağzına kurulmuştur. Alan önce deniz seviyesi yükselmesi sonucu sualtında kalmış, sonrasında çayın alüvyonlarıyla tamamen kapanmıştır. Devam eden su yükselmeleri sonucu oluşan doğal liman formu Doğu Roma Döneminde tahkim edilmiş ve Osmanlı döneminde aynı nedenle dolana kadar liman olarak kullanılmıştır. İstanbul'un ilk yerleşimcilerinden günümüze ulaşan figürinler, mezarlar ve döneme ait mimari öğeler, Yarımburgaz mağarası ve Fikirtepe kazılarında ele geçen benzerlerinden yola çıkılarak Neolitik Döneme tarihlendirilmektedir. Söz konusu yerleşimde bulunan kemik örneklerinden burada koyun, keçi, domuz gibi hayvanların yetiştirildiği ve ayrıca ele geçen buğday örneklerinde yapılan arkeobotanik araştırmalardan yola çıkılarak burada iyi düzeyde tarım yapıldığı anlaşılmıştır. Bunlara ek olarak döneme ait obsidyen ve ahşap kano küreği gibi çeşitli buluntu örnekleri de görülür. (Şekil 5) Ayrıca Marmara denizinin büyük bir göl olduğu 8000 yıl öncesine tarihlenen bu döneme ait 2080 tane ayak izine ulaşılmış, ayak izlerinin üzerinin doğal bir etki ile balçık ile kaplanması sonucu günümüze kadar korunduğu anlaşılmıştır (Pekin 2007).



Şekil 5. Yenikapı Kazı alanı

AVŞA ADASI ARKEOLOJİK SUALTI ÇALIŞMALARI

Marmara Denizinin güneybatısında yer alan Avşa Adası da sualtında kalmış tarih öncesi kalıntıların görüldüğü alanlardan birini oluşturur (Şekil 6). Son yıllarda Avşa kumsallarında bulunan çakmaktaşı, obsidyen, kemik, vb. aletler, ağırsaklar, idoller ve taş baltalar adadaki yerleşimlerin Neolitik döneme kadar uzandığını göstermektedir. Bu buluntular Avşa Adası Manastır mevkiinde yaşamış olan akademisyen Sadi Faik İzer ve bölge sakinleri tarafından sualtında ve kıyıda bulunmuştur. Bölgedeki ilk çalışmalar, 1993 yılında Prof. Dr. Mehmet

Özdoğan tarafından yapılmıştır (Özdoğan 2003). 1994 yılında yerleşim alanı Prof. Dr. Nergis Günsenin tarafından da incelenmiştir (Günsenin 1995). 2015 yılında Kültür ve Turizm Bakanlığı'nın izinleriyle Günay Dönmez tarafından yapılan yüksek lisans tezi projesi kapsamında höyük üzerinde sualtı arkeolojisi çalışmaları yapılmıştır. Kalıntılar kıyıdan 1.50 – 2.00 m derinlikte rahatça görülebilmektedir. Avşa Adası'nda yapılan bu çalışmalarda höyüğün sualtında kalan kısmında Neolitik, Kalkolitik ve yoğun olarak Tunç Çağı'na ait seramik ve küp mezar örnekleri ile taş idoller (Şekil 7) görülmüştür. Alanda kıyı bölgelerde ayrıca Helenistik Dönem'den Geç Antik Çağ'ın sonuna kadar tarihlendirilen çeşitli seramik örnekleri ve kalıntılar da tespit edilmiştir. Bu da adanın Prehistorik Dönemden günümüze kadar kesintisizce devam eden bir yerleşim alanı olduğunu göstermektedir. Bu kalıntılar içinde en önemli örnekleri sualtında kalmış pithos mezarlar (Şekil 8) oluşturmaktadır. Bunlar kıyıya yaklaşık olarak 5 metre uzaklıkta ve 2,50 metre derinlikte bulunmaktadır. Erken Tunç Çağı'na ait olabileceğini düşünülen bu örnekler yoğun midye ve midye kabuklarından dolayı kısmen kapanmış durumdadır. Bunlardan birinin içindeki kemik parçaları ve amorf seramik parçaları in-situ olarak durmaktadır. Bölgede sualtında kalmış bu kalıntılar doğal ve insan etkisiyle risk altındadır.



Şekil 6. Avşa Adası sualtında kalmış alan (Hazırlayan Dr. Hakan Öniş)

Özelde Marmara Denizi Kıyılarında, genelde tüm Türkiye kıyılarında sualtında pek çok tarih öncesi kalıntının bulunduğu açıktır. Yukarıda adı geçen örnekler tesadüfen karşılaşılan örneklerdir. Bu örneklerin tamamı Holosen su yükselmelerine bağlı olarak sualtında kalmıştır. Antalya Kekova Adası çevresindeki Theimussa, Aperlai, Simena ve Dolikesthe gibi antik yerleşimleri ile Demre Beymelek Gölü

altında kalmış olan antik alanlar ise yukarıdaki örneklerden binlerce yıl sonra, Roma Döneminde depremler sonucu su altında kalmıştır. Yüksek depremsel özellik taşıyan Marmara Denizi'nde benzer örneklerin de bulunması mümkündür. Sualtı arkeologlarının bu alana odaklanmaları bilinen tarih öncesi ve tarihi yerleşimlerin pek çok örneğinin sualtındaki varlıklarını kanıtlayacaktır.



Şekil 7. İdoller Avşa Adası



Şekil 8. Avşa Adasında Erken Tunç Çağına tarihlenen pitheos mezarlardan bir örnek (Fotoğraf Günay Dönmez)

DEĞİNİLEN BELGELER

Ardel, A., Kurter, A., 1973, Marmara Denizi (Fiziki Etüd), İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi, Cilt: 10, Sayı: 18-19, 57-70, İstanbul.

Ardel, A., (1960) "Marmara Bölgesinin Yapı ve Reliefi", Türk Coğrafya Dergisi, Sayı: 20, 1-2.

Aslan R., (2011), 2011 Yılı Bozköy-Hanaytepe ve Çevresi Prehistorik Dönem Yüzey Araştırması, 30. AST, Cilt 1, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü Yayın No:157-1, 5-18.

Aydın Gün Ş., Heyd V., Gündoğan E., Öniz H., (2014), "İstanbul'un Batısında Kalan Son Höyük: Selimpaşa", Engin Özgen'e Armağan Kitabı, Ed. Engin A., Helwing B. ve Uysal B., Asitan Kitap, Ankara, 45-55.

- Burroughs W. J., (2005), *Climate Change in Prehistory: The End of the Reign of Chaos*, Cambridge University Press, Cambridge, 45.
- Dönmez Ş., (2006), “*The Prehistory of the Istanbul Region: A Survey*”, ANES 43, 239-234.
- Erol O., (1979), “*Dördüncü Çağ Jeoloji ve Jeomorfolojisinin Ana Çizgileri*”, DTCF Yayınları, Ankara.
- Günsenin N., (1995), “*1994 Yılı Marmara Adaları Sualtı Araştırması*”, XIII. Araştırma Sonuçları Toplantısı 1. Cilt, Türkiye Cumhuriyeti Kültür Bakanlığı Anıtlar ve Müzeler Genel Müdürlüğü, Yayın No: 1809, Ankara, 357-374.
- Jordan W.J. ve Maschner G.D.H., (2000), “*Coastal Paleogeography and Human Occupation of the Western Alaska Peninsula*”, *Geoarchaeology: An International Journal*, Sayı: 15, No: 5, 385-414.
- Kayan İ., (1997), *İznik Gölü batısındaki Ilıpınar Höyüğü çevresinde jeomorfolojik ve jeo-arkeolojik araştırmalar*, *Ege Coğrafya Dergisi*, Sayı: 9, 47.
- Kızıltan, Z., (2008), Foreword, *Istanbul Archaeological Museums Proceedings of the 1st Symposium on Marmaray-Metro Salvage Excavation*. İstanbul.
- Kocabas, U., (2008), Istanbul University Yenikapı Shipwrecks Project: The Ships, *Istanbul Archaeological Museums Proceedings of the 1st Symposium on Marmaray-Metro Salvage Excavation*. İstanbul, 23-33.
- Özdoğan, M., (2003). The Black Sea, the Sea of Marmara and Bronze Age Archaeology – an archaeological predicament. In Wagner, G. A., Pernicka, E. and Uerpman, H.-P. (eds) *Troia and the Troad. Scientific Approaches*. Berlin, Springer, 105–120.
- Özdoğan, M., (2011). Submerged Sites and Drowned Topographies along the Anatolian Coasts: an overview, J. Benjamin, C. Bonsall, C. Pickard and A. Fischer (eds.), *Submerged Prehistory*: Oxbow Books, Oxford 219-229.
- Perincek, D., (2008), Geoarchaeology of the Excavation Site for the last 8000 Years and Traces of Natural Catastrophes in the Geological Profile. *Istanbul Archaeological Museums Proceedings of the 1st Symposium on Marmaray-Metro Salvage Excavation*. İstanbul, 191-218.
- Pekin, A. K., (2007), *Gün Işığında İstanbul’un 8000 Yılı: Marmaray, Metro, Sultanahmet Kazıları*, Vehbi Koç Vakfı Yayınları, İstanbul
- Van Andel T.H., (2005) “*Coastal migrants in a changing World? – An essay on the Mesolithic in the eastern Mediterranean*”, *Journal of The Israel Prehistoric Society*, Sayı: 35, 381-396.
- Van Andel, T.H. and Shackleton, J.C. (1982) Late Palaeolithic and Mesolithic coastlines of Greece and the Aegean. *Journal of Field Archaeology* 9 (4), 445-454.

BÜYÜKÇEKMECE'DE ARKEOLOJİK ARAŞTIRMALAR

ARCHAEOLOGICAL RESEARCH AT BUYUKCEKMECE

Şengül AYDINGÜN*, Haldun AYDINGÜN
Kocaeli Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Arkeoloji Bölümü
*sengulaydingun@kocaeli.edu, haldunaydingun@hotmail.com

ÖZET: Son yıllarda Kültür ve Turizm Bakanlığı izinleriyle yıllardır Büyükçekmece Lagünü çevresinde yürüttüğümüz arkeolojik ve su altı araştırmalarında şaşırtıcı bulgularla karşılaşmıştır. Elde ettiğimiz yeni verilerle İstanbul'un Marmara Denizi kıyısındaki iki lagün gölünden birisi olarak tanınan gölün, doğal bir yapı olmadığı konusunda öngörülerimiz oluşmuştur. Bu sempozyumda Büyükçekmece'nin Lagün olup olmayacağı konusu tartışmaya açılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: İstanbul, Büyükçekmece Lagünü, Marmara Denizi, antik baraj

ABSTRACT: In recent years, surprising findings have been encountered in the archaeological and underwater researches we have been conducting around Büyükçekmece Lagoon with the permission of the Ministry of Culture and Tourism. With the new data we have obtained, we have made predictions that the lake, which is known as one of the two lagoon lakes on the Marmara Sea coast of İstanbul, is not a natural structure. In this symposium, the issue of whether Büyükçekmece can be a lagoon or not is discussed.

Keywords: İstanbul, Büyükçekmece Lagoon, Marmara Denizi, ancient dam

GİRİŞ

Marmara Denizi'nin kuzey kıyılarında İstanbul sınırlarında iki lagünden birisi olan Büyükçekmece'nin (Şekil 1, 2) insanlık yerleşim tarihi içerisindeki yerini anlamak üzere 2007 yılında uluslararası bir bilim heyetiyle arkeolojik çalışmalar başlamıştır. Kültür ve Turizm Bakanlığı izinleriyle İstanbul Tarihöncesi Araştırmaları Projesi adı altında yürütmüş olduğumuz arkeolojik yüzey araştırmaları sırasında, yerel araştırmacı Oktay Özdemir'in yönlendirmesiyle özellikle suların çekildiği 2007, 2014 ve 2018, 2019, 2020 yıllarında 1980'li yılların sonunda lagün ağzının tam kapatılarak modern baraj gölü haline getirilen baraj setinin 150 metre kadar önünde insan yapımı başka bir setin varlığı fark edilmiştir. Bu set, gölün zemininden yaklaşık iki metre kadar hafif bir eğim ile yükselmektedir. Setin üst zemininde çok sert kireçli bir harç ile taş bloklar sıkıştırılmıştır. Taş blokların birçoğu uzun zaman suların altında kaldığından bu harçtan koparak aşağı doğru kaymıştır (Şekil 3, 4). Taşların boşlukları harçta iz bırakmıştır. Setin en alt kısımlarının kum, sonra küçük taş

parçaları ve en üstüne de büyük taşlar dizilerek oluşturulduğu ve bu sistemi sağlamlaştırarak kalıcı hale getirmek içinde çok iyi söndürülmüş kalın bir kireç tabakası ile kaplandığı görülmüştür (Aydıngün ve diğ. 2020).



Şekil 1-2. Büyükçekmece lagünü ve Jeolojik yapı (İBB haritası)

Aynı yapıyla Doç. Dr. Hakan Öniz başkanlığındaki sualtı arkeoloji ekibimiz tarafından yürütülen su altı side-scan sonar çalışmaları sırasında da karşılaşılmıştır. Sonar çalışmalarında kıyılara yakın alanlarda, belirgin hat izleyen, duvar benzeri görüntüler tespit edilmiştir. Setin önünde suların çekildiği alanlarda bol miktarda arkeolojik buluntu olarak seramik, sikke, stel, cam gibi malzemeler ele geçmiştir. Buluntular tarihöncesi çağlardan başlayıp Bizans dönemine kadar kesintisiz bir kronoloji vermektedir. Setin günümüz mezarlığının hizasına gelen bir noktada büyük yapı taşları dikkatimizi çekmiştir. Bu taşlar arasında 6. Yüzyılın önemli imparatoru Jüstinyanus'un monogramı bulunan bir sütun başlığı fark edilmiştir (Aydıngün ve diğ. 2015). Bu noktada pek çok Erken Bizans dönemi sikkeye de rastlanılmıştır. Ardından bu yapının ve büyük bloklardan oluşan kalıntıların ne olabileceği konusunda sorularımız oluşmuştur. Antik ve geç antik çağ kaynakları ekibimizce taranmıştır. İlk Çağ yazarları (1. ve 2. yüzyıl) olan Ptolemy, Strabon ve Pliny bölgeyle ilgili olarak sadece Athyra nehrinden söz etmiş,gölden bahsetmemişlerdir. Oysa bu coğrafyacılar gölü görmüş olsalardı mutlaka nehir yerine göl olarak bölgeyi tanımlarlardı. Bölgede gölün varlığından söz eden ilk kaynaklar ise 6. Yüzyıldan sonraki kaynaklardır. ilk kaynak da kuruyan nehir Athyras üzerine bir rezervuarın yapıldığının bildirilmesidir. Bu konuda ilk olarak Doğu Roma İmparatoru Jüstinyanus dönemindeki imar faaliyetlerini aktaran tarihçisi Prokopius'un "Yapılar" adlı eserinde, antik adı Athyras (Karasu) Nehrinden adını alan olan Büyükçekmece'nin eski yerleşimcilerinin yaz aylarında yaşanan aşırı kuraklık nedeniyle imparatorlardan bir rezervuar/baraj istediklerini aktarmasıdır. Söz konusu

barajın 532-550 yılları arasında yapıldığı sanılmaktadır. Prokopius'un “Yapılar” kitabını 560 yılında yazdığı sanılmaktadır (Theophanes (A.M. 6052, I, p234, 15-18 ed. De Boor).

“Rhegium’un (Küçükçekmece) ötesinde, sakinlerini aşırı su ktlığından muzdarip bulduğu Athyras (Büyükçekmece)adında bir şehir var; bu zorluğu, orada bir rezervuar inşa ederek giderdi, burada fazla suyu tam zamanında depolayarak, gerektiğinde gereksiz sakinlere dağıttı. Ayrıca devre duvarının bu tür kısımlarını olduğu gibi yeniden inşa etti” (Prokopius, Periktismaton-Deaedificiis, Buildings, VI/III: 289, Book VI, 18).



Şekil 3-4. Antik Baraj seti kalıntıları ve setten koparak göl kıyısına düşen yapı taşları

Bu tarihlerde İstanbul’da ciddi bir su sıkıntısı olduğu bilinmekte ve 25 km doğudaki diğer lagün olan Küçükçekmece Lagünü’nde ekibimizden Dr. Özlem Makaroğlu’nun yaptığı sedimentasyon çalışmalarıyla da bu bilgi doğrulanmaktadır (Aydıngün ve diğ. 2020). Ayrıca 4 – 6. yüzyıllar arasında kalan dönem doğu ve güney Akdeniz havzasının hem tarım hem de ticarete en yüksek noktaya eriştiği, çok müreffeh bir dönemdir. Paleoiklimsel çalışmalar 4. yüzyılın

erken safhalarından başlayarak çok yağışlı bir döneme girildiğini ve bu koşulların iki yüz yıl kadar devam ettiğini göstermektedir. Ancak 6. yüzyılının ortalarında aniden değişen kurak iklim şartlarıyla Bizans İmparatorluğunun yaşadığı kentsel gelişim ve ticaretteki refah süreci krize dönüşmüştür (Hirschfeld 2006).

Büyükçekmece'nin antik yerleşimcileri olan Athyra'lıların da 6. Yüzyıl ortasında aniden su sıkıntısı çektiği ve bu yüzyılda yapılan bir set ile Athyra'nın sularının tutulmaya başlandığı anlaşılmaktadır. Son yıllarda sular çeklince tam olarak ortaya çıkan bu setin yakın zamanda yapılmış bir set olup olamayacağı DSİ ve İSKİ kayıtlarından da araştırılmış ve bir sonuç alınamamıştır. Çalışmalarımıza daha sonra deniz ve yer bilimcileri de dahil edilmiştir. Prof. Dr. Cem Gazioğlu, Dr. Hakan Kaya ile suların en çekildiği 2019 yılı Ekim ayında baraj ağzında yaptığımız incelemelerde Antik Athyra-Karasu nehrinin oluşturduğu göl birikiminin denize döküldüğü noktadaki eski açıklık tespit edilmiştir.



Şekil 5. Athyra (Karasu)'nın önünün kesildiği antik set ağzının denizle birleşme noktası

Bu ağzın (Şekil 5) fazla yağışlı zamanlarda taşkını önlemek için kanalın açılarak suların hızla bırakıldığını düşünmekteyiz. Bu esnada sular ile birlikte alüvyal toprak da hızla denize boşalarak baraj setti arkasındaki alanı doldurmaya başlamış olabilir. Bölgeye hakim rüzgar olan Poyraz ve Lodos sayesinde de alüvyal dolgunun hareketiyle deniz önünde günümüzdeki kıyı setinin oluşmaya başlamış olabileceğini sanmaktayız. Bunu aydınlatmak için zaman içinde antik baraj setinin 750 metre güneyinde doğal bir kıyı seti ile de küçük bir lagünleşmenin gelişmiş olup olamayacağını düşünmek ve tartışmak için yer bilimcilerin görüşleri yanında onlar tarafından yapılabilecek sondaj, karot gibi teknik çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır. Göl, en yüksek seviyelerine yağışın en fazla olduğu kış aylarında, en alçak seviyesine ise sonbaharda ulaşmaktadır. Gölde suların en fazla olduğu dönemde en derin nokta 8,6 metredir. Ortalama derinliği 5 metreyi geçmemektedir (Kaya 1999; Talay ve diğ. 2017; Örgün 1997). Kıyılarda bu derinlik 1-2 metredir. Göl kıyıları oldukça sade bir görünüme sahip ve fazla girintili çıkıntılı değildir. Bu durum gölün sonar çalışmalarımızda da

tespit ettiğimiz gibi etrafının eski baraj setiyle sınırlandırılmış olduğunun da kanıtıdır.



Şekil 6-7. Gölün kuzeyinde ve güneyinde ortaya çıkmış antik setin izleri

Bu durum bize aslında Büyükçekmece Lagünü olarak bildiğimiz coğrafi yapının ilk olarak yapay bir baraj gölü olarak gelişmiş olabileceğini düşündürmektedir. Büyükçekmece lagününü oluşturan kıyı setinin Küçükçekmece gölünde olduğu gibi koyun ağzında gelişmeyip daha içerde gelişmesinde de bu eski baraj setinin etkili olduğunu düşünmekteyiz (Şekil 6, 7).

DEĞİNİLEN BELGELER

Aydınğün, Ş., Külzer, A., Aydınğün, H., Makaroğlu, Ö., Öviz, H., Kaya, H., Stanislawski, B., Enez, A. (2020) Ancient Reservoir at Athyra, Constantinople at Risk: The Value of Combined Historical, Archaeological and Geoarchaeological Data. *Mediterranean Archaeology and Archaeometry* 20(3): 27-46. Open Access. Online & Print.

- Aydingün, Ş., Aydingün, H., Özdemir, O. (2015) Athyra'ya dair Arkeolojik Bulgular - Büyükçekmece Araştırmaları. *Arkeoloji ve Sanat Dergisi* (150): 1-14.
- Hirschfeld, Y. (2006) The Crisis of the Sixth Century: Climatic Change, Natural Disasters and the Plague. *Mediterranean Archaeology and Archaeometry* 6(1): 19-32.
- Kaya, H. (1999) Morfodinamik Süreçlere Dayanarak 1/50000 Ölçekli İstanbul İli ve Yakın Çevresinin Jeomorfoloji Haritası (Büyükçekmece Paftası) ve Açıklaması. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Fiziki Coğrafya Ana Bilim Dalı, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Örgün, Y. (1997) Büyükçekmece Su Havzasının jeolojik-hidrojeolojik ve hidrojeokimyasal özellikleri, İstanbul, Su ve Çevre Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, sf. 71-79.
- Prokopius, De Aedificiis, (Kullanılan Metin ve Çeviri: Prokopius, Buildings. With an English Translation by H. B. Dewing with the collaboration of G. Downey, vol. VII), Cambridge, London, 2002
- Talay, T., Akmeşe, İ., Bostancıoğlu, İ., Aksoy, P., Yeşiltaş, A., Mehmetoğlu, H., Tekin, M. (2017) İstanbul ili, 1/25000 Ölçekli Arazi Kullanımına Esas Jeolojik Etüt Raporu, İstanbul Büyükşehir Belediyesi.

İSTANBUL BOĞAZI'NDA SEYİR EMNİYETİNİ GÜÇLENDİRME ÇALIŞMALARINA YÖNELİK BİR LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

A LITERATURE REVIEW ON IMPROVING THE SAFETY OF NAVIGATION IN THE STRAIT OF ISTANBUL

Gizem KODAK

Gine Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği
Bölümü, Şehit Yahya Bakır Sokak, Karakum, Girne KKTC,
gizem.kodak@kyrenia.edu.tr

ÖZET: Bu çalışmada İstanbul Boğazı'nda seyir emniyetini güçlendirmeye yönelik çalışmalar, 'İstanbul Boğazı' 'seyir emniyeti', 'deniz kazaları' ve 'risk' anahtar kelimeleriyle taranmış ve on bir yıllık periyotta konuyla ilgili araştırmaların akademik literatüre olan yansımaları incelenmiştir. Araştırma, Marmara Denizi 2010 Sempozyumu'nu başlangıç tarihi olarak almış ve 2022 Sempozyumu'na kadar geçen sürede bölgede seyir emniyetine odaklanan çalışmaları, ulaşılan sonuçlar ve sunulan çözüm önerileri doğrultusunda değerlendirmiştir.

Anahtar Kelimeler: İstanbul Boğazı, seyir emniyeti, deniz kazaları, risk

ABSTRACT: In this study, researches aimed at strengthening navigational safety in the Strait of Istanbul were scanned with the keywords "Strait of İstanbul", "safety of navigation", "maritime accidents" and "risk". The reflections of the studies on the subject on the academic literature in the ten-year period were examined. In this study, the 2010 Marmara Sea Symposium was taken as the starting date, and the studies carried out until the 2022 Symposium were evaluated in terms of results and suggested solutions.

Keywords: Strait of Istanbul, safety navigation, maritime accidents, risk

GİRİŞ

Karadeniz ülkelerini dünyanın diğer ülkelerine bağlayan İstanbul Boğazı, aynı zamanda UNESCO kültür mirası olan İstanbul şehrinin de ortasından geçmektedir. Bölgedeki yoğun gemi trafiği hem geçiş yapan gemiler hem de 15.52 milyon nüfuslu İstanbul şehri için risk oluşturmaktadır. Yılda ortalama 50.000 geminin uğraksız geçiş yaptığı Boğaz'da ayrıca günde 2 milyon insanın taşındığı 2500 adet yerel deniz trafik hareketi mevcuttur (İstanbul Liman Başkanlığı Yerel Deniz Trafiği Rehberi 2011). Kıvrımlı jeomorfolojisi ve sahip olduğu zorlu akıntı sistemi, geçiş yapan gemilerin manevra kabiliyetini etkileyerek seyir emniyetini zorlaştırmaktadır. Bölgede yakın geçmişte yaşanan

kazalardan bazıları, sebep oldukları çevre felaketi nedeniyle dünya ölçeğinde endişe yaratmıştır. Günümüzde dünya filosu yakın geçmişe kıyasla tek seferde çok daha fazla yük taşıma kapasitesine sahip gemilerden oluşmaktadır. Bu durum olası bir kazada meydana gelebilecek felaketin boyutlarını da daha dramatik hale getirmektedir. Bu çerçevede İstanbul Boğazı'nda seyir emniyetinin güçlendirilmesine yönelik çalışmalar kritik değere sahiptir. Bu çalışma ile on bir yıllık periyotta elde edilen sonuçlar ve sunulan çözüm önerileri derlenerek literatüre katkı sağlamak hedeflenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Çalışma kapsamında, 2010 – 2021 yılları arasında uluslararası hakemli dergilerde yayımlanmış 15 makale, 1 sektör raporu, 5 kitap, 8 doktora tezi ve 11 yüksek lisans tezine ulaşılmış ve söz konusu çalışmalar, ulaşılan sonuçlar ve sunulan çözüm önerileri doğrultusunda incelenmiştir.

Çalışma kapsamında incelenen dergiler sadece çevrimiçi tam metnine ulaşılabilen dergiler olup, araştırmanın sınırlılıklarını oluşturmaktadır.

BULGULAR

Çalışma kapsamında elde edilen bulgular, aşağıda Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Literatür Araştırması

Yazar	Yayın Türü	Çalışma adı
İstikbal 2010	Makale	Marmara Denizi’nde Deniz Ulaşımı ve Türk Boğazları
Alkan ve diğ. 2010	Makale	Türk Boğazları Bölgesi’nde Meydana Gelen Deniz Kazalarının Uyum Analizi ile İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi
Özbaş 2010	Doktora Tezi	İstanbul Boğazı Gemi Geçiş Trafığının Risk Analizi
Keçeci 2010	Makale	An analytic hierarchy process approach to the analysis of ship length factor in the Strait of Istanbul
Bayar 2010	Doktora Tezi	İstanbul Boğazı’nda Deniz Trafik Güvenliğinin Risk Tabanlı Bulanık - AHP ve FMEA Yöntemleri ile İncelenmesi
Baş 2010	Y. L. Tezi	İstanbul Boğazı Deniz Olayları ve Kazalarının İstatistiksel İncelenmesi
Türk 2010	Y. L. Tezi	İstanbul ve Çanakkale Boğaz Geçiş Sisteminin İncelenmesi
Başaraner ve diğ. 2011	Makale	İstanbul Boğazı’nda Transit Gemilerin Kullandığı Seyir Rotalarının Coğrafi Bilgi Sistemi Yardımıyla İncelenmesi ve İyileştirilmesi
Özlem 2011	Y.L. Tezi	İstanbul Boğazı Gemi Trafığının Simülasyonu
Küçükosmanoğlu 2012	Doktora Tezi	İstanbul Boğazı’nda Deniz Kazaları Tahmin Modeli
DNV 2013	Sektör Raporu	Det Nortske Veritas, Report Escort Tug Effectiveness in the Bosphorus Strait
Candanoğlu 2013	Y. L. Tezi	İstanbul Boğazı’nda Uğraksız Gemi Geçiş Çizelgelemesi

Tablo 1 (devam). Literatür Araştırması

Cömert 2013	Doktora Tezi	Türk Boğazları için bir Seyir Modeli Geliştirilmesi
Özbaş ve diğ. 2013	Makale	Comprehensive scenario analysis for mitigation of risks of the maritime traffic in the Strait of Istanbul
Arslan 2014	Y. L. Tezi	İstanbul ve Çanakkale Boğazlarından Geçiş Yapan Gemi Sayısının Trend Analizi İle Değerlendirilmesi
Altan 2014	Y.L. Tezi	Marmara Denizi Trafik Akışı ve Trafik Düzeninin Analizi
Karabay 2014	Y. L. Tezi	İstanbul Boğazı'nda Q-MAX LNG Tanker Kazalarının Risk Analizi
Viran 2014	Y.L. Tezi	İstanbul Boğazı Yoğun Trafik Bölgesinin (Güney Bölgesi) Otomatik Tanımlama Sistemi Tabanlı Risk Haritasının Çıkarılması
Charlier ve diğ. 2015	Kitap	Interoceanic Canals and World Seaborne Trade: Past, Present and Future
Kılıç 2015	Y. L. Tezi	Bulanık Analitik hiyerarşi Sürecini Kullanarak İstanbul Boğazı'nda Deniz Kazaları Risk Analizi
Korçak 2015	Doktora Tezi	İstanbul Boğazı'nda Kimyasalların Deniz Yolu ile Taşınması Sırasında Meydana Gelen Kazaların Yönetimi için Bir Model Geliştirilmesi
Görçün ve diğ. 2015	Makale	Formal Safety Assessment for Ship Traffic in the Istanbul Straits
Emecen Kara 2016	Makale	Risk Assessment in the Istanbul Strait Using Black Sea MOU Port State Control Inspections
Özsoy ve diğ. 2016	Kitap	The Sea of Marmara
Gümüşay 2016	Makale	Designing and modelling coast management GIS for Bosphorus
Altan 2017	Doktora Tezi	İstanbul Boğazı'nda Otomatik Gemi Takip Sistemi Temelli Deniz Trafiği ve Gemi Çatışması Analizi ve Modellenmesi
Altan ve diğ. 2017	Makale	Maritime Traffic Analysis of the Strait of Istanbul based on AIS data
Gümüşay 2018	Makale	Web-Based GIS for Safe Shipping in Istanbul Bosphorus Strait
Özlem 2018	Doktora Tezi	İstanbul Boğazı Risk Analizi ve Gemi Trafiğinin Modellenmesi
Oğuzülgen ve diğ. 2018	Kitap	Türk Boğazları Seyir ve Çevre Emniyeti ve Yönetimi

Tablo 1 (devam). Literatür Araştırması

Özdemir 2019	Y. L. Tezi	Türk Boğazları'nda meydana gelen gemi kazalarının konumsal analizi ve değerlendirilmesi
Taşan 2019	Y. L. Tezi	Türk Boğazları'ndan Gemi Geçişleri ve Geçiş Sürelerinin Analizi
Korçak ve diğ. 2020	Makale	Reducing the probability for the collision of ships by changing the passage schedule in Istanbul Strait
İstikbal 2020	Makale	Strait of Istanbul, major accidents and abolishment of left-hand side navigation
Orhon ve diğ. 2020	Kitap	Kanal İstanbul Çok Disiplinli Bilimsel Değerlendirme
Kodak ve Acarer 2021	Makale	İstanbul Boğazı'nda deniz trafik düzenlemelerinin kaza oranına etkisinin değerlendirmesi
Kodak 2021	Doktora Tezi	İstanbul Boğazı'nda Gemi Kökenli Risk Faktörlerine Dayalı Optimum Gemi Karakteristiklerinin Belirlenmesi
Kodak ve diğ. 2021	Makale	A Suggestion to Improve Navigational Safety in the Strait of Istanbul (Bosphorus): Patrol Tugs
Kodak ve diğ. 2021	Makale	İstanbul Boğazı'ndaki Deniz Kazalarının Seyir Emniyeti Perspektifinde İncelenmesi: İSTANBULMAKS Gemi Tipi Önerisi

SONUÇ

On yıllık literatür araştırması sonucu elde edilen bulgular, İstanbul Boğazı'nda, insan hatasına bağlı kazaların en çok “20-24” ile “00-04” saatleri arasında gerçekleştiğini (Alkan ve diğ. 2010), gemi takip mesafelerinin azaltılmasının kaza riskini arttırdığını (Özbaş 2010), 151 – 200 m gemi boyu aralığından sonra tehlike etkenlerinin seyir emniyeti üzerinde daha etkili olduğunu (Keçeci 2010), tek yönlü trafik uygulamasının kazaları azalttığını (Bayar 2010), VTS'in seyir emniyetini güçlendirdiğini ve 2010 yılı sonrasında kaza sayılarında istikrarlı bir düşüş olduğunu (Kodak ve diğ. 2021), 58.000 GRT den büyük gemilerin kılavuz kaptan almadığı durumlarda kaza riskinin arttığını (Küçükosmanoğlu 2012), geçiş yapan gemi sayısının azalmasına karşın geçişlerin GRT bazında arttığını (Arslan 2014), çatışma ve karaya oturma tipi kazaların en çok kuruyük gemilerinde gerçekleştiğini, kazaların boğaz içlerinde ve bekleme yerlerinde yoğunlaştığını (Özdemir 2019), gemi yaşı ile geçiş süresi arasında doğru orantılı ilişki olduğunu (Taşan 2019) ve geçiş yapan gemi sayısının kazalar üzerinde % 51 oranında açıklayıcı gücü olduğunu ortaya koymuştur (Kodak ve diğ. 2021). Kazaları önlemeye yönelik göze çarpan öneriler ise kılavuz kaptan alınma oranlarının %100'e çıkarılması, İstanbulmaks gemi tipinin tanımlanarak geçişlerinin özendirilmesi ve kazalar oluşmadan önce müdahale edebilecek yüzer gezer römorkörlerin faaliyete geçirilmesi olarak öne çıkmıştır.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Alkan, G.B., Taş, A. (2010) Türk Boğazları Bölgesi'nde Meydana Gelen Deniz Kazalarının Uyum Analizi İle İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi. In: Marmara Denizi 2010 Sempozyum Bildiriler Kitabı, (ed., Öztürk, B.) TÜDAV Yayın no:32, pp. 74-85.
- Altan, T. (2014) Marmara Denizi Trafik Akışı ve Trafik Düzeninin Analizi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi.
- Altan, Y.C. (2017) Analysis and Modeling of Maritime Traffic and Ship Collision in the Strait of Istanbul Based on Automatic Vessel Tracking System. Ph.D Thesis, Graduate Program in Civil Engineering Boğaziçi University.
- Altan, Y.C., Otay, E.N. (2017) Maritime traffic analysis of the Strait of Istanbul based on AIS data. *The Journal of Navigation* 70: 1367-1382.
- Arslan, O. (2014) İstanbul ve Çanakkale Boğazlarından Geçiş Yapan Gemi Sayısının Trend Analizi İle Değerlendirilmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi.
- Baş, I. (2010) İstanbul Boğazı Deniz Olayları ve Kazalarının İstatistiksel İncelemesi. Boğaziçi Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Yüksek Lisans Tezi.
- Başaraner, M., Yücel, M.A., Özmen, Ç. (2011) İstanbul Boğazı'nda Transit Gemilerin Kullandığı Seyir Rotalarının Coğrafi Bilgi Sistemi Yardımıyla İncelenmesi ve İyileştirilmesi. *Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi* 2011/3 Özel Sayı.
- Bayar, N. (2010) İstanbul Boğazı'nda Deniz Trafik Güvenliğinin Risk Tabanlı Bulanık - AHP ve FMEA Yöntemleri ile İncelenmesi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Candanoğlu, Z.Ö. (2013) İstanbul Boğazı'nda Uğraksız Gemi Geçiş Çizelgelemesi. Boğaziçi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Yüksek Lisans Tezi.
- Charlier, J., Meyer, D.E.C., Paelinck, H. (2015) Interoceanic Canals and World Seaborne Trade: Past, Present and Future. The Royal Academy for Overseas Sciences International Colloquium, Brussels, 7-9 June 2012, ISBN: 978-90-756-5257-4.
- Cömert, A. (2013) Developing a Navigational Model for the Turkish Straits, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Deniz Ulaştırma Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- DNV (2013) Det Nordske Veritas Report Escort Tug Effectiveness in the Bosphorus Strait. Chevron Products UK LTD, REPORT NO./DNV REG NO.: 2013-9178 / 1-6YRAF0, REV 1, 2013-04-25
- Emecen Kara, E.G. (2016) Risk Assessment in the Istanbul Strait Using Black Sea MOU Port State Control Inspections. *SUS-TAINABILITY*, vol.8.
- Görçün, Ö.F., Burak, S.Z. (2015) Formal Safety Assessment for Ship Traffic in the Istanbul Straits. *Procedia -Social and Behavioral Sciences*, Peer-review under responsibility of the International Strategic Management Conference, 207(2015): 252-261.
- Gümüştay, M.U., Özdemir, O., Bakırman, T. (2016) Designing and modelling coast management GIS for Bosphorus, The International Archives of the

Photogrammetry. Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLI-B4, 2016 XXIII ISPRS Congress, 12-19 July 2016, Prague, Czech Republic.

Gümüşay, M.U. (2018) Web-Based GIS for Safe Shipping in Istanbul Bosphorus Strait. Technical Gazette 25, 2(2018): 316-324, doi: <https://doi.org/10.17559/TV-20171030150652>

İstanbul Liman Başkanlığı Yerel Deniz Trafiği Rehberi (2011) İstanbul Liman Başkanlığı. Mevcut Adres: <http://www.denizcilik.gov.tr/mevzuat/dosyam/İSTANBUL%20LİMAN%20BAŞKANLIĞI%20YEREL%20DENİZ%20TRAFİĞİ%20REHBERİ.doc> (erişim tarihi 26 Nisan 2011).

İstikbal, C. (2010) Marmara Denizi'nde Deniz Ulaşımı ve Türk Boğazları, Marmara Denizi 2010 Sempozyum Bildiriler Kitabı (2010), (ed., Öztürk, B.), Türk Deniz Araştırmaları Vakfı, Yayın no: 32, ss. 64-74.

İstikbal, C. (2020) Strait of Istanbul, major accidents and abolishment of left-hand side navigation. *Aquatic Research* 3(1): 40-65.

Karabay, U. (2014) İstanbul Boğazı'nda Q-MAX LNG Tanker Kazalarının Risk Analizi. İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

Keçeci, T. (2010) Analysis of the Effects of Ship Length Factor to Safe Navigation in the Strait of Istanbul by using the AHP Method, Master Thesis. Istanbul Technical University, Graduate School of Science Engineering and Techno-logy, Istanbul.

Kılıç, İ. (2015) Bulanık Analitik hiyerarşi Sürecini Kullanarak İstanbul Boğazı'nda Deniz Kazaları Risk Analizi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

Kodak, G. (2021) İstanbul Boğazı'nda Gemi Kökenli Risk Faktörlerine Dayalı Optimum Gemi Karakteristiklerinin Belirlenmesi. İstanbul Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.

Kodak, G., Acarer, T. (2021) İstanbul Boğazı'nda deniz trafik düzenlemelerinin kaza oranına etkisinin değerlendirmesi. *Aquatic Research* 4(2): 181-207.

Kodak, G., İstikbal, C. (2021) A Suggestion to Improve Navigational Safety in the Strait of Istanbul (Bosphorus): Patrol Tugs, *J. Black Sea/Mediterranean Environment* 27(3): XXX-XXX (2021) (Accepted: 26.11.2021)

Kodak, G., Kara, G., Yıldız M., Şalcı, A. (2022) İstanbul Boğazı'ndaki Deniz Kazalarının Seyir Emniyeti Perspektifinde İncelenmesi: İSTANBULMAKS Gemi Tipi Önerisi. *Aquat Res* 5(1).

Korçak, M. (2015) İstanbul Boğazı'nda Kimyasalların Deniz Yolu İle Taşınması Sırasında Meydana Gelen Kazaların Yönetimi İçin Bir Model Geliştirilmesi. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.

Korçak, M., Balas, C.E. (2020) Reducing the probability for the collision of ships by changing the passage schedule in Istanbul Strait. *International Journal of Disaster Risk Reduction* 48: 101593.

Küçükosmanoğlu, A. (2012) Maritime Accidents Forecast Model for Bosphorus, Ph.D Thesis, February.

- Oğuzülgen, S., Saygılı, M.S., Kontaytekin, A.İ., Can, M. (2018) Türk Boğazları Seyir ve Çevre Emniyeti ve Yönetimi. s.11, İstanbul, ISBN: 978-605-81068-0-2
- Orhon, D. (2020) Kanal İstanbul Çok Disiplinli Değerlendirme. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Kültür A.Ş. (eds., Orhon, D., Sözen, S., Görür, N.) İstanbul.
- Özbaş, B. (2010) Risk Analysis Study of Maritime Traffic in the Strait of Istanbul. Ph.D Thesis, Graduate Program in Industrial Engineering, Boğaziçi University.
- Özbaş, B., Or, İ., Altıok, T. (2013) Comprehensive scenario analysis for mitigation of risks of the maritime traffic in the Strait of Istanbul. *Journal of Risk Research* 16(5): 541-561.
- Özdemir, M. (2019) Türk Boğazları'nda meydana gelen gemi kazalarının konumsal analizi ve değerlendirilmesi. Karadeniz Üniversitesi, Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Yüksek Lisans Tezi.
- Özlem, Ş. (2011) İstanbul Boğazı Gemi Trafiğinin Simülasyon, Boğaziçi Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi.
- Özlem, Ş. (2018) Risk Analysis and Modeling of the Maritime Traffic in the Strait of Istanbul. Ph.D Thesis, Graduate Program in Industrial Engineering, Boğaziçi University.
- Özsoy, E., Çağatay, M.N., Balkıs, N., Balkıs, N., Öztürk, B. (Eds.) (2016) The Sea of Marmara; Marine Biodiversity, Fisheries, Conservation and Governance. Turkish Marine Research Foundation, Publication No: 42, İstanbul, Turkey.
- Taşan, M. (2019) Türk Boğazları'ndan Gemi Geçişleri ve Geçiş Sürelerinin Analizi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi.
- Türk, N.N. (2010) İstanbul ve Çanakkale Boğaz Geçiş Sisteminin İncelenmesi, Yıldız Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Viran, A. (2014) İstanbul Boğazı Yoğun Trafik Bölgesinin (Güney Bölgesi) Otomatik Tanımlama Sistemi Tabanlı Risk Haritasının Çıkarılması. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

OCEAN DECADE VE TÜRKİYE

OCEAN DECADE AND TURKEY

Can KALKAVAN

Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TUDAV), Beykoz, İstanbul, Türkiye
cankalkavan9@gmail.com

ÖZET: Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü (UNESCO) ve Uluslararası Oşinografi Komisyonu (IOC) okyanusları, denizleri ve kıyıları, insanlığın yararı için, daha iyi yönetmek amacıyla “Ocean Decade”i (Okyanus On Yılı’nı) 2017 yılında başlatmıştır. Bu kapsamda; okyanuslar ve denizlerdeki ekolojik çöküşü tersine çevirmek, sürdürülebilirlik kapsamında yaratıcı çözümler bulmak, devletleri, uluslararası örgütleri ve STK’ları ortak bir paydada toplamak için, 2021-2030 yılları okyanus on yılı olarak ilan edilmiştir. Ocean Decade deniz bilimlerine ve denizlerimizin korunmasına katkıda bulunulması için yeni bir fırsat olarak değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ocean Decade, Okyanus On Yılı, iklim değişikliği, deniz çevresi

ABSTRACT: On 2017, The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) and Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) started the “Ocean Decade”, which aims to strengthen our oceans, seas and coasts while educating the people for the good of humankind. In this context, to reverse the decline in oceans and seas’ health and to find sustainable solutions under one common roof which seeks to unite governments, international organizations and NGOs, Ocean Decade has declared the years 2021-2030 the decade of ocean science for sustainable development. Ocean Decade is a new opportunity to contribute to the marine sciences and the protection of our seas.

Keywords: Ocean Decade, climate change, sustainable development, marine environment

GİRİŞ

Ocean Decade’in ne olduğunu anlamak için öncelikle ortaya çıkışına, amaçlarına ve Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları kapsamındaki rolüne bakmalıyız.

Ocean Decade’in temel amacı deniz çevresinde ve ekosistemdeki kötüleşmeyi tersine çevirmek ve okyanus bilimini yaymaktır. Ayrıca, siyaset ve bilim ara yüzeyinde yeni temeller ve adımlar atarak okyanusları ve denizleri korumayı hedeflemektedir (Ryabinin ve diğ. 2019).

Oşinografi veya okyanus bilimi, okyanusları ve denizleri inceleyen bilim dalıdır. Okyanuslar ve onlarla ilişkili ekosistemler, kimyasal ve fiziksel süreçleri inceler. Oşinografi on yıllardır okyanus ve deniz iklimindeki göz ardı edilemeyecek sorunlara çözüm bulmaya çalışmaktadır (Fleming ve diğ. 2019). Ocean decade'in temel amacı bu nedenlerden dolayı sürdürülebilir ve sağlıklı bir okyanus için bilgi geliştirmektir. "The science we need for the ocean we want", yani "istediğimiz okyanus için ihtiyacımız olan bilim" sloganı bu amacı tanımlamaktadır. (Heymans ve diğ. 2020)

Sürdürülebilir ve sağlıklı okyanuslar ve denizler ise Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA) kapsamında çalışılmaktadır. Bu amaçlar, birbirine bağlı on yedi hedef ile, "yoksulluğu ortadan kaldırmak, gezegenimizi korumak ve tüm insanların barış ve refah içinde yaşamasını sağlamak" için çabalamaktadır. (Hak ve diğ. 2016; Kates ve diğ. 2005)

SKA 13, iklim eylemi ve özellikle SKA 14, sudaki yaşam, doğrudan Ocean Decade'i kapsamaktadır. SKA 14, okyanuslar ve denizlerin, dünya ekosisteminde, içtiğimiz sudan, yediğimiz yemeğe, giydiğimiz kıyafetten, soluduğumuz oksijene kadar önemli bir rol oynadığını göstermektedir. (Pearlman ve diğ. 2019; Virto ve diğ. 2018)

MATERYAL VE METOT

Ocean Decade'in tanımı, hedefleri ve amaçları ile yapılabilir. 2021-2030 senelerinde yedi temel sorunu çözmeyi, hedeflemektedir: (Birleşmiş Milletler 2018; IOC-UNESCO 2019; Polejack 2021)

Temiz okyanuslar ve denizler: Kirlilik kaynakları belirlenmiş ve ortadan kaldırılmış, temiz bir deniz;

Sağlıklı ve sürdürülebilir okyanuslar ve denizler: Mavi ekonomi için besin ve kaynak sağlayan, sürdürülebilir şekilde avcılık yapılabilen bir deniz;

Üretken okyanuslar ve denizler: Toplumda mevcut ve gelecekteki okyanusların ve denizlere olan ihtiyaçları anlaşılmış bir deniz;

Öngörülebilir okyanuslar ve denizler: Planlı ve korumalı deniz ekosistemlerine sahip sağlıklı ve dayanıklı bir deniz;

Güvenli okyanuslar ve denizler: İnsanları tehlikeden koruyan güvenli bir deniz;

Erişilebilir okyanuslar ve denizler: Vatandaşlara, verilere, bilgiye ve teknolojilere eşit erişim sağlayan bir deniz;

Ve son olarak, ilham veren okyanuslar ve denizler.

Peki, bu sorunlar ve amaçlar nasıl çözülecek? Uluslararası ortamda, Ocean Decade yeni yeni gelişmektedir. Ocak 2021'de başladığından bu yana henüz büyük adımlar atılmasa da, Japonya, Kore, Belçika, Fransa, İsveç, Norveç ve Kanada öncü olmak üzere, dünyada bu kapsamda denizleri koruma çabalarının başladığı görülebilir.

Halihazırda, Ocean Decade'i ülkeler genellikle farklı paneller ve çalıştaylarda ele almaktadır. Pandemi nedeniyle bu organizasyonlar genellikle "on-line" olmuştur. Önemli çalıştay ve paneller arasında, Amerika'da Rhode Island Üniversitesi "Sustaining Our Shores: 2021 Honors Colloquium" paneli,

Afrika kıtası kapsamında, Mısır hükümeti himayesinde, “Pre-Conference Workshops-African Kick-Off Conference for the UN Decade of Ocean Science for Sustainable Development” ve Hindistan’da “Oceans 2022 CHENNAI” düzenlenmiştir. Bölge ülkelerine bakarsak, Rusya Ekim 2021 MARESEDU Konferansı’nda ve Yunanistan EMSO ERİC Konferansı’nda Ocean Decade’i konu almıştır. Akdeniz ülkeleri çerçevesinde de, Fransa COP 21 toplantısında, İtalya ise UNESCO himayesinde hazırladığı “Oceanthon 2021” toplantısında, Ocean Decade’in iklim değişimi ve denizler üzerindeki önemini konu almıştır. (Ocean Decade 2021)

Türkiye’de de ilk eğitim ve duyarlılık kampanyaları için adımlar atılmaya başlanmıştır. 8 Haziran Dünya Okyanuslar Günü Panelini, Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TUDAV), Ocean Decade himayesinde yapmıştır (TUDAV 2021). Buna ilave olarak, Ocean Decade kapsamı ve sponsorluğunda, TUDAV ve Alize Ocean Racing, uluslararası “Transquadra” yarışında, mikroplastik ölçümleri ve örnekleme yapmaktadır. Bu kapsamda “Alize” teknesi ve sporcuları Atlantik yolculukları sırasında kıyılardan aldıkları örnekleri TUDAV’ın uzmanlarına ulaştırarak mikroplastik araştırmalarına katkıda bulunmaktadır.

Ayrıca, IOC'nin ülke odak noktası olan Seyir, Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı (SHOD), UNESCO Türkiye Milli Komisyonu (UTMK) ve farklı STK’lar ile, çoğunlukla yurtiçinde olmak üzere, farkındalık oluşturmaya yönelik çeşitli faaliyetler planlamaya başlamıştır. Bunlardan biri de 24 Ağustos’ta gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma için 2021-2030 “Okyanus Bilimleri 10 Yılı -Ocean Decade” panelidir. (UTMK 2021).

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu sorunların, hedeflerin ve amaçların cazip olmaları, ülkelerin Ocean Decade’e ilgisini arttırmaktadır. Ancak, somut eylem olmadan, çözüm bulmak imkansızdır. Sonuçlara ulaşabilmek için uluslararası çalışmalar, daha önce Ocean Decade dışında yapılmış faaliyetler ve genel deniz çevresinin korunması mantığı çerçevesinde geliştirilmiş beş maddeli, basit bir eylem planı bu amaçlara ulaşmaya yardımcı olabilir. (Alexander ve Haward 2019; Bennett 2019; Beunen ve Patterson 2016; Costanza 1999; Dauvergne 2018)

Sorunun öncelikle yerel ve ulusal hale getirilmesi gerekmektedir: Denizler sorununu, İstanbul veya Türkiye’nin herhangi bir şehrindeki direk sonuçlarının gösterilmesi;

Okyanusun eve getirilmesi gerekmektedir: Sorunları insanların bulundukları yeri, yedikleri yemekleri, giydikleri kıyafetleri denizlere bağlayarak, daha hassas noktalara dikkat çekmek ilgiyi arttıracaktır;

İlişkilendirilebilir analogiler ve referans noktaları kullanılmalıdır: Basit bir şekilde, bilimsel ve hukuki açıklamalardan kaçınarak, Ocean Decade’i ve denizleri anlatacak videolar, dergiler, makaleler bu konuda bilgisi olmayan veya az bilgisi olan kısma hitap edecektir;

Konuşmalar okyanus iklimi ve iklim değişikliğine bağlanmalıdır: Dikkat çekildikten sonra ve küçük çapta okyanusların ve denizlerin etkileri, sorunları ve

sonuçları görüldükten sonra, dünya ve insanoğlu çapında önemini ve aciliyetini anlatmak duyarlılığı arttıracaktır;

Bulgular olumlu bir eyleme veya çözüme bağlanmalıdır: Dikkat çeken sorunlar veya tehditler bir izleyicinin ilgisini çekmek için etkili bir yol olabilirken, okyanusların korunmasında ilerleme sağlanabilmesi için bu ilginin somut eyleme dönüştürülmesi gerekir.

Okyanusun karşılaştığı zorluklar aşılmaz görünse de insanların olumlu faaliyetlerinin bir fark yaratabileceği konusunda cesaretlendirilmeleri gerekmektedir.

KATKI BELİRTME

Yazar, bu çalışmanın yapılması, makale konusundaki destek ve yönlendirmeleri için Prof. Dr. Bayram ÖZTÜRK'e teşekkür eder.

DEĞİNİLEN BELGELER

Alexander, K.A., Haward, M. (2019) The human side of marine ecosystem-based management (EBM): ‘Sectoral interplay’ as a challenge to implementing EBM. *Marine Policy* 101: 33-38.

Bennett, N.J. (2019) Marine social science for the peopled seas. *Coast Manage* 47: 244-252.

Beunen, R., Patterson, J.J. (2016) Analysing institutional change in environmental governance: exploring the concept of “institutional work”. *J Environ Plan Manag* 62: 12-29.

Birleşmiş Milletler (2018) Revised Roadmap for the UN Decade of Ocean Science for Sustainable Development. Mevcut adres: <http://www.fao.org/3/CA0463EN/ca0463en.pdf>

Costanza, R. (1999) The ecological, economic, and social importance of the oceans. *Ecol. Econom.* 31: 199-213.

Dauvergne, P. (2018) The power of environmental norms: marine plastic pollution and the politics of microbeads. *Environ Politics* 27: 579-597.

Fleming, L.E., Maycock, B., White, M.P., Depledge, M.H. (2019) Fostering human health through ocean sustainability in the 21st century. *People Nat* 1(3): 276-283.

Hak, T., Janoušková, S., Moldan, B. (2016) Sustainable Development Goals: A need for relevant indicators. *Ecological Indicators* 60: 565-573.

Heymans, J.J., Bundy, A., Christensen, V., Coll, M., de Mutsert, K., Fulton, E.A., Piroddi, C., Shin, Y.J., Steenbeek, J., Travers-Trolet, M. (2020) The Ocean Decade: A true ecosystem modeling challenge. *Frontiers in Marine Science* 7: 766.

IOC-UNESCO (2019) Summary Report of the First Global Planning Meeting: UN Decade of Ocean Science for Sustainable Development. Mevcut adres: http://www.iocunesco.org/index.php?option=com_oa&task=viewDocumentRecord&docID=24807 (erişim tarihi: 24.10.2021).

Kates, W.R, Thomas, M.P., Anthony, A. (2005) What is sustainable development? Goals, indicators, values, and practice. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development* 47 (3): 8-21.

Ocean Decade (2021) Explore the Ocean Decade events. Mevcut adres: <https://www.oceandecade.org/decade-events/>. (erişim tarihi: 22.10.2021).

Pearlman, J., Bushnell, M., Coppola, L., Karstensen, J., Buttigieg, P. L., Pearlman, F. (2019) Evolving and sustaining ocean best practices and standards for the next decade. *Front Mar Sci.* 6: 277. doi: 10.3389/fmars.2019.00277

Polejack, A. (2021) The importance of ocean science diplomacy for ocean affairs, global sustainability, and the UN Decade of Ocean Science. *Frontiers in Marine Science* 8: 248

Ryabinin, V., Barbière, J., Haugan, P., Kullenberg, G., Smith, N., McLean, C., Troisi, A., Fischer, A., Aricò, S., Aarup, T., Pissierssens, P., Visbeck, M., Enevoldsen, H.O., Rigaud, J. (2019) The UN Decade of Ocean Science for Sustainable Development. *Frontiers in Marine Science* 6: 470.

TUDAV (2021) 8 Haziran 2021 Dünya Okyanuslar Günü Paneli. Mevcut adres: https://tudav.org/dunya_okyanuslar_gunu_2021/ (erişim tarihi: 25.10.2021).

UTMK (2021) Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma için 2021-2030 Okyanus Bilimleri 10 Yılı-Ocean Decade Paneli gerçekleştirildi. Mevcut adres: <https://www.unesco.org.tr/home/AnnouncementDetail/5804/> (erişim tarihi: 25.10.2021).

Virto, L.R. (2018) A preliminary assessment of the indicators for Sustainable Development Goal (SDG) 14: Conserve and sustainably use the oceans, seas and marine resources for sustainable development. *Marine Policy* 98: 47-57.

MARMARA DENİZİ'NE VE LİMANLARINA GELEN- GİDEN VE UĞRAYAN GEMİLERİN BALAST SUYU ISLAHI

BALLAST WATER TREATMENT OF SHIPS ARRIVING AND DEPARTURE TO THE SEA OF MARMARA AND ITS PORTS

Hüseyin Avni ŞAN

Beykoz Denizcilik Meslek Lisesi Mezunlar Derneği Yönetim Kurulu Üyesi
(BEDEMED)

Koster Armatörleri ve İşletmecileri Derneği Yönetim Kurulu Üyesi (KOSDER)
Deniz Ticaret Odası, 27 No'lu Meslek Komitesi üyesi (DTO)
huseyin.san@densatankers.com

ÖZET: Marmara Denizi ve Limanlarına Gelen-Giden ve uğrayan Gemilerin Balast Suyu yönetimi, alınması gerekli tedbirler, gemilerdeki entegrasyon ve safhaları, gemi balast suları ile birlikte gelen tehlikeleri bertaraf etmek için Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO) platformunda hazırlanan "Uluslararası Gemilerin Balast Suları ve Sedimanlarının Kontrolü ve Yönetimi Sözleşmesi-2004" kuralı 13 Şubat 2004 tarihinde imzaya açılmış ve Türkiye'nin de içinde bulunduğu birçok ülke tarafından imzalanmıştır. Böylelikle istilacı türlerin kıtalar ve denizler arası dolaşımı kontrol altına alınması sağlanacaktır.

Anahtar Kelimeler: Balast suyu yönetimi, Marmara Denizi, Gemilerin Balast Suları ve Sedimanlarının Kontrolü ve Yönetimi Sözleşmesi

ABSTRACT: Ballast Water Management of Vessels Arriving-Departing and Transiting the Marmara Sea and Its Ports, the necessary measures to be taken, vessel integration and its stages and prevention of the risks rising from ballast waters are defined by the International Maritime Organization (IMO) "International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments-2004" adopted on 13 February 2014 and ratified by several countries including Turkey. This will enable controlling passage of invasive species across the seas and continents.

Keywords: Ballast Water Management, Sea of Marmara, Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments

GEMİLERİN BALAST SUYU

Gemilerin normal seyirleri sırasında dengelerinin artırılması, enine ve boyuna trimin kontrolü, su çekimi sağlanması amacıyla, ayrılmış tanklara ağırlık yapması için alınan deniz suyudur. Deniz taşımacılığının dünya ticaretinde büyük

önem arz ettiği günümüzde uluslararası nakliyeciliğin %90'ı gemiler ile yapılmaktadır. Gemi sahipleri açısından gemilerin maksimum yük ve minimum balast ile seyir etmesi ekonomik olarak en uygunu olsa da kimi zaman gemi dengesini sağlamak kimi zaman da sevk sisteminden alınan verimi arttırmak için pervanenin suda bulunduğu konumu ayarlamak amacı ile gemilerin balast suyu alması gerekmektedir. Gemiler yüklerini boşaltırken dengeyi korumak için balast tanklarına deniz suyu alırlar. Bu sırada suyu aldıkları bölgedeki deniz canlıları ve birtakım partiküller de su ile birlikte geminin balast tankına alınırlar. Gemiler yükleme limanına vardıklarında ise kargo bölümüne yük almadan önce balast tankları boşaltılır. İşte bu süreçte tanklarda hayatta kalmayı başarmış olan organizmalar da su ile birlikte bu yeni ekosisteme aktarılmış olurlar. Eğer taşınan bu canlı ve yumurtalar, boşaltıldıkları bölgede uygun üreme şartları bulurlarsa çoğalıp istilacı tür haline gelebilmektedirler. Bir ekosistemin yerlisi olmayıp, dış etkenler nedeni ile o bölgeye yerleşen canlılar istilacı tür olarak nitelendirilmektedir.

Balast suyu kaynaklı problemlerin ciddi boyuta ulaşması ile Birleşmiş Milletlere bağlı Uluslararası Denizcilik Örgütü IMO direkt olarak gemi balast suyu kaynaklı meydana gelen sorunların çözümüne yönelik çalışmalar sürdürmektedir. IMO üyesi devletler arasında yıllar süren araştırmalar sonucu 2004 yılında balast sularının yaratacağı etkileri azaltmak amacı ile uluslararası bir düzenlemeler yayınlanmıştır. Konu üzerinde uzun yıllar yapılan müzakerelerden sonra Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO) platformunda hazırlanan "**Uluslararası Gemilerin Balast Suları ve Sedimanlarının Kontrolü ve Yönetimi Sözleşmesi-2004**" 13 Şubat 2004 tarihinde imzaya açılmış ve Türkiye'nin de içinde bulunduğu birçok ülke tarafından imzalanmıştır. 08 Eylül 2017 yılına kadar 60'dan fazla ülke bu anlaşmayı imzalamış olup Dünya ticaret filosunun %70'den fazlasını oluşturmaktadır. Balast suları ile taşınan zararlı sucul organizmalar ve patojenlerin ekosisteme verdikleri zararları en aza indirmeyi amaçlıyor. Sözleşme gereği gemilerin standartları Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO) tarafından belirlenen arıtma cihazları ile donatılması gerekmekte. Sözleşme; ilk etapta arıtma kullanmayan gemilerin (D-1) balast suları ile taşınan riskleri azaltmak için gemilere balast sularını en yakın karaya 200 veya 50 deniz mili uzaklıkta, en az 200m derinliğe sahip açık denizlerde değiştirme zorunluluğunu getiriyor. Tüm gemilerdeki balast arıtma cihazlarının da gemilerinin yapım yılları ve sertifika yenileme süreçlerine göre bir takvim içerisinde ilerlemesini ve tüm değişimin (D-2) 08 Eylül 2024 tarihine kadar tamamlanmasını öngörmektedir.

MARMARA DENİZİ'NDE SEYİR YAPABİLEN GEMİLER

- Boğazlardan geçerek Marmara içinde Transit sefer yapan yerli ve yabancı ticaret gemileri,
- Boğazlardan geçerek Marmara limanlarına yük yükleme ve boşaltmak amacı ile gelen ve giden yerli ve yabancı ticaret gemileri,

- Türkiye'nin diğer limanlarında sefer yaparken Marmara'ya uğrayan – geçen, Kabotaj hattında çalışan 400 Grt. üstü Türk bayraklı ticaret gemileri
- Marmara içerisinde yük ve yolcu taşıyan, ticari olan veya olmayan 400 grt. altı Türk Bayraklı gemiler
- Balıkçı gemileri, Gezi tekneleri, Yatlar, Askeri gemiler ve vb tekneler,

Kabotaj hattında çalışan, yani sadece Türkiye Limanları içerisinde çalışan ve yurt dışına sefer yapmayan Türk bayraklı gemilerin ve 400 Gross ton üstü ve altı gemilerin balast arıtma sistemine sahip olmayacakları düşünülmüş ise Marmara denizinde tehlikenin varlığının devam ettiği düşünülebiliriz. Çünkü eko sistemi bozulmaya başlayan Karadeniz, Ege Denizi ve Akdeniz'de alınacak olan balast sularının Marmara denizi içerisinde Balast suyu arıtması almayan gemiler tarafından boşatılabilecek olmasıdır.

Bu arada size Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığının 2021 faaliyet kayıtları içerisinde geçen aşağıdaki bilgileri vermek istiyorum.

- İstanbul Boğazı'ndan 2021 yılı sonuna kadar 39.750 adet gemi geçişi beklenmektedir.
- Çanakkale Boğazı'ndan 2021 yılı sonuna kadar 43.000 adet gemi geçişi beklenmektedir.

Her ne kadar da Marmara denizinden transit olarak gelip-geçen gemi sayısı toplamda 82,750 adet olsa da bu gemiler Marmara denizini transit olarak yani yükleme ya da boşaltma yapmadan sadece gelip-geçmek için kullanılmaktadırlar, dolayısı ile herhangi bir balast suyu basmaları mümkün görünmemektedir. Fakat transit gemiler dışındaki durum ise; yine faaliyet belgelerinden elde edilen bilgilere göre;

- Ülkemiz, Karasuları ve Münhasır Ekonomik Bölgesine 23 Milyon Ton Balast suyu boşaltıldığı, bunun %45'nin Marmara Denizi'nde vuku bulunduğu,
- Yaklaşık olarak 263 yabancı türün Türk kıyılarına istilacı olarak yerleştiği, 66 türün gemiler tarafından taşındığı ve bu türden 19'unun zararlı olarak tanımlandığı,

Bu arada IMO tarafından Sözleşme gereği, 200 deniz mili ve 50 deniz mili ve en az 200m derinliğe sahip açık denizler kriterlerine uymadığı için Ege Denizi ve Marmara Denizi'nde Balast değiştirme operasyonunun yasaklandığını bildirmek isterim.

GEMİLERİN BALAST SULARI VE SEDİMANLARININ KONTROLÜ VE YÖNETİMİ SÖZLEŞMESİ

Dünya denizlerinde, yılda yaklaşık 7 milyar ton balast suyunun ve 7000 farklı türün gemiler tarafından taşındığı, bu nedenle Sözleşmeye büyük önem verildiği ve yirmi 22 madde, 1 EK (5 Bölümlü A-E'ye kadar) ve 14 Rehberden oluştuğu bilinmektedir.

Arıtma Cihazı /Sistemlerinin Uygulama Takvimi

Gemilerin, inşa yılı ve yenileme sürvey tarihlerine göre, balast kapasitesi ve inşa yılları belirleyici olup son düzenlemeler (2017 yılı için) ile 2016 yılı bitimi sonu her geminin arıtma yapacağı, aşağıda sunulan tablolarda belirtilmiştir. Keza, BMW Sözleşmesi D-2 gerekliliğinin uygulamasına, 3-7.07.2017 tarihlerinde gerçekleştirilen MEPC 71'de karar verilmiştir. Değiştirilen B-3 kuralına göre, 08 Eylül 2017'den önce inşa edilen gemiler, BMW yapmak için en az D-2 kuralında belirtilen standarda uygunluğu, aşağıda tanımlanan şekilde sağlamaktadır.

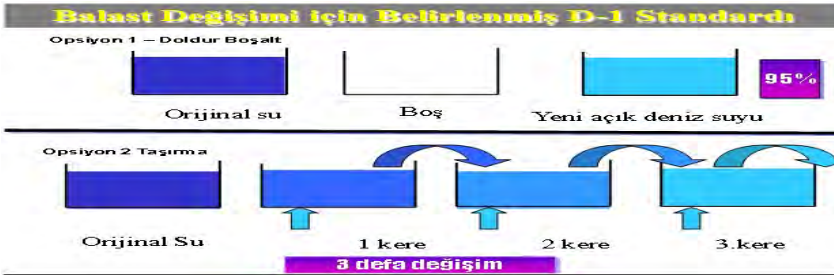
İnşa Tarihi	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Yeni Gemiler - 08.09.2017 ve sonrasında inşa edilen (B-3.5)			Yeni gemiler - teslimde D-2'yi sağlamalı						
Mevcut Gemiler - 08.09.2017 öncesinde inşa edilen ve IOPP yenileme sürveyi 08.09.2019 ve 08.09.2022 arasında tamamlananlar (B-3.10.1)									
Mevcut Gemiler - 08.09.2017 öncesinde inşa edilen ve IOPP yenileme sürveyi 08.09.2019 ve 08.09.2022 arasında tamamlananlar* (B-3.10.2)									
IOPP sertifikasına tabi olmayan gemiler (B-3.8)									

IOPP: International Oil Pollution Prevention Certificate(Uluslararası Petrol Kirliliği Önleme Sertifikası)

Sözleşmenin Uygulaması

D-1 Yönetmeliğinin Uygulandığı Gemiler (Balast Suyu Değişimi Standardı) (08 Eylül 2024'e kadar Balast arıtma cihazı taktırmamış gemiler için)

- Balast Suyu Yönetimi Planının (BWMP) onaylanması,
- Balast Suyu Kayıt Defteri zorunluluğu (BWRB)
- En yakın karaya 200 veya 50 deniz mili uzaklıkta, en az 200m derinliğe sahip açık denizlerde değiştirme zorunluluğunu



D-2 Yönetmeliğinin Uygulandığı Gemiler (BWMS'nin Kurulumu)
(Arıtma sistemi taktırmış olan gemiler için)

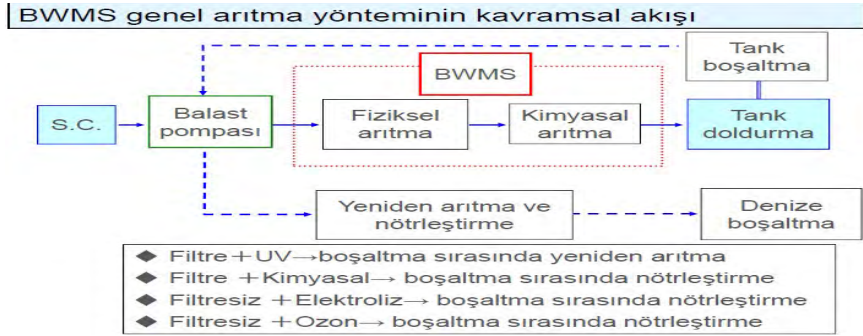
BWMP'nin ve ilgili planların onaylanması,

- Onaylanmış Arıtma cihazı
- Balast Suyu Yönetimi Planı,
- BWMS Yerleşim Planı (çizim),
- Balast Suyu Devre Planı(çizim),
- Balast Suyu Kayıt Defteri zorunluluğu (BWRB)

Balast Suyu Arıtma Performans Standardı D-2

50 µm (mikron metre) den büyük veya eşit 10 organizma/m³ ve

50 µm (mikron metre) den küçük ve 10µm den büyük veya eşit 10 organizma/ml



Gemilerin Arıtma Teknolojileri

Oldukça fazla sayıda balast suyu arıtma sistem metotları görülebilmektedir. Bunların içlerinden en etkili ve kullanım kolaylığı, bakım-tutum masraflarının azlığı, personel kullanımı yönünden oldukça basite indirgenmiş kolay sistemler olması sebebiyle **UV Teknolojisi** ön plana çıkartılmaktadır.

880 adet Türk Bayraklı geminin Balast Suyu Arıtma sistemi taktırmabileceği belirlenmiştir.

Balast tank kapasiteleri	1-1500 m3	1500-5000 m3	5000 m3'den büyük	TOPLAM
Gemi sayısı (Seaweb)	531 adet	209 adet	140 adet	880 adet
BW treatment takma zorunluluğu	01.01.2016'dan sonraki ilk planlanmış kuru havuz	01.01.2014'den sonraki ilk planlanmış kuru havuz	01.01.2016'dan sonraki ilk planlanmış kuru havuz	

BALAST SUYU DEĞİŞİMİ İLE İLGİLİ TEDBİRLER

Türk deniz yetki alanları kapsamında limanlara yanaşacak ve balast suyu operasyonu yapacak gemiler aşağıda belirtilen hususları ve koşulları göz önünde bulundurarak balast suyu değişimi yapar;

- A- Akdeniz ve Akdeniz dışındaki deniz alanlarından gelip Ege Denizi'nde Türk deniz yetki alanları dahilindeki limanlara veya Ege denizinden geçerek Marmara kıyılarındaki limanlara yanaşacak bir geminin Ege denizine Türk Deniz Yetki alanlarına girmeden balast suyu değişim operasyonunu tamamlamış olması gerekir.
- B- Ege denizinde Türk deniz yetki alanlarında kalan bölgeler ve Marmara Denizinde, tanımlı olan balast suyu değişim alanları ile ilgili standartları karşılayamayan, sadece bu denizlerde veya bu denizler arasında çalışan gemiler için balast suyu arıtım sistemleri kullanılabilir oluncaya kadar idare bu gemilere muafiyet tanıyabilir.
- C- Cebelitarık Boğazından Akdeniz dışından bir limandan gelen ve başka hiçbir ülkenin limanına uğramadan Türk limanlarına uğrayacak gemiler yolculuk süresi, koşulları ve rotasının standartlara uygun olması koşulu ile Akdeniz'e girmeden balast suyu değişimini tamamlayacaktır.
- D- Türk limanlarına uğrayacak gemiler yolculuk süresi, koşulları ve rotasının standartlara uygun olması koşulu ile Akdeniz'e girmeden balast suyu değişimini tamamlayacaktır.
- E- Süveyş kanalından geçerek Akdeniz'e giren ve başka hiçbir ülkenin limanlarına uğramadan Türk limanlarına uğrayacak gemiler yolculuk süresi, koşulları ve rotasının standartlara uygun olması koşulu ile Akdeniz'de balast suyu değişimini tamamlayacaktır.
- F- Batı Akdeniz ve Adriyatik Denizinden gelen ve Türk limanlarına uğrayacak gemiler yolculuk süresi, koşulları ve rotasının standartlara uygun olması koşulu ile Akdeniz'de balast suyu değişimini tamamlayacaktır.
- G- Karadeniz ülke limanlarından gelen ve Marmara, Ege ve Akdeniz'deki Türk limanlarına yanaşacak gemiler yolculuk süresi, koşulları ve rotasının standartlara uygun olması koşulu ile Marmara Denizine girmeden Karadeniz'de balast suyu değişimini tamamlayacaktır.
- H- Karadeniz ülke limanlarından gelen ve Karadeniz'deki Türk limanlarına yanaşacak gemiler yolculuk süresi, koşulları ve rotasının standartlara uygun olduğu startlarda balast suyu değişimi uygulayacaktır.

BALAST SUYU DEĞİŞİMİ STANDARDI

Balast suyu değişimi yapan bir gemi uygun meteorolojik startlarda, geminin ve mürettebatın güvenliğinden ödün vermeden ve seyir süresini ve rotasını değiştirmeden, balast suyu değişim standardını karşılayarak, ancak aşağıda verilen hususları sağlamak koşulu ile balast suyu değişimini gerçekleştirir.

- A- Gemi balast suyu değişimini mümkün olan her yerde, en yakın karadan 200 deniz mili açıkta ve en az 200 metre derinlikteki suda gerçekleştirir.

- B- Geminin rotasında ve seyir halinde olduğu denizde 200 deniz mili koşulunu sağlayamadığı durumlarda, balast suyu değişimi mümkün olduğu kadar en yakın karadan 50 deniz mili açıkta ve 200 metre derinlikte balast suyu değişimi uygulanır.
- C- Balast suyu değişimi en azından %95'lik hacimsel değişimi sağlamalıdır.

BAYRAK DEVLETİ TARAFINDAN YAPILACAK ÖNCELİKLİ DENETLER

- A- Balast suyu raporlama formunda eksiklikler veya şüpheli bilgiler bulunan gemiler,
- B- Başka bir devlet tarafından bildirilen veya rapor edilen gemiler,
- C- Balast suyu raporlama formlarına göre riskli limanlardan geldiği bildirilen gemiler,
- D- Bir önceki denetim sırasında Balast Suyu Yönetimi ile ilgili eksiklikleri tespit edilmiş olan gemiler,
- E- Bir önceki denetimde Balast Suyu Yönetimi eksiklikleri ile ilgili olarak tutulan gemiler,
- F- Son altı ay içinde Balast Suyu Yönetim sistemindeki eksiklikleri nedenleriyle yetkilendirilmiş kuruluş tarafından sertifikaları iptal edilmiş gemiler,
- G- Bir Türk limanına ilk defa veya on iki ay ya da daha fazla süre sonra gelen gemiler.
- H- Balast suyu raporlama formlarını bildirmeyen, eksik veya yanlış bildirimde bulunan gemiler.
- İ- İhlal tespit edilirse ceza miktarı ülkelere bırakılıyor,
- J- Bayrak Devleti eksiklerinden dolayı Gemiye tutabilir, ikaz edilebilir, uzaklaştırılabilir, cezalandırılabilir.

MARMARA DENİZİ'NE VE LİMANLARINA GELEN- GİDEN VE UĞRAYAN GEMİLERİN DENİZ YAKITLARI İLE SÜLFÜR EMİSYONLARI

MARINE FUELS AND SULFUR EMISSIONS OF SHIPS ARRIVING AND DEPARTURE TO THE SEA OF MARMARA AND ITS PORTS

Hüseyin Avni ŞAN

Beykoz Denizcilik Meslek Lisesi Mezunlar Derneği Yönetim Kurulu Üyesi
(BEDEMED)

Koster Armatörleri ve İşletmecileri Derneği Yönetim Kurulu Üyesi (KOSDER)
Deniz Ticaret Odası, 27 No'lu Meslek Komitesi üyesi (DTO)

huseyin.san@densatankers.com

ÖZET: Marmara Denizine ve Limanlarına Gelen-Giden ve Uğrayan Gemilerin Deniz Yakıtları ile Sülfür Emisyonları, küresel ölçekte deniz yakıtlarındaki sülfür oranları, kullanılması gerekli olan yeni yakıt türleri, alınması gerekli olan tedbirler, Türkiye'nin Bayrak Devleti olarak aldığı tedbirler ve uygulamaları ile "Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO) Deniz Çevresini Koruma Komitesi'nin MEPC 280(70) sayılı kararı ile, 1 Ocak 2020 tarihinden itibaren gemi yakıtlarındaki Sülfür kuralı.

Anahtar Kelimeler: Deniz yakıtı, sülfür emisyonu, Marmara Denizi, MEPC 280(70) Kararı

ABSTRACT: Sulphur Emissions from the Vessels Arriving-Departing and Transiting the Marmara Sea and Its Ports, the amount of Sulphur in global vessel fuels, the new kinds of fuels required and relevant measures to be taken, and the measures taken by Turkey as a flag-state and their implementation are defined by the International Maritime Organization (IMO) Marine Environment Protection Committee Decision 280(70) on the required Sulphur content limit in vessel fuels, in effect since 1 January 2020.

Keywords: Vessel fuel, Sulfur emissions, Sea of Marmara, MEPC Decision 280(70)

DÜNYAMIZI ETKİLEYEN GAZ EMİSYONLARI

Günümüzde gaz emisyonlarının sayısı 450 adet olmakla beraber bunların çoğu önemsiz olup fakat insan sağlığı ve eko sistemi olumsuz yönde etkileyenler ise; CO₂, CO, CH₄(Metan), NO_x, SO_x, P (Parçacıklı maddeler) BC (Siyah Karbon), Uçucu Organik Bileşenler ve NO₂ (Nitroz Oksit/Azot Protoksit) dir.

Dünyamızı etkileyen bu gaz emisyonlarına gemilerin katkısı görece düşük olsa da kıyıya 400 km ve daha yakın olarak salınımı ise ciddi tehdit yaratmaktadır.

DENİZ TAŞIMACILIĞININ ÇEVRE KİRLİLİĞİNE VE KÜRESEL ISINMAYA KATKISI

Denizler, gemi kazalarının sebep olduğu yakıt ve özellikle sıvı ve katı yüklerin denize karışması, gemilerden katı ve sıvı atıkların, tank yıkama sularının, bulaşık ve tuvalet sularının atılması, balast suyunun temiz ya da kirli olarak basılması ile gemiler yolu ile kirlenmektedir. Atmosfer ise gemilerde kullanılan yakıtın yanmasından hasil olan ve atmosfere salınan SOX, NOX, CO, CO₂ ve PARTİKÜLLER ile kirlenmekte ve küresel ısınmaya, bunun sonucu olarak ise iklim değişikliklerine ve bunun neticesi olarak ise çeşitli kanser türleri dahil olmak üzere insan ve diğer canlılar için ciddi rahatsızlıklar yaratmaktadır.

SERA GAZI SALINIMI BAKIMINDAN YARATILAN BU KİRLİLİKTE GEMİLERİN ROLÜ

Deniz taşımacılığında gemiler yılda yaklaşık 1000 milyon ton CO₂ salınımı yapmaktadır. Deniz taşımacılığı kaynaklı emisyonlar önlem alınıp azaltılmaz ise 2050 ye kadar %50-250 arasında artacaktır. Bu nedenle IMO bu konu üzerinde ciddi olarak durmakta ve önümüzdeki 30 yıl içinde gemilerde Co₂ salınımı olmayan yakıt kullanılması için kurallar koymaktadır. Bu cümleden olmak üzere SOX ve NOX salınımını istenen seviyeye indiren LNG alternatifi de 30 yılsonunda önemini kaybedecektir.

Küresel sera gazı salınımının %3 ü deniz taşımacılığından kaynaklanmaktadır. 2050 ye kadar bunun %5'e çıkacağı beklenmektedir.

Devasa bir konteyner gemisi 50 milyon arabanın yarattığına eşit sera gazı salınımı hasil etmektedir. Bu küçük bir ülkenin sera gazı salınımından daha fazladır.

KİRLENMEYİ YARATAN 3 GEMİ TİPİ; KONTEYNERLER, DÖKMECİLER VE TANKERLER

Küresel CO₂ salınımı içinde %3,1 paya sahip olarak gemilerden kaynaklanan 1000 milyon ton CO₂ salınımı içinde en fazla paya sahip olan gemi tipi konteyner gemileridir (%25). Diğer iki sınıf ise Dökmeciler ve tankerlerdir. Bu üç gemi tipinin toplam payı ise %55'dir. Yani 550 milyon tondur.



ULAŞIM MODLARI İÇİNDE EN FAZLA SOX SALINIMI GEMİLERDEN KAYNAKLANMAKTADIR

Küresel ölçekte SOX ve NOX'in ise %10-15'i gemilerden kaynaklanmaktadır.

Karayolu yakıtları içindeki Sülfür miktarı 10 ppm (0.001%)'dir. 2020 Sülfür uygulamasının talebi ise gemiler için küresel ölçekte %0,5'dir. Dolayısı ile ulaşım modları ile mukayese edildiğinde gemilerden SOX salınımı karayolu ve hava yoluna göre çok fazla olmaktadır. (Havayoluna göre 80 kat fazladır.)

Örnek olması gerekir ise; Hong Kong'da SOX emisyonunun %52'si, Los Angeles/Long Beach'de %45'i gemilerden kaynaklanmaktadır. Şüphesiz tek sebep gemiler değildir. Fakat önemli payı bulunmaktadır.

DENİZLERİN KİRLLENMESİNİN ÖNLENMESİ

“Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO) Deniz Çevresini Koruma Komitesi'nin MEPC 280(70) sayılı kararı ile, 1 Ocak 2020 tarihinden itibaren gemilerde kükürt içeriği en fazla % 0.5 olan yakıtların kullanımına başlanacağı, bununla ilgili olarak, 01 Mart 2020 tarihinden itibaren eğer gemide eşdeğer bir uygulama mevcut değilse, kükürt içeriği % 0.5'i aşan yakıtların gemide yakıt olarak taşınmasının da yasaklandığı, söz konusu sülfür düzenlemesinin uygulanmasının, tüm dünyada yoğunlaştırılmış denetimlerle kontrol edileceği bildirilmektedir.

Söz konusu kural gereklerinin karşılanmasına yönelik olarak, IMO'nun MEPC 259(68) sayılı kararı ve ilgili diğer kurallar kapsamında, yetkilendirilmiş klas kuruluşları gözetiminde gemilere donatımı yapılarak sertifikalandırılan Egzoz Gazı Temizleme Sistemleri (Scrubber) MARPOL Ek 6 Kural 4 kapsamında eşdeğer uygulama olarak kabul edileceği, bu eşdeğer uygulama ile ilgili olarak, bazı ülkelerin egzoz gazı temizleme sistemi yıkama sularının tahliyesinin sınırlandırılması ile ilgili yerel düzenlemeler de yapabileceğinin göz önüne alınması gerektiği, uygulamayla ilgili olarak Liman Devleti Denetim Uzmanlarının; MARPOL Ek 6 Kural 10 ve IMO'nun MEPC 321(74) sayılı 2019 PSC rehberi ışığında gemide ilk incelemelerini gerçekleştireceği, bu kapsamda; Uluslararası Hava Kirliliğini Önleme Sertifikası (IAPP), yakıt teslim belgeleri, yağ kayıt defterleri, makine jurnali, yakıt iskandil değerleri, gemi uygulama planı ve ilgili diğer kontrolleri yapacakları, bu kontrollerde "açık gerekçeler" tespit edildiğinde, yakıttaki sülfür uygunluğunu doğrulamak için yakıt numunelerinin alınıp diğer ayrıntılı kontrollere tabi tutulacağı belirtilmektedir.

UYGULAMALAR

Belirtilen tarihten sonra, ana makineyi değiştirmeksizin, iki alternatifi bulunmaktadır:

1-Gaz yıkama Sistemi (“Scrubber”) takılması: Bu sistem geminin egzoz gazına alkali suyu uygulayarak istenmeyen kimyasal maddeleri bertaraf etmektedir. (open-loop, closed- loop veya hybrid olmak üzere üç çeşidi bulunmaktadır.) Bunu haiz gemiler yukarıda belirtilen değişikliklerden etkilenmeyeceklerdir; diğer bir

ifadeyle bu gemiler 0,5% kükürt oranını aşan yakıt kullanmaya devam edebileceklerdir.

A-OPEN-LOOP; Kükürt temizliğinde kullanılmış olan suyu denize geri pompalayan scrubber sistemidir ve deniz kirliliğine sebep olmasıdır. (Bundan dolayı birçok limanda yasaklanmıştır)

B-CLOSED-LOOP; Kirli suyu geminin içinde bulunan özel tanklarda saklayan sistemleridir.

C- HYBRID; Liman dahilinde kirli suyu tanklarda saklayıp, bunları açık denizlerde dışarı pompalayan sistemdir.

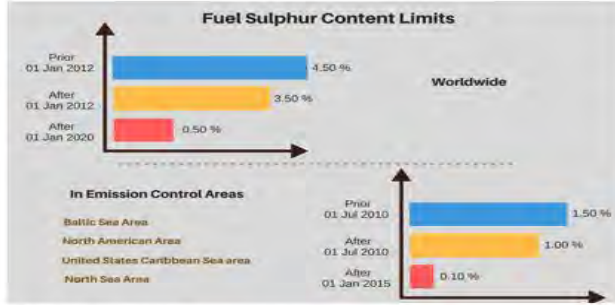
2- Gemiler tercih edebileceği ikinci alternatif uyumlu yakıtı kullanmaya başlamasıdır. Burada ise iki tür yakıt söz konusudur:

A- 0.5% kükürt oranlı yakıt kullanılması (Ana Makineler için Fuel oil cinsi yeni geliştirilen yakıt)

B- 0.1% oranlı Gasoil (“ultra low sulphur”) yakıt kullanılması (ki zaten bu yakıt ECA bölgesinde kullanılmaya devam etmektedir.)

GEMİLERDEN SOX SALINIMININ KÜRESEL ÖLÇEKTE DÜŞÜRÜLMESİ İLE İLGİLİ IMO REGÜLASYONU

IMO ‘nun MARPOL Annex VI 14 Regülasyonu gereği, ECA (Emisyon Kontrol Bölgeleri) dışında küresel ölçekte gemilerde kullanılan yakıt içindeki sülfür miktarının 1.1.2020 tarihinden itibaren %0,5 den daha fazla olmaması. ECA bölgelerinde ise bu oran 1.1.2015 tarihinden itibaren Max %0,1’dir.



Şekil-2 SO_x Kısıtlamaları (<https://www.myseatime.com/blog/detail/sox-and-nox-compliance>)

Tüm yukarıda anlattıklarımıza bakıldığında dikkat edilmesi gerekli olan konu OPEN LOP Kullanan gemilerin her biri yıkanan her bir ton fuel için 45 ton ılık, asidik kirlenmiş deniz suyunu denize basmaktadır. Bu su polisiklik, aromatic hydrocarbon ve ağır metal içermektedir. Ağır metaller hayvan ve insanların sinir sistemini etkilerken PAH’lar akciğer, mide ve Karaciğer kanseri yapmaktadır. Ayrıca yıkama suyunun denize verilmesi denizlerdeki sülfür oranını artırmaktadır. Hal böyle olmakla beraber; içlerinde Türkiye’nin de bulunduğu birçok ülke limanlarında ve karasularında açık scrubber yıkama suyunu denize bastırmayı ve gemi içerisinde yakılarak bertaraf edilmesi yasaklamıştır.

MARMARA DENİZİ'NDE AMATÖR VE TİCARİ DENİZCİLİĞİN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ PERSPEKTİFİNDEN İNCELENMESİ

A REVIEW OF AMATEUR AND COMMERCIAL MARITIME SECTOR IN MARMARA SEA FROM CLIMATE CHANGE PERSPECTIVE

Gamze ÇELİKİYILMAZ

İklim Değişikliği Politikaları Uzmanı
gcelikyilmaz@gmail.com

ÖZET: Bu çalışmada iklim değişikliği ile Marmara Denizi'ndeki amatör ve ticari denizciliğin etkileşimi incelenmiştir. Türkiye'deki denizcilik sektörü hem iklim değişikliğine neden olan sera gazlarının önemli bir kaynağıdır, hem de iklim değişikliğinden dolayı şiddeti ve sıklığı artan aşırı hava olaylarının etkisi altındadır. Bu nedenle uzun vadede bu sektörün neden olduğu sera gazı emisyonlarının azaltılması, kısa ve orta vadede de bu sektörün iklim değişikliğinin etkilerine uyum sağlayarak can ve mal kaybının azaltılması gerekmektedir. Marmara Denizi Türkiye'deki amatör ve ticari denizciliğin en yoğun olduğu denizlerden biridir. Özellikle uluslararası ticaret yolları açısından oldukça yoğundur. Bu durum Marmara Denizi'ne kıyısı olan şehirlerde hem hava kirliliğine hem de sera gazı emisyonlarının artmasına neden olmaktadır. Türkiye'nin Uluslararası Denizcilik Örgütü'nün (IMO) öncülüğünde yürütmekte olan denizcilik sektöründeki sera gazı emisyon azaltımı çalışmalarına katılması 2053 yılında ulaşılması amaçlanan "Sıfır Emisyon" hedefi için önem arz etmektedir. Ayrıca Marmara Denizi'nde denizcilik sektörünü etkileyen mevcut ve beklenen iklim değişikliği kaynaklı aşırı hava olaylarına karşı önlemler geliştirilerek can ve mal kaybının azaltılması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: İklim Değişikliği, Marmara Denizi, denizcilik sektörü, denizcilik sektörü sera gazı emisyonları

ABSTRACT: This study examines the interaction between climate change and amateur and commercial maritime sector. The maritime sector in Turkey is both an important source of greenhouse gas emissions, and is significantly impacted by the extreme weather events that exacerbated by climate change. Therefore, in the long term it is vital to reduce the sector's emissions, while in short and mid-term it is important to reduce the losses by adapting to climate change. Marmara Sea has one of the most dense maritime traffic in Turkey, especially when it comes to international shipping. This intense traffic contributes not only to the air pollution around the Marmara Sea, but also to the overall GHG emissions. It is

important to Turkey to join the efforts of International Maritime Organization (IMO) for reducing global GHG emissions from maritime sector, in order to reach the “Zero Emission” goal for year 2053. Moreover, it is important to develop climate change adaptation action in Marmara Sea, in order to reduce the losses.

Keywords: Climate Change, Marmara Sea, maritime sector, greenhouse gas emissions from maritime sector

GİRİŞ

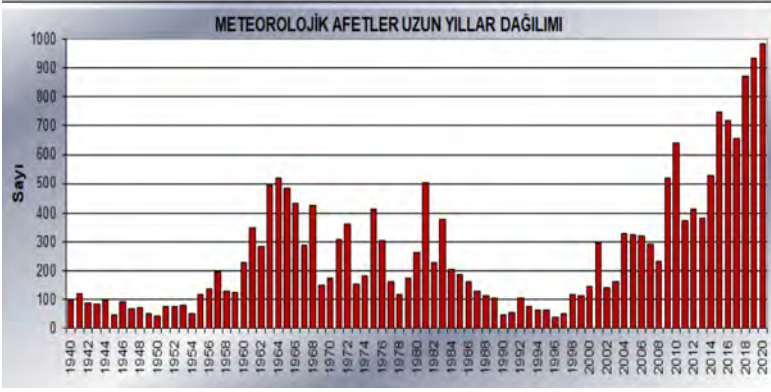
Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) 6. Değerlendirme Raporu insan etkisinin atmosferi, okyanusu ve toprağı ısıttığını net bir şekilde ortaya koymaktadır. İnsan kaynaklı iklim değişikliği şimdiden dünyanın her bölgesinde birçok hava ve iklim aşırılıklarına neden olmaktadır (IPCC 2021).

Raporun çıktılarına göre küresel ısınma ile birlikte, 1,5°C'lik bir artış dahi olsa, benzeri görülmemiş bazı aşırı hava koşullarının oluşumunda artış görülecektir. Sıklık durumunda öngörülen yüzde değişimleri daha nadir olaylar için daha yüksek olacaktır (IPCC 2021). Son 20 yılda iklim değişikliği kaynaklı afetler iki katına çıkmıştır (UNDRR 2021).

Artan küresel ısınmanın olduğu çoğu bölgede yoğun yağışın şiddetlenmesi ve daha sık hale gelmesi kuvvetle muhtemel gözükmektedir. Küresel ölçekte, aşırı günlük yağışın her 1°C'lik küresel ısınma için yaklaşık %7 oranında şiddetleneceği öngörülmektedir. Yoğun tropik siklonların (kategori 4-5) ve en şiddetli tropik siklonların en yüksek rüzgâr hızlarının, küresel ısınmayla birlikte küresel ölçekte artış göstermesi beklenmektedir (IPCC 2021). Devam eden küresel ısınmanın değişkenliğinin, küresel su döngüsünü daha da şiddetlendirmesi beklenmektedir. Bu durum da deniz suyu sıcaklıklarının ve akıntı şiddet ve yönlerinin değişmesi olarak yansımaları beklenmektedir.

Ülkemizde, başta fırtına, sel, dolu, don, kar ve kuraklık olmak üzere meteorolojik afetler oldukça sık meydana gelmekte ve bu sıklık giderek artmaktadır. Türkiye’de 2020 yılı içerisinde toplam 984 meteorolojik karakterli doğa kaynaklı afet rapor edilmiştir (MGM 2021). Ülkemizde özellikle 2000’li yıllardan sonra meteorolojik afetlerin oluşum sayılarında belirgin bir artış görülmektedir (Şekil 1).

1940 yılından bu zamana kadar sel afetinin en fazla görüldüğü yıl olan 2018’de Marmara Bölgesi’nde, 57 sel olayı yaşanarak Karadeniz Bölgesi’nden sonra en çok selin yaşandığı bölge olmuştur. İklim değişikliğinin Marmara Bölgesi’nde artan sıcaklıklar, fırtına, dolu ve hortum gibi aşırı hava olaylarının sayısında ve şiddetinde artışa yol açması beklenmektedir. 2018 yılında ülkemizde yaşanan yaz mevsimi dolu afetlerinde Marmara Bölgesi %36 ile birinci, sonbahar mevsimi dolu afetlerinde %19 ile üçüncü sırada yer almaktadır. İstanbul toplam 5 dolu olayıyla, yaz mevsiminde en fazla dolu afetinin gerçekleştiği illerden biri olmuştur (ÇŞB 2020).

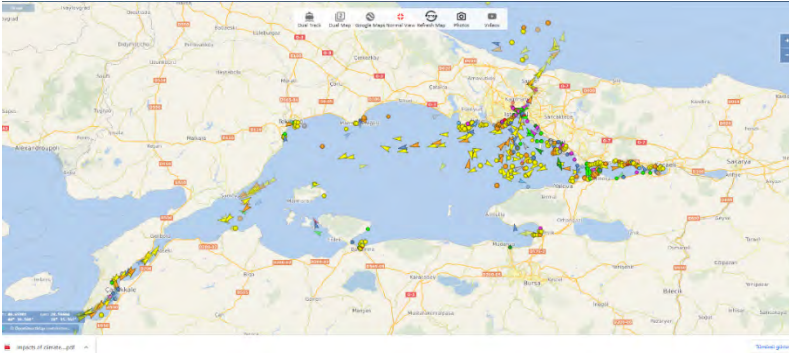


Şekil 1. Türkiye'de 1940'dan günümüze meteorolojik afetlerin dağılımı (MGM 2021)

Ayrıca yüzey suyu sıcaklıklarının artışı ile aşırı hava olaylarının şiddetinin de doğrudan bağlantısı mevcuttur. İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışında yüzey sıcaklık artışı yıllık 0,07°C olarak tespit edilmiştir. Marmara Denizi çıkışında ise bu değer yıllık 0,15°C olarak belirlenmiştir (Miladivona ve diğ. 2018; Gündüz ve diğ. 2020).

MARMARA DENİZİ'NDE DENİZCİLİK SEKTÖRÜ

Marmara Denizi hem ticari hem de amatör denizcilikte Türkiye'deki en yoğun denizlerden biridir. Başlıca denizcilik trafiğini deniz taşımacılığı filoları yanında yolcu taşımacılığı yapan kamu ve özel sektöre ait tekneler, balıkçı tekneleri ve amatör denizcilik kapsamında değerlendirilen yatlar ve diğer tekneler alır. Marmara Denizi'nin özellikle İstanbul Boğazı ve boğaz girişinde herhangi bir andaki deniz trafiği oldukça yoğundur (Şekil 2). Bu yoğunluk Marmara'ya kıyısı olan başta İstanbul olmak üzere bazı şehirlerdeki hava kirliliğine katkıda bulunmakta ve ciddi bir sera gazı emisyonuna neden olmaktadır.

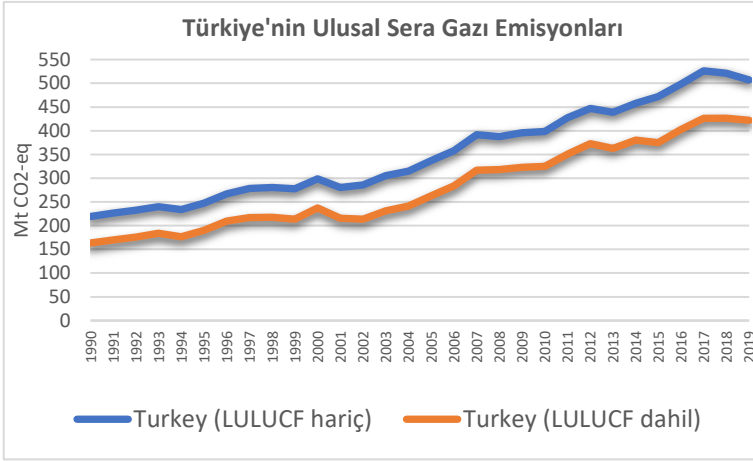


Şekil 2. Marmara bölgesinde anlık deniz trafiği (shiptraffic.net 2021)

DÜNYADA VE TÜRKİYE’DE DENİZCİLİK SEKTÖRÜ KAYNAKLI EMİSYONLAR

Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de gerek ticari, gerekse amatör denizcilik sektörü sera gazı emisyonlarına katkıda bulunmaktadır. Denizcilik sektörü kaynaklı emisyonlar 2018 yılında küresel emisyonların yaklaşık %2,9’una sebep olmaktadır (IMO 2020). Havacılık kaynaklı küresel emisyonların toplam emisyonlara oranının %2 olduğu göz önüne alındığında, bu rakamın önemli olduğu anlaşılmaktadır.

Türkiye’nin toplam sera gazı emisyonları 1990’dan beri 2,2 katına çıkarak 2019 yılında 506,8 Mt CO₂eq olmuştur (Şekil 3). Bu emisyonların 1,5%’luk kısmı ulusal deniz taşımacılığından kaynaklanmaktadır. Ulusal deniz taşımacılığı kaynaklı sera gazı emisyonları 1990-2019 yılları arasında 509 Mt CO₂eq’den 1217 Mt CO₂eq’e çıkarak %139 artmıştır. Bu rakam toplam ulusal emisyonlara göre düşük gibi görünse de, ulusal havacılıktan kaynaklanan emisyonların yaklaşık üçte biridir (TÜİK 2021). Ayrıca bu emisyonlara uluslararası deniz taşımacılığı emisyonları dahil değildir. Bu kategori ulusal emisyon hesaplarına dahil edilmemektedir.



Şekil 3. Türkiye'nin 1990-2019 yılları arası ulusal sera gazı emisyonları (TÜİK 2021)

2021’de gerçekleştirilen COP26 iklim zirvesinde 19 ülke¹ sıfır emisyon denizcilik rotaları oluşturarak bu konuda pilot bir çalışma başlatmıştır. Bu amaçla 2025 yılına kadar 6 tane sıfır emisyon rotası oluşturulması planlanmaktadır. Türkiye bu gruba dahil olmamıştır. Uluslararası Denizcilik Örgütü’nün (IMO) mevcut sera gazı azaltım planı 2050 yılında 2008 yılına göre emisyonların %50 azaltılmasıdır.

¹ Birleşik Krallık, ABD, Avustralya, Belçika, Kanada, Kosta Rika, Danimarka, Fiji, Finlandiya, Fransa, Almanya, İrlanda, Japonya, Marshall Adaları, Hollanda, Yeni Zelanda, Norveç ve İsveç.

IMO'nun Uluslararası Gemilerden Kirletmenin Önlenmesi Sözleşmesi (MARPOL) kapsamında almış olduğu kararların tüm ülkeler için bağlayıcılığı bulunmaktadır. Bu sözleşmeye 1997 yılında denizcilik faaliyetlerinden kaynaklanan sera gazı emisyonlarının azaltımı da dahil edilmiştir. MARPOL Anlaşması yeni gemiler için Enerji Verimliliği Dizayn İndeksi ve tüm gemiler için Enerji Verimliliği Yönetim Planı gibi zorunluluklar getirerek yükümlülükleri arttırmıştır. Gemilerde Enerji Verimliliği uygulamaları, MARPOL kapsamına dâhil edilmiş ve bu amaç doğrultusunda Ocak 2013'ten itibaren 400 GT üzerinde uluslararası sefer yapan yeni ve mevcut tüm gemilere zorunlu hale getirilmiştir. Ayrıca yine MARPOL kapsamında Mart 2018'den beri 5000 GT ve üzeri gemiler kullandıkları yakıt miktarlarını raporlamak zorundadır. Türkiye'de bu zorunluluk 1 Ocak 2019'da yürürlüğe girmiştir.

IMO'nun yaygınlaştırmakta olduğu diğer bir uygulama ise limanlarda "Just-in-time" (JIT) uygulamasının daha verimli hale getirilmesidir. JIT uygulaması limandaki gemilerin işlemlerinin gerektireceği süreye göre limana gelmekte olan gemilerin bilgilendirilerek gerekirse hız kesmelerini, ve bu sayede günlerce liman açıklarında beklemek yerine yakıt tasarrufu yapmalarını sağlamaktadır.

Teknik açıdan bakıldığında ise, emisyon azaltımı ve enerji verimliliği için alınması gereken önlemler arasında daha verimli motorların kullanımı, atık ısının geri kazanımı, enerji tasarrufu için farklı pervane ve gövde dizaynları gibi teknik önlemlerin yanında rota optimizasyonu ve hız yönetimi gibi operasyonel önlemler ön plana çıkmaktadır.

MARMARA BÖLGESİNDE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN DENİZCİLİK SEKTÖRÜNE ETKİSİ

Hem ticari, hem de amatör denizcilik sektörleri iklim değişikliğinden pek çok şekilde etkilenmektedir. Deniz suyu sıcaklığının artmasından dolayı son yıllarda Marmara Denizi'nde de gözlemlendiği üzere hortum gibi aşırı hava olaylarının sıklıkları ve şiddetlerinde artış beklenmektedir. Artan aşırı hava olayları seyir güvenliğini riske atmakta ve limanlardaki altyapılara ve mevcut teknelere zarar vermektedir.

Özellikle şehirci yolcu taşımacılığı yapan tekneler kötü hava koşullarında hizmetlerini aksatmak zorunda kalmaktadırlar. Aynı şekilde yük gemileri aşırı hava olaylarından dolayı gecikmeler yaşamakta, bu durum da maddi kayıplara sebebiyet vermektedir. Amatör denizcilik sektörünü kapsayan yatlar ve diğer özel tekneler ise aşırı hava olaylarından hem liman içinde, hem de dışında etkilenebilmekte, dolu, hortum, ve fırtına gibi ani gelişen aşırı hava olaylarından kaynaklanan çok ciddi maddi kayıplar ve can kaybına da uğrayabilmektedirler.

Bunlara ek olarak iklim değişikliği kıyı erozyonuna neden olmakta, veya mevcut erozyonun şiddetini arttırmaktadır. Bu durum kıyılarındaki su derinliklerini değiştirerek kıyıların denizcilik için elverişsiz hale gelmesine neden olmaktadır (Sarwar 2006). Bu durum altyapı, bakım, onarım ve sigorta maliyetlerini arttırmaktadır.

SONUÇLAR

Ticari ve amatör denizcilik faaliyetleri iklim değişikliğine neden olan sera gazı emisyonlarına neden olmaktadır. Aynı zamanda iklim değişikliğinin denizciliğe de etkileri mevcuttur. Bu bakımdan iklim değişikliğini her iki açıdan da ele almak gereklidir.

İklim değişikliği tek başına Marmara'daki müsilaj gibi çevresel felaketlerin veya şiddetli dolu yağışı gibi doğal afetlerin sebebi değildir. Ancak iklim değişikliğinin çarpan etkisi, bu gibi olayların etkisini artırarak birer afet veya felaket haline gelmesine sebebiyet verebilir. Bu nedenle uzun vadede iklim değişikliğine neden olan sera gazlarını azaltırken, kısa ve orta vadede de iklim değişikliğinin beklenen etkilerine uyum sağlamaya çalışmak gerekmektedir.

Uyum sağlanabilmesi için öncelikle iklim değişikliğinin neden olduğu kayıp ve zararın belirlenmesi gerekmektedir. Bu konuda Türkiye veya Marmara Denizi genelinde yapılmış bir çalışma yoktur. Daha sonra bu kayıp ve zararı en düşük maliyetle gidermenin yöntemleri araştırılmalıdır (iklim değişikliğine uyum). Sera gazı emisyonlarının azaltımından farklı olarak, iklim değişikliğine uyum için yerel çözümler gerekmektedir. Bunun da en büyük nedeni, iklim değişikliğinin coğrafi olarak etkilerinin değişkenlik göstermesidir.

Denizcilik sektörü kaynaklı sera gazı emisyonları sadece Marmara Bölgesi özelinde değil, tüm Türkiye'deki sektör özelinde değerlendirilebilir. Ancak Marmara denizi, boğazlar gibi ulusal ve uluslararası deniz trafiğindeki rolü nedeni ile özel bir konuma sahiptir. Denizcilik kaynaklı sera gazı emisyonlarının azaltımı için Marmara Bölgesi'nde ticari ve amatör denizcilik sektöründeki tüm teknelerin emisyon azaltımı konusunda Türkiye'nin taraf olduğu anlaşmalar ve yükümlükleri konusunda bilgilendirilmeleri ve yol haritası çizilmesi önem arz etmektedir. Yük taşıyan ticari gemi filoları her ne kadar emisyonlarda en büyük paya sahip olsa da, 2053'te ulaşılması planlanan "Sıfır Emisyon" hedefi için tüm denizcilik sektörünün katkısı gerekmektedir.

DEĞİNİLEN BELGELER

ÇŞB (2020) Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Bölgesel İklim Değişikliği Eylem Planları, Mevcut adres: <https://iklim.csb.gov.tr/eylem-planlari-i-306> (erişim tarihi: Kasım 2021)

Gündüz, M., Özsoy, E., Hordoir, R. (2020) A model of Black Sea circulation with strait exchange (2008-2018). Geoscientific Model Development 13(1): 121-138.
IMO (2020) International Maritime Organization IMO, "Fourth IMO GHG Study 2020". London, 2021.

IPCC (2021) Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

Miladinova, S., Stips, A., Garcia-Gorritz, E., Macias Moy, D. (2018) Formation and changes of the Black Sea cold intermediate layer. Progress in Oceanography 167: 11-23.

MGM (2021) 2020 Yılı Meteorolojik Afetler Değerlendirmesi Mevcut adres: <https://mgm.gov.tr/FILES/genel/raporlar/2020MeteorolojikAfetlerDegerlendirmesi.pdf>

ShipTraffic.net (2021) Mevcut adres: <http://www.shiptraffic.net/2001/04/dover-strait-ship-traffic.html> (erişim tarihi 11 Aralık 2021).

Sarwar, Md. Golam Mahabub (2006) Impacts of climate change on maritime industries. World Maritime University Dissertations. 276. Mevcut adres: https://commons.wmu.se/all_dissertations/276 (erişim tarihi: Kasım 2021)

TÜİK (2021) Türkiye'nin Sera Gazı Ulusal Envanteri. Mevcut adres: <https://unfccc.int/documents/271541> (erişim tarihi: Kasım 2021)

UNDRR (2021) "International Cooperation in Disaster Risk Reduction", United Nations Office for Disaster Risk Reduction.

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN İSTANBUL KIYI ŞERİDİNE OLASI ETKİLERİ

POSSIBLE IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON ISTANBUL'S COASTLINE

Sibel SEZER^{1,2*}, Yağmur KARABULUT³

¹ Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV), PK: 10, Beykoz/İstanbul

² İklim Akademisi Kurucu Ortak

³ GITEC Consult, Almanya

*asibel.sezer@gmail.com

ÖZET: İklim değişikliği ekonomileri, toplumları ve ekosistemleri tehdit etmektedir. Kentler, bu tehditlere son derece açıktır. İklim krizine yönelik çözümler getirmenin ilk adımı, olası etkileri daha iyi anlamaktır. Türkiye'yi önümüzdeki on yıllarda bekleyen iklimsel değişim parametrelerinin başında gelen sıcaklık ve deniz seviyesindeki artış, İstanbul ve kıyılarına yönelik ciddi risklere işaret etmektedir. Mevcut bilgiler, İstanbul'luların henüz bu etkilere yeterince hazırlıklı olmadığını ortaya koymaktadır. Türkiye'nin Paris Anlaşması'na taraf olmasıyla birlikte İstanbul'un iklim eylem planını hızla güncellemesi önerilmektedir. Yeni eylem planında denizlere ve kıyı şeritlerine özgü uyum önlemleri ve kıyıda yaşayan halkın risklere karşı daha dirençli olması için gerekli aksiyonların planlamaya dahil edilmesi daha da önem kazanmıştır. Bu konularda İstanbul'a yönelik bilimsel yayınlar son derece sınırlı olup gelecekte daha detaylı ve veri temelli bölgesel kırılabilirlik ile risk analizlerine ve bu yönde oluşturulacak yönetim planlarına ihtiyaç vardır.

Anahtar kelimeler: İklim değişikliği, İstanbul, kıyı, kırılabilirlik analizi, uyum

ABSTRACT: Climate change is threatening economies, ecosystems and societies. Cities are especially exposed to the risks and hazards caused by climate change. Turkey is expected to face the impacts of climate change in the coming decades, such as rise in temperatures and sea levels, which may cause detrimental losses and damaged to the city and its coastline. In order to develop effective solutions to tackle these impacts it is critical to thoroughly understand the different challenges and to strengthen scientific evidence. Existing information highlights the low level of preparedness of Istanbul and its citizens. Following Turkey's ratification of the Paris Agreement, it has become even more urgent to update Istanbul's existing climate change action plan that includes appropriate climate adaptation measures for its coastline and its citizens to strengthen their resilience. Scientific publications in these fields are scarce for Istanbul. More detailed, data driven and regional research in the future can shed more light on the existing vulnerabilities, possible risks and how to deal with them through management plans.

Keywords: Climate change, Istanbul, coasts, vulnerability analysis, adaptation

ULUSLARARASI ANLAŞMALAR AÇISINDAN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

Son elli yıldır süregelen ekonomik kalkınma modeli dünyanın karbon bütçesini hızla tüketmemize neden olmuştur. İklim değişikliği yaşama dokunan her alanı ciddi bir biçimde etkilemeye başladığı için iklim krizinin etkilerini anlamak, riskleri tanımlamak ve çözümler getirmek amacıyla uluslararası platformlarda pek çok bilimsel çalışma ve uluslararası anlaşma yapılmaktadır. Bunlar arasında en önemlileri Birleşmiş Milletler çatısı altında gerçekleştirilmektedir. Uluslararası anlaşmaların başarılı olmaları için ulusal ve yerel düzeylerde uygulanmaları gerekmektedir. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC), azaltım konusunun ülkeler tarafından yeterince ciddiye alınmaması durumunda olası riskleri¹ tanımlamış ve farklı senaryoları ele alarak etkilerini incelemiştir. En iyi senaryoya göre dahi hızla dönüşüm sağlanamazsa iklim değişikliğinin etkileri son derece şiddetli olacaktır (IPCC 2021).

PARİS ANLAŞMASI

Paris Anlaşması her ne kadar küresel sıcaklık artışını yüzyılın sonuna kadar 1.5 dereceyle sınırlandırmayı hedeflese de, güncel azaltım hedefleriyle iklim krizinden kurtulmak mümkün gözükmemektedir. 26. Taraflar Konferansı (COP26 2021) sürecinde ülkelerin vermiş oldukları taahhütlerle Paris Anlaşması'nda öngörülen küresel ısı artışının 1.5 dereceyle sınırlı kalamayacağı, en güncel analizlere göre dünyanın 2.7 derecelik bir ısınmaya doğru ilerlediği anlaşılmıştır (Climate Action Tracker 2021). Pek çok ülke sıfır karbon ekonomisine dönüş süreçlerini çok uzun yıllara yayarak 2050'yi hedef yılı olarak belirlemişlerdir. Özde, iklim krizini kontrol altına alabilmek için 2030 yılına kadar küresel seragazı salımlarının yarıya indirilmesi ve 2050'ye kadar sıfır karbona ulaşılması hedeflenmelidir. Yeni ve yenilenebilir enerjilerin teşvik edilip artırılması, yutakların korunması ve artırılması gibi politik kararlar ve ekonomik dönüşümlerle seragazı salımlarının en kısa sürede azaltılması amaçlanmalıdır (Türkeş 2021).

Türkiye 2021 yılının sonlarına doğru Paris Anlaşması'na taraf olmuş, 2053 yılına kadar karbonsuzlaşma taahhütünde bulunmuştur. Ancak, COP26'nın çıktısı olan Glasgow Paktı'na göre 2030 yılına kadar ülkelerin daha ciddi hedefler koymaları gerekmekte, bu kapsamda Türkiye'nin de 2030 hedeflerini güçlendirmesi beklenmektedir. Ulusal hedeflerin değişmesiyle beraber yerel hedefler de yenilenecektir. COP26 ve Glasgow Paktı'ndan da anlaşıldığı üzere iklim krizini çözmede kentlerin önemi artmaktadır. Örneğin, 2021 Dünya Kentler Günü'nün teması "Kentlerin İklim Değişikliğine Karşı Daha Dirençli Olmaları İçin Uyum" konusu olmuştur (UN HABITAT 2021).

¹ Uluslararası iklim müzakerelerinin baz aldığı en temel bilimsel çalışmalar, IPCC'nin hazırladığı raporlardır.

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE ULUSAL GELİŞMELER

Türkiye, dünya üzerinde çöl ikliminin hâkim olduğu en önemli alanların hemen kuzeyinde, 36-42°K enlemleri arasında bir konuma sahiptir. Akdeniz havzasının en doğusunda yer alması nedeniyle ülkenin önemli bir kısmı Akdeniz iklimi karakteristiklerini gösterir. Söz konusu projeksiyonların hemen hemen tamamı, Akdeniz havzasında yağış azalması ve sıcaklıkların artması konusunda hemfikirlerdir (İstanbul Büyükşehir Belediyesi 2018).

IPCC'nin 4. Değerlendirme Raporu'na göre Akdeniz havzasında genel sıcaklık artışının 1-2° C'ye ulaşacağı, Türkiye'de yıllık ortalama sıcaklığın 2,5-4°C artacağı hesaplanmıştır. Bu öngörüler ışığında ülkemizde hem ulusal hem de yerel bazda azaltım için gerekli dönüşüm ile birlikte uyum çalışmalarının acilen hız kazanması şarttır. İklim değişikliğine uyum değişen iklimin insanlara, doğal sistemlere ve yapıli çevreye olan olumsuz etkilerini en aza indirmek için yapılan düzenlemelerden oluşur (ND-GAIN 2021). Ülkelerin iklim değişikliğinin etkilerine karşı kırılganlığını, ve kendi dayanıklılığını artırmaya ne derece hazır olduğunu özetleyen ND-GAIN, uluslararası kriterlere uygun ve kabul gören bir endekstir. ND-GAIN'in 2019 tarihli raporuna göre Türkiye, endekteki 192 ülke arasında 62., kırılganlık kriterlerinde (vulnerability) 33., ekosistem hizmetlerindeki kırılganlık konusunda 82. ve hazır olma (readiness) konusunda 95. sırada yer almaktadır. Bu sıralama, iklim değişikliğinin yol açabileceği hasarlara karşı kırılgan olmamız sebebiyle etkilerden fazlasıyla etkileneceğimizi göstermektedir. Risklere uygun bir uyum stratejisi hazırlanmazsa hasarın boyutları ve maliyeti çok yüksek olacaktır (O. Hoegh-Guldberg ve diğ. 2018).

C40'ın hazırlamış olduğu çeşitli raporlarda iklim değişikliğinin etkilerinin kentlerde açıkça görüldüğü ve daha da kötüleşeceğinin kesin olduğu ifade edilmektedir (C40 2021). Kentler hem uyum hem de azaltım konularında kritik bir rol oynayacaklarına göre işin finansman konusu da acilen ele alınmalıdır. IFC'nin Kentlerdeki İklim Yatırım Olanakları analizleri raporunda gelişmekte olan kentlerde 2030 yılına kadar toplam altı sektörde \$29.4 trilyon değerinde iklim değişikliğiyle ilgili yatırım yapılması öngörülmüştür (IFC 2018). İstanbul özelinde iklim değişikliğinden kaynaklı yatırım ihtiyaçlarını farklı senaryoları baz alarak hesaplamak kritik öneme sahiptir.

İSTANBUL'DA İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE OLASI SENARYOLAR

2015-2018 yılları arasında İstanbul Büyükşehir Belediyesi, uygulama odaklı bir İklim Değişikliği Eylem Planı (İİDEP) hazırlamıştır.² Bu çerçevede İstanbul'u gelecekte nasıl bir iklimin beklediğine yönelik kapsamlı bir bilimsel senaryo çalışması yürütülmüş ve sonuçları kamuoyuyla paylaşılmıştır. Bu bildiride yer alan iklim senaryoları, temel olarak İİDEP'ten alınmıştır. İklim değişikliğinin birincil göstergesi sıcaklıktaki artıştır. Sıcaklıktaki artış, iklim

² Proje kapsamında, farklı bilimsel iklim modelleri yardımıyla İstanbul'u yüzyıl sonuna kadar nasıl bir iklimin beklediğine yönelik senaryolar üretilmiştir. Bu iklim senaryoları, <https://www.iklim.istanbul/raporlar/> adresinden edinilebilecek İklim Senaryoları Raporu'nun ikinci bölümünde ayrıntılı şekilde değerlendirilmektedir.

sisteminin bütününe etkileyerek buzulların erimesi, kar örtüsünün daralması, deniz seviyesinin yükselmesi ve yağış desenindeki değişimler gibi parametrelerde de değişikliklere yol açar. İİDEP için yapılan iklim değişikliği senaryo çalışmasında, iklimin sıcaklık ve yağış gibi esas göstergelerine ek olarak 24 adet ekstrem parametredeki değişimler de analiz edilmiştir. Bu bildiri ise, kıyı ve deniz ekosistemlerine etkisi sebebiyle bu göstergelerden özellikle sıcaklık artışı ve deniz seviyesinde beklenen yükselmeye odaklanılmaktadır.

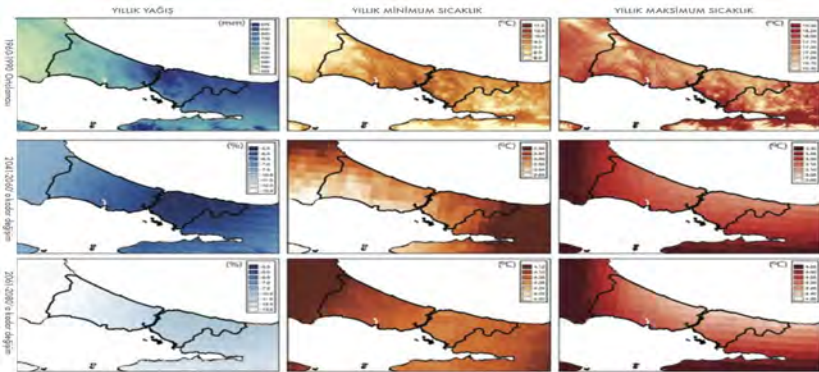
İstanbul'u bekleyen iklimsel değişimler

İstanbul konumu dolayısıyla hem Akdeniz bölgesinin iklim özelliklerini taşıyan hem de çevresindeki iklim bölgeleriyle etkileşim gösteren karmaşık bir iklime sahiptir. İstanbul, Akdeniz ikliminin yanı sıra civar bölgelerin iklimlerinden de etkilenmektedir. Boğazda yer alması ve kuzey-güney ekseninde dağ kütleleri bulunmaması nedeniyle kuzeyde Sibiry'a ve Balkanlar'dan, güneyde ise Sahra Çölü'nden gelen hava akımları ve yağış kütlelerine açıktır.

Ortalama sıcaklıklar

Türkiye'de yıllık ortalama sıcaklıklar, 1990'ların başından itibaren 2 °C'nin üzerinde bir ısınmayı işaret etmektedir. 1997 yılından sonra yıllık ortalama sıcaklıklar 1961-1990 ortalamasının altına hiç düşmemiştir. Bu noktada hava sıcaklıklarındaki değişimle, su sıcaklıklarındaki değişimin aynı olmayacağını altını çizmek gerekir.

İİDEP'teki geleceğe yönelik tahminler için, IPCC'nin Beşinci Değerlendirme Raporu için üretilmiş farklı küresel iklim modellerinden yararlanılmıştır. Bu projeksiyonlar, yüzyılın sonuna doğru İstanbul'daki yıllık ortalama sıcaklıkların 1986-2005 ortalamasına göre 1-5 °C arasında artacağına işaret etmektedir. Gerçek artış, dünya olarak emisyonlarımızı hangi hızda ve ne ölçüde azaltabileceğimize bağlı olacaktır. İstanbul özelinde bölgesel değişimlere bakıldığında yağış ve sıcaklık parametrelerinin hem zamansal hem de bölgesel bir değişim geçireceği görülmektedir (Şekil 1). Buna göre İstanbul'u gelecekte daha kurak ve sıcak bir iklim beklemektedir.

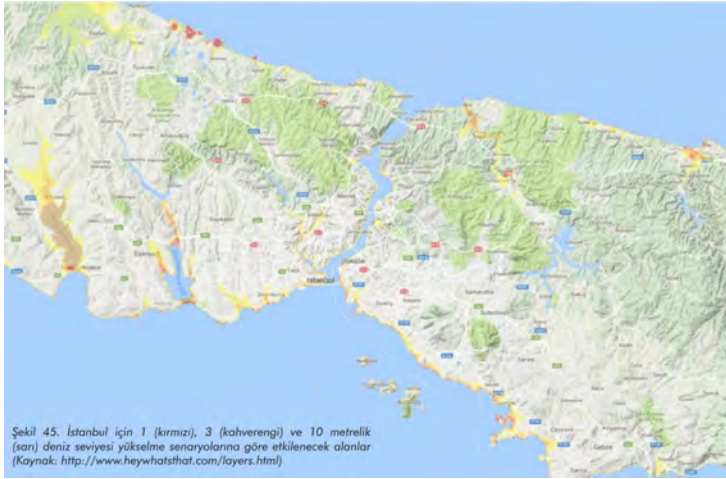


Şekil 1. Worldclim verisine göre beklenen yıllık yağış, minimum ve maksimum sıcaklık değişimleri (İstanbul Büyükşehir Belediyesi 2018)

Deniz seviyesindeki artış

2040 yılına kadar 2 °C'lık bir ısınma meydana gelirse, dünyadaki kıyıların %90'ından fazlasında 0,2 metreden fazla deniz seviyesi yükselmesi gerçekleşecektir (O. Hoegh-Guldberg ve diğ. 2018). Bu en karamsar senaryoda 2100 yılına kadar ise deniz seviyesinin 2 metre artması dahi söz konusudur (Vaughan 2019). Daha az karamsar senaryolara göre 1986-2005 döneminden 2100 yılına kadar deniz seviyelerinin dünya genelinde 45 ila 75 cm arasında yükselmesi beklenmektedir. Bu artışın nedenleri, buzulların erimesi ve ısınan suyun genişlemesidir. Bunlar dışında daha radikal projeksiyonlar da bulunmaktadır.

İstanbul, bir sahil kenti olarak bu değişimlerden belirli bir oranda etkilenecektir. İstanbul özelinde deniz seviyesi yükselmesi ve etkilerini konu alan bu tip detaylı bir modelleme (örn. güven seviyesi, kırılma frekansı ve taşkın frekansı analizi gibi bilgileri de içeren) mevcut değildir. Türkiye sahilleri için görece düşük çözünürlüklü veri ile gerçekleştirilmiş deniz seviyesi yükselmesi kırılma çalışmaları, İstanbul'u deniz seviyesi açısından görece yüksek riskli iller arasında saymaktadır (Abadie ve diğ. 2016).



Şekil 2. İstanbul için 1 (kırmızı), 3 (kahverengi) ve 10 metrelik (sarı) deniz seviyesi yükselme senaryolarına göre su altında kalacak alanlar (İstanbul Büyükşehir Belediyesi 2018)

Kentlerde yükselti verisi kullanılarak hangi alanların deniz seviyesi yükselmesinden daha fazla etkileneceğini gösteren çalışmalar mevcuttur. Şekil 2'deki gibi internet üzerinden de oluşturulabilecek bu tip haritalar incelendiğinde İstanbul'da 1 m'lik bir yükselmenin çok büyük alanlar kaplamayacağı, ancak özellikle Üsküdar sahili, İstanbul limanı, Kadıköy sahili, Haliç'in bazı kısımları, Yenikapı, Zeytinburnu, Ataköy, Maltepe, Pendik, Tuzla ve genel olarak Marmara sahilleri gibi düşük kotlu alanların etkileneceği görülmektedir. Risk altındaki alanlarda deniz yükselmesinden hasar görme olasılıkları yüksektir. Bu bilgiler

ışığında İstanbul'un sahil kesimlerinin genel olarak iklim değişikliği kaynaklı deniz seviyesine kırılganlığının yüksek olacağı söylenebilir. Doğru bilgilerle donatılmış önlemler alınarak iklim değişikliği kırılganlığı azaltılabilir. Kıyı koruma duvarların boyutlarının doğru hesaplanması için deniz seviyesindeki olası yükselmenin hesaplara dahil edilmesi bir örnektir.

Bu senaryolara göre İstanbul'da değişen oranlarda hem sıcaklık artacak hem de deniz seviyesinde yükselme görülecektir. Öngörülen sıcaklık artışı gerçekleşirse, İstanbul'daki deniz suyu sıcaklığı da artacaktır. Deniz suyundaki sıcaklık artışı denizel biyoçeşitliliği olumsuz etkileyecektir. Örneğin her bir derece sıcaklık artışıyla deniz biokütlesinin yüzde beşi yok olabilecektir (FAO 2021). Ayrıca, sayısı ve şiddetinde artış gözlemlenen fırtınalar, seller ve erozyon da kıyılarda hasara neden olacaktır. Şiddetli yağış sebebiyle oluşacak yıkıcı hasar maliyetinde artış ve toparlanma zaman aralığında kısalmalar görülecektir. Bu etkilerin şiddetinin zamanla artması beklenmektedir. Marmara Denizi kıyı şeritlerinin de deniz yükselmesinden etkilenen bölgeler arasında olduğu düşünülmektedir. Benzer modellemeler, Marmara Denizi için de tekrarlanarak bu tehlide yönelik daha detaylı analizler yürütülmelidir.

Bu etkilere yönelik bir çözüm olarak iklim değişikliğinin denizlerde neden olabileceği zararı kontrol altında tutacak deniz koruma bölgeleri oluşturulabilir (Dudley ve diğ. 2010). Koruma alanlarını artırmak amacıyla hem Avrupa Birliği'nde hem de Birleşmiş Milletler'de çeşitli girişimler bulunmaktadır. Örneğin, Türkiye'nin de taraf olduğu Birleşmiş Milletler Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi kapsamında küresel biyoçeşitlilik çerçeve planına göre 2030 yılına kadar dünyadaki karasal ve denizel alanların toplam yüzde 30'un korunması önerilmektedir (Weymouth ve Zimmerman 2020).

Sosyo-ekonomik boyuta bakıldığında biyoçeşitlilik azaldıkça, fırtınalar ve seller artıkça, ekosistem bozuldukça denizlerin sunduğu ekosistem hizmetlerinden faydalanan balıkçılar ve turizmciler başta olmak üzere birçok ekonomik sektörün olumsuz etkileneceği çok açıktır. Kıyı kentlerde deniz ve insan ilişkisini doğru anlamak için acilen bilimsel çalışmalara hız verilmelidir (Salihoğlu ve Öztürk 2021); (Salihoğlu ve diğ. 2021). Olası zararların getireceği değişime karşı hazırlıklı olmak; doğal kaynakları, insanı, kent varlıklarını ve altyapıyı korumanın olmazsa olmaz koşuludur. Örneğin, Marmara Denizi'nde oluşabilecek şiddetli yağışlar, fırtınalar ve deniz seviyesinde yükselme liman, marina, balıkçılık barakaları, kıyıda çocuk parkları, binalar ve restoranlara zarar verebilir.

Bu riskleri yönetmek için başlangıç noktası, kapsamlı yerel uyum stratejilerinin hazırlanmasıdır. Sellere karşı daha dirençli altyapılar, sıcaklık artışına karşı korunmak için yeni mimari yöntemler, denizlerin sıcaklığındaki artış nedeniyle gelen yabancı türlerden korunmayı amaçlayan yaratıcı balıkçılık yöntemleri, deniz suyundaki yükselmeye karşı korunmak için kıyısız alanlarda dirençli yapılar, ve olası krizlere karşı bilinçli toplumların altyapısını oluşturmayla başlanabilir. Kentlerin iklim değişikliği karşısında dirençliliğinin artırılması ve iklim değişikliğini tetikleyen kent kaynaklı olumsuz etkilerin azaltılması, etkin bir kentleşme politikaları bütünü ile mümkündür. İklim

değişikliği eylem planlarının, çevre düzeni planı ve kıyı planları gibi farklı ölçeklerdeki mekansal planların içerisinde nasıl entegre edileceğine de karar verilmelidir (Peker ve Aydın 2019).

İstanbul'da İklim Krizinde Halkın Etkilenebilirliği

İstanbul 2050 yılında karbon nötr hedefine ulaşabilmek için azaltım yüzdelelerini, 2030 yılına kadar yüzde 52 mutlak azaltım, 2040 yılına kadar yüzde 89 mutlak azaltım, 2050 yılına kadar ise yüzde 100 mutlak azaltım olarak belirlenmiştir (İstanbul Büyükşehir Belediyesi 2021). Ancak konu sadece azaltım ile sınırlı olmayıp, toplumsal boyutta da ele alınmalıdır. İstanbul'da iklim adaletinin sağlanması için iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek yoksul bölgelerin belirlenmesi, bu bölgelerde yaşamakta olan yerel halkın direncini artıracak çalışmaların yapılması gerekmektedir. İstanbul'da sosyo-ekonomik statü seviyesi düşükçe iklim değişikliğine karşı direnç azalmakta ve krizlerden etkilenebilirlik artmaktadır. Her üç kişiden birinin düşük sosyoekonomik statüde yaşadığı bir kent, bir bütün olarak iklim değişikliği riskine karşı korunmasızdır³. Tedbir alınmadığı takdirde iklim değişikliğinin yol açtığı hasar, mahalle düzeyinde artan ölçülerde olacaktır. İstanbul'da en azından 417 mahallenin iklim risklerine karşı savunmasız olduğu ve orta sınıfta yer alan 329 mahallenin de büyük olasılıkla benzer risklere açık olduğu görülmektedir (Şeker 2020). Kısacası kent nüfusunun tahminen %77'si iklim değişikliğinin olası etkilerine karşı hazırlıksızdır. Yaklaşık 12-13 milyon kişinin iklim değişikliğinden etkilenebileceği bir kent olan İstanbul'da bu hasarın maliyeti henüz ulusal veya yerel bazda hesaplanmamıştır. Avrupa kentlerini kapsayan bir çalışmada kentlerin iklim değişikliği kaynaklı seller ve taşkınlar gibi olası hasarları tahmin edilerek bölgede en yüksek ortalama hasar hesaplanmış ve olası ekonomik maliyet miktarına göre kentler sıralanmıştır (Abadie ve diğ. 2016). Bu çalışmanın sonuçlarına göre iklim krizinden en yüksek ekonomik maliyetle etkilenecek kent İstanbul'dur. Hiçbir tedbir alınmadığı takdirde 2030 yılında 201 milyon dolar, 2050 yılında 1400 milyon dolar ve 2100 yılında 9806 milyon dolar olası hasardan kaynaklı ekonomik maliye beklenmektedir. Sıralamada en fazla zarar görecekt kentler arasında Odessa ikinci, İzmir üçüncü, Rotterdam dördüncü, St. Petersburg beşinci, Lizbon altıncı sıradadır. Çalışmanın bulgularına göre Avrupa kıtasında en fazla etkilenecek kentlerin hepsi kıyı kentleridir.

³ İstanbul'da incelenen 959 mahalle arasında en yüksek sosyoekonomik statüye sahip olan 78 mahallede İstanbul nüfusunun %6,5'i; üst orta kesim grubunda toplam 135 mahalle ile nüfusunun %16,3'ü; orta sosyo-ekonomik grupta 329 mahalle ile İstanbul'un %42,2'si yaşamaktadır. Sosyoekonomik statüsü düşük grupta 417 mahalle yer alırken İstanbul nüfusunun %35,1 barındırmaktadır (Şeker 2020). İklim değişikliğinin daha az hazırlıklı ve dirençli olan yoksul mahallelere daha fazla zarar vermesi beklenmektedir. Göçmenlerin de analizlere dahil edilmeleri durumunda sosyo-ekonomik statü seviyesinde düşüş görüleceği belirtilmektedir.

ÖNERİLER

İlk aşamada olası risklerin doğru tanımlanması için bazı verilerin düzenli aralıklarla toplanması sürecin olmazsa olmazıdır. Örneğin deniz suyu sıcaklığının ve seviyesinin her yıl ne kadar arttığı, asit oranındaki değişim gibi parametreler sürekli olarak ölçülmeli ve bölgeler arası fark olup olmadığı çalışılmalıdır. Düzenli araştırma ve verilerle risk yönetim planları daha gerçekçi bir şekilde tasarlanabilir, bu doğrultuda uyum çalışmalarının başlatılması anlamlı olur.

İİDEP, henüz Türkiye Paris Anlaşması'na taraf olmadan önceki dönemde hazırlandığı için gözden geçirilmelidir (İstanbul Büyükşehir Belediyesi 2018). Güncellenecek eylem planında denizlerde iklim değişikliğinin etkilerinin azaltılması, kıyı şeritlerine özgü uyum planları, kıyıda yaşayan halkın risklere karşı daha dirençli olması için gerekli eylemlerin planlamaya dahil edilmesi önemlidir. Ayrıca, İstanbul için yapılan iklim modellerinin, kentten farklı bölgelerinde yaşayan insanların nasıl etkileneceğini göstermesi, yerel etkilere daha uygun eylemlerin tanımlanmasını sağlayacaktır. Bu etkilerin özellikle farklı sektörler ve varlıklar bazında belirlenmesi ve haritalanması, uyum çalışmalarının başarısını artıracaktır.

DEĞİNİLEN BELGELER

Abadie, L. M., Murieta, E. S., Galarraga, I. (2016) Climate Risk Assessment under Uncertainty: An Application to Main European Coastal Cities. *Frontiers in Marine Science* 3: 265.

C40 (2021, 12 15) C40 Knowledge Hub. C40 Cities Climate Leadership Group. Mevcut adres: <https://www.c40knowledgehub.org/> adresinden alındı

Climate Action Tracker (2021, 12 15). Climate Action Tracker. Mevcut adres: <https://climateactiontracker.org/> adresinden alındı

Dudley, N., S. Stolton, A. Belokurov, L. Krueger, N. Lopoukhine, K. MacKinnon, . . . N. Sekhran. (2010) Natural Solutions: Protected areas helping people cope with climate change. Gland, Washington DC and New York: IUCN-WCPA, TNC, UNDP, WCS, The World Bank and WWF.

FAO (2021, 02 05) Oceans and climate change: it's time to talk. Food and Agricultural Organization of the United Nations. Mevcut adres: <https://www.fao.org/fao-stories/article/en/c/1372519/>

IFC (2018) Climate Investment Opportunities in Cities. Washington: International Finance Corporation. International Financial Cooperation. adresinden alındı

IPCC (2021) Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Cambridge: Cambridge University Press.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi. (2018) İklim Senaryoları Raporu. İstanbul: İstanbul Büyükşehir Belediyesi.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi. (2018). İstanbul İklim Değişikliği Eylem Planı. İstanbul: İstanbul Büyükşehir Belediyesi. İstanbul İklim Değişikliği Eylem Planı. Mevcut adres: https://www.iklim.istanbul/wp-content/uploads/Final_Raporu.pdf

İstanbul Büyükşehir Belediyesi (2021) İstanbul İklim Vizyonu. İstanbul : İstanbul Büyükşehir Belediyesi.

ND-GAIN. (2021, 12 15). Notre Dame Global Adaptation Initiative. Notre Dame Global Adaptation Index. Mevcut adres: <https://gain.nd.edu>

O. Hoegh-Guldberg et al. (2018) Impacts of 1.5°C of Global Warming on Natural and Human Systems. IPCC Special Report.

Peker, E., Aydin, C.I. (2019) Değişen iklimde kentler: Yerel yönetimler için azaltım ve uyum politikaları. İstanbul: (İstanbul Politikalar Merkezi–Sabancı Üniversitesi–Stiftung Mercator Girişimi.

Salihoglu, B., Şahin Yücel, E., Ibello, V., Yücel, M. (2021) İklim Değişikliği, Ekosistem Servisleri ve Bölgesel Yönetim Stratejileri. İklim Değişikliği ve Türkiye Denizleri Üzerine Etkileri (s. 1-23). içinde İstanbul: TÜDAV.

Salihoglu, B., Öztürk, B. (Ed.). (2021) İklim Değişikliği ve Türkiye Denizleri Üzerine Etkileri. İstanbul: Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV).

Şeker, M. (2020) Mahallem İstanbul. Mevcut adres: <http://www.mahallemistanbul.com>

Türkeş, M. (2021) BMİDÇS Paris Anlaşması Nedir ve Glasgow’da Görüşülmesi Beklenen Ana Konular Hangileridir? *EKOIQ*(Nov-Dec).

UN HABITAT (2021, 10 31) Global Observance of World Cities Day 2021 in Egypt calls for action on climate change. UN HABITAT. Mevcut adres: <https://unhabitat.org/global-observance-of-world-cities-day-2021-in-egypt-calls-for-action-on-climate-change>

Vaughan, A. (2019, 5 20). Sea level rise could hit 2 metres by 2100 - much worse than feared. New Scientist. Mevcut adres: <https://www.newscientist.com/article/2203700-sea-level-rise-could-hit-2-metres-by-2100-much-worse-than-feared/>

Weymouth, K., Zimmerman, G. (2020, 01 13) UN Convention on Biodiversity Proposes Protection of at Least 30 Percent of the Planet by 2030. Today's Environmentalist. Mevcut adres: <https://todaysenvironmentalist.com/2020/01/13/un-convention-on-biodiversity-proposes-protection-of-at-least-30-percent-of-the-planet-by-2030/>

MARMARA DENİZİ, 2015-2021 YILLARI ARASI YÜZEY SICAKLIK VE TUZLULUK DEĞİŞİMLERİ

SURFACE TEMPERATURE AND SALINITY OF THE MARMARA SEA BETWEEN 2015-2021

Mohammed Abdul LATİF*, Devrim TEZCAN, Mustafa YÜCEL,
Hasan ÖREK, Süleyman TUĞRUL, Bettina FACH, Barış SALİHOĞLU
Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Enstitüsü, Erdemli / Mersin.
*latif.us@gmail.com

ÖZET: Marmara Denizi'nde 2015-2021 yılları arasındaki R/V Bilim-2 gemisi ile gerçekleştirilen seferlerde elde edilen deniz yüzeyi tuzluluk ve sıcaklık verilerindeki değişimler incelenmiştir. Yapılan analizde kıyısız girdilerin, boğaz çıkışının ve küçük koy ve körfezlerin etkisinin kaybolduğu veya en az olduğu Marmara'nın orta bölgesindeki istasyonlardan elde edilen veriler kullanılmıştır. Verilerin, en küçük kareler regresyon yöntemi ile yapılan analiz sonuçlarına göre Marmara Denizi yüzey sıcaklık değerlerinde 2.11 °C ve tuzluluk değerlerinde 0.96 PSU artış tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sıcaklık değişimleri, tuzluluk değişimleri

ABSTRACT: Surface temperature and salinity variations in the Marmara Sea were investigated using the surface data obtained in R/V Bilim-2 cruises between 2015-2021. The analysis includes only the data in the central part of the basin in order to avoid local effects of river inflows, inflow from the Bosphorus, shallow regions and bays. The least square regression analysis shows an increase in surface temperature of 2.11 °C and of 0.96 PSU in salinity during this period.

Keywords: Temperature changes, salinity changes

GİRİŞ

Marmara Denizi, kuzeyde Karadeniz, güneyde Ege Denizi arasında yer alan, birbirinden çok farklı özelliklere sahip bu iki denizle bağlantısı nedeniyle benzersiz özelliklere sahip küçük bir iç denizdir. Marmara denizi 11500 km² bir alana ve yaklaşık 3300 km³ bir hacme sahiptir. Marmara denizi, üst suları İstanbul Boğazından giren Karadeniz suyu ve alt suyu, Çanakkale Boğazı'ndan gelen Akdeniz suyundan oluşan iki tabakalı bir su kolonuna sahiptir. Üst tabaka tuzluluğu Marmara Denizi girişinde yaklaşık 20.2 PSU iken, Ege Denizi çıkışında alt tabaka ile karışan su 29.3 PSU' ya ulaşmaktadır. Karadeniz'den net Marmara'ya gelen akış yılda yaklaşık 560 km³ iken, Akdeniz suyunun net Çanakkale Boğazı Marmara'ya girişi yılda yaklaşık 550 km³'tür (Ünlüata ve diğ. 1990; Beşiktepe ve diğ. 1994).

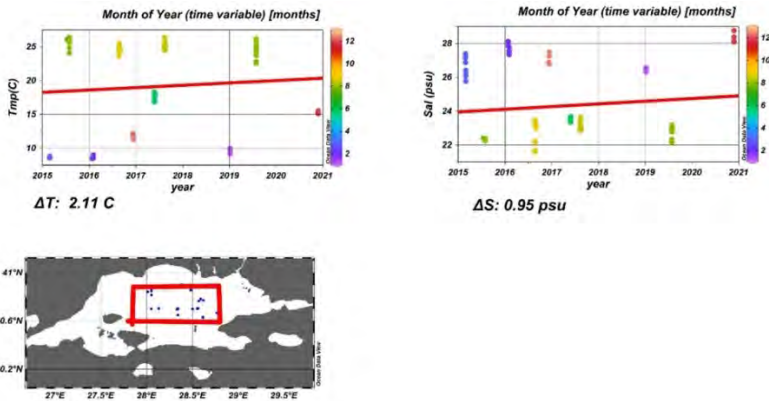
Son 40 yılda Doğu Akdeniz’de yer yer 2°C’ye yaklaşan artışlar çok belirgin gözlenirken Ege Denizi’ne doğru bu artışlar daha az olmakla beraber yine belirgin şekilde hissedilmektedir (Pastor ve diğ. 2020). Karadeniz’deki uzun vadeli değişiklikler son 60 yılda yüzeydeki yaz sıcaklıklarındaki değişimi net olarak ortaya koymaktadır (Myroshnychenko ve Simoncelli 2020). Karadeniz’deki artış Akdeniz’den farklı olarak sadece bölgesel değil hemen hemen tüm basende 2°C’ye yakın artış göstermektedir. Karadeniz’deki sıcaklık artışı mevsimsel farklılık göstermektedir; yaz mevsiminde sıcaklık artışının kış aylarına göre daha fazla olduğu gözlenmektedir (Myroshnychenko ve Simoncelli 2020). Marmara denizi için benzer bir çalışma kıyı etkisinden uzak ölçülmüş veriler olmasına rağmen bulunmamaktadır.

ANALİZ VE SONUÇLAR

2015-2021 yılları arasında ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü’ne ait Bilim-2 araştırma gemisi ile düzenlenen 10 deniz seferinde Marmara Denizi’nden fiziksel, kimyasal ve biyolojik veriler toplanmıştır. Sıcaklık ve iletkenlik (tuzluluk) değerleri Seabird marka SBE911plus CTD cihazı ile ölçülmüştür. Toplanan verilerin tüm Avrupa’da kullanılan SeaDataNet standartlarına uygun olarak kalite kontrolleri gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada, bu süre içinde toplanan veriler analiz edilerek Marmara Denizi’nde son beş yılda meydana gelen yüzey sıcaklığı ve tuzlulukta değişikliklerin belirlenmiştir. İstanbul Boğazı Marmara girişi civarındaki yüzey sularının sıcaklığının ve tuzluluğunun Karadeniz sularından etkilenmesi, ayrıca sığ bölgelerin ve koyların açık bölge koşullarını tam olarak yansıtmamasından dolayı bu çalışmada sadece Marmara Denizi açık sularındaki istasyonlar kullanılmıştır.

Verilerden elde edilen analiz sonuçları Şekil 1’de verilmiştir. En küçük kareler regresyon yöntemi ile edilen sonuçlara göre 2015-2021 arasında Marmara Denizi yüzey sıcaklık değerlerinde 2,11°C ve yüzey tuzluluk değerlerinde 0,95 PSU kadar artış belirlenmiştir.



Şekil 1. 2015-2021 yılları arasında Marmara Denizi açık sularında toplanmış yüzey sıcaklık ve tuzluluk verilerinin analiz sonuçları.

Bu sonuçlar çevre denizlerde olduğu gibi Marmara Denizi'nde de yüzey sıcaklık ve tuzluluğunda artış olduğunu göstermektedir. Deniz ekosistemini doğrudan etkileyecek bu artışların takip edilmesi için düzenli ve sürekli veri toplanması ve değerlendirilmesi önemlidir. Akdeniz ve Karadeniz'de olduğu gibi bu değişiklikler monoton değildir, ancak atmosfer koşullarındaki değişiklikler, mevsimsel sıcaklık, radyasyon akıları ve Boğaz'dan gelen akışlarla ilişkili dalgalanmalar vardır. Burada gösterilen sonuçlar, yüzey özellikleri değişkenliğinin ilk değerlendirmesidir. Gelecekteki çalışmalarda daha uzun vadeli değişiklikler analiz edilecektir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Beşiktepe, S., Sur, H.I., Özsoy, E., Latif, M.A., Oğuz, T., Ünlüata, Ü. (1994) Circulation and hydrography of the Sea of Marmara. *Prog Oceanogr* 34: 285-334.

Myroshnychenko, V., Simoncelli, S. (2020) SeaDataCloud Temperature and Salinity Climatology for the Black Sea (Version 2). Product Information Document (PIDoc), doi: 10.13155/77420.

Pastor, F., Valiente, J.A., Khodayar, S. (2020) A warming Mediterranean: 38 Years of increasing sea surface temperature. *Remote Sensing* 12: 2687, doi: 10.3390/rs12172687.

Ünlüata, U., Oğuz, T., Latif, M.A., Özsoy, E., (1990) On the physical oceanography of the Turkish Straits. In: Pratt, J. (Ed.), The Physical Oceanography of Sea Straits. NATO-ASI series, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, pp. 5-60.

TUZLA'DAKİ TERSANELERDE ÇEVRESEL FAALİYETLER

ENVIRONMENTAL ACTIVITIES AT THE SHIPYARDS IN TUZLA

Mehtap ÖZDEMİR

Türkiye Gemi İnşa Sanayicileri Birliği (GİSBİR), Postane Mahallesi, Çınarlı
Sokak, No: 34 Tuzla/İstanbul
gisbir@gisbir.org

ÖZET: Ülkemizin gelişimi göz önüne alındığında; hedeflenen üretim ve istihdam artışı ile birlikte, sürdürülebilir çevre ilkesinin benimsenmesi gelecek nesiller için giderek önem kazanmaktadır. Bu bilgi notu; Türkiye Gemi İnşa Sanayicileri Birliği olarak, denizcilik sektöründe yer alan paydaşlarımızın ulusal ve uluslararası çevre mevzuatına en uygun şekilde faaliyet yürütmelerini sağlamak için yapmış olduğumuz çalışmaları içermektedir.

Anahtar Kelimeler: Tersane, deniz, mevzuat

ABSTRACT: Considering the development of our country; along with the targeted increase in production and employment in this direction, the adoption of the principle of sustainable environment is important for future generations. This information note; as the Turkish Shipbuilders' Association, it includes the work we have done to ensure that our stakeholders in the maritime sector carry out their activities in the most appropriate way according to national and international environmental legislation.

Keywords: Shipyard, sea, legislation

GİRİŞ

Türkiye Gemi İnşa Sanayicileri Birliği (GİSBİR); sanayici kimliğine sahip tersaneci müteşebbisler tarafından 1971 yılında İstanbul'da kurulmuştur, çoğunlukla İstanbul ve Yalova illerinde olmak üzere toplam 97 üye ile Türkiye'nin en eski sivil toplum kuruluşlarından biridir. Bu kapsamda üstlenmiş olduğumuz misyon; Türk gemi inşa sanayisini geliştirmek, Türk tersanelerinin dünya pazarlarındaki yerini almalarına yardımcı olmak, tersanelerin müşterek sorunlarını ilgili merciler ile koordineli hareket ederek çözüme ulaştırmak, kamuoyunu bilgilendirmek, ulusal ve uluslararası kuruluşlarda Türk gemi inşa sanayisini en iyi şekilde temsil etmektir. Birliğimiz bu misyon doğrultusunda; Waterborne TP, Sea Europe ve ASEF üyeliğinin yanı sıra uluslararası her türlü gelişmeyi takip etmeyi ve paydaşları ile birlikte bahse konu gelişmelere uyum sağlamayı amaçlamaktadır.

MATERYAL

Türkiye Gemi İnşa Sanayicileri Birliği (GİSBİR) çatısı altında; üyelerimiz arasında yer alan “GİSAŞ Gemi İnşa Sanayi A.Ş.” bünyesindeki “Çevre Yönetimi Hizmet Birimi” ile Tuzla Tersaneler Bölgesi’nde bulunan tüm tersanelere /tersane yan sanayi tesisleri/yat limanında Çevre Mevzuatında yer alan konulara ilişkin gerekli çalışmalar yapılmaktadır. Çevre Yönetimi Hizmet Birimi; ilk olarak 2011 yılında “Çevre Yönetimi Hizmetleri Hakkında Yönetmelik” hükümleri kapsamında “Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı” tarafından yeterlilik belgesi olarak hizmet vermeye başlamıştır, hizmet verdiği alanlarda da “sürekli iyileştirme” ve “sürdürülebilirlik” ilkelerini benimsemektedir.

Çevre Yönetimi Hizmet Birimi; 8 Çevre Mühendisi, 1 Kimya Mühendisi, 1 Biyolog ve 1 Su Ürünleri Mühendisi olmak üzere 11 kişilik uzman bir kadro ile denizcilik sektöründe yer alan tesislere çevresel süreçlerde destek olmaktadır.

METOT

Çevre Yönetimi Hizmeti kapsamında; tesislerin 2872 sayılı Çevre Kanunu kapsamında faaliyet yürütebilmeleri için periyodik denetimler gerçekleştirilmekte, tesis çalışanlarına eğitim verilerek, yıllık iç tetkikler yapılmakta, çevresel etkinlikler düzenlenmekte, mevzuat gereği zorunlu bildirimler süresi içerisinde yapılarak, tesiste oluşan atıkların yönetimi etkin şekilde sağlanmaktadır. Güncel mevzuat değişiklikleri ile 2020 yılında zorunluluk haline gelen “Sıfır Atık Belgesi” için tersanelerde yönetim sistemi kurulmaktadır. Ayrıca; tesislerin faaliyetlerini hiçbir sekteye uğramaksızın sürdürebilmeleri adına, hava emisyonu kaynaklı izinleri de alınmakta, bu süreçte yetkili mercii tarafından talep edilen koruma önlemlerine de riayet edilmektedir. Bu kapsamda inşa sürecinin büyük bir bölümü de etkin çekiş sistemine sahip hangarlarda kontrollü şekilde gerçekleştirilmektedir.

Hava emisyonlarının değerlendirilmesi için ise; GİSBİR öncülüğünde bölgesel hava kalitesi modelleme ölçümü gerçekleştirmektedir. Bahse konu çalışmalar esnasında; faaliyetlerimiz ve diğer etkenlerin (kara/hava/deniz ulaşımı, tozuma) hava kalitesi üzerindeki etkilerinin doğru ve kaliteli şekilde irdelenmesi adına gerek Bakanlık gerekse GİSBİR olarak akademisyenlerden bilimsel destek alınmaktadır. İstanbul Üniversitesi ile tersanecilik faaliyetlerinin ortam havasına katkısının incelenmesi amacıyla yeni bir çalışmanın daha yürütülmesine öncülük edilmektedir.

Tüm bu çalışmalarımıza ilave olarak Çevre Yönetimi Hizmet Biriminde; 2020 yılından itibaren “Dip Tarama Malzemesinin Çevresel Yönetimi Yönetmeliği” hükümleri kapsamında tesislerin dip tarama projelerinde Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı’ndan alması gereken “Uygunluk Belgesi” ne esas olan planı hazırlayabilecek sertifikalı 5 Çevre Mühendisi bulunmaktadır. Bu doğrultuda; birimimiz, İstanbul İlinde “Uygunluk Belgesi” alan ilk “Çevre Yönetimi Hizmet Birimi” olmuştur.

Bu faaliyetlere ilaveten; “Deniz Çevresinin Petrol ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesinde Acil Durumlarda Müdahale Görevi Verilebilecek Şirket/Kurum/Kuruluşların Seçimine ve Yetki Belgesi Bulunan Şirket/Kurum/Kuruluşlar ile Kıyı Tesislerinin Çalışma Usullerine İlişkin Tebliğ” kapsamında Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı’ndan alınan yetki belgesi ile Tuzla Koyu’nda “Acil Müdahale Hizmeti” verilmektedir. Bu kapsamda; hizmet verilen tesisleri içerir olarak 2008 yılında GİSBİR öncülüğünde hazırlatılan ve Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından 2010 yılında onaylanan Acil Müdahale Planı’nın koordinasyonu 48 kıyı tesisi adına sağlanmaktadır. Denizde acil müdahale yetkisi kapsamında sahip olduğumuz ekipman ve donanım ile Tuzla Koyu’nda olası bir çevre kirliliğinde 1 saatten az bir sürede gerekli müdahale işlemlerini başlatılmaktadır.

Müdahale organizasyonunda aktif çalışan personellere ve kıyı tesislerinin kirlilik sorumlularına, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı’ndan eğitmen sertifikasına sahip 1 kimya mühendisi, 1 çevre mühendisi ve 1 biyolog tarafından eğitimler verilmekte ve Bakanlık onaylı 5 yıl geçerliliği bulunan sertifika düzenlenmektedir. Aynı zamanda her altı ayda bir kıyı tesisi kirlilik sorumlularının katılımı ile “Deniz Kirliliğine Hazırlıklı Olma Tatbikatları” düzenlenmektedir.

Acil Durumlara Müdahale Yetki Belgesi ile; bugüne kadar Tuzla Koyu’nda yaşanmış gemi ve kıyı tesisi kaynaklı oluşan 7 deniz kirliliğine müdahale edilerek, hızlı ve başarılı bir şekilde temizlik çalışması gerçekleştirilmiştir.

Çevre Yönetimi Hizmet Birimi öncülüğünde 2012 yılından bu yana periyodik olarak “Tuzla Tersaneler Bölgesi Marmara Denizi Sediment Örneklerinde Bazı Ağır Metallerin İzlenmesi” çalışması yapılmaktadır. Çalışmada İstanbul Teknik Üniversitesi ve İstanbul Aydın Üniversitesi akademisyenleri tarafından Tuzla Aydın Koyu’nda belirlenmiş 15 noktadan alınan sediman numuneleri ile dip sedimanında 10 çeşit element, yıl ve faaliyet bazlı izlenmektedir.

2021 yılı itibarıyla Dokuz Eylül Üniversitesi akademisyenlerinin katkılarıyla koyumuzdaki deniz tabanının morfolojik özelliklerinin tespiti, deniz tabanı altı yapıları, bölgeye ait karot örneklemelerinin yapılması ve geçmişten günümüze kadar olan bu değişimlerin izlenmesi amacıyla istasyonlar oşinografik ve doppler akıntı profil ölçümleri gerçekleştirilmeye başlanmıştır. Bu sayede hem Tuzla Aydın koyuna dair sirkülasyon modelinin ve deniz altındaki birikimin eğilimlerinin belirlenmesi, geçmişten günümüze koydaki tersanecilik faaliyetleri ile hangi yönde etki gösterildiği, hem de bölgemize dair etkin bir izleme arşivi oluşturulması hedeflenmektedir.

10 yılı aşkın bir süredir tersanecilik sektörüne hizmet vermenin bir avantajı olarak; kurumlar nezdinde yürütülmekte olan sektör bazlı çalışmalara da rahatlıkla veri aktarılabilen gerekli saha ziyaretlerine de imkân sağlanabilmektedir.

Marmara Denizi'nde 2021 yılının başlarında görülen müsilaj kirliliğinde, tamamen gönüllülük esası ile hem birçok tersanede hem de Aydınlı Koyu'nda belirlenmiş iki ayrı noktada temizlik çalışmaları yapılmıştır. 1 ay boyunca sürmüş olan deniz temizlik çalışmasında GİSAŞ bünyesindeki deniz personeli ve teknik personel bilfiil sahada, Çevre Yönetim Hizmeti Birim personeli ise raporlamalar noktasında destek vermiş, denizden toplam 650 m3 atık toplanmıştır. Temizlik çalışmasında, diğer faaliyetlerimiz sebebiyle koyda çalıştırılmakta olan Temiz Tuzla Deniz Süpürgesi müsilajın etkin toplanabilmesinde ciddi avantaj yaratmıştır.

Çevre Yönetim Hizmet Birimi olarak; 2021 yılı itibariyle Deniz Çevresinin Petrol ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesine İlişkin Risk Değerlendirmesi ve Acil Müdahale Planlarının Hazırlanmasına Dair Yeterlik Belgesini alarak 5312 sayılı kanun kapsamındaki kıyı tesislerinin Risk Değerlendirme ve Acil Müdahale Planlarını hazırlayabilmektedir.

2003 yılında hizmete başlayan “Temiz Tuzla Deniz Süpürgesi” teknesi, on sekiz yıldır kesintisiz olarak Tuzla Aydınlı Koyu'nda katı atıkların toplanması noktasında temizlik faaliyeti sürdürmektedir.

Bölgemizde çevre bilincinin artırılarak denizcilik sektörünü şekillendirecek dekarbonizasyon uygulamaları kapsamında ilk adım olarak dünyanın ilk elektrikli römorkörü GİSAŞ POWER bir buçuk yıl önce Tuzla'da üretilerek GİSAŞ tarafından işletmeye alınmıştır. Tuzla'da GİSAŞ' a ait tersanenin faaliyete başlaması ile 3 adet elektrikli römorkörün üretim süreçlerine de 2021 yılı itibariyle başlanmıştır.

Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı tarafından organize edilen “Denizcilik Sektöründen Kaynaklanan Sera Gazı Emisyonunun Azaltılması ve Yeşil Denizciliğin Desteklenmesi AB Projesi”nin hayata geçmesi ile GİSAŞ limanının daha da gelişerek, liman tesisinin karbondan tamamen arındırılması, (ZEEPORT sıfır emisyonlu liman oluşumu) liman vinçleri ve forkliftler gibi kaldırma ekipmanları ile lojistikte kullanılan diğer araçların da elektrikli hale getirilerek, güneş panellerinin kurulması ve enerji yönetim sisteminin oluşturulması planlanmaktadır.

SONUÇ

Türkiye Gemi İnşa Sanayicileri Birliği (GİSBİR) olarak; doğal kaynaklarımız üzerindeki baskıyı azaltma gayesi ile, paydaşlarımızın faaliyetlerini yakından takip etmekte ve bahse konu faaliyetler esnasında çevresel riskleri en aza indirecek uygulamaların benimsenmesi noktasında çalışmalarımızı kararlıkla yürütmekteyiz.

MARMARA DENİZİ KIYILARINDA DENİZ TURİZMİ VE TESİSLERİ PLANLAMASI 2022- 2050

Hasan KAÇMAZ

Doğu Akdeniz Marinaları – East Med Marinas

hasan@east-med.com

ÖZET: Marmara Denizi kıyılarında deniz turizmi, deniz sporları, Ege Denizi kıyılarındaki gelişmeyi gösterememiştir. Merkezi yönetim, yerel yönetimler ve sivil toplum kuruluşları olarak derneklerin koordinasyonlu çalışması ile geleceğe dönük planlamanın yapılması halinde deniz turizmi ve deniz sporları alanlarında en uygun gelişmenin sağlanabileceği öngörülmektedir. Marmara denizi kıyısında eğitilmiş, sosyal ilişkiler becerisi daha fazla gelişmiş ve gelir düzeyi nispeten yüksek bir topluluk yerleşiktir. Ülkemizin bu bölümü için yapılacak geleceğe yönelik planlamanın belirlenecek dönemler halinde gözden geçirilmelidir ve hedefler değişen koşullara göre yeniden belirlenmelidir. Bu görevde yönlendirme rolünü üstlenmeye TÜDAV yönetimi karar verecektir.

Anahtar Kelimeler: Yat turizmi, Marmara Denizi, marinalar, deniz sporları

ABSTRACT: Marine tourism and sea sports on the shores of the Marmara Sea could not show the similar development as on the shores of the Aegean Sea. It is foreseen that the most appropriate development can be achieved in the fields of marine tourism and sea sports, if future planning is made with the coordinated work of associations as central government, local municipalities and non-governmental organizations. On the coast of the Marmara Sea, an educated, more developed social relations skills and a relatively high-income community are settled. Future planning for this part of our country should be reviewed in periods to be determined, and targets should be redefined according to changing conditions. TUDAV management will decide to assume the steering role in this task.

Keywords: Yacht tourism, Marmara Sea, marinas, sea sports

GİRİŞ

Günümüz dünyasında var olan tüm ulusların çoğu üyelerince çok iyi bilinen hatta çoğu ulusun tarih ve edebiyat ders kitaplarında yer alan iki yerleşim yeri Marmara Denizi'nin doğu ve batı girişlerinde yer almaktadır.

Marmara Denizi'nin doğu girişinde İstanbul Boğazı ve şehri yer alır ve apayrı ulusların ve kültürlerin yer aldığı Karadeniz'e bağlanır. Batı girişinde ise bugün Çanakkale olarak isim verdiğimiz, yakın tarihte Gelibolu savaşları, antik tarihte ise Truva Savaşları nedeni ile çok iyi bilinen Çanakkale Boğazı (Dardanelles) ile çok daha farklı bir kültürler ve uluslar topluluğuna bağlanır.

Dardanos'un Truvalıların atası olduğuna ve batı uygarlığınca Çanakkale Boğazı için kullanılan Dardanelles isminin kaynağının olduğuna inanılır (Homeros'un İlyada destanı ve Romalı ozan Vergilius'un, Aeneis adlı destanında değinilmektedir).

Akdeniz'in uzantısı olarak tanımlayabileceğimiz ve ülkemizin iç denizi olan Marmara Denizi önümüzdeki 28 yıl içinde aşamalı olarak sağlanacak bir çalışma ile **“Deniz Turizminde”** ve **“Deniz Sporlarında”** hangi düzeyde olmalıdır, bu gelişme hangi yöntemlerle sağlanabilir; çalışmanın konusu budur.

SAPTAMALAR

1. Tarihi gelişim: Ülkemizde deniz turizmi tarihi 1970li yıllarda ve kitleye yönelik deniz sporları da benzer tarihlerde başlar. Aradan geçen yarım yüzyıl içinde Türkiye'nin özellikle Ege kıyılarında gerek deniz sporları gerekse deniz turizmi alanlarında önemli gelişmeler yaşandı. Ancak Marmara Denizi kıyılarında deniz turizmi ve deniz sporları açısından yeterli gelişme sağlanamadı.

2. Tanıtım: İstanbul Şehri İskenderiye, Kudüs ve Roma ile beraber ve hatta hepsinden daha da önemli kabul edilen tarihin en iyi bilinen ve en önemli kentidir. Keza, Çanakkale Bölgesi Truva efsanesi ve Gelibolu Savaşları nedeniyle çok iyi bilinir, tanınır, bu bölgenin reklama ve ilave tanıtım çalışmalarına dahi gerek yoktur.

3. Gelişme Potansiyeli: İspanya, Fransa, İtalya gibi ülkeler geçen yarım yüzyıl içinde deniz turizminde ve deniz sporlarında, özel tekne sayısı, barınaklar ve marinalardaki tekne bağlama kapasitesi açısından Türkiye'den 4 ila 6 kez daha fazla gelişme göstermişlerdir. Ekonomik gelişmelerin ve bölgemizdeki siyasal değişimlerin olumlu yönde olması koşulları ile Türkiye'nin önümüzdeki dönemlerde bu gelişmeyi göstermesi beklenmelidir ve Marmara Denizi kıyılarının planlaması bu doğrultuda yapılmalıdır.

AKDENİZ ÜLKELERİ	Bağlama Kapasite	%	Marina Sayısı	%	Kara Kapasite esi	Toplam Kapasite	%
ITALY	160.690	0,30	545	0,35	50.000	210.690	0,35
FRANCE	180.000	0,34	370	0,24		180.000	0,30
SPAIN	130.900	0,25	365	0,24		130.900	0,22
TURKEY	18.874	0,04	79	0,05	6.107	24.981	0,04
CROATIA	17.350	0,03	61	0,04	4.176	21.526	0,04
GREECE	8.100	0,02	60	0,04	4.540	12.640	0,02

Kaynak: Doğu Akdeniz Marinaları Danışmanlık Firması (2021)

MEVCUT DURUM VE ENVANTER

Yolcu Gemisi Limanları

İstanbul Galata Port- Çanakkale Kepez Limanı İskele uzunluğu 220 m
Marmara denizinin her iki ucunda hizmet veren bu iki liman kapasitesi 2030 yılından geçerli olmak üzere artırılmalıdır.

Yat Limanları / Marinalar

Türkiye kıyılarındaki marina kapasitesinin %24'ü İstanbul şehir merkezindedir ve sadece %2'si Marmara Denizi kıyılarındadır.

	İstanbul - Ege - Marmara Kıyıları Marinaları	Afloat	Hard	Total
1	Güzelce	250	120	370
2	Mimarsinan Yat Barınağı	200		200
3	Westİstanbul Marina	600	350	950
4	Ataköy Marina	700	100	800
5	Ataköy Megayat Marina	210	20	230
6	Setur Kalamış Marinası	1.290	220	1510
7	Pendik Marintürk Marinası	750	100	850
8	Viaport Tuzla Marina	540	200	740
9	İstinye - İSPARK	180		180
10	Tarabya - İSPARK	208		208
	İSTANBUL TOTAL	4.928	1.110	6.038
1	Setur Yalova Marinası	240	80	320
2	Çanakkale Marinası	230	0	230
	MARMARA DENİZİ	470	80	550

Kaynak: Doğu Akdeniz Marinaları Danışmanlık Firması (2021)

Marmara Denizi Kuzey Kıyı Barınakları: Silivri, Marmara Ereğlisi, Mürefte, Şarköy

Marmara Denizi Güney Kıyı Barınakları: Lapseki, Erdek, Bandırma, Mudanya, Gemlik, Gölçük

Marmara Adası Barınakları ve Avşa Adası Barınakları

Balıkçı Barınakları: Türkiye kıyılarında yer alan toplam 385 balıkçı barınağının 131 adedi İstanbul İli ve Marmara Denizi kıyılarındadır.

İstanbul	30	Erdek	3	Marmara Adası	10
Kocaeli	18	Karabiga	4	Yalova	7
Gemlik	5	Silivri	2	Ambarlı	5
Mudanya	4	Tekirdağ	7	Tuzla	3
Bandırma	13	Çanakkale	20	TOPLAM	131

Kaynak: Tarım ve Orman Bakanlığı (2021)

Bu barınakların önemli bir bölümü kumlanma nedeniyle sığlaşmış ve kullanılmaz durumdadır. Özellikle yoğun yerleşim yerlerindeki balıkçı barınakları bağlama kapasitelerinin önemli bir kısmı Su Ürünleri Kooperatif yönetimleri tarafından özel tekneler / yatlara kiralanmaktadır. Örnek, Trabzon Balıkçı Barınağı, İstanbul Yeşilköy ve Bakırköy Balıkçı Barınakları, Antalya Balıkçı Barınağı.

Marmara Denizi Yelken Kulüpleri / Dernekleri

Ülkemizde aktif olan 131 yelken derneğinin 54'ü (%41) İstanbul ve Marmara Denizi kıyılarındadır (Türkiye Yelken Kulübü 2021)

Yelken Eğitim Merkezleri

Ülkemiz kıyılarındaki İlk yelken sporları eğitim çalışmaları İstanbul Moda Kulübünde 1935 yılında başlar (Samsun Yelken Kulübü 2021)
Marmara Denizi kıyılarında İstanbul, Tekirdağ, Yalova, Çanakkale, Mudanya Erdek gibi kıyı il ve ilçelerinde de Yelken Dernekleri özellikle 6 – 14 yaş arası genç sporculara yelken eğitimi vermeye devam etmektedirler.

Dalış Merkezleri

Ülkemizde 30 ilde 222 dalış kulübü aktif olarak faaliyettedir. Bu dalış kulüplerinin 28 tanesi İstanbul ili kıyılarında ve 21 tanesi ise Marmara denizine kıyı olan il ve ilçelerde yer almaktadır (Türkiye Sualtı Sporları Federasyonu 2021)

2022 – 2050 DÖNEMİ PLANLAMASI

1. Yat Limanları / Özel Tekne Barınakları:

1.1. Yerel yönetimler tarafından ihtiyaç saptanmalı, merkezi yönetimle koordine sağlayarak dönemsel planlama yapılmalıdır.

1.2. Yatırım ve işletme aşamalarında yerel yönetimler ile derneklerin ortak çalışması hedeflenmelidir.

1.3. Atıl durumda bulunan veya balıkçı tekneleri tarafından kullanılmayan balıkçı barınakları tespit edilerek yerel yönetimler kanalı ile yelken derneklerine tahsis edilmelidir.

Mimar Sinan Barınağı: kapasitesinin artırılması – 500 tekne bağlama

Silivri Barınağı: Düzenleme, kapasite artırma – 200 tekne bağlama

Marmara Ereğlisi: Dalgakıran düzenlemesi – 500 tekne bağlama

Tekirdağ Yat Limanı: YİD ihalesi 2024 yılında tamamlanacak, kapasite 200

Mürefte Barınağı: Düzenleme ile özel tekne bağlama kapasitesi 250

Şarköy Barınağı: Düzenleme 50 özel tekne kapasitesi

Lapseki Barınağı: Yat Limanı YİD İhalesi 2022 yılında yapılacak. 350 tekne

Erdek Barınağı: Mevcut kapasitenin geliştirilmesi

Bandırma Barınağı: Mevcut limanın projelendirilmesi

Mudanya Barınağı: Güzelyalı barınağının geliştirilmesi

Gemlik Barınağı: Mevcut barınağın kapasitesinin artırılması

Gölcük Koyu: Projelendirmelidir.

Avşa Adası Barınakları

Marmara Adası Barınakları: Saraylar ve Asmalı Limanı

2. Tekne rampaları:

2.1. Her kıyı yerleşim yerinde belediye veya su sporları derneklerince ortak bir şekilde yatırımları ve işletmeciliği yapılacak alanların tespiti yapılmalıdır.

2.2. Bakanlık tarafından bu alanların tahsisi yerel yönetimlere yapılmalıdır.

2.3. Bu işletmeler hem kamunun ihtiyacını uygun koşullarda karşılayacaktır hem de su sporları derneklerine finansal kaynak sağlanacaktır.

3. Yat Bakım Merkezleri

3.1. Çanakkale Lapseki

3.2. Yalova

3.3. İstanbul

bölgelerinde kapsamlı yat bakım bölgeleri alanları yerel yönetimler tarafından saptanmalı, merkezi yönetim tarafından bu alanların tahsisi sağlanmalı ve “Özel İhtisas Sanayi Bölgeleri” olarak organize edilmelidir.

4. Deniz Sporları Eğitim Merkezleri

Avşa Adası ve Erdek İlçesi kıyıları bu amaç için Marmara Denizi’nde uygun alanlardır.

Kamu, yerel yönetim, dernekler ve özel girişimciler koordinasyonunda bu merkezler organize edilmelidir.

SONUÇ

1. Toplum yönetiminin geleceğinde STK – Sivil Toplum Kuruluşlarının ve Yerel Yönetimlerin / Belediyelerin önemli yer tutacakları değerlendirilmektedir.

2. Merkezi yönetimlere daha çok bölgeler arası koordinasyon görevi verileceği değerlendirilmektedir.

3. Gelişmiş ve çoğalmış nitelikli işgücünün sosyal ve spor alanlarında daha çok istihdam edilmesi planlanmaktadır.

Bu nedenlerle:

4. Merkezi ve yerel yönetim temsilcilerinin, deniz sporları dernekleri yöneticilerinin yer alacağı ilk çalıştay 2022 yılında düzenlenmelidir.

5. Bu çalıştaylarda Merkezi ve Yerel Yönetim ile Deniz Sporları Dernekleri temsilcileri aynı masada yer almalıdır.

6. Marmara Deniz Turizmi ve Deniz Sporları çalıştayları her iki senede bir tekrarlanarak gelişmeler saptanmalı ve çalıştay raporu güncellenmelidir.

7. Yat Limanları, Özel Tekne Barınakları, Tekne Rampaları, Yat Bakım Onarım Merkezleri, Deniz Sporları Eğitim Merkezleri, bu faaliyetlerin yer alacağı bölgelerin ekonomisine önemli oranlarda ek girdi sağlayacağı gibi önemli sayıda kişiye de iş imkanı yaratacaktır.

8. TÜDAV yönetimi bu organizasyonu üstlenmelidir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Doğu Akdeniz Marinaları Danışmanlık Firması (2021) Türkiye ve Dünya Marinaları Araştırma Raporu.

Samsun Yelken Kulübü (2021) Mevcut adres: <https://www.samsunyelken.org.tr/bilgi-bankasi.asp?bilgi=25-yelken-sporunun-tarihi> (erişim tarihi 07 Kasım 2021)

Tarım ve Orman Bakanlığı (2021) Mevcut adres: <https://www.tarimorman.gov.tr/BSGM/Belgeler/Icerikler/Su%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Altyap%C4%B1lar%C4%B1/Bal%C4%B1k%C3%A7%C4%B1%20Bar%C4%B1naklar%C4%B1.pdf> (erişim tarihi 10 Kasım 2021)

Türkiye Sualtı Sporları Federasyonu (2021) Mevcut adres: Dalış / Cankurtarma, Uzman Eğitim Merkezleri – Türkiye Sualtı Sporları Federasyonu (tssf.gov.tr) (erişim tarihi 01 Kasım 2021)
Türkiye Yelken Kulübü (2021) Mevcut adres: <https://www.tyf.org.tr/> (erişim tarihi 08 Kasım 2021)

MARMARA, İSTANBUL LİMANI, HALIÇ VE BOĞAZIÇI DENİZ TAŞIMACILIĞINDA “ÇEKTİRMELER”

Fuat Selim RAMAZANOĞLU
Mimar, Araştırmacı, Yazar
selimramazanoglu@gmail.com

KISA TANITIM VE TARİHÇE

Bu tekneler, ülkemizde 20.yy.’ın ilk 20-30 yılının sonrasında çokça inşa edilmeye başlanmış ve denizcilik literatürüne ‘ÇEKTİRME’ adı ile damgasını vurmuştur.

Ele alacağımız bu dönem öncesinde, elbette ki yelkenle idare edilen Pereme, Çekeleve, Bumbarta, İnebolu Kayığı, İzmir Kayığı gibi daha farklı kategorilerde çeşitli tekneler de inşa edilmiştir. Fakat tüm bu tekneler sadece ve sadece yelkenle idare edilebilen, gövde yapıları yelkencilğe uygun, ‘yelkenli yükü gemisi’ kategorisindeki teknelerdir.

Çektirmelerin kökenindeki tarihsel sürece baktığımızda, aslında yelkenli teknelerin son dönemlerini inceliyoruz demektir. Yelkenli ticari teknelerin inşa edilmeye başlandığı ve yok oluşları arasındaki tarih aralığı, neredeyse 2500 yılı aşan çok uzun bir süreçtir. Çektirmeler, en son 100 yılı biraz aşan döneme denk gelmiştir. Dolayısı ile yelkenli ticari taşımacılıktan sonra, yelkenden motora geçiş dönemi bu tekneler ile olmuş deniz ticaretimizdeki ağaç motorların devri de bu tekneler ile nihayetlenmiştir.

Karadeniz’e has olan bu tekneler, birçok ailenin yaşamında önemli bir yer tutmuş, kimi zaman “ekmek teknesi” olmuş, kimi zaman da “ecel teknesi”! Bu karşılıklı alışveriş, aslına bakılırsa günümüzde hayli acımasız gibi görünse de, o zamanki denizciliğin doğasında var olan bir şeydi.

Özellikle batı Karadeniz’deki sahil yerleşimlerinin ana ticaret merkezi olan İstanbul ile olan bağlantıları, neredeyse geçtiğimiz son 30 seneye kadar, ağırlıklı olarak çektirmeler ile sağlanmıştır.

Daha çok Cumhuriyet döneminden sonraki gelişme yıllarında, bu tip teknelere monte edilmek üzere yurt dışından ithal edilerek getirilen diesel türdeki makinelerin yaygınlaşmasıyla, 1940’lı yıllardan itibaren bu makineli tekneler daha çok Karadeniz sahilleri ve İstanbul merkezli olarak çalışmış olsalar da, Ege ve Akdeniz’de de hayli uzun mesafelerde de taşımacılık yapmışlardır.

Karadeniz sahillerinde İstiklal Savaşı döneminde gerçekleşen tüm vatanperver olaylarda çektirme, taka ve daha küçük boyutlu olan teknelerin önemi yadsınamaz. O dönemin hemen öncesi ve sonrasındaki yokluk yıllarında, Karadeniz tekneleri yaptıkları seferler sonrasında, kendi yerleşimlerine dönerken, Rusya’dan kaçak olarak gaz, benzin gibi maddeleri, çevre illerden de un, şeker vs. toplayıp getirdikleri bilinmektedir.

İstiklal harbinin başarıya ulaşması için özellikle batı cephesinin desteklenmesi gerekiyordu ki, bu da ancak Rusya ile Nisan 1920’de imzalanan

anlaşma sonrasında mümkün olabilmektedir. O günlerdeki şartların gerektirdiği biçimde adeta bir ‘deniz taşıma görev birimi’ oluşturulmasına karar verildi.10 Temmuz 1920’de, önce ‘Umur-u Bahriye Müdürlüğü’¹ daha sonraki dönemde de ‘Bahriye Dairesi Reisliği’ birimleri oluşturulmuştur. ² Anlaşma sonrasında, toplamda yaklaşık 300.000 ton malzeme Sovyetlerin Karadeniz Limanlarından Türk Limanlarına sadece ahşap tekneler ile taşınmış, Anadolu’da kazanılan zaferler ancak böylesi bir lojistik destek ile gerçekleşebilmiştir.³

Bu Milli Mücadele döneminde, İnebolu yalısı ve iskelesi çok önemlidir; burası en yakın ve en önemli ikmal üssü haline gelmiştir. Bu nedenledir ki, 1920 yılının Ağustos ayında burada ‘İrkap ve İhraç’⁴ kumandanlığı kurulmuştur.

Savaş kazanıldıktan sonra, Cumhuriyet döneminin başlamasıyla, Karadeniz’in sahil köy ve kasabalarında inşa edilen çeşitli boyut ve tonajdaki tekneler, bu defa sosyo ekonomik yapının ayrılmaz birer parçası olarak, adeta Karadeniz’in cesur denizci insanları ile bütünleşmiş, on yıllar boyunca kader birliği yapmışlardır.

Bu minvalde inşa edilen çektirmelerin kimileri, 25-30 hatta bazıları daha da uzun süreyle Türk denizciliğine hizmet etmiş olmalıdırlar. Nitekim deniz ticaretinin hayli yoğun olarak yaşandığı dönemdeki örneklerinin 1960’lı yıllarda, belki son devasa örnekler olarak sayabileceğimiz, 300 ton üzerindeki bazılarının da, 1970’li yıllarda inşa edildikleri bilinmektedir. 1960’lı yılları göz önüne aldığımızda, irili ufaklı olarak limana kayıtlı 2500 civarında çektirme olduğu tespit edilmiştir. Günümüzde neredeyse hiç kalmadılar.

İNŞA YERLERİ

Batı Karadeniz sahillerinin bir bölümü, sırtını kesif ormanlara dayamış, neredeyse ormanın bittiği yerde denizin başladığı yerlerdir. Bu beldeler, bu tip ağaç teknelerin yapımında ihtiyaç duyulan kaliteli kerestenin temini ve gayet kolay biçimde sahile ulaştırılması imkânlarına sahiptiler. Tarihine bakacak olursak, aslında bu bölgedeki ahşap gemi inşaatlarına yönelik tersanecilik faaliyetlerinin neredeyse iki asrı aşkın süre geriye gittiği anlaşılmaktadır;

Nurtettin Peker’in 1955 yılında yayınlamış olduğu bir kitapta şu cümle dikkat çekicidir; “Bir zamanlar Karadeniz’e hakim olan Osmanlı Donanması erkanından olan büyük bilgin ve denizci Kutbülarifin Şeyh Avran Bey, buralardaki Pantosçuları dağıtarak yerleştirdiği tersane mevkiinde kurduğu mektep sayesinde yüzlerce sene milli ve dini bir kültür sağlamakta kalmayıp, muhitine denizcilik tersanecilik aşlamış olmasındandır ki; bu mevkie kendi adına izafeten EVRAN ye denilmiştir.” ⁵

¹ Denizciliğe ait faaliyetlerin ve bu kapsamdaki işlerin kontrol altında tutulmasına yönelik olarak oluşturulan müdürlük anlamındadır.

² Cumhuriyet Donanması 1923-2000. s.6

³ Cumhuriyet Donanması 1923-2000. s.6

⁴ İrkap ve ihraç; güncel anlamı, ‘yükleme ve boşaltma’

⁵ Peker, N., *İstiklal Savaşı ...* s.420

Gerçekten de bu tip çektirmeler Bartın-Abana arasında kalan sahil şeridinde, 20.yy. ortalarından başlayarak -fasılasız olarak- daima artan bir ivme ile inşa edilmişlerdir. Bu dönemde, aralarında Evrenye'nin de bulunduğu bazı sahil yerleşimleri ve yalıların isimleri ön plana çıkmaktadır. Bartın'dan başlayacak olursak, Amasra, Çakraz yalısı, Kurucaşile, Cide, Doğanyurt, Özlüce, İnebolu ve Abana, inşa yerlerinin en tanınanlarıdır. Bu inşa yerleri arasında, harikulade düzenli bir akışa sahip, mutedil bir ırmağa sahip olması bakımından Bartın'ı ayrıcalıklı olarak kabul edebiliriz.

Sektör, 1960'lı yılların başlarından başlayarak, hayli önemli sayılabilecek son bir yükseliş dönemi göstermiş olsa da, bu durum yaklaşık on yıl kadar devam edebilmiş ve hemen sonrasında hızlı bir düşüşe geçmiştir. 1980'li yıllara gelindiğinde, taşıma amaçlı olarak inşa edilen bu tipteki ahşap teknelerin neredeyse kızığa hiç konulmadıklarını görürüz.

TEKNELERDEKİ GELİŞME

Çektirmeler, yelken donanımlarının terk edilerek 'motorlu yükçü gemisi' kategorisine evrildiklerinde, formlarında da kaçınılmaz olarak bazı değişikliklere gidilmiştir. Yelken için tasarlanmış olan ince uzun zarif görünlü form, gövde yapılarındaki enlemesine genişlemeler sonucunda hayli değişmiş, en-boy oranlarındaki 1 / 4,5 hatta 1 / 5 oranları kimi teknelerde 1 / 3 nispetine kadar değişime uğramıştır.

1940'lı yıllardan sonra bu teknelere makinelerin monte edilmesiyle beraber, teknelerin cesametleri ve dolayısı ile de taşıma kapasitelerinin git gide arttığı gözlemlenmektedir. 180-200 tonluk çektirmeler, en çok sayıda inşa edilenlerdi. Zaman ilerledikçe imkânlar gelişti, motor güçleri arttı ve 1960'lı yıllarda artık 300 tonluk ve üzerindeki çektirmelerin inşaatları yapılabiliyordu.

Çektirme, Karadeniz şartlarına uygun olarak tasarlanmış ve belirli koşullar içinde gelişmiş olsa da, mühendislik bakımından ciddi problemleri olan bir teknedir. Kıç tarafta yer alan ana makine ve buna bağlı donanım ile baş tarafta yer alan demir, zincir, ırgat, güverte makinesi vb. donanımın, neredeyse 'noktasal' olarak tekneye verdiği düşey yükler, orta ambarın tamamen boş olduğu durumlarda suyun kaldırma kuvveti ile en etkili hale dönüşmekteydiler! Buna mukabil, teknenin tam dolu olduğu durumlarda da, tam tersi olarak çok farklı etkiler yaratmaktaydı. Bu durum denizciler arasında haging - saging olarak adlandırılmaktadır.

Bu şartlar altında, ana omurganın, yük durumuna göre, belirli aralıklarla sürekli kamburlaşması veya tam tersi yönde hareket ederek bel vermesi, teknenin konstrüktif yapısına hayli olumsuz etki etmekteydi. Ahşap kaplamalarda sürekli yaşanan 'armuz açması' ve 'teknenin sulanması' probleminin kökeninde bu hadise yatmaktaydı.

Çektirmenin iskelet yapısına bağlı olan esneme kabiliyeti, bu gibi durumlara bir ölçüye kadar takat gösterebiliyor, denizli havalarda, dalga çukurlarında ve dalga sırtlarındaki etkiler takat sınırının aşılmasına yol açıyordu! Nice tekne 'sulanma' dediğimiz bu hadise nedeniyle batmıştır.

Bölümün sonuç cümlesi olarak şu söylenebilir; Çektirmeler, belli bir dönem, Türk sivil denizciliğimizde çok önemli bir yere sahip olsalar da, ne yazık ki gemi inşa mühendisliği bakımından bazı problemleri tam olarak çözülemediği.

MARMARA SAHİLLERİ VE ADALAR TAŞIMACILIĞI

Marmara Denizi'nde, çektirmelerle yapılan ticari taşımacılık göz önüne alındığında, birkaç yer ve güzergâh ön plana çıkar:

Bunlardan birisi, Marmara Adası Badalan sahillerinden çıkarılan kırma taş malzemenin İstanbul ve İzmir limanlarına taşınmasıdır.

Bir diğeri, Karabiga'dan çıkarılan kömürün muhtelif yerlere taşınması, özellikle Kuruçeşme depolarına sevk edilmesidir.

Son dönemlerde ise özellikle 1980'li yıllara yaklaşıırken, hızla gelişen inşaat sektörüne kum yetiştirilebilmesi için denizden çıkarılan kumların Kartal-Pendik ve Yenikapı-Kumkapı sahillerdeki depolara taşınmasıdır..

Belki bunlardan çok daha uzun soluklu, eskilere dayanan bir taşımacılık olarak; Haliçteki eski sebze-meyve haline, Marmara Denizi çevresindeki her beldeden, her mevsimde, getirilen envai çeşit sebze meyve taşımacılığından bahsetmemiz gerekmektedir.

İSTANBUL LİMANI VE HALİÇ

Buraya gelecek, bu güzergâhta çalışan motorların yük taşıma kapasiteleri, köprü altından günün her saatinde rahatlıkla geçebilmeleri için en çok 80-100 ton civarında olmalıydı.

Burası çektirmeler için her zaman tam bir hengâme yeri idi. Haliç sahillerinde yer alan birçok iskele, çeşitli yükler için ayrı ayrı hizmet veriyor, her iskeleye çok değişik yükler taşıyan çektirmeler yanaşıyordu.

Çektirmeler, kolay manevra yapabilen ve neredeyse her yere yanaşma kabiliyeti olan tekneler olduğundan, liman dışında demirli gemilerin yüklerinin limbo⁶ edilmeleri için de çok elverişliydi. Bu iş için de hayli sıklıkla kullanılmışlardır.

Bu çektirmelerin bir kısmında motor dahi bulunmamakta, o dönemin liman işleyişine göre sadece gemiden indirilen yüklerin muhafazası için kullanılmakta olanları bile vardı. Bu yükler belli bir süre, işlemleri tamamlanıncaya kadar veya satış yada sevkiyat günü gelene kadar çektirmelerde bekletiliyor, çektirme sahipleri, sadece depolama ve teknelerine yüklenmiş o malı koruma işi için ücret alıyorlardı.

Haliç iskeleleri ve taşıma güzergâhları

Haliç kapalı bir liman olduğundan, her türlü yükleme boşaltma işleri için çok çok elverişliydi. Tek sorun vardı; sahil kesimindeki iskeleler veya bağlama

⁶ Limbo; Gemiden gemiye, gemiden rıhtıma veya gemiden teknelere aktarılan yükler için kullanılan tabir. Tersî uygulamalar için de geçerlidir.

alanları o yıllarda sayıları -yüzlerce değil- binlerce olan çektirmeler için elbette yetersiz kalmaktaydı.

O dönemde bunun için de çözüm yaratılmış, birkaç tane kooperatif kurulmuş ve taşıma işleri bir düzene sokularak, çektirmelerin ticari faaliyetlerini olabildiğince aksaksız olarak yürütmeleri sağlanmıştı.

İskelelerden de örnekler verelim...

Mesela Sütlice tarafındaki mezbaha için, Kadıköy Haydarpaşa tren istasyonundan vagonlarla getirilen canlı hayvanlar çektirmelere yüklenerek karşı sahile geçirilip, Haliç'teki mezbahaya gönderiliyordu. Aynı güzergâhta, Toprak Mahsülleri Ofisinin silo ve depolarından alınan buğdaylar, yine haliç'teki un fabrikalarına taşınarak orada öğütülüyordu.

Marmara Adası'ndan getirilen taşlar da yine Haliç kuzey sahilinde Azapkapı yakınlarındaki iskelelere boşaltılarak buradan sevk ediliyorlardı.

İçeri motorları

Yukarıda maddeler halinde saydığımız taşıma güzergâhları ve yükler için kullanılan çektirmelere, o dönemin denizcilik ve ticari dilinde 'içeri motorları' adı verilmiştir. Bu motorlar, kimi zaman motor gücüne ek olarak zaman zaman yelken basmış olsalar bile, esasında yelkensiz, sadece motor gücü ile hareket edebilen teknelerdir. Çoğunlukla kısa mesafelerde yük taşımak için kullanılmak üzere, hayli kaba işçilikle ve çok basit donanım ile inşa edilmişlerdir. İçeri Motoru tabiri, Haliç merkezli olarak, sadece Marmara denizi dâhilinde her yerden taşımacılık yapan çektirmeler için kullanılmıştır.

BOĞAZİÇİ'NDE ÇEKTİRMELER

İstanbul Boğazı'nın kuzey girişi, bir çektirmenin ya da herhangi bir teknenin Karadeniz'de yaptığı seferlerin sonunda adeta bir sevgili ile buluşma yerini andırmaktadır. Boğaziçi tüm tekneler için özellikle fırtınalı mevsimlerde, hırçın rüzgârlardan, ansızın kabaran devasa dalgalardan bir kurtuluş öyküsü haline gelir, bir vuslat yerine dönüşür.

Çok değil, yaklaşık 100 yıl kadar öncesinde bile, -İstanbul merkezli olarak konuşursak- yüksek tonajlı ticaretin neredeyse tamamı deniz yolları üzerinde gelişmişti; kara taşımacılığı da adeta imkânsızdı. Boğaziçi işte bu bakımdan çok ama çok önemli bir su yoludur. Karadeniz çevresindeki ve Ege ile Akdeniz havzasındaki ülkeler ile gerçekleşen ticaret dikkate alındığında, İstanbul Limanı ve Boğaziçi'nin ap ayrı bir yeri bulunmaktadır.

Bizim asıl ilgi ve alakamız, 20.yüzyılın 1920'li yılları ile 1990'lı yılların başları arasındaki dönemi kapsayan 70-80 yıllık tarih aralığıdır.

Karadeniz'e çıkış

Boğaziçi'nin yüzey akıntısı, bilindiği üzere yılın neredeyse 300 gününden fazla güneye doğru gayet kuvvetli bir şekilde akar.

Yelkenli tekneler döneminde, Karadeniz'e çıkış bile başlı başına bir problemdi. Kış mevsimlerinde, kimi zaman akıntı burunlarındaki akıntının hızı çoğu kez 6, kimi zamanlarda ise 7 mili bulmaktaydı.

Bu nedenle eski motorsuz teknelerdeki denizciler ‘kanal’ tabir olunan ve dipten daima yukarı -yani Karadeniz’e doğru- akan dip akıntısından istifade ederek teknelerini Karadeniz’e doğru ilerletmişlerdir. Reşad Ekrem Koçu bu olayı nefis bir dille anlatır.⁷ Deneyimli reislerin içi taş dolu küfeleri kimi yerde 25 kulaç, kimi yerde 30 hatta daha uzun halatlar ile kanala indirerek, teknelerinin baş bodoslamalarına veya ağaç babalara bağlayıp, yüzeyde Sarayburnu’nu hedefleyen akıntıya karşı kuzeye doğru rahatlıkla seyrettiklerinden bahsetmektedir.

Bu dönemde kullanılan bir başka yöntem ise, irili ufaklı bazı teknelerin bir römorkör yedeğinde Büyükdere’ye kadar çekilmesi ve orada demirmeleriydi. Burada uygun hava ve rüzgârlar bekleniyor, sonra da Karadeniz’e doğru yelken açılıyordu. Motorsuz çektirmeler döneminde belki bu yöntem zaman zaman kullanılmış olsa bile zaten 1940’lı yıllardan sonra teknelere monte edilen motorlardan sonra, muhtemelen bir daha asla denenmemek üzere tarihin yaprakları ve Boğaziçi’nin sularında kaybolup gitmiştir.

Şile yakın çevresi ile Boğaziçi ilişkisi

Şile’yi merkez olarak kabul ettiğimizde, coğrafi durum şunu ortaya koyar; Boğaz ağzı ticaret bakımından oldukça yakındır ve Çektirmelerin diğer uzak mesafelere oranla çok daha fazla seferler yapabilmelerine imkân sağlamıştır.

Boğaziçi’nin, 100-150 yıllık tarihsel geçmişi incelendiğinde, o dönemin iptidai tekneleri, çektirmeleri ve olumsuz hava şartları dikkate alındığında açık denize göre son derece güvenli bir alandır. Şile’nin Boğaz ağzına ve İstanbul Limanı’na oldukça yakın olması nedeniyle, navlun taşımacılığının yıllar boyunca neredeyse aralıksız şekilde devam edebilmesine olanak tanımıştır.

Özellikle odun ve odun kömürü taşımacılığında, Şile ve yakın çevresi ile İğneada ön plana çıkar. Bu beldeler ile Boğaziçi arasında süreklilik arz eden bir deniz ticaretinin varlığı görülmektedir. O dönemde Boğaziçi kıyılarında sıralanmış sayısız yalılara ve büyük saraylara, odun ve mangal kömürü buralardan çektirmeler ile taşınmakta, bu tekneler uygun olanlarının rıhtımlarına, iskelelerine yanaşarak, içindeki yükleri boşaltmaktaydılar. Bu odunlar, odun ve mangal kömürleri kışlık ısınmanın yanında diğer bazı önemli ihtiyaçlar için de istiflenmekteydi. Bu döngü, on yıllar boyunca, hatta bazı manzumelerde belki de yüz yılı aşan sürelerle devam ettirilmiştir.

Sanayi gelişimindeBoğaziçi’ndeki beldeler ve iskeleler

Boğaziçi sahillerinde, özellikle 19.yy sonları ve 20.yy. başlarında ülke ekonomisine damgasını vuracak kadar gelişecek olan bazı sanayi kuruluşları da inşa edilmiştir. Beykoz ilçesi, bunlar arasında gerçekten kayda değer nitelikte, önemli bir belde olarak karşımıza çıkmaktadır.

⁷ Koçu, Reşad Ekrem. İstanbul Ansiklopedisi.

Bu fabrikalar için hammadde gereksinimleri, uzun bir dönem boyunca deniz taşımacılığı yöntemi ile gerçekleştirildi. Deniz kıyısı ve akarsu kenarında kurulmaları zaruri olan bu işletmelerden bazılarını hatırlayalım;

Beykoz - Deri ve Kundura Fabrikası

Paşabahçe - Şişe ve Cam Fabrikası

Paşabahçe - Tekel Rakı ve İspirto Fabrikası

Anadolu Hisarı -Halat Fabrikası

Anadoluhisarı/Küçüksu – Kiremit Fabrikası

Bunların dışında, açık hava deposu olarak kullanılan bazı geniş alanlarda, ahşap kütük, kömür, kırma taş (ocak taşı) ve kum gibi denizden kolaylıkla taşınabilecek malzemeler geçici olarak muhafaza ediliyordu.

Buralar, -elbette yükün cinsine ve miktarına göre- yükleme ve boşlatma için uygun rıhtımı olan, gerekli teçhizat ile donatılmış, depolama alanı müsait ve tekrar dağıtım imkânlarına olanak sağlayan yerlerdir.

Bunları da hatırlayalım;

Kanlıca/Körfez - Taş çağı Deposu

Kuruçeşme - Kömür Depoları

Beylerbeyi - Kum deposu

Üsküdar/Balaban - Kum deposu

Boğaziçi'nde bu iskeleler ve söz konusu bu alanlar sayılamayacak kadar çoktur. Tüm bu yerlerin ortak noktası, ele aldığımız bu dönem içinde ahşap teknelerin ve özellikle çektirme olarak adlandırdığımız deniz ticareti yaparak hayatını sürdüren ağaç motorlardır! Çektirmeler yukarıda saydığımız her iskeleye ham madde götürüp mamul maddeleri paketlenmiş olarak geri alan döngü içinde kesintisiz olarak yer almışlardır.

Örneğin, Paşabahçe Şişe ve Cam Fabrikası'na muhtelif cins kumlar, muhtelif yerlerden getiriliyor, ambalajlanmış kavanozlar, şişeler veya çeşitli türdeki çam eşyalar yine bu teknelere yüklenerek fabrikaya ait iskelelerden sevk ediliyordu. Biraz daha eskiye dönecek olursak, Küçüksu'daki kiremit fabrikasından yapılacak sevkiyatlar için fabrika ile sahilde inşa edilen iskele arasına bir dekovil hattı bile kurulmuştu.

Paşabahçe Tekel Fabrikasına gelince, özellikle Bozcada, Gökçeada ve Tekirdağ sahillerinden kasalarda getirilen üzümler burada işleniyor, ağırlıklı olarak rakı haline dönüştürülen içkiler ambalajlanarak Tekel Fabrikasının çektirmelerine yüklenerek sevk ediliyordu. O dönemdeki Tekel çektirmeleri, gri bordaları, sarı bantları veya yazıları ile Boğaz'da hepimizin aşına olduğu tekneler halindeydiler. Üsküdar ve Beşiktaş binalarının rıhtımlarına yanaşık halde görülen nice fotoğrafları bulunmaktadır.

Boğaziçi'nden Adalara yapılan su seferlerini de unutmamak lazımdır. Çubuklu suyu, Taşdelen suyu, bir zamanlar dışı hasır kaplı, cam damacaneler ile çektirmelere yüklenerek iyi cins içme suyu olarak adalara dağıtılmaktaydı.

Boğaziçi sahillerinde muhtelif yerlerde yer alan kum depoları ise Kartal-Pendik veya Kumkapı-Yenikapı kadar büyük hacimli ve ticari kapasiteli olarak çalışmasalar da, yakın çevrelerine daima hizmet verebilmekteydiler.

Kuruesme Kömür Depoları ise ayrıca bahse değer bir konudur. Buraya daha çok gemilerle kömür getirilmekteyse de, deniz yoluyla yapılacak dağıtım ve sevkiyat için çektirmeler de kullanılmaktaydı.

Kömür taşımacılığında bir başka güzergâh, Boğaz'ın kuzey tarafında yer alan Boğaz Komutanlığı'na gönderilen kömürlere için Kuruesme- Anadolu Kavağı arasında oluşturulmuş, bu seferler uzun yıllar boyunca devam ettirilmiştir.

SONUÇ

Bu tekneler 1800'lerin sonlarından 1985'li yılların ortalarına kadar nerdeyse 100 yıllık bir dönemdeki deniz taşımacılığına damgalarını vurmuşlardır. O yıllardaki şartlara göre, tamamıyla ahşap malzeme kullanılarak, kolay, hızlı ve ucuz olarak inşa edilmekteydiler. Bakım ve onarım maliyetlerinin düşük olması, makinelerinin düşük güç ve nitelikte olması, tekne mürettebatının eğitimden ziyade tecrübeye dayalı becerileri ve nihayetinde son derece ucuz işg ile seyrü-sefer yapabilmeleri, diğer tüm benzer tekneler ile kolaylıkla rekabet imkânı yaratmıştır.

Saydığımız bu tüm bu nedenlerin yanında, çektirmelerin herhangi bir liman veya iskeleye ihtiyaç duymaksızın yükleme ve boşaltma yapabilme kabiliyetleri, yüklerin istenilen yere karayolundan daha hızlı biçimde ulaştırılmalarını sağlamıştır. 10-15 kamyonluk yükleri tek seferde taşıyabilmeleri, küçük çaplı nakliyatlarda daima tercih sebebi olmuştur.

Bazı ekonomik ve teknolojik gelişmelerle 1980'li yılların ortalarında çok hızlı biçimde gelişen elik gemi imalatı, ağaç motorların dönemini bitirmiştir.

Her türlü ticaret, kendi oluşturduğu şartlarında en ekonomik yol ve yöntemle ilerler... Bu ektirmelerin devrinin de bir gün sona ereceği kaçınılmazdı. Ancak o kadar hızla ve sessiz sedasız ortadan kayboldular ki, bizler hatıralarını yaşatacak son tekneleri bile koruyamadık.

Bu durum, Türk sivil denizcilik tarihi bakımından hazin bir sonudur; üstelik yüzlerce, hatta binlerce teknenin liman kayıtlarının da, maalesef devlet eliyle bilinçli olarak heba edilmiş olması da, bu konunun ayrıca tartışılması gereken ap ayrı bir boyutudur.

1955 -1982 YILLARI ARASINDA İSTANBUL BOĞAZI'NDA BALIKÇILIK

Asaf ERTAN

Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV), PK: 10, Beykoz/İstanbul
biryelkovan@gmail.com

Byzantion'da, İstanbul'da eski çağdaki balıkçılık hakkında mışlı geçmişle biten birkaç cümleyi sıralamak istiyorum. Byzantion paraları üstünde MÖ 5 yüzyılda balık ve sığır kabartması varmış. Byzantion eski çağda balık sosu ticaretiyle ton balığı tuzlama merkeziymiş. Byzantion da avlanan balıkların tüm Akdeniz Havzası'nda ticareti yapılmış. Aristoteles, Arkhestratos, Strabon, Athenaios, Petrus Gyllius, Apicus, Plinius ve benzeri düşünürler Byzantion, Bosphorus balıkçılığı, balık lokantaları hakkında yazdıkları eserleri varmış. Antik Çağ yazarları orkinos, palamut, uskumru, kolyos, kılıç, mersin, akya, lüfer, levrek, kefal, izmarit, istrangilos, gelincik, istavrit, kırlangıç, barbunya, iskaroz, mercan, karagöz, kalkan, pisi, işkina, minakop, zargana, sinarit balıklarıyla deniz memelisi yunuslarla nice başka balıkların bölgemizde yaşadığından bahsederlermiş. Byzantion'da Marmara Denizi'nde, Boğaz'da, Çekmece Gölleriyle Terkos Gölü'nde avlanan çeşitli balık türleriyle birlikte pavurya, ıstakoz, karides, ahtapot, mürekkep balığı, midye, istiridyecilik yapılmış. Byzantion'da balık avcılığı usullerinin başında dalyancılık, ıgırpçılık, manyatçılık gelirmiş.

İnsanlık tarihinde yaşanmış olayların masalları edebi formlar olarak anlatılır.

Bendeniz de az sonra size masallar anlatacağım. Günümüzde önceden bahsedilen zenginlik kalmadı. Yaşayacağımız süreç içinde eğer akıllıca değişim yapamayacaksa daha da fakirleşerek çöküşe gidebiliriz.

Masallar faslına geçmeden önce, doğal zenginlikten çöküşe gidiş nedenlerini sıralamak istiyorum. Bu aşamada ortaya aşağıda yazılı dört satır çıktı.

1380 Sayılı Su Ürünleri Sirküleriyle gelişen modern balıkçılık, nüfus ve tüketim artışı, denetimde kayırmacılar, ekonomik zorlanmalar, çevre kirliliği, tutarsızlıklar, insafın unutulması, biliminin göz ardı edilmesi. Bu nedenler benim için çok önemli. Çöküşten kurtuluşa geçebilmek için can yeleğine ulaşmanın anahtarı burada saklı. Dünyadaki benzer çöküşlere örnek olarak Jared Diamond'un ÇÖKÜŞ kitabını okumanızı tavsiye ediyorum.

Bendeniz İstanbul Boğazı'nda yirmi yedi yıl balık tuttum. Bu süreç on bir yaşında, güzel açık havalarda evimizin bahçe rıhtımında, yağışlı ama soğuk olmayan havalarda denize açılan pencerelerden olta salıverme olarak başladı. Yalıda oturmanın ayrıcalıklarından biri pencereden balık tutmaktır. Başımı uzatıp denize baktığımda gördüğüm balıkları, yengeçleri, karidesleri, yosunları, midyeleri, kazara düşürülmüş kaşık çatal bıçakları gördüm. Deniz suyu, neredeyse içtiğimiz su kadar berraktı o dönemlerde. O gördüğüm balıklara ulaşmak için birkaç metre misinayla bir firdöndü, ona bağlı biraz daha ince

misina ucunda küçük sinek iğnesiyle küçük bir de ağırlık yeterliydi. Ağırlık olarak çivi bağlardım. Tabii takımı tamamlamak için iğneye takılacak midyeyi de eklemek gerekiyor. Midyenin elde edilmesi hepsinden kolaydı. Denizden bir karış yüksekteki rıhtım taşının üstüne yatıp midyeyi koparır, yere vurur kırardım. İşte yem de tamam. Hava şartına bağlı olarak ya evin içine oda penceresine ya da rıhtımın daha yüksek taşlarının üstüne gidip elimdeki üç metre boyunda bambu kamışına bağlı oltayı denize indirirdim. İğneye takılı yemi görürdüm. O yeme izmarit, kaya balığı, istrangilos gelirdi. Mutlaka gelirdi. Bu arada daha küçük boylu kamışla istavrit seğırtmesi faslını da atlamayayım. Bu usulle iki üç kilo istavrit yakalamak sıradan işti. On yaşında belki on kişiyi bulan aile çevresine öğle yemeğı akşam yemeğı olacak balığı tutardım. Çurçur lapına horozbina da yakalardım. Bu saydığım son üçü yunmediğı için çocuk aklıyla yapılan araştırmada işe yarardı.

Bu devir iki yıl kadar sürmüştü. Ardından yaşça benden büyük olanların sandallarında çapariyle istavrit, pabuç izmarit, uskumru vonozu, çinakop, sarıkanat avcılığı yapmaya başladım. Mevsimine göre kıyıdan savrulan parlatılmış seğırtme zokalı oltayla palamut, lüfer avcılığına sıra gelmişti. Tabii bu arada kepçeyle yapılan istavrit avcılığı olmazsa olmazlardandı. Palamut lüfer zamanı kıyılara sıkışan istavrit sürüleri alçak rıhtımların üstüne çıkardı. Böyle zamanlarda kepçeyi suya sokar beklerdim. İstavritler kepçeye dolardı. Akıntının tersine çevirdiğimde kepçe bir yandan boşalırken öbür taraftan gene dolardı. İstavrit sürüsüne dalan lüferin yakaladığı balığı bir ısırışta ikiye böldüğünü görünce hemen kalınca misinaya lüfer zokası bağlayıp kepçeyle aldığım istavridi kesip taktım. İğneye takılı istavrit tam da lüferlerin arasına doğru gitti. İşte o atış bana ilk lüfer avcılığını yaptırdı.

Kıyıya yığılan istavrit sürüsünün genişliği bir karış kadar olurdu. Lütfen su üstünden dibe kadar, denizin içinde kıyı taşlarına yaslanmış yaşayan bir duvarı hayalinizde canlandırınız. O canlı duvardan yirmi santim öteye uzattığınız kolunuzun ucunda, elinizde tuttuğunuz oltaya lüferin gelmemesi düşünülemezdi.

Kıyıda savurarak ileriye attığım seğırtme zokasına yakalanan palamut biraz iriyse çekemezdim. Olta ıslak parmaklarımın arasından kayıp giderdi. Ne zahmet çeker insan böyle durumda.. Balık can derdindeyken ıslak eller, güçsüz, derisini kesmiş parmaklarla oltanın çekilmesi adeta işkence gibiydi. İnatla oltayı çekerdim. Balığı alçak rıhtım taşının üstüne alır, üstüne kapaklanır, sonunda muzafferane bir davranışla eve koşup büyüklere sunardım. Büyüklele birlikte sanki sunak alanında kurban sunulur gibi bir durum yaşanırđı.

Büyüme sürecinde, zamanın ilerlemesi artık sandal sahibi olmayı gerektirdi. Sandalı Ayvansaray'da bir ustaya yaptırdım. Sandal siparişi öncesindeki yaz, sonbahar döneminde balıktan kazandığım dört yüz elli lira cebimi ısıtıyordu. Sandal siparişinin yanında bir çift de kürek yaptırmak gerekliydi. Karaköy'de Azapkapı'ya doğru kürekçiler çarşısındaki en meşhur kürekçi "Sakallı usta" ya giderek kürekleri ısmarladım. On gün sonra kürekleri almaya gittiğimde yüz lirayı da Sakallı ustaya toka ettim. Küreklerle birlikte sandal beş yüz elli lirayı bulmuştu. Yaşadığım süreç içinde oltalar, iğneler,

zokalar, iskandiller, fırdöndüler, mazgal çubuğu, zoka parlatmak için cıva, iyi kilağı tutan keskin bir bıçakla birlikte her türlü balığı avlayabileceğim takımı oluşturmıştım.

İşte bu düzen içinde olta balıkçılığı sürdü gitti. Bazen azalan bazen artan gelirle lisenin ikinci sınıfından başlayan kişisel geçimimi, birlikte yaşadığım büyük annemle evin masraflarını da karşıladım. Yükseköğrenim sırasında da düzende bir değişiklik yapılmadan balıkçılığı sürdürdüm. Yüksekokul sonrasında askerlik için başvuru sonucu, bekleme süresinin bir buçuk yıl kadar uzayacağını öğrendim. İş başvuruları olumlu sonuçlanmayınca düzenin devamını sağlamakta hiç zorlanmadım.

Balıkçılık döneminde kılıç hariç neredeyse yörenin tüm balıklarını avladım. Boğaz yakınındaki Marmara, Karadeniz avlaklarına da giderdim. Deniz kıyısı çocuğu olmanın getirdiği özellikle ama tüpsüz dalarak zıpkıncılık da yaptım.

Bebek Koyu'nda uskumru çaparısiyle sandal yükledim. Dike adıyla anılan Salıpazarı depolarının açığında kırmızı tüylü kofana çaparısiyle kofana tuttum. Aynı yerde seğırtme usulüyle torik palamut tutarak sandal yükledim. Sert lodoslarla birlikte orkoz suları tuttuğunda Fevz i Atı'de (Arnavutköy akıntısının kuzeyi) çavalyeler dolusu iskorpit avladım. Hekimbaşı Yalısı önünde defalarca lüferle sandal yükledim. Haliç ağzında çarpmayla kofana, torik avladım. Motorumun olmadığı dönemde belime bağladığım palamut çaparısiyle akıntı üstüne kürek alarak palamut avladım. Küçüküsu Deresiyle Göksu Deresi arasında levrek, sırtıkara, has kefal, kırlangıç, kalkan yakaladım, zıpkınladım. Fil Burnu, Keçilik Koyu, Poyraz altında karagöz, kıkla, has kefal zıpkınladım. Zeki Paşa yalısı önünde anaforda lüks ışığına yükselen tepsi gibi karagözleri seyrettim. Yunusların Kayalar Burnu önünde kuzeye çıkarlarken yuvarlak balıklar gibi görünen yüzlercesinin sırtını seyrettim. Kayalar burnunda havaya yükselip karının üstüne düşen kılıçların seyrine doyum olmazdı. Kandilli Burnuyla Köprülülerin Meşrute yalısı arasında belki bin sandalın torik corumunda avlandığını çocukluğumda pencereden seyretmişim. Vanıköy dolap ardında torik yemlisinde pabuç izmarit şakşağı taktığım iri zokayla yüz yirmi santimlik orkinos tuttum.

Seksen kulaçlık fanyalı ağlarım ile hemen her seferinde bir iki istakoz üç beş pavurya yakalardım. Minakop, işkine, kırlangıç, mersin balığı türlerinden biri ikisi, torikler, palamutlar, ağ düşmanı kofanalar o ağlarda bereket sağlardı. Çubukludaki dalgıç okulunda eğitim alanlar ışkampavyaya doluşur, uygun yalı rıhtımlarına bağlanır derine iner istakoz toplarlardı. Bebek volisinde, Küçüküsu Kavaklı volisinde manyat, ıgırıp çekilirdi. Günümüzde bu ağların kullanılması yasak ama Paşabahçe Beykoz koyunda gırgır takımları dibin tozunu atıyorlar. Ne yazık ki buralarda geceleri trol takımları bile çalışıyor. Midye gangavaları sanki harman yerinde samanı buğdaydan ayırır gibi dibi kazıyorlar.

Sade denizde değil yapılmakta olan talan. Evimizin bulunduğu orman yakınında tarlalarda tavşan yavruları görünmeye başladığında yöre sakinleri hemen tüfeğe el atar, yavrucakların peşine düşerler. Tüm çabalarına rağmen

kökünü kazıyamadılar o yavrucakların. Deniz de böyledir. Tümünden bitiremezsiniz. Biraz gayretle iyi niyet çöküşü durdurur, iyileşmeyi getirir.

Gündüz gece avcılıkları sırasında kaç defa fok gördüğümü saymadım ama bir gece rıhtımda ağ yıkarken kenara koyduğum yem balıklarının, lüksün ışığında ağın parıltısına gelen foka, tek tek atarak yedirdim. Su samurlarının yalı bahçelerinde köpeklere verilen yemek artıklarını yemeye gelişlerini seyrettim. Ne yazık ki bazen samurlar o köpeklerin çenelerinin gücünü acı sonla sınımaşlardır.

Oğuz Tekin'in aktardığı Antik Çağ balıkçılığını okuduğumda o zamanın muhteşemliğini hayal edebiliyorum. Bendeniz o dönemin binde birini görebildim mi acaba? Balıkçılığı bıraktığımda gecede on beş lüfer tutan sevincinden davul zurna çalıyordu. Size unutmamın mümkün olmadığı beş olaydan bahsetmeliyim.

Birincisi izmarit istavrit avcılığından terfi ederek ilk palamut avcılığına geçtiğim yılda rastladığım bir olaydı. Muhtemelen on dört yaşımdaydım. Rıhtımdan savurarak seğırtme zokasını attım. Zokanın suya düştüğü andan itibaren biraz derine inmesi için bekleme sırasında bir kofananın evin hemen önünde sudan fırladığını gördüm. Kofana eve doğru havada uçarken ardından koca orkinos, aynı kofana gibi denizden dışarı fırladı. Kofana pencerenin yanından denize düşerken orkinos evin ahşap kaplamalarına çarparak denize düştü gitti.

İkincisi bir sonbahar günü Bebek İskelesi'nden Anadoluhisarı'na yolcu taşıyordum. Aşıyan önünde yaklaşık elli sandal istavrit çaparisi yapıyordu. Açık güneşli sıcak bir pazar günüydü. Sandallarda beyler hanımlar şen şakrak balık tutuyorlardı. Sandalların başüstlerinde mangallardan yükselen ızgara dumanları, şarkı sesleri dingin bir deniz mutlu insanlar eğleniyorlardı. Ben de mutluydum. O günün bereketi sandalın içindeki müşterilerdi. Birden arkamdan yükselen cıgıllıklar duydum. Olağan olmayan bir durum vardı. Birkaç saniye geçti geçmedi sol tarafımdan yeniden bağırışlar duyarak başımı çevirdim ki koca orkinosun önünde bir kofana; ikisi de aralarında belki yarım metre mesafeyle havada uçuyorlar. Peşpeşe suya daldılar. Yaklaşık on beş metre ilerde aynı ikili havaya fırladı. Bu sefer orkinos havada kofanaya yetiştii, açık ağzını kapattı, kofana hayata veda etti.

Unutamadıklarımın biri de kılıç avcılarıdır. Gece kılıç uzatma ağları atılırdı. Bu ağların su üstünde durması için mantar yakası dediğimiz kısımda çok sayıda mantar takılıdır. Ağın açılarak perde gibi suda asılı kalması için perdenin altındaki kurşun yakasında ilave ağırlık takılmazdı. Otkun yaka ipi su emdiği için batardı. Gecenin sessizliğinde çok seyrek olarak transit geçen gemiler ağa takılıp takımı bozmasın diyerek ağı döşeyen balıkçı ağının durumuna göre "kaptan açığa" ya da "kaptan kıyıya" bağırışıyla gemiye yön verirdi.

Bir başka unutulmaz da ateş balığı avcılığıdır. Sardalye balığının eski İstanbul lehçesinde adı ateş balığıdır. Rum balıkçıların tablalarında pırıltılar içindeki sardalyeler o balık satıcılarının şiveleriyle "atteş balık sardalyee" nidalarıyla pazarlanırdı. Bu ateş balığı adı nerden gelir? Sardalye ağı da tıpkı

kılıç ağı benzeri biçimde su üstünden aşağıya perde gibi düşerirdi. Sardalye sürülerini ağa yönlendirmek için büyük kayıkların başüstlerinde kocaman mangallarda çalılar yakılır, etraf aydınlatılırdı. Alevlerin ısıltısını gören sardalyeler ağa doğru yönlenirler, yakalanırlardı. Sardalye pek nazik balıktır. Ağdan ayıklanırken öyle tek tek elle tutularak ayıklanmaz. Ağ iki kişinin arasında yere yatay olarak mümkün olduğu kadar açılır, yukarı aşağı silkelenerek balıklar kayığın ambarına dökülürdü.

Sonuncu hikâye başımdan geçen olaydır. Çengelköy önünde torik avlıyorduk. Merada belki kırk sandal vardı. Kuleli önünden doğru bir gırgır motoru geldi. Sandallardaki torikleri gördü. Hemen tüm sandalları içine alacak biçimde ağı etrafımıza mola etti. Av düzeni bozuldu. Balık dağıldı gitti. Sandallar bağıra çağıra reise küfrederek ağın dışına çıkmak üzereydiler yeniden av düzeni kurmaya gittiler. Ben de ağın içinden çıkmak üzereydim ki liman motoru gırgıra aborda oldu, O mevkide gırgır avcılığı yapılamazdı. Yetkili görevli ceza yazmaya başladığında kaptan köşkündeki reis “bir makbuz daha yaz, mola kaldırıldıktan sonra Üsküdar önüne doğru bir mola daha koyacağım” dedi. Çok ağrıma gitmişti bu alçaklık. Ağın dışına çıktım ama ağın mantar yakasını ıskarmoza takıp beklemeye başladım. Sandalım ağın çekilmesine direndiği için mantar yakasındaki mantarların su üstünde görünüşü üçgene benzemişti. Sandalım oluşan üçgenin tepesindeydi. Gırgır motoru da üçgenin tabanında kalmıştı. Tayfalar ağı bırakmam için bağırmaya başladılar. Aldırmadım. Aramızda belki yüz metre mesafe vardı. Taş atıyorlar ama yetiştiremiyorlardı. Bu arada torikler üçgenin sivri ucundaki sandalima doğru birikip sıkışmaya başladılar. Beklediğim goygoy zamanı gelmişti. Kakıcı elime aldım toriklere takıp sandala aktarmaya başladım. Kakıç yaklaşık iki metre uzunluğunda ucunda orkinos iğnesi takılı bir sopadır. Tam bir düzine torik kakıçlayarak sandala aktardım. Sandalda bu olaydan önce yakalanmış sekiz torik daha vardı. Ağ toparlandıkça motordan atılan taşlar yakına düşmeye başlamıştı. Yem kesmede kullandığım çok keskin bıçağı elime alarak ağın mantar yakasındaki halatı, ana ağa doğru uzanan kalın sardon ağını, biraz da ana ağı kestim. Ağ ırgatın basmasıyla yırtılmaya başladı. Kestiğim yerden torikler oluktan akar gibi ağın dışına akıp gittiler. Reis kesilen o ağla iki günden önce yeni bir mola koyamazdı. Eğer orada avlanan tüm balıkların etrafına mola edip hepimizin ekmeğine mani olmasaydı, üstüne üstlük bir de yetkiliye “Bir makbuz daha kes” diye saygısızca seslenmeseydi bu zarara girmeyecekti. Motoru çalıştırdım uzaklaştım. Gırgır motoru tüm ağı toplamadan yerinden kıpırdıyamazdı. Biraz ilerde “haydi gümüş” naraları atan madrabaza yanaşıp yirmi toriği çifti yetmiş beş liradan sattım. Yedi yüz elli lira iyi paraydı. Evlin iki aylık geçimiydi.

İşte bu masallarla benim için bir dönemin kapanış hikâyesini aktarmaya çalıştım. Balık bitmez ama günümüzdeki durum da sürdürülemez. Eğer balıkçıların bir bölümü avlanmaya karşı çıkıyorsa konunun üstünde uzun uzadıya düşünüp tartışmanın zamanı gelmiş demektir. Gecikmek çok zarar getirir.

Size çöküşten çıkmanın yöntemine örnek olarak Van Gölü inci kefalı avcılığının düzenlenmesinden kısaca bahsedeyim. Bu çalışmayı Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nden Mustafa Sarı'yla birlikte yapmıştık. 1996 yılında başlayan bilinçlendirme çalışmamızda üniversite yönetiminden, bilim insanlarından, kolluk kuvvetlerinden, yönetimin bazı kademelerinden çok yardım aldık. 2015 yılına vardığımızda, çalışmaya başladığımız 1996 yılında bir milyon dolar olan iki yüz balıkçı teknesinin cirosu, süreç içinde on iki milyon dolara yükseldi. Toplam balık istihsalı on beş bin tondan sekiz bin tona düştü. Balık boyları on beş santimden yirmi iki santim boya çıktı. Kaçak balık avlanması yüzde onlara indi. Stok sürdürülebilir seviyeye geldi.

Boğaz'da iyileşmeye bir örnek gerekirse, kaybolan su samurlarının yeniden görünmeye başlamasını belirteyim. Muhtemelen Boğaz'a akan derelerin lağım sularından kurtarılması, kanalizasyon alt yapısı hizmetlerinin iyileştirilmesiyle oldu. Muhtemeldir ki bilinçlenmenin getirdiği koruma kavramının yaygınlaşması da bu konuda etkilidir.

Orkinosların kılıçların gırgırlarla avcılığı başladığında balıkçılıkta çöküşe gidiş de başlamış oldu. Bir gırgır o dönemde Haydarpaşa açıklığında, tek molada üç büyük kamyon dolusu lüfer almıştı. Çok yakın geçmişte avlanma derinliğinin yirmi dört metreden on sekiz metreye düşürülmesiyle avlanma boyunun üreme boyu altına çekilmesi olaya tuz biber ekti. Çöküşe gidişler siyasi kararlarla oldu. Gazeteci Kadir Can durumu "BALIK AĞALARA TAKILDI" kitabında çok güzel aktarmış hepimize.

Bendeniz bilim insanı değilim. Bilime saygım var. O olmazsa olmaz. Bilimle birlikte sahada çalışanların tecrübelerinden faydalanmak gerektiğine de inanıyorum. Geleneksel balıkçılık yöntemleri bilimsel veriler çerçevesinde, teşvik görürse, iyi denetlenirse düzelmeyi sağlayabiliriz. Bizans döneminde yapılan balıkçılıkta dalyanların yeri çok büyüktü. Geçtiğimiz asrın ortalarına kadar Boğaz merasında elliden fazla dalyan vardı. Gırgırlar ortalığı kaplayınca, sahiller betona dönünce dalyana giren balıklar nereye gittiler de o dalyanlar ortadan kalktı? Bu sorunun cevabını ararken kitlesel balık avcılığının başlıca nedeni olan trollarla gırgırların hakkında yeniden akıllıca düşünmek gerekiyor. Bu arada balıkçılara yönelik gerçekçi destekler geliştirilmeli. Sade para vererek destek olmaz.

Balığı bol, kazancı bereketli, tartışması az günlerin masallarının aktarılacağı "geleceğin hasretiyle" hoşça kalınız diyorum.

DEĞİNİLEN BELGELER

Eski Çağ'da İstanbul'da Balık ve Balıkçılık. Oğuz Tekin. Arkeoloji ve Sanat yayınları.

Türkiye'de Balık ve Balıkçılık. Karekin Deveciyan. Aras yayınları.

Türkiye Deniz Balıkları Tayin Anahtarı. Fethi Akşiray. İ.Ü. Fen Fak. Yay.

Balık Ağalara Takıldı. Kadir Can. Ekin grubu.

Deniz Balıkları Sözlüğü. Mustafa Pultar. T. İş Bankası yay.

Türkiye Deniz Balıkları Atlası. Savaş Mater, Oğuz Uçal, Murat Kaya. Ege Ün. Fen. Fak.

Deniz Canlıları Rehberi. Bayram Öztürk, Bülent Topaloğlu, Ayhan Dede. TÜDAV Yay.

Deniz Kirliliği. Editörler: Kasım Cemal Güven, Bayram Öztürk. TÜDAV Yay.

Akdeniz Foku ve Korunması. Bayram Öztürk. TÜDAV Yay.

İstanbul Boğazı'nda Balıkçılık. Asaf Ertan. Arkeoloji ve Sanat yay.

Çöküş. Jared Diamond. Pegasus yay.

GÜRPINAR SU ÜRÜNLERİ HALİNDE ÜRÜN, FİYAT VE MİKTAR DEĞİŞİMLERİ

PRICE AND QUANTITY CHANGES IN GÜRPINAR FISHERIES WHOLESALE MARKET

Hamdi ARPA
İBB İSYÖN A.Ş. Genel Müdürü
hamdiarpa@gmail.com

ÖZET: İstanbul Büyükşehir Belediyesine ait Gürpınar Su Ürünleri Hali 2015 yılının son çeyreğinde, Kumkapı Su Ürünleri Hali'nin Avrasya tüp geçiş projesi nedeni ile kapatılması sonrası faaliyete geçmiştir. Gürpınar Su Ürünleri Hali bir İBB iştiraki olan İSYÖN A.Ş. tarafından işletilmektedir.

400 bin metre kare alana kurulmuş olan Su Ürünleri Hali, bu büyüklüğü ile Avrupa'nın en büyük su ürünleri hali olma özelliğini taşımaktadır. Türkiye su ürünleri üretiminin yaklaşık %10'luk kısmı Gürpınar Su Ürünleri Halinde satışa sunulmaktadır. Bu özelliğinden dolayı Türkiye su ürünleri piyasasının oluştuğu önemli bir merkezdir. Bu nedenle Gürpınar Su Ürünleri Halinde satışa sunulan ürünlerinin fiyat ve miktar değişimleri, Türkiye su ürünleri ticaretinin değerlendirilmesine yönelik yapılacak analizlerde önemli bir rehber olma özelliği taşımaktadır. Bu çalışmada Gürpınar Su Ürünleri Halinin faaliyete geçmesinden bugüne kadar olan dönem incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Su Ürünleri Hali, satış fiyatı, mezat

ABSTRACT: Gürpınar Fisheries Wholesale Market that belongs to Istanbul Metropolitan Municipality has begun to operate in the last quarter of 2015, after Kumkapı Fisheries Market had been closed due to the Eurasia undersea tunnel project. Gürpınar Fisheries Wholesale Market is operated by İSYÖN A.Ş. that is a subsidiary of Istanbul Metropolitan Municipality. Gürpınar Fisheries Wholesale Market is the largest fisheries wholesale market in Europe in terms of its size. It was established on an area of 400 thousand square meters. Approximately 10% of Turkey's fisheries production is offered for sale in Gürpınar Fisheries Wholesale Market. Because of this feature, it is an important center where the Turkish fisheries market is formed. For this reason, the products offered for sale in the Gürpınar Fisheries Wholesale Market and changes in the value and quantity have the feature of being a significant guide in analyzes that are made for the evolution of the Turkish fisheries commerce. In this study, the period from the coming into operation of Gürpınar Fisheries Wholesale Market to the present has been examined.

Keywords: Fisheries Wholesale Market, sale price, auction

SU ÜRÜNLERİ HALLERİ (BALIKHANELER)

1950 yılına kadar Maliye Bakanlığı tarafından yönetilen balıkhaneler, 5639 sayılı Av Vergisinin Kaldırılmasına Dair Kanun'un yürürlüğe girmesi ile Belediyelere devredilmiştir. O tarihten bugüne balıkhaneler Belediyeler tarafından kurulmakta ve işletilmektedir.

1971 yılında çıkan 1380 sayılı Su Ürünleri Kanunu'nun 26 ve 27 nci maddelerini kapsayan Beşinci Bölümü Balıkhaneler başlığını taşımaktadır. Ancak bu bölümün Balıkthane dışında satış yasağı başlıklı 27'nci maddesi 1986 yılında Su Ürünleri Kanununda 3286 sayılı Kanun ile yapılan değişiklikle, Balıkhaneler ve satış üzerinden alınacak ücret başlıklı 26' ncı maddesi ise 2010 yılında çıkan 5957 Sayılı Sebze ve Meyveler ile Yeterli Arz ve Talep Derinliği Bulunan Diğer Malların Ticaretinin Düzenlenmesi Hakkında Kanun ile yürürlükten kaldırılmıştır. Su Ürünleri Halleri 5957 sayılı Kanun kapsamında olmasına karşın bugüne kadar ilgili Yönetmelik çalışması tamamlanarak yürürlüğe konulamamıştır. Bu durum Su Ürünleri Hallerinin işleyişinde önemli bir sorun olarak varlığını sürdürmektedir.

Türkiye'de on biri Büyükşehir Belediyeleri (İstanbul, Ankara, İzmir, Samsun, Kocaeli (Başiskele, Karamürsel-Ereğli), Balıkesir-Bandırma), Ordu, Bursa, Trabzon ve Tekirdağ), ikisi il belediyeleri (Rize, Çanakkale) tarafından işletilen toplam on üç su ürünleri hali bulunmaktadır. Su ürünleri hallerinde iki farklı işletim modeli görülmektedir. Bunlardan ilki belediyelerin bizzat kendilerinin işletmeciliğini yaptığı model, bir diğeri ise kendi iştirak şirketleri vasıtasıyla işletmecilik yaptıkları modeldir. İstanbul ve Bursa'da bulunan su ürünleri halleri, belediye iştirak şirketleri tarafından işletilen hallere örnek olarak gösterilebilir.

İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ GÜRPINAR SU ÜRÜNLERİ HALİ

İstanbul Büyükşehir Belediyesine ait Gürpınar Su Ürünleri Hali 2015 yılında Kumkapı Su Ürünleri Halinin Avrasya tüp geçidinin faaliyete geçecek olması nedeni ile kapanması sonrası faaliyete geçmiştir. 400 bin m² alana kurulu olan Gürpınar Su Ürünleri Hali bir İBB iştiraki olan İSYÖN A.Ş. tarafından işletilmektedir.

Balıkçı limanı, soğuk ve donmuş muhafaza odaları, mezat alanı gibi üniteleriyle bir kompleks olan Gürpınar Su Ürünleri Halinde ürün tedariki sağlayan 104 komisyoncu bulunmaktadır. Türkiye'nin her bölgesindeki deniz ve içsulardan avcılık ve yetiştiricilik yoluyla elde edilmiş olan su ürünleri her gece yapılan mezatlarla satışa sunulmaktadır. Yıllık 50 bin ton civarında su ürünleri satışının gerçekleştiği Gürpınar Su Ürünleri Hali, Türkiye su ürünleri piyasasını belirleyen en önemli merkezdir. Bu özelliği nedeniyle satışa sunulan su ürünleri türleri, miktar ve fiyat bilgileri Türkiye'nin su ürünleri üretimi ve tüketimine ilişkin önemli bir göstergedir.

Türkiye su ürünleri üretiminin yapısına uygun olarak, Gürpınar Su Ürünleri Hali'nde de en fazla satışa sunulan ürün hamsi olmaktadır. Hamsinin yıllık satılan ürün içindeki payı %30 civarındadır. Palamut, lüfer gibi türler, av

verimleri periyodik oynaklıklar gösteren türlerdir. Bu özellikleri nedeniyle av verimlerinin yüksek olduğu yıllarda satışa sunulan ürün miktarında ilk sıralarda yer alabilmektedirler. Levrek ve çipuranın avcılık yolu ile elde edilmiş miktarı ihmal edilebilir düzeydedir. Bu nedenle bu makalede avcılık miktarları yetiştiricilik miktarlarına dahil edilmiştir. Gürpınar Su Ürünleri Hali'nde satışa sunulan levrek ve çipuranın miktarı birlikte %10 düzeylerinde olabilmektedir.

Tablo 1. Gürpınar Su Ürünleri Halinde Satılan Ürünler (Ton)

TÜRLER	2016		2017		2018		2019		2020	
	Miktar	%	Miktar	%	Miktar	%	Miktar	%	Miktar	%
Hamsi	15.463	29,11	9.702	26,57	23.595	42,34	13.735	38,16	15.929	32,68
Palamut	11.710	22,04	2.769	7,58	7.949	14,26	447	1,24	8.312	17,05
İstavrit	1.737	3,27	4.918	13,47	4.962	8,9	4.242	11,79	3.044	6,25
Mezgit	3.121	5,87	2.146	5,88	1.766	3,17	3.928	10,91	4.519	9,27
Lüfer	6.188	11,65	1.657	4,54	2.704	4,85	674	1,87	2.418	4,96
Levrek	2.906	5,47	2.136	5,85	1.896	3,4	2.352	6,54	1.896	3,89
Çipura	2.265	4,26	1.791	4,91	1.394	2,5	1.403	3,9	1.672	3,43
İstavrit (Karagöz)	1.065	2,00	1.419	3,89	2.307	4,14	1.594	4,43	1.703	3,49
Sardalye	976	1,84	1.719	4,71	771	1,38	1.140	3,17	1.221	2,51
Tekir	1.098	2,07	931	2,55	1.162	2,09	674	1,87	1.038	2,13
Karides (pembe)	885	1,67	915	2,51	1.059	1,92	1.097	3,05	1.089	2,23
Diğer	5.708	10,74	6.413	17,56	6.160	11,03	4.704	13,06	5.896	12,10
TOPLAM	53.120	100,00	36.515	100,00	55.725	100,00	35.990	100,00	48.736	100,00

İstatistiklerin güvenilirliği her dönem Türkiye’de tartışma konusu olagelmıştır. Gürpınar Su Ürünleri Hali’nde satışa sunulan ürünler ile aynı yıl TUIK tarafından açıklanan üretim miktarı karşılaştırıldığında bazı verilerin bu konudaki şüphelere haklılık kazandıracak nitelikte olduğu söylenebilir.

Tablo 2. TUIK Su Ürünleri Üretim Verileri (Ton)

TÜRLER	2016		2017		2018		2019		2020	
	Miktar	%	Miktar	%	Miktar	%	Miktar	%	Miktar	%
Hamsi	102.595	15,07	158.094	6,14	96.452	24,46	262.544	5,23	171.253	9,3
Palamut	39.460	29,68	7.578	36,54	30.920	25,71	1.578	28,3	22.743	36,55
İstavrit	8.860	19,6	8.066	60,97	14.222	34,89	13.180	32,18	7.495	40,61
Mezgit	11.541	27,04	8.248	26,02	6.814	25,92	8.941	43,94	9.364	48,26
Lüfer	9.574	64,63	1.936	85,59	5.767	46,88	1.214	55,55	3.722	64,96
Levrek	80.979	3,59	100.106	2,13	117.066	1,62	137.575	1,71	149.042	1,27
Çipura	58.749	3,85	61.680	2,9	77.224	1,8	100.288	1,4	110.333	1,52
İstavrit (Karagöz)	2.289	46,52	4.919	28,85	6.456	35,74	6.325	25,2	4.855	35,08
Sardalya	18.162	5,37	23.426	7,34	18.854	4,09	19.119	5,96	21.265	5,74
Tekir	3.047	36,03	2.074	44,86	2.915	39,87	2.342	28,78	2.775	37,41
Karides (pembe)	1.810	48,91	2.357	38,82	3.213	32,96	3.852	28,48	3.515	30,98

Tablo 2’de yer alan (%) oranı, Gürpınar Su Ürünleri Hali’nde satışa sunulan ürünlerin TUIK verilerine olan oranını göstermektedir. Bu oran göz önüne alındığında tekir, lüfer, istavrit, karagöz istavrit türlerinin 2016-2021 yıllarına ait verileri çok dikkat çekici örneklerdir. Örneğin 2017 yılında avlanan

istavritin %60,97'si, lüferin %85,59'unun satışı Gürpınar Su Ürünleri Halinde gerçekleşmiştir.

Gürpınar Su Ürünleri Hali'nde satışa sunulan ürünlerin toplam parasal değeri 2016 yılında 360 milyon TL iken, 2020 yılında 846 milyon TL'ye ulaşmıştır. En fazla parasal değere sahip tür, en fazla miktarda satışa konu olan hamsi olmuştur. 2016 yılında satışa sunulan hamsi miktarı, satılan ürün miktarı içinde %29'luk paya sahipken, parasal değer olarak payı %18 olmuştur. 2020 yılında aynı oranlar sırası ile %32,68 ve %28,52 olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 3. Gürpınar Su Ürünleri Halinde Satışa Sunulan Ürünlerin Tutarı

Türler	2016		2017		2018		2019		2020	
	TL	%	TL	%	TL	%	TL	%	TL	%
Hamsi	65.503.234	18,17	58.708.193	19,40	109.315.453	20,15	164.818.572	21,16	241.238.400	28,52
Palamut	55.174.891	15,31	27.198.163	8,99	92.186.320	16,99	12.204.288	1,57	143.599.253	16,98
Lüfer	63.706.612	17,67	28.719.974	9,49	116.320.622	21,44	28.446.131	3,65	103.207.868	12,20
İstavrit (Kraça)	11.102.114	3,08	26.952.197	8,91	34.377.079	6,34	63.626.010	8,17	58.403.411	6,90
Levrek	48.328.918	13,41	38.380.570	12,68	37.666.542	6,94	70.574.910	9,06	48.352.686	5,72
Mezgit	7.001.672	1,94	7.072.230	2,34	13.126.750	2,42	133.559.820	17,14	45.791.278	5,41
Çipura	31.190.069	8,65	27.213.830	8,99	28.176.212	5,19	7.014.010	0,90	41.073.067	4,86
Tekir	9.659.658	2,68	9.465.258	3,13	19.278.785	3,55	31.671.420	4,07	25.249.096	2,98
İstavrit (Karagöz)	3.816.688	1,06	5.048.685	1,67	10.937.661	2,02	81.295.020	10,43	14.110.204	1,67
Karides (pembe)	4.259.315	1,18	4.892.025	1,62	8.467.543	1,56	26.324.808	3,38	10.229.590	1,21
Sardalya	2.289.036	0,64	4.575.797	1,51	2.881.074	0,53	47.886.048	6,15	9.165.195	1,08
DİĞER	58.401.445	16,21	64.414.978	21,29	69.871.341	12,88	111.674.182	14,33	105.451.130	12,46
TOPLAM	360.433.653	100,00	302.641.900	100,00	542.605.381	100,00	779.095.219	100,00	845.871.179	100,00

Gürpınar Su Ürünleri Hali'nde satışa sunulan ürünler ile TÜİK istatistiklerinde yer alan ürün fiyatlarına bakıldığında Gürpınar Su Ürünleri Hali'nde (GSH) satışa sunulan ürünlerin değerinin bir miktar yüksek olduğu görülür.

Tablo 4. Ürün Fiyatları (Kg/TL)

TÜRLER	2016		2017		2018		2019		2020		TÜFE'ye göre hesaplanan 2020	
	GSH	TÜİK	GSH	TÜİK	GSH	TÜİK	GSH	TÜİK	GSH	TÜİK	GSH	TÜİK
Hamsi	4,24	4,29	6,05	5,96	4,63	5,77	10,80	7,31	15,14	10,22	7,32	7,41
Palamut	4,71	4,18	9,82	9,17	11,60	7,96	27,32	19,32	17,28	12,78	8,13	7,22
Mezgit	2,24	7,28	3,30	9,52	7,43	11,8	7,31	12,81	10,13	15,69	3,87	12,57
İstavrit (Kraça)	6,39	6,82	5,48	8,12	6,93	8,34	11,77	9,83	19,19	13,14	11,03	11,77
Lüfer	10,30	11,43	17,33	18,49	43,02	17,94	35,41	33,71	42,68	31,73	17,78	19,73
Levrek	16,63	16,8	17,97	18,56	19,87	20,95	19,59	23,41	25,50	29,53	28,71	29,00
İstavrit (Karagöz)	3,58	7,43	3,56	8,48	4,74	9,52	6,85	11,84	8,29	14,3	6,18	12,83
Çipura	13,77	14,04	15,19	16,66	20,22	19,7	19,89	21,89	24,56	28,31	23,77	24,24
Sardalya	2,35	3,15	2,66	3,82	3,73	4,86	5,46	6,55	7,51	7,41	4,06	5,44
Karides (Pembe)	4,81	7,95	5,34	10,54	8,00	11,96	8,40	14,84	9,40	15,37	8,30	13,73
Tekir	8,80	13,96	10,17	17,02	16,59	19,32	26,72	22,99	24,32	26,76	15,19	24,10

GSH: Gürpınar Su Ürünleri Hali

2016 yılında 100 TL olan bir değer, Tüketici Fiyat Endeksine göre güncellendiğinde 2020 yılında 172,56 TL olmaktadır. Başlıca türlerin 2016 yılındaki fiyatlarında, TÜFE oranı dikkate alınarak yapılan hesaplamada, TÜFE oranı üzerinde bir artış olduğu görülmektedir. Örnek olarak Gürpınar Su Ürünleri Hali'nde 2016 yılında ortalama 4,24 TL'den satışa sunulan hamsi fiyatı, TÜFE üzerinden hesaplama yapıldığında 2020 yılında 7,32 TL olması beklenirken, 15,14 TL olmuştur. Aynı tür için TUİK verileri üzerinden yapılan hesaplamada 7,41 TL olması hesaplanan hamsi fiyatı 10,22 TL olmuştur.

Bu yöntemle yapılan hesaplamada satılan ürünlerden sadece levrekte, TÜFE'ye göre yapılan hesaplamadan daha düşük bir fiyat ortaya çıkmıştır. Levrek ve çipuranın yetiştiricilik yoluyla elde edilenlerinin fiyatı esas alındığından, çipuranın hesaplanan değeri ile satış sonucu oluşan değeri arasındaki farkın (%3,32) küçük olmasına bakarak, yetiştiriciliği yapılan türlerdeki fiyat artışının avcılık ürünlerine göre daha az olduğu söylenebilir.

Tablo 5. Ürün Fiyatları (Kg/TL)

TÜRLER	2016		2020		TÜFE'ye göre hesaplanan 2020		TÜFE 2016-2020 (%)	
	GSH	TUİK	GSH	TUİK	GSH	TUİK	GSH	TUİK
Hamsi	4,24	4,29	15,14	10,22	7,32	7,41	106,83	37,92
Palamut	4,71	4,18	17,28	12,78	8,13	7,22	112,55	77,01
Mezgit	2,24	7,28	10,13	15,69	3,87	12,57	161,76	24,82
İstavrit (Kraça)	6,39	6,82	19,19	13,14	11,03	11,77	73,98	11,64
Lüfer	10,30	11,43	42,68	31,73	17,78	19,73	140,04	60,82
Levrek	16,63	16,8	25,50	29,53	28,71	29,00	-11,18	1,83
İstavrit(Karagöz)	3,58	7,43	8,29	14,3	6,18	12,83	34,14	11,46
Çipura	13,77	14,04	24,56	28,31	23,77	24,24	3,32	16,79
Sardalya	2,35	3,15	7,51	7,41	4,06	5,44	84,98	36,21
Karides (Pembe)	4,81	7,95	9,40	15,37	8,30	13,73	13,25	11,94
Tekir	8,80	13,96	24,32	26,76	15,19	24,10	60,11	11,04

Su ürünleri fiyatlarındaki artış, TÜFE'ye göre yapılan hesaplamanın üzerinde gerçekleşmiştir. Bu durum, 2016 yılı baz alındığında daha iyi anlaşılmaktadır.

Tablo 6. Ürün Fiyatları (2016=100)

TÜRLER	2016		2017		2018		2019		2020	
	GSH	TUİK	GSH	TUİK	GSH	TUİK	GSH	TUİK	GSH	TUİK
Hamsi	100	100	143	139	109	136	252	170	358	238
Palamut	100	100	208	219	246	169	654	462	367	306
Mezgit	100	100	147	131	331	526	100	176	452	216
İstavrit (Kraça)	100	100	86	119	108	130	173	144	300	193
Lüfer	100	100	168	162	418	174	310	295	415	278
Levrek	100	100	108	110	119	126	117	139	153	176
İstavrit (Karagöz)	100	100	99	114	132	266	92	159	231	192
Çipura	100	100	110	119	147	143	142	156	178	202
Sardalya	100	100	113	121	159	207	173	208	320	235
Karides (Pembe)	100	100	111	133	166	248	106	187	195	193
Tekir	100	100	116	122	188	220	191	165	276	192

Gürpınar Su Ürünleri Hali'nde 2016-2020 yılları arasında satışa sunulan ürünlerden mezgıt ve lüferde dört katından fazla fiyat artışı olmuştur. En düşük artış ise yetiştiricilik türleri olan levrek ve çipurada meydana gelmiştir.

SONUÇ

Gürpınar Su Ürünleri Hali bulunduğu alanın şehir merkezine uzaklığı ve İstanbul'un trafik sorunu gibi ulaşım açısından olumsuzluklara sahip olsa da Türkiye su ürünleri piyasasının oluştuğu en önemli toptan satış merkezi olma özelliğini sürdürmektedir. Gürpınar Su Ürünleri Hali'nde satışa sunulan ürün miktarı ve oluşan fiyatlar, Türkiye su ürünleri pazarını belirleyici özellikte önemli bir göstergedir.

Su ürünleri hallerinin işleyişi konusunda yürürlükte olan bir mevzuat düzenlemesi olmaması, önemli bir eksiklik olarak varlığını sürdürmektedir. Mevzuat eksikliğinden kaynaklı sorunların giderilmesi için Ticaret Bakanlığı ile Tarım ve Orman Bakanlığı bir an önce bu konudaki çalışmalarını başlatmalıdır.

MARMARA DENİZİ'NDE KÖPEKBALIKLARI: İÇDENİZDE YAŞAYAN TÜRLERE GÜNCEL BİLGİLER IŞIĞINDA BİR BAKIŞ

SHARKS OF THE SEA OF MARMARA: AN OVERVIEW ON THE SHARKS OF A SMALL INLAND SEA

Hakan KABASAKAL

İhtiyoloji Araştırmaları Topluluğu, WWF Türkiye Kıkırdaklı Balıklar Danışmanı
kabasakal.hakan@gmail.com

ÖZET: Marmara Denizi'nin köpekbalıkları ile ilgili bilinen en eski kayıt 1880'lerin sonunda İstanbul Boğazı'nda yakalanmış olan iki tane büyük beyaz köpekbalığına dayanmaktadır. Tarihsel ve güncel çalışmaların sonuçları birleştirildiğinde Marmara ihtiyofaunasında bugüne kadar 13 aileye ait 20 köpekbalığı türünün kaydedildiği ve 14 türün güncel varlığının doğrulandığı görülmektedir. Son dönemde yapılan çalışmalara göre Marmara'da 235 tane balık türü yaşamaktadır ve güncel köpekbalığı türleri tüm balık faunasının yaklaşık % 6'sını oluşturmaktadır. Bu incelemede, Marmara köpekbalıklarının güncel durumları mevcut bilgiler ışığında değerlendirilmektedir.

Anahtar kelimeler: Marmara, köpekbalıkları, güncel

ABSTRACT: The oldest records on the sharks of the Sea of Marmara are limited to a few notes on two great white sharks, which were caught in the southern part of the Bosphorus Strait. A review of the shark-specific or general ichthyology studies of the Sea of Marmara, revealed the historical and contemporary occurrence of 20 shark species, representing 13 families, in the Sea of Marmara. The contemporary occurrence of 14 of the 20 species in the Sea of Marmara has been confirmed by recent studies and fishery records. Recent studies showed that the fish fauna of the Sea of Marmara comprises 235 species, 14 of which are shark species, with the confirmed contemporary occurrences of sharks representing 6 % of the total ichthyofauna. Present review provides an update on the status of the contemporary sharks of the Sea of Marmara, based on the available literature.

Keywords: Marmara, sharks, contemporary

GİRİŞ

Marmara Denizi, coğrafi ve hidrografik özellikleri nedeniyle Akdeniz ve Karadeniz arasında bir geçiş bölgesi olarak kendine özgü bir ekosistemi temsil eder. Marmara Denizi, deniz canlıları için bir bariyer, koridor veya alıştırma bölgesi

oluşturduğundan (Öztürk ve Öztürk 1996), canlıların dağılımında önemli ve belirleyici bir ekolojik rol oynar ve bu nedenle “ekolojik geçit” olarak tanımlanabilir. Yakın tarihli iki çalışmaya göre Türk sularında 38 köpekbalığı türü yaşamaktadır (Kabasakal 2021; Turan ve diğ. 2021). Kabasakal (2021) tarafından hazırlanan envantere göre Marmara Denizi’nde 17 köpekbalığı türünün varlığından söz edilmektedir. Bu derlemede söz konusu türlerin Marmara Denizi’ndeki güncel durumları değerlendirilmiştir.

MARMARA KÖPEKBALIKLARININ TARİHSEL VE GÜNCEL BULUNURLUKLARI

Marmara Denizi’nin köpekbalıkları hakkında ilk elle tutulur bilgiler, 1881 senesinin Şubat ve Kasım aylarında yakalanmış olan iki tane büyük beyaz köpekbalığına (*Carcharodon carcharias*) ilişkin kısa birer haberden oluşmaktadır. İlk kez Fergusson (1996) tarafından söz edilen bu iki birey, Türkiye Büyük Beyaz Köpekbalığı Arşivinde (TBBKA) 1 ve 2 numaralı bireyler olarak kayıtlıdır (Kabasakal 2020). Ondokuzuncu yüzyılın sonlarında yaşanan bu karşılaşmaların ardından, 1921-1922 yılları arasında, Osmanlı İmparatorluğu sularında araştırma yapmaya gelen Marsigli gemisinde balıkçılık araştırmaları yapan İtalyan ihtiyolog Emilio Ninni, Marmara sularında 13 köpekbalığı türü kaydetmiştir (Ninni 1923). Aynı dönemde, Karakin Deveciyan, İstanbul balık pazarında karaya çıkan balık türlerini temel alan Türk Sularında Balık ve Balıkçılık isimli kitabında 12 adet köpekbalığı türüne yer vermiştir (Deveciyan 1926). Nihayet, Erazi (1942), karayla çevrili bu küçük denizde 181 balık türü ve 7 köpekbalığı türü de kaydetmiştir.

Tablo 1. Marmara Denizi’ndeki köpekbalığı türlerinin tarihi ve güncel kayıtları ve mevcut oluşum durumları. P: mevcut; C: yok; ?: şüpheli; A-M: Atlanto-Akdeniz;

C: kozmopolit; VU: savunmasız; TR: tehlikede; NE: değerlendirilmedi; DD: veri eksikliği; CR: kritik tehlike altında; NT: yakın tehdit; LC: en az endişe. Tarihsel kayıtlar: Ninni (1923), Deveciyan (1926), Ayaşlı (1937), Erazi (1942), Meriç (1995). Taksonomik isimlendirmede Serena ve diğ. (2020) baz alınmıştır.

Tür	Tarihsel kayıtlar	Kabasakal ve Karhan (2015)	Durum	Dağılım	IUCN Kriteri
Family HEXANCHIDAE					
<i>Hexanchus griseus</i> (Bonnaterre, 1788)	+	+	P	C	NT
Family LAMNIDAE					
<i>Carcharodon carcharias</i> (Linnaeus, 1758)	+	–	A	C	EN
<i>Lamna nasus</i> (Bonnaterre, 1788)	+	–	A	C	CR
Family ALOPIIDAE					
<i>Alopias superciliosus</i> (Lowe, 1839)	–	+	P	C	DD

<i>Alopias vulpinus</i> (Bonnaterre, 1788)	+	+	P	C	VU
Family PENTANCHIDAE					
<i>Galeus melastomus</i> Rafinesque, 1810	+	+	P	A-M	LC
Family SCYLIORHINIDAE					
<i>Scyliorhinus canicula</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	P	A-M	LC
<i>Scyliorhinus stellaris</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	P	A-M	NT
Family TRIAKIDAE					
<i>Galeorhinus galeus</i> (Linnaeus, 1758)	+	–	P	C	VU
<i>Mustelus asterias</i> Cloquet, 1821	+	+	P	A-M	VU
<i>Mustelus mustelus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	P	A-M	VU
Family CARCHARHINIDAE					
<i>Prionace glauca</i> (Linnaeus, 1758)	+	–	A	C	VU
Family OXYNOTIDAE					
<i>Oxynotus centrina</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	P	A-M	CR
Family DALATIIDAE					
<i>Dalatias licha</i> (Bonnaterre, 1788)	+	–	?	C	DD
Family CENTROPHORIDAE					
<i>Centrophorus</i> cf. <i>uyato</i> (Rafinesque, 1810)	+	–	?	C	VU
Family SQUALIDAE					
<i>Squalus acanthias</i> Linnaeus, 1758	+	+	P	C	EN
<i>Squalus blainville</i> (Risso, 1827)	+	+	P	C	NE
Family ECHINORHINIDAE					
<i>Echinorhinus brucus</i> (Bonnaterre, 1788)	+	+	P	C	DD
Family SQUATINIDAE					
<i>Squatina oculata</i> Bonaparte, 1840	–	–	?	A-M	CR
<i>Squatina squatina</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	P	A-M	CR

Marmara Denizi'nin köpekbalıklarına özgü veya genel ihtiyoloji çalışmaları yanı sıra, 1900'lü yılların başından itibaren yayınlanan ve Marmara sularında köpekbalıklarının yakalanmasına ilişkin haberlerin yayınlandığı günlük gazetelerin taranması sonucu, 13 aileye ait 20 köpekbalığı türünün Marmara Denizi'ndeki tarihi ve güncel varlığını ortaya çıkardı (Tablo 1). Marmara Denizi'ndeki 20 köpekbalığı türünden 14'ünün günümüzdeki varlığı son araştırmalar veya balıkçılık kayıtları ile doğrulanmaktadır; ancak, son araştırmalarda veya balıkçılık kayıtlarında bulunmaması nedeniyle 5 tür şüpheli veya yok olarak kategorize edilmiştir (Tablo 1).

MARMARA DENİZİ'NDE HEDEF DIŞI KÖPEKBALIĞI AVI

Marmara Denizi'nde köpekbalıkları ticari balıkçılıkta hedef dışı türler olarak yakalanmaktadırlar (Bayhan ve diğ. 2006; Bök ve diğ. 2011; Kabasakal 2013; İşmen ve diğ. 2013). Söz konusu hedef dışı avcılığı konu alan bazı araştırmalara baktığımızda; güneydoğu Marmara Denizi'nde algarna ile karides balıkçılığında *Mustelus mustelus*, *Scyliorhinus stellaris* ve *Oxynotus centrina*'nın yakalandığı görülmektedir (Bayhan ve diğ. 2006). Kuzey Marmara Denizi'ndeki balıkçılık araştırmaları sırasında Bök ve diğ. (2011), 40 mm göz açıklığına sahip algarna ile yapılan avcılıkta *Mustelus asterias*'ı kaydetmiş ve toplam avın %0.03'ünü oluşturduğunu bildirmiştir. Kabasakal'a (2013) ve Kabasakal ve Bilecenoğlu'na (2020) göre, bozcamlı (Hexanchus griseus) Türk sularında hedef dışı en fazla yakalandığı yer Marmara Denizi'dir ve söz konusu bölgede son 60 yılda en az 150 tane bozcamlı hedef dışı yakalanmıştır. İşmen ve diğ.'e göre (2013) *Squalus acanthias*, *Oxynotus centrina*, *Scyliorhinus canicula* ve *Scyliorhinus stellaris*, Marmara Denizi'nde hedef dışı avcılıkta en fazla kaydedilen köpekbalığı türleridir. hedef dışı av köpekbalıkları olarak kaydedilmiştir.

KORUMA SORUNLARI

Marmara Denizi'nde kaydedilen köpekbalığı türlerinin IUCN koruma kriterleri Tablo 1'de özetlenmektedir. Tabloya bakıldığında türlerin yüzde 74'ünün (14 tür) savunmasız (vulnerable) ile kritik tehlike altında (critically endangered) bir koruma kategorisinde olduğu görülmektedir. Ticari balıkçılıktan kaynaklanan hedef dışı av baskısı sonucu Akdeniz'de neredeyse tüm köpekbalığı türlerinin popülasyonlarında endişe verici düşüşler yaşandığı görülmektedir (Dulvy ve diğ. 2014). Marmara Denizi köpekbalıklarının IUCN kriterleri baz alındığında (Tablo 1), iç denizde yaşayan türler üzerindeki bitmek bilmeyen av baskısı türlerin sağ kalımları üzerinde ciddi bir tehdit yaratmaktadır. Köpekbalıklarının yavaş büyümesi, geç cinsel olgunluğu, düşük doğurganlığı ve uzun ömrü, düşük nüfus artış oranlarına neden olur (Camhi ve diğ. 1998). Bu tür yaşam öyküleri, bu türleri aşırı sömürüye karşı oldukça savunmasız hale getirir ve popülasyonları tükendikten sonra geri kazanılmalarını yavaşlatır, hatta olanaksızlaştırır. Güncel su ürünleri kanunu uyarınca Türk sularında 16 köpekbalığı türü koruma altına alınmıştır ve bu durum şüphesiz Marmara Denizi'nde yaşayan türlerin popülasyonlarının korunması açısından da önemli bir

adımdır. Ancak, yasal koruma kapsamı yanı sıra, balıkçıların hedef dışı avladıkları köpekbalığı türlerini zarar vermeden denize geri bırakmaya ve bu işlem sırasında uygulayabilecekleri standart bir metodolojiyle eğitime ihtiyaçlarının olduğu da bir gerçektir. Akdeniz genelinde ciddi bir av baskısıyla karşı karşıya yaşam savaşı veren bu hassas türler için Marmara Denizi, koruma ve yönetim önlemleri uygulandığı takdirde dikkate değer bir sığınak sağlayabilir.

SONUÇLAR

Son 25 yılda Marmara Denizi'nde köpekbalıkları üzerine yürütülen araştırmalardaki kayda değer artış, bu kararla çevrili küçük deniz bölgesinin tepe yirtıcılarının daha iyi anlaşılmasını ve bölgede artık yaşamadığı düşünülen bazı türlerin yeniden envantere girmesini sağladı. Örneğin, Marmara'daki varlığı eski envanterlerde kaydedilmiş olan (Ninni 1923; Deveciyan 1926; Erazi, 1942; Mater ve Meriç 1996)) ve güncel tür listelerindeki varlıkları (örn. Keskin ve Eryılmaz 2010), yine tarihsel envanterler bazında verilen *Echinorhinus brucus* ve *Galeorhinus galeus*'un iç denizdeki güncel varlıkları bu çabanın sonuçlarıdır. 2000'li yılların ortalarında bir dizi derin deniz görüntüleme araştırmasının ardından *Echinorhinus brucus* ve *Galeorhinus galeus* içdenizde uzun yıllar sonra yeniden görüntülenmişlerdir (Kabasakal ve diğ. 2005; Kabasakal ve Türetken 2021 baskıda). Akdeniz'de giderek yaygınlaşan bir köpekbalığı olarak kabul edilen *Alopias superciliosus*'un (Serena, 2020), Marmara Denizi'nde de yaşadığının keşfi, yanı sıra derin deniz zonunda avlanan *Galeus melastomus*'un mide içeriği ve beslenmesine ilişkin bilgiler, yine Marmara sularında yakın zamanda yapılan köpekbalığı araştırmalarının bir sonucudur (Kabasakal ve Karhan 2007; Oral 2010).

Centrophorus granulosus ve *C. uyato*'nun geçerliliği taksonomistler arasında hâlâ tartışılmaktadır (Serena ve diğ. 2020), Bazı araştırmacılar *Centrophorus*'un Akdeniz türlerinin *C. uyato* olarak adlandırılması gerektiğini öne sürerken, diğerleri yeni bir neotip ve tanım önermişlerdir (Serena ve diğ. 2020). Serena ve diğ. (2020) değerlendirmesi temelinde Türk sularında geçerli olan tür şu an için *Centrophorus cf. uyato* (Rafinesque 1810) türüdür. Bu nedenle, 1990'lı yılların başında Marmara Denizi'nde kaydedilen *Centrophorus* örnekleri *C. granulosus* tanımlanmış olsalar da (Benli ve diğ. 1993), bu eski örneklerin doğru teşhis ve isimlendirme için yeniden incelenmesi gerekmektedir. *C. cf. uyato* kuzey Marmara batıyalından Meriç (1995) tarafından rapor edilmiştir.

Bir zamanlar Marmara'da orkinos (*Thunnus thynnus*) peşinde kol gezen (Kabasakal 2020) *Carcharodon carcharias* dahi eski yuvasına geri dönüyor olabilir. Çanakkale Boğazı'nın güneyinde ve boğaziçi bölgede yakın zamanda yeni doğmuş bir beyaz köpekbalığının yakalanmış olması (Kabasakal 2020), bölgenin kuzey-doğu Akdeniz'de *C. carcharias* için yeni bir üreme alanı olabileceği konusunda daha fazla kanıt sağlarken, aynı zamanda türün civardaki eski habitatını, Marmara Denizi'ni yeniden kolonileştirmeye başladığının bir işareti de olabilir.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Bayhan, Y.K., Çiçek, E., Ünlüer, T., Akkaya, M. (2006) Catch and by-catch composition of the shrimp fishery by beam trawl in the southeastern Marmara Sea. *Ege University JFAS* 23: 277-283.
- Benli H.A., Cihangir, B., Bizsel, K.C. (1993) A new record for the Sea of Marmara; (Family: Squalidae) *Centrophorus granulosus* (Bloch & Schneider, 1801). *Turk J Zool* 17: 133-135.
- Bök T.D., Göktürk, D., Kahraman. A.E. (2011) Bycatch in 36 and 40 mm PA Turkish twin rigged beam trawl codends. *Afr J Biotechnol* 10: 7294-7302.
- Camhi, M., Fowler, S.L., Musick, J.A., Bräutigam, A., Fordham, S.V. (1998) Sharks and their Relatives – Ecology and Conservation. IUCN/SSC Shark Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. iv + 39 pp.
- Cavanagh, R.D., Gibson, C. (2007) Overview of the Conservation Status of Cartilaginous Fishes (Chondrichthyans) in the Mediterranean Sea. IUCN, Gland, Switzerland and Malaga, Spain. vi + 42 pp.
- Deveciyan, K. (1926) Pêche en Pêcheries en Turquie. Istanbul: Imprimerie de l'Administration de la Dette Publique Ottomane.
- Dulvy, N.K., Fowler, S.L., Musick, J.A., Cavanagh, R.D., Kyne, P.M., Harrison, L.R., Carlson, J.K., Davidson, L.N., Fordham, S.V., Francis, M.P., Pollock, C.M., Simpfendorfer, C.A., Burgess, G.H., Carpenter, K.E., Compagno, L.J., Ebert, D.A., Gibson, C., Heupel, M.R., Livingstone, S.R., Sanciangco, J.C., Stevens, J.D., Valenti, S., White, W.T. (2014) Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays. *eLife* 3: e00590. 34 p. doi: 10.7554/eLife.00590.
- Erazi, R.A.R (1942) Marine fishes found in the Sea of Marmara and in the Bosphorus. *Revue de la Faculté des Sciences de l'Université d'Istanbul B* 7: 103-115.
- Fergusson, I.K. (1996) Distribution and Autoecology of the White Shark in the Eastern North Atlantic Ocean and the Mediterranean Sea. In: Great White Sharks. The Biology of *Carcharodon carcharias* (eds., Klimley, A.P.D., Ainley, G.). Academic Press. pp. 321-345.
- İşmen, A., Yığın, C.Ç., İnceoğlu, H., Arslan, M., Daban, B., Kale, S., Kocabaş, E., Şirin. M. (2013) Chondrichthyan bycatches in the beam trawl shrimp fishery of the Marmara Sea. *Rapp. Comm. int. Mer Médit* 40: 487
- Kabasakal, H. (2013) Bluntnose sixgill shark, *Hexanchus griseus* (Chondrichthyes: Hexanchidae), caught by commercial fishing vessels in the seas of Turkey between 1967 and 2013. *Annales - Ser. Hist. Nat* 23: 33-48.
- Kabasakal, H. (2020) Agreement with the monster. The lessons we learned from the great white shark in Turkish waters. Turkish Marine Research Foundation (TUDAV) Publication No: 57. İstanbul. 74 sayfa.
- Kabasakal, H. (2021) A review of shark biodiversity in Turkish waters: updated inventory, new arrivals, questionable species and conservation issues. *ANNALES - Ser Hist Nat* 31 (baskıda: in press).
- Kabasakal, H., Bilecenoglu, M. (2020) Shark infested internet: an analysis of internet-based media reports on rare and large sharks of Turkey. *FishTaxa* 16: 8-18.

- Kabasakal, H., Karhan, S.Ü. (2007) On the occurrence of the bigeye thresher shark, *Alopias superciliosus* (Chondrichthyes: Alopiidae), in Turkish waters. *Mar Biodivers Rec* doi: 10.1017/S1755267207007452; Vol. 1; e69.
- Kabasakal, H., Türetken, K.F. (2021) Photographic documentation of tope shark, *Galeorhinus galeus* (Linnaeus, 1758), in İstanbul Strait: Reoccurrence of a rare shark in troubled waters. *J. Black Sea/Mediterranean Environment* 27: (baskıda: in press).
- Kabasakal H., Öz, M.İ., Karhan, S.Ü., Çaylarbaşı, Z., Tural, U. (2005) Photographic evidence of the occurrence of bramble shark, *Echinorhinus brucus* (Bonnaterre, 1788) (Squaliformes: Echinorhinidae) from the Sea of Marmara. *Annales - Ser Hist Nat* 15: 51-56.
- Keskin, Ç., Eryılmaz, L. (2010) Fish fauna of the Sea of Marmara and Demersal Fish Assemblages. In: Marmara Denizi 2010 Sempozyumu, Bakırköy Yunus Emre Kültür Merkezi, İstanbul, 25-26 September 2010, Bildiriler Kitabı. (ed., Öztürk, B.), İstanbul: Türk Deniz Araştırmaları Vakfı. p. 289-311.
- Mater, S., Meriç, N. (1996) Deniz Balıkları. In: Türkiye Omurgalıları Tür Listesi, (Kence, A., Bilgin, C.C.) Ankara: TÜBİTAK. p. 129-172.
- Meriç, N. (1995) A study on existence of some fishes on the continental slope of the Sea of Marmara. *Turk J Zool* 19: 191-198.
- Ninni, E. (1923) Primo Contributo allo Studio dei Pesci e della Pesca nelle Acque dell'Impero Ottomano. Venezia: Premiate Officine Grafiche Carlo Ferrari.
- Oral, M. (2010) A preliminary study on feeding habits of blackmouth catshark *Galeus melastomus*, Rafinesque, 1810, sampled from the Sea of Marmara. In: Marmara Denizi 2010 Sempozyumu, Bakırköy Yunus Emre Kültür Merkezi, İstanbul, 25-26 September 2010, Bildiriler Kitabı, (ed., Öztürk, B.), Türk Deniz Araştırmaları Vakfı, İstanbul, p. 312-316.
- Öztürk, B., Öztürk, A.A. (1996) On the biology of the Turkish Straits System. *Bulletin de l'Institut océanographique de Monaco* No. spécial 17: 205-221.
- Serena, F., Abella, A.J., Bargnesi, F., Barone, M., Colloca, F., Ferretti, F., Fiorentino, F., Jenrette, J., Moro, S. (2020) Species diversity, taxonomy and distribution of Chondrichthyes in the Mediterranean and Black Sea. *The European Zoological Journal* 87: 497-536.
- Turan, C., Gürlek, M., Ergüden, D., Kabasakal, H. (2021) A new record for the shark fauna of the Mediterranean: Whale shark, *Rhincodon typus* Smith, 1828 (Orectolobiformes: Rhincodontidae). *ANNALES - Ser Hist Nat* 31 (baskıda: in press).

TÜRKİYE SU ÜRÜNLERİ SEKTÖRÜ

MURAT KUL

Deniz Ticaret Odası Balıkçılık Komitesi Başkanı
muratkul@windowslive.com

Türkiye denizlerinde endüstriyel balık avcılığı Gırgır, Trol ve Ortasu Trolü adı verilen balıkçı tekneleriyle yapılmaktadır. Bu teknelerin sularımızdaki boyutları, 20m. ile 65m. arasındadır.

Bir gırgır teknesinin maliyeti 1.500.000 TL ile 50.000.000 TL arasında değişmektedir. Balıkçı teknelerimizin %80'inin materyali sacdır.

Üretimin %90'ını sağlayan, her birinin içinde en fazla 35 en az 15 kişinin bulunduğu 681 adet gırgır balıkçı teknesi, 512 adet trol teknesi ve bunlara bağlı olan 200 adet yardımcı teknelerdir.

Türkiye'de balıkçılık; Karadeniz, Ege Denizi ve Akdeniz'in Türk karasularında, Marmara Denizi ve Boğazlar (İstanbul Boğazı ve Çanakkale Boğazı) ile iç sularda yapılmaktadır

BOĞAZLARDA SADECE 2-3 MİLLİK ALANDA AVCILIK YAPILIR, BOĞAZLARIN %90 LİK BÖLÜMÜ AVCILIĞA KAPALIDIR)

Şunu vurgulamak gerekirse; sayısal olarak Türkiye de 18.790 adet tekne olmasına rağmen üretimin ana ağırlığını yani %90'ını endüstriyel balıkçı teknesi dediğimiz gırgır ve trol balıkçılığı sağlar.

Üretimin %90 ını sağlayan her birinin içinde en fazla 35 en az 15 kişinin bulunduğu 681 adet gırgır balıkçı teknesi, 512 adet trol ve ortasu teknesi ve bunlara bağlı olan 200 adet yardımcı teknelerdir.

Geriye kalan 17.397 teknede üretimin %10 unu oluşturan içlerinde 2 veya 8 kişi bulunan küçük ölçekli, kıyılarda avcılık yapan 1 ila 12 metre arasındaki teknelerdir.

Balıkçı gemisi (saç, ahşap) ve tekne yapan tersaneler,

-Balıkçı motoru, seyir araçları, balık bulucu cihazların dış alımı yapan hizmet sektörü,

-Balık ağı, ağ ipliği, yüzdürücü, batırıcı, naylon halat ve çelik halat sanayi,

-Balık işleme, konserve, balık unu ve ambalaj sanayi,

-Balık yemi sanayi,

-Soğuk muhafaza,

-Nakliye ve pazarlama, perakendecileri ve ihracatçılarıyla entegre olmuş bir sektördür...

Balıkçılık Sektörü, balığı avlayan tekne, av araçları, avlanan ürünün muhafazası, nakliyesi, işlenmesi ve pazarlanması gibi, bir dizi sektörle entegre olmuş ve bu sektörlerin lokomotifidir.

Sektörel olarak sanayi kolları nedeniyle 200.000, kendisi ve denizlerde çalışanlarıyla 250.000 ferde iş sağlayan, ülkemizdeki aile yapısını da göz önünde bulundurursak 1.500.000 ferde iş ve aş sağlayan bir sektördür.

Karadeniz, Türkiye balık üretiminin %60'ını karşılar. Marmara denizi ve diğer denizlerimiz olarak sıralanır. Karadeniz'den avlanan balıkların; %61,5'i hamsi, %26'sı çaça, %4,3'ü Karadeniz istavriti, %2'si palamuttur. (BU VERİLER HER YIL DEĞİŞİR, BALIKLARIN ÜREMESİNE GÖRE)

Yılda 450-500 bin ton balık tutuluyor. Bunun yaklaşık 240 bin tonu hamsi, 20 bin tonu kefal, 20 bin tonu sardalya, 15 bin tona yakını ise istavrit Palamut, Lüfer... Yıllara göre üreme durumuna göre değişiklik gösterir. Türkiye'deki balık piyasasının toplam büyüklüğü 5 milyar dolara ulaşıyor.

- Ülkemiz de balıkçılık sezonu 1 Eylül de başlar ve 15 Nisan'a kadar devam eder ve bundan sonra avlanma yasakları başlar.
- Avlanma yasağının başlama nedeni ise balıkların göçleri ve havyar dökme zamanlarının gelmiş olmasıdır.
- *Biz balıkçılar olarak bu süre zarfında denizlerimize gereken özeni göstermeyi ve korumacı olmayı dört buçuk (4,5) ay boyunca hiçbir kazanç sağlamadan göstermekteyiz.*

DENİZ ÜRÜNLERİNDE Kİ AZALMA NEDENLERİ

- Çevresel Etkenler
- Yasadışı avcılık
- Tekne sayılarında ki artış
- Bilinçsiz Avlanma Küresel ısınma (İklim şartları
- Islah olmayan dereler, fabrika atıkları.
- - Demirleme alanlarındaki ışık kirliliği.
- - Deniz dibine atılan kıyı bandı çalışmalarındaki tonoz ve hafriyat atıkları.
- - Belediyelerin arıtma tesislerinin yetersiz olması.
- - Bunlar gibi birçok neden bulunmaktadır.

BALIKLARIN GÖÇLERİ

- Eylül, Ekim, Kasım, Aralık aylarında lüfer olsun, çinakop olsun, istavrit palamut olsun kıyı bandından gider. Henüz derin sulara inmezler.
- Sular soğuyunca yani aralık ocak aylarına kadar durum böyledir. Göç etmeyen, iç denizde kalan balıklar balıkçıların kanal suyu dediği derinliğin altına ancak aralık ayından itibaren inerler. Bu kanal suyu denen çizgi, kışın farklı bu aylarda ise farklı derinliği ifade eder.
- Kaçak ve Yasadışı avcılıkla mücadele için ilgili kurumların daha sıkı tedbir alınması, özellikle Haliç'te, Boğaz'da, Marmara ve bütün denizlerimiz yasadışı avcılığın önüne geçilmesi için denetimlere ağırlık verilmesi...

- Su canlılarının yaşam alanlarının korunması için sadece Gırgır Ve Trol avcılarına değil, olta ve sportif amaçlı balıkçılığı dahil her türlü balıkçılığa denetim getirilmesi...

Bugün ülkemizde en büyük balıkçı olarak ifade edilebilecek balıkçı motoru istihdam ettiği insan sayısı ve satış miktarı olarak değerlendirildiğinde kanunlarımıza göre ancak Küçük Ölçekli İşletme sınıfına girebilir.

Bu tip işletmeler yani KOBİ'ler, ekonominin bel kemiğini teşkil etmektedir.

Sorunlar

- Önceki yıllarda sadece Tarım ve Orman Bakanlığı ve Ulaştırma Bakanlığı ile muhattap oluyorduk, şimdi Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve İçişleri Bakanlığı ile birçok Bakanlık ile çözüm bulmaya çalışıyoruz.
- Acil bir balıkçılık politikasına ihtiyaç vardır.İçinde Balıkçıların,Bilim insanlarının ve Bakanlık yetkililerinin de olduğu, Bir Bilim kurulu olmalıdır..

Türkiye’de Balık Tüketimi;

- Türkiye’de kişi başı balık tüketimi 7,6 kilograama ulaşırken, en çok balık kişi başı yıllık 25 kilogramla Karadeniz Bölgesi’nde tüketiliyor. Kişi başı yıllık en çok balık tüketimi 25 kilogramla Karadeniz Bölgesi’nde gerçekleşirken, bu rakam Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde 1 kilogramın altına kadar iniyor. İzmir, Ankara, İstanbul gibi büyük şehirlerde ise yıllık kişi başı tüketilen balık miktarı 16 kilogram.

Müsilaj

- BİZLER BALIKÇILAR OLARAK 30 YILDIR BU OLAYLA KARŞILAŞIRIZ..YILLARA GÖRE AZ VE ÇOK ARTIŞI DEĞİŞİR...

MÜSİLAJ VE BALIKÇI

- Müsilaj olduğu zaman balık avlayamıyoruz... Kaykayın Balık ağlarımıza yapışması nedeni ile denizden av çekmeye zorlandığımız için geçen yıl Marmara denizi avcılığa doğal olarak kapalıydı...
- Ekonomik olarak bölge balıkçısı zarar gördü...
- Bilinçsizce yapılan açıklamalar nedeni ile balık satışları çok düştü...
- Müsilaj olayında Balıkçı bugüne kadar düzenlenen toplantılara fazla müdahil edilip söz alamadı ve sorunlarını anlatamadı...
- Her önüne gelen yorum yaptı ve bunun en büyük paydaşı olan balıkçı mağduriyet yaşadı...
- Balıkçılık sektörü milyonlarca kişiye aş ve iş sağlıyor, açıklama yaparken özellikle bazı bilim insanları, Denizcilik ve Balıkçılık ile ilgili kurumların yaptığı açıklamalarla, insanları balık tüketiminden uzaklaştırdı.

- Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğümüz her defasında haftada bir analiz yaptı ve sorun olmadığını halkımıza açıkladı...
- Eylül ayında Deniz suları fazla soğuk olmadığı için balıklar toplanmaz ve avcılık daha düşük olur.
- Balıkçılarımız sadece 1 Eylül ve 15 Nisan arası avcılık yapar...4,5 ay balıkçı teknelerimiz yani fabrikaları balıkların üreyip çoğalması için kapatırız. (Yıllar önce bu yasağı balıkçı kendisi almıştır.)
- Marmara Denizde koruma alanı istenmektedir... Buna karşıyız!.. Fakat Marmara denizinde koruma alanları mevcuttur. Önerimiz bu alanları sportif amaçlı dahil olmak üzere bütün avcılığa kapatılabilir. Bu alanları korumakta zorluk çekiyoruz.

Marmara Denizi'nde İmralı Adası, Kocaali Körfezi, Gemlik Körfezi, Büyükçekmece Koyu ve 24 metre kıyıdan avlanma yasağı ve koruma alanları mevcuttur. Yeni bir yasakla bu sektör zor duruma düşer ve milyonlarca sektör zor duruma düşer.

- İstanbul'da 134 dere var
- Sadece İstanbul'un 134 deresi var. Çoğu birleşerek Marmara Denizi'ne ya da Boğaz'a akıyor.
- Hem nüfus hem sanayi Marmara Denizi'nin etrafında konumlanmış durumda. Çoğu evsel ve kimyasal atık kaba bir filtrelemenin ardından dereler veya deşarj yöntemiyle bu denize ulaşıyor. Atıklar deniz salyasının beslediği azot ve fosfatı denize taşıyor.
- Marmara Denizi'nin mavi sularını kirleten bağlantılardan biri de Kadıköy'den denize uzanan Kurbağalıdere .
- Marmara Denizine Akan Nehirler;
- Yalak Deresi
- Kocasu Deresi (Uluabat Gölü'nden sonra Koca Deresi)
- Karaerik Deresi
- Aliova Çayı
- Emet Suyu
- Simav Çayı
- Kara Deresi
- Kadıköy Deresi
- Kocaafşur Çayı
- Madra Deresi
- Hanife Deresi
- Gölcük Deresi
- Dombay Deresi
- Killer Deresi
- Değirmencik Deresi
- Keçi Deresi
- Milyonlarca kişi denizlerden geçimini sağlamaktadır yasak getirirken ve karar alınırken çok iyi düşünülmelidir
- Denizler ortak paydaşımızdır...

- Burada tartişılması gereken BALIK ve BALIKCI olmadığını dūřunuyoruz... Bizler Balıkçılar olarak denizlerimize sizler gibi daha çok sahip çıkıp temizlenmesini bekliyoruz, biran önce derin deşarj, Belediyelerin arıtma sistemlerinin düzgün ve doğru şekilde denetlenip faaliyete geçmesini bekliyoruz...

BALIKÇILARIN PERSPEKTİFİNDEN DENİZ SALYASININ ORTAYA ÇIKIŞI VE DENEYİMLER

Erdoğan KARTAL
S.S İstanbul Bölgesi Su Ürünleri Kooperatifler Birliği
Yönetim Kurulu Başkanı
erdogan_kartal@hotmail.com

Marmara Denizi salya (müsilaj) ile ilk defa Haliç'in arıtmasız olarak Marmara Denizi'ne akıtılması ile tanıştı (1993). Marmara Denizi ve İstanbul Boğazı Balıkçıları da hiç tanımadıkları salya ile bu tarihte tanıştılar ve büyük miktarda ekonomik zarara maruz kaldılar. Sebebi erken bulunsa da, elden gelecek bir şey yoktu. Haliç'in suyu bilim insanlarının uyarılarına rağmen insafsızca arıtılmadan Marmara Denizi'ne aktarıldı. O günlerde Marmara Denizi bize uyarı yaparak bir ders vermişti, ama o gün bunu anlayamadık, daha doğrusu anlamak istemedik, çünkü su yüzüne çıkan o çirkin görüntü yoktu, doğal olarak rahatsız olacak kimse de yoktu. Balıkçılar hariç! Zaten balıkçıların da değeri ve önemi yoktu o günlerde, aynen bugünkü gibi. Bugün o zamanı düşündüğümde, keşke deniz salyası o gün denizin yüzeyine çıkmış olsaydı diye düşünüyorum ki sadece balıkçılar değil herkes rahatsız olsaydı, belki de bugünkü felaketleri yaşamazdık! Olur muydu sizce? Bence yine de bugünleri yaşamak zorunda kaldık, çünkü o gün bilim insanlarını dinlemeyen siyaset, ne yazık ki bu gün de dinlemiyor. Marmara Denizi'ni aslında bir göl olarak düşünebiliriz. O dönem adeta bir göl gibi Marmara Denizi bizlere gerekli olan cevabı çok kısa zamanda verdi, ama bizler bunu görmezden gelmeye devam ediyoruz. Korkunç etkileri daha da ortaya çıktıkça ancak anlayacağız Marmara Denizi'nin bize verdiği tepkileri maalesef.

1993 yılındaki salya sorunu, bir iki yıl kadar gündemde kalıp sonra aynen bugünkü gibi gözden kayboldu, ne kaykay makaraları kaldı, ne adı ve sanı kaldı. Aradan 30 yıl geçmişti, 2007'de tekrar kaykay, müsilaj, salya konuşmaya başlamıştık, ancak yine suyun üstüne pek çıkmıyor, kimseye görünmüyordu, tabii balıkçılardan başka! Bu haliyle de Devlet erkanını korumuş oluyordu, hiçbir aksiyon almalarını gerektirmiyordu görünmez olunca. Balıkçılar hariç dedik ya, balıkçıların ne yaşadığı da tabii önemsenmiyordu. Marmara Denizi isyan ediyor, ama balıkçılar ve bilim insanları hariç kimin umurundaydı? O yıllarda müsilaj üzerine bilimsel araştırmalar yapılmıştı, ancak araştırmalar yine kağıt üzerinde kaldı maalesef.

Aslında felaketin daha sert geleceğinin sinyalinin Marmara Denizi 2007-2008 yılında vermişti biz balıkçılara ama yine suyun üstüne çıkmadığı için üzerine giden olmamıştı. Şehirlerin, sanayilerin Marmara Denizi etrafında bu kadar büyümesine müsaade etmezdik anlasak belki de. Biz ne yaptık? Hem şehirleri insafsızca, acımasızca büyüttük, hem de sanayiye. Bütün uyarılara, tepkilere rağmen hep beraber bugünlere getirdik Marmara Denizi'ni.

Marmara Denizi ise hep sessiz kaldı, sessizce içinde isyan etti. Halbuki o gün kızsana, ağlasana bugün ağladığın gibi hüngür hüngür, göz yaşların sel olup yüzeye çıksa ya! O zaman belki görürdün devlet erkanı ve bugünü yaşamazdık, belki geriye dönülmeyecek yola girmezdik! O günlerde Balıkçılarımızın ekonomik durumları da çok etkilenmekteydi, ama su üstüne çıkmayınca doğal olarak basın da göremedi, göremezdi, ilgi çekmezdi çünkü.

Hadi hayırlısı dedik, 2008 de geçti, bu sefer aradan geçen 13 yılın sonunda Marmara Denizi isyan etti, ne olacaksa olsun diyerek gözyaşlarını sel etti, ama içine değil bu sefer dışına vurdu. İnsanoğlu bu ya, içine atanı görmeyiz, dertlerini dışa vurunu görürüz. Burada da öyle oldu. Fakat bu seferki tepkisi gerçekten çok sert oldu. Marmara kimseye ne aş verdi, ne ekmek verdi bu sefer, içine attıklarının bedelini yine bize balıkçılara ödetti kısıcası. 2021’de karşı karşıya olduğumuz müsilağı benim çok anlatmama gerek yok aslında, suyun üstüne çıkınca devlet erkanı da, basın da, halkımız da gördü ve rahatsız oldu. Kimisi denize giremeyecek, kimisi kokudan ve görüntüden rahatsız olacaktı. E ne yapacağız şimdi? Bilim insanlarına soracağız! E sor ama iş isten geçmiş, bu saatten sonra neyi soracaksın? Balıkçılarımıza bu sefer de teknelerinizden idrar salmayın suya dendi, yapmayın yoksa ağır cezası var, dendi. Şimdi biz idrarı depolayacağız ya, deniz kurtulacakmış, haydi hayırlısı diyelim! Ha bir de müsilağı deniz yüzeyinden temizleme çabaları oldu ama bunun ne kadar göstermelik olduğu konusuna hiç girmeyeyim, girsem Haliç’in dibi gibi, çıkamayız zaten.

Müsilağın balıkçılarımıza hem ekonomik, hem de psikolojik olarak çok fazla zararlar verdiği maalesef bugün bir gerçektir. Bu belanın artık bir daha olmayacağını düşünemeyiz. Tersine, her an burada olacağına ilişkin güçlü kaygılarımız var. Zaten aşırı avlanma nedeniyle tutacak balık bulamadığımızı göre, yeni ağlar yaptırmak da anlamsızlaştı. Müsilağ bunun üzerine eklendi.

Müsilağın 2021 yılı itibarıyla Marmara Denizi’nde biyoçeşitliliği ne kadar ve nasıl etkilediği her geçen gün daha net anlaşıyor. Marmara Denizi’nde pek çok balık türünün zaten çok zor durumda olduğunu biliyorduk, ancak küresel ısınmanın etkisiyle birkaç yıldır eklenen bir kaç tür vardı. 2021 yılına geldiğimizde müsilağa rağmen bazı yeni türlerin varlığı devam etse de, asıl Marmara Denizi’nin kendi balıklarında oldukça eksiklik olduğunu gözlemliyoruz. Başta hamsi olmak üzere, istavrit, dil, zargana balıkları eksikliklerini ciddi şekilde hissettiriyorlar. Marmara Denizi bir göç yolu olmasına rağmen lüferin nereden nasıl geçtiği pek anlaşılmıyor. 2021 yılında müsilağdan dolayı İstanbul Boğazı’nı görece rahatsız edilmeden geçebildi ve küçük ölçekli balıkçılarımıza lüfer bir cankurtaran oldu. Bu yıl lüfer olmasaydı, denizlerimizde hamsiden başka tutulacak balık olmayacaktı ve ekonomik olarak iyice çökmüş olacaktık.

Sonuç olarak, Marmara Denizi’ndeki müsilağın kendiliğinden koyduğu avcılık engelleri ve pandemi dönemindeki aşırı avlanmayı zorunlu olarak kısıtlayan yasaklar bizlere büyük bir ders vermiş oldu bu sene. Bu dersi de anlayamadıysak, daha nasıl bir ders anlamamızı sağlayacak bilmiyorum.

Şimdi söyleyeceklerim balıkçılarımıza başlangıçta ters gelecektir. Ama orta ve uzun vadede balıkçılarımızın büyük fayda göreceği şeylerden bahsedeceğim. Sigara yasakları ilk başladığında ben de dahil nasıl tepkiler verdiğimizi hatırlıyorum. Fakat bugün baktığımızda sigara yasağına itiraz edenlerin hepsi itirazlarının yanlış olduğunu anladı ve tersine yasağın getirdiği faydaları kabul etti.

Pandemi dönemindeki av yasaklarının balığın göç zamanına denk gelmesi, balığın Marmara Denizi'nden, Ege Denizi'nden Karadeniz'e hiçbir engelle karşılaşmadan göçünü tamamlamasını sağladı ve pandeminin ilk senesinde gerçekten iyi sayılabilecek bir avcılık yapabildik. Bunun nedenini tekrar tekrar düşünmeliyiz. Yine 2021 yılında müsilağdan dolayı İstanbul Boğazı'nda kalan lüfer, endüstriyel avcılık yapılmadığından ve yasadışı avcılık oldukça engellendiğinden Karadeniz'e göçünü tamamlayabildi ve bugünkü bereketi bizlere yaşatmış oldu. Biz buradan şunu anladık: Marmara Denizi, Çanakkale Boğazları ve İstanbul Boğazları balık göç yolları olarak Endüstriyel Balıkçılığa kapatılmalı ve korunmalı. Bu sayede 10-15 kişinin değil, Karadeniz ve Marmara Denizi'ndeki bütün balıkçılarımızın evlerine ekmek götürebilmesini sağlamalıyız. Müsilaj ne yazık ki bizlere bu dersi verdi. Biz balıkçılar olarak bundan önemli dersler çıkarttık, fakat anlaşılan o ki, biz veya siz değil, bu dersi dinleyip de anlamayan devlet erkânı sınıfta kalmıştır.

LÜFER POPULASYONUNUN MARMARA VE KARADENİZ'E ÇİFT YÖNLÜ ÜREME VE BESLENME GÖÇÜ SIRASINDA KARAYA ÇIKARILAN AVDAKİ ISKARTA AV ORANLARININ TAHMİNİ VE BALIKÇILIK YÖNETİMİ ÜZERİNE ÖNERİLER

ESTIMATION OF DISCARD RATES OF BLUEFISH LANDED DURING BI-DIRECTIONAL REPRODUCTION AND FEEDING MIGRATION TO MARMARA AND BLACK SEA AND RECOMMENDATIONS ON THE FISHING MANAGEMENT

Mustafa ZENGİN^{1*}, Elvan ATILGAN², F. Saadet KARAKULAK³,
Taner YILDIZ³, Uğur UZER³

¹Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Balıkçılık Yönetimi
Bölümü, Trabzon

²Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara İl Müdürlüğü, Ankara

³İstanbul Üniversitesi, Su Bilimleri Fakültesi, Balıkçılık Teknolojisi ve
Yönetimi Anabilim Dalı, İstanbul

*muze5961@gmail.com

ÖZET: Bu araştırma 2013 ve 2014 yıllarında, Çanakkale ve İstanbul Boğazları dahil Marmara Denizi ile Karadeniz'deki balıkçılık yerleşimlerinde, av sezonu boyunca yürütülmüştür. Ede edilen bulgular için temel olarak doğrudan balıkçı liman ve barınaklarında ticari av araçları (ortasu trolü, dip trolü, gırgır) ile karaya çıkarılan av örneklemelerinden yararlanılmıştır. Sayıca ve ağırlıkça hedef ve hedef dışı avın tahmininde farklı avcılık yöntemlerine göre karaya çıkarılan birim çabadaki av (CPUE; kg/gün/tekne) temel alınmıştır. Elde edilen bulgulara göre; Marmara ve Karadeniz'deki lüfer avının büyük bir çoğunluğu; sırasıyla %99 ve %82.3'ü gırgır ağırları ile avlanmaktadır. Karadeniz'de ayrıca pelajik ve dip trolü avcılığı %10-15 oranında yer almaktadır. Her üç av aracının da seçici özelliği bulunmamaktadır. Sonbahar-kış dönemindeki en yoğun avcılık Ekim-Kasım-Aralık döneminde gerçekleştirilmektedir. Bu dönemlerde 0 ve 1 yaş grubu yavru ve genç bireyler üzerinde yoğun bir av baskısı yapılmaktadır. Araştırmanın yürütüldüğü dönemde uygulanan 20 cm'lik yasal avlanma boyunun altındaki bireylerin ağırlıkça oranı gırgır, ortasu trolü ve dip trolü için sırasıyla %54.5, %68.7 ve %69.1 gibi yüksek bulunmuştur. Karadeniz ve Marmara'daki lüfer populasyonunun sürdürülebilirliği açısından endüstriyel balıkçı filosu için minimum boy yasağı-ağ gözü açıklığı düzenlemelerinin yanısıra özellikle gırgır avcılığında (derinlik-kıydan uzaklık) ve zamansal (mevsimsel avcılığın zamanı: üreme açısından) daha uygulanabilir görülmektedir. Sürdürülebilir bir lüfer balıkçılığı için İstanbul Boğazı, Boğazın Marmara ve Karadeniz çıkışları için özel

bir balıkçılık yönetimi planı oluşturulmalıdır. Boğazdaki gırgır avcılığı kontrol altına alınmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Lüfer popülasyonu, Marmara Denizi, Karadeniz, ıskarta av

ABSTRACT: The study was carried out in 2013 and 2014 during the fishing season in the Sea of Marmara and the Black Sea fishing settlements, including the Çanakkale Strait and the Istanbul Strait. For the findings obtained in the research, the fish and landing samples taken from commercial fishing gear (mid-water trawler, bottom trawler, purse seine) directly at the fishing ports and shelters were also used. The catch per unit effort (CPUE) method was used for estimation of the target and non-target catch by number and weight. According to the results; the vast majority of bluefish caught by purse seiners in the Marmara and Black Sea was 99% and 82% respectively in the Black Sea, pelagic and bottom trawl fishing activities take place at a rate of 10-15%. All three fishing gears do not have any net selectivity. The most intense fishing period in the autumn-winter time was in October, November and December. In this period, the fishing pressure was intense mostly on juvenile and young individuals which were 0 and 1-year age group. The ratio of individuals under the minimum landing size was found to be as high as 54.5%, 68.7% and 69.1% for purse seine, midwater trawl and bottom trawl, respectively during the study period. In terms of the sustainability of the bluefish population in the Black Sea and the Marmara Sea, it seems to be more applicable legislations for purse seine fishing like as depth-distance from the coast regulations, temporal (time of seasonal fishing) and minimum landing size and mesh size arrangements for the industrial fishing fleet. For a sustainable bluefish fishing, a special fisheries management plan should be developed for the Bosphorus, The Sea of Marmara and the Black Sea, exits of the Bosphorus, and the purse-seine fishery in the Bosphorus should be taken under control.

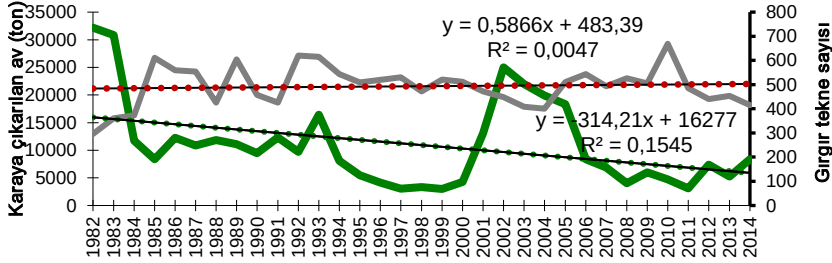
Keywords: Bluefish population, Sea of Marmara, Black Sea, discard

GİRİŞ

Uzun yılların TÜİK verilerine göre Marmara ve Karadeniz'den karaya çıkarılan lüfer avı yaklaşık son 50 yılda önemli sayılacak dalgalanmalar göstermiştir. 1967'den itibaren karaya çıkarılan av miktarlarına ilişkin yıl serileri; avın yaklaşık 10'ar yıllık periyotlarla pik yaptığını göstermektedir. Lüfer avı 1970'li yıllardan itibaren giderek hızlı bir artış göstererek, av miktarı tarihinde en yüksek seviyeye (31654 ton) ulaşmıştır. Daha sonraki her on yılda av miktarında görece artışlar bu seviyeye ulaşmamıştır. Lüfer avı 1993 yılında 15507 ton, 2002 yılında 22544 ton ve 2016 yılında ise 9311 ton seviyelerinde gerçekleşmiştir.

Uzun yılların lüfer avı ile av çabası (gırgır teknelerinin sayısı) arasında negatif bir ilişki bulunmaktadır (Şekil 1). Karaya çıkarılan av, azalan bir eğilim içerisindeyken, tekne sayılarının pozitif bir eğilim içerisinde olduğu görülmüştür. Av çabasının artışı ile av miktarı azalmaktadır. Genel olarak av çabasının arttığı yıllarda birim çabadaki av miktarı düşmüştür. Özellikle 1996-2001 ve 2008-

2011 dönemlerinde birim çabadaki av miktarları 10 ton/yıl'ın altında seyretmiştir. Aynı dönemlerde gırgır teknelerinin sayısı ise 500'ün üzerine çıkmıştır.



Şekil 1. Karaya çıkarılan lüfer avı ile gırgır filosunun av çabası arasındaki ilişki (yeşil çizgi karaya çıkarılan avın eğilimini, kırmızıçizgi ise gırgır teknelerinin artış eğilimini göstermektedir)

Gırgır, pelajik ve dip su trolü, voli, uzatma ve parakete gibi çoklu avcılık yöntemleri ile avlanan ve beslenme göç karakteristiği sebebiyle kıyıya çok yakın sularda avlanan lüfer popülasyonu üzerinde çok yoğun bir av baskısı bulunmaktadır (Zengin 2019). Bu göç döneminde özellikle 0 yaş grubunu oluşturan yıl sınıflarına ait defneyaprağı, çinekop ve sarıkanat olarak adlandırılan yavru ve genç bireyler güverteye alınmakta ve el altından pazara sunulmaktadır. Bunda türün karmaşık göç stratejisinin de da önemli bir rolü bulunmaktadır (Turan ve diğ. 2006).

Dünya denizleri için iskarta av (discard) ve hedef dışı av (bycatch) en ciddi problemlerden birini oluşturmaktadır. Iskarta avdan sadece işletilen stoklardaki hedef türler etkilenmezler, aynı zamanda trofik besin zinciri ve ekosistemdeki yaşam alanları da (bentik habitatlar da) kesintiye uğramaktadır (Harrington ve diğ. 2005). Ticari balıkçılık faaliyetleri sırasında güverteye alınan bu canlılar çoğunlukla hedef dışı av olarak adlandırılmaktadır. Bu gruplardan bir kısmı satış için muhafaza edilirken, diğer bir kısmı da düşük değerde olduğundan veya koruma ve kontrol gerektirdiğinden iskarta av olarak denize geri atılmaktadır. Iskarta avın yaşama oranı oldukça yüksek değişkenlik göstermektedir (Davis 2002). Diğer taraftan iskarta av önemli ölçüde besin kaynağının israfı ile sonuçlanmaktadır. 20. Yüzyılın ikinci yarısından itibaren dünya denizlerinin tümündeki küresel deniz avcılığı büyük ölçüde azalmaya başlamıştır. Stokların bu tüketimi giderek daha yoğun bir şekilde artarak devam etmektedir. Bu nedenle hedef dışı avın ekolojik, sosyal ve ekonomik olarak azaltılması tartışmaları karar alıcılar, balık endüstrisi ve genel tüketici halk gibi paydaşlar tarafından artan bir dikkatle izlenmektedir (FAO 2005).

Hedef dışı avı; (1) hedef türün legal av boyunun altındaki bireyler, (2) hedef dışı türler ve/veya düşük ticari değerdeki boya ait bireyler, (3) pazar değeri olmayan türler oluşturmaktadır. Güverteye alınan bu özellikteki av ya satılabilir, ya da kullanışlı olmadığı için seçildikten sonra tekrar denize atılmaktadır (Alverson ve diğ. 1994). Iskarta avın sebepleri; ekonomik, (örneğin düşük pazar

değeri), yasal av (örneğin minimum av büyüklüğü), çevresel (örneğin hava koşullarının avın tasnifini engellemesi), teknik (örneğin tekne kapasitesi, aşırı av çabası), biyolojik (örneğin zehirli balıklar, denizanaları, karmaşık göç yapısı) gibi problemler veya balıkçının kişisel kararları gibi çok çeşitli sebeplere dayanmaktadır (Rochet ve Trenkel 2005). Çok sayıdaki ülke discard problemini çözmede yasaklamaya yönelik yaklaşımları yasal önlem olarak yürürlüğe koymuştur. Son yıllarda ıskartanın azaltılması ve önlenmesine yönelik AB Ortak Balıkçılık Politikaları kapsamında bazı reformlar yapılmıştır. Bycatch/discard avın çözümlenmesinde en yaygın olarak kabul gören görüş dünyadaki farklı bölgeler arasında özgün balıkçılık uygulamalarının geliştirilmesidir (Hall ve Mainprize 2005).

Hedef dışı avın balık stokları üzerine olan etkisi ve bu avın tespitiye yönelik olarak Karadeniz ve Marmara denizinde yürütülen araştırmalar oldukça sınırlıdır. Bu makalenin özüne uygun olan az sayıdaki çalışma Ceylan ve diğ. (2014), Kasapoğlu ve Düzgüneş (2017) ve Uzer ve diğ. (2017) tarafından yürütülmüştür. Ulman ve diğ. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada 1950-2010 periyodunda Türkiye'nin Karadeniz'deki avının yaklaşık 2.7 milyon tonunun ıskarta av olduğu tahmin edilmiştir. Çalışma sonucunda Türkiye'deki balıkçılık kaynaklarının geliştirilmesi, yönetim mekanizmasının iyileştirilmesi ve yerel gıda güvenliğine karşı tehditlerin azaltılması açısından tüm balıkçılık bileşenlerinin bütününe önemine vurgu yapılmıştır.

Bu çalışma ile ardışık iki yıl boyunca; 2013 ve 2014 yıllarında, özellikle lüfer popülasyonunun Marmara'dan Karadeniz'e ve Karadeniz'den Marmara'ya doğru olan ilkbahar ve sonbahar-kış göç dönemlerinde gırgır ve trol gibi endüstriyel balıkçı tekneleri ile güverteye alınan lüfer avındaki ıskarta av miktarları sayısal ve ağırlıkça tahmin edilerek bu avın üreme ve beslenme göçü ile olan ilişkisi ve lüfer balıkçılık yönetimi açısından önemi irdelenmeye çalışılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bu araştırma 2013 ve 2014 yıllarında, Çanakkale ve İstanbul Boğazları dahil Marmara Denizi ile Karadeniz'deki balıkçılık yerleşimlerinde, av sezonu boyunca yürütülmüştür. Bu araştırmada elde edilen bulgular için temel olarak doğrudan balıkçı liman ve barınaklarında ticari av araçları (ortasu trolü, dip trolü, gırgır) ile karaya çıkarılan av örneklemelerinden yararlanılmıştır. Sayıca ve ağırlıkça hedef ve hedef dışı avın tahmininde farklı avcılık yöntemlerine göre karaya çıkarılan ticari ve ıskarta av oranları, birim çaba başına av miktarları (CPUE) ve ticari türlerin boy dağılımları incelenmiştir. Birim çabadaki avın hesaplanmasında CPUE (kg/gün/tekne) (Matsuoka 1999) indeksinden yararlanılmıştır.

Karadeniz ve Marmara'daki gırgır ve trol gibi endüstriyel balıkçı teknelerinin güverteye çıkarılan avın birim çabadaki av miktarlarını tespit etmek için tesadüfî örnekleme yöntemine göre sürdürülen '*avcılık-örnekleme*' çalışmalarında ayrıca karaya çıkarılan avın boy-frekans dağılımları da (total boy, cm) alınmıştır. Sayıca ve ağırlıkça hedef ve hedef dışı avın tahmininde 2013 ve

2014 avcılık dönemlerinde ‘Su Ürünleri Genelgesi’nde yer alan 20 cm’lik yasal av boyu referans alınmıştır.

BULGULAR

Gırgır Avcılığı

Lüfer avcılık yöntemleri açısından Karadeniz ile Marmara denizi arasında bazı farklılıklar bulunmaktadır. Karadeniz’de de avın büyük bir kısmı gırgır ağları ile avlanmasına karşın, trol avcılığına açık olan alanlarda; dip trolü ve pelajik trol avcılığı da aktif olarak kullanılmaktadır. Marmara denizi trol avcılığına tümüyle kapalı olduğu için bu bölgesel denizde ağırlıklı olarak gırgır ağları kullanılmaktadır. Avın nerdeyse tamamı gırgır ağları ile avlanmaktadır. Bu denizde 2013 ve 2014 yıllarında lüfer avının sırasıyla %99.6 ve %98.4’i gırgır ağları avlanmıştır

Karadeniz ve Marmara denizinde; 2013 ve 2014 av sezonlarında endüstriyel av filosu ile karaya çıkarılan lüfer avına ilişkin avcılık parametreleri Tablo 1’de verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre özellikle Karadeniz için ortalama aylık CPUE değerleri Ekim ve Kasım aylarında, diğer aylara göre çok yüksek bulunmuştur. Ekim-2013 dönemi için tekne başına ortalama CPUE değeri 3939 kg/gün; Ekim-Kasım, 2014 ayları için ise sırasıyla 4474.5 ve 4564 kg/gün olarak hesaplanmıştır. Birim çabadaki avın bu aylarda pik yapması; lüfer popülasyonun aynı dönemde yoğun sürüler halinde Karadeniz’e olan beslenme göçü ile ilişkilidir. Marmara denizindeki birim çabadaki av miktarı 2014 av sezonu için benzer bir eğilim göstermiştir. 2013 ve 2014 av sezonlarında gırgır balıkçı teknelerinin aktif olarak denize çıktıkları gün sayılarının aylık dağılımı Şekil 2’de verilmiştir. Her iki dönem için de teknelerin aktif avcılık gün sayısı sırasıyla Ekim ve Kasım aylarında diğer aylara göre daha fazladır. Bu aylarda lüfer avcılığı yapan balıkçı tekne sayısı ve günlük avlanma sıklığı lüfer sürülerinin göçüne bağlı olarak artmaktadır.

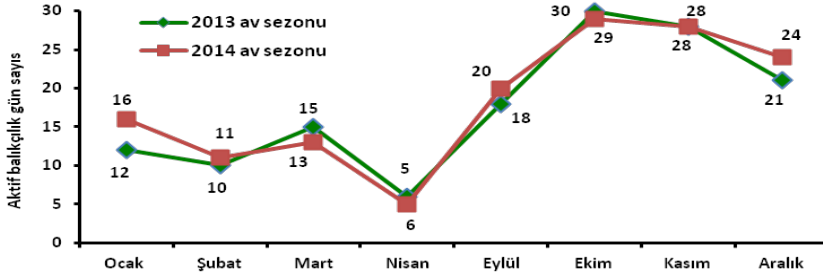
Tablo 1. Lüfer avcılığına ilişkin önemli avcılık ve operasyonel parametreler

Avcılık parametreleri	Gırgır	Pelajik trol	Dip trolü
1-Yasal av sezonu	¹ 1 Eylül-15 Nisan	15 Eylül-15 Nisan	² 15 Eylül-15 Nisan
2-Ağ göz açıklığı (mm)	24-32-36-38	32	³ 40-44
3-Av zamanı	Gece-gündüz	Gece-gündüz	Gündüz
4-Kıydan/operasyon uzaklığı (m)	750 (100-5000)	⁵ 2500 (500-5000)	⁴ 3 mil
5-Operasyon derinliği (m)	⁶ 35 (15-80)	35 (20-68)	55 (20-85)
6-Operasyon süresi (saat)	1.5 (1-2.5)	2.5 (2-3)	1.5 (1-2)
7-Operasyon sayısı (adet)	3 (1-5)	3 (2-5)	4 (2-6)

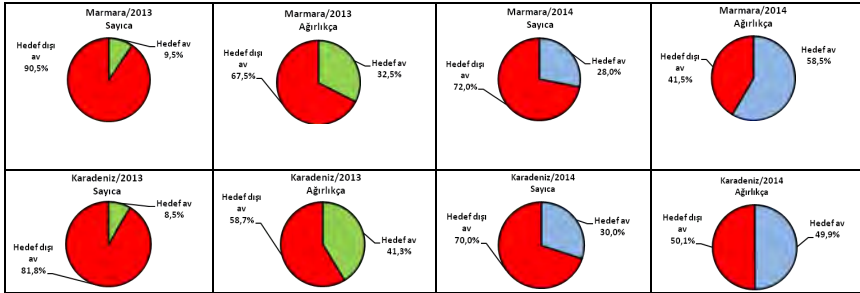
1:Aktif gırgır avcılığı 2013’de 140 gün, 2014’de 146 gün sürmüştür. **2:** Marmara denizinde trol avcılığına tümüyle yasaktır. **4:** Karadeniz’deki dip trol ağlarının torba göz açıklığı 44 mm’dir, (yasal zorunluluk), **5:** Dip trol avcılığına açık alanlarda kıydan itibaren 3 mil yasağı zorunludur, **6:** Hedef türe bakılmaksızın gırgır avcılığında; 2012 yılından itibaren 24 m’lik zorunlu av derinliği yasağı uygulanmaktadır.

Diğer taraftan av sezonu boyunca gırgır teknelerinin bireysel günlük av miktarlarının da büyük bir değişim gösterdiği saptanmıştır. Karadeniz için günlük av değişimi 2013 ve 2014 av sezonları için sırasıyla 10-45000 kg/tekne ile 15-

90000 kg/tekne arasında, Marmara denizi için ise her iki ardışık yıl için 10-4500 ve 8-12000 kg/tekne arasında değişmektedir. Hedef ve hedef dışı av oranlarının ağırlık/biyomas açısından dağılımı ise şu şekilde bulunmuştur. 2013 av sezonunda Marmara denizi için hedef dışı av %67.5, hedef av %32.5, Karadeniz için ise hedef dışı av %58.7, hedef av %41.3 olarak hesaplanmıştır. 2014 av sezonunda Marmara denizi için hedef dışı av %41.5, hedef av %58.5, Karadeniz için ise hedef dışı av %50.1, hedef av %49.9 olarak tespit edilmiştir (Şekil 3).



Şekil 2. 2013 ve 2014 gırgır av periyotlarında lüfer balıkçı teknelerinin aktif avcılık yaptıkları gün sayılarının dağılımı

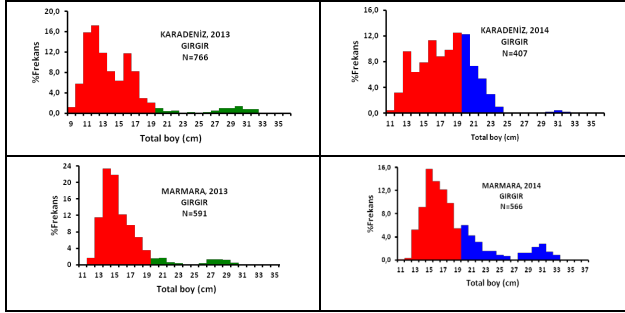


Şekil 3. Gırgır ağırları ile karaya çıkarılan lüfer avına ilişkin sayıca ve ağırlıkça hedef ve hedef dışı av oranları

Lüfer avcılığındaki bu yüksek orandaki hedef dışı av doğrudan pazarda; balık hallerinde ve mahalli marketlerde satışa sunulmaktadır. Zira lüfer balıkları tüketici talebi yüksek bir türdür ve her büyüklükteki bireyin pazar imkânı bulunmaktadır. Güverteye alınan lüfer avındaki hedef dışı avın tamamı, balıkçı reisleri tarafından bir şekilde illegal yollar ile satışa sunulmaktadır. Lüfer avcılığında, özellikle gırgır ağlarındaki bu yüksek hedef dışı av miktarlarının balıkçılar tarafından azaltılamaması sebebiyle; BSGM tarafından 2013 yılından itibaren karaya çıkarılan hedef dışı avın %15'lik bir kısmının pazara intikaline izin verilmektedir.

Gırgır ağları ile karaya çıkarılan avın boy-frekans dağılımları Marmara ve Karadeniz için Şekil 4'de gösterilmiştir. Marmara denizinde gırgır ağları ile avlanan lüfer avının boy dağılımı; 2013 yılı için 12.0-37.0 cm'ler aralığında,

ortalama 16.5 cm, 2014 yılı için ise 11.8-33.5 cm'ler aralığında, ortalama 18.8 cm olarak tespit edilmiştir. Karadeniz için ise ardışık her iki yıl için sırasıyla değişim aralıkları; 9.1-36.1 cm ve 11.9-32.2 cm, ortalama boylar ise 15.2 cm ve 18.1 cm olarak belirlenmiştir.



Şekil 4. Karadeniz ve Marmara'da gırgır ağırları ile karaya çıkarılan lüfer avının boy-frekans dağılımları. Kırmızı barlar 20 cm'den küçük; legal olmayan avın dağılımını göstermektedir.

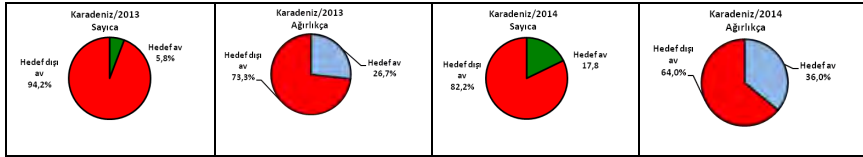
20 cm'lik legal av boyu kriter alınarak her iki denizde gırgır ağırları ile avlanan lüfer popülasyonuna ilişkin hedef ve hedef dışı avın boy dağılımları da hesaplanmıştır. Elde edilen bulgulara göre; boy dağılımı açısından 2013 yılında Marmara ve Karadeniz için karaya çıkarılan avın sırasıyla %90.5 ve %91.5'i 20 cm'lik total boy grubunun altındaki bireylerden meydana gelmektedir. 2014 yılında ise her iki deniz için boy dağılımı açısından hedef dışı av oranları sırasıyla %72 ve %70 olarak tespit edilmiştir. Bu büyüklükteki lüfer balıkları geleneksel olarak '*defneyaprağı*' ve '*çinekop*' olarak adlandırılmaktadır. '*Defneyaprağı*' ve '*çinekop*' büyüklüğündeki bireyler popülasyonda 0 ve 1 yaşına tekabül etmektedir ve henüz eşeyssel olgunluğa ulaşmamışlardır.

Pelajik Trol Avcılığı

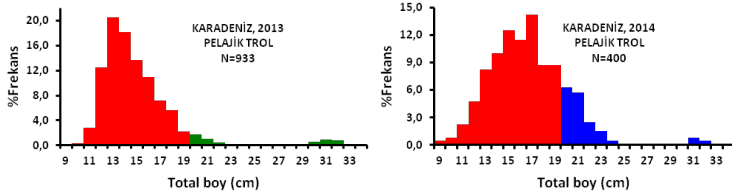
Pelajik/orta su trolü balıkçılığında hedef tür olarak lüfer avcılığına; Türkiye denizlerinde sadece Karadeniz'de izin verilen alanlarda, tıpkı dip trol avcılığında uygulanan av sezonu gibi 15 Eylül-15 Nisan tarihleri arasında yapılmaktadır. Karadeniz'deki pelajik trol avcılığı çift tekne yöntemine göre yapılmaktadır. Dip trol avcılığında kullanılan trol tekneleri aynı zamanda pelajik avcılıkta da; hamsi, çaça, istavrit ve lüfer gibi başlıca pelajik hedef türlerin göç dönemlerine bağlı olarak avcılık faaliyetlerini sürdürmektedirler. Karadeniz'deki lüfer avının 2013 av sezonunda %2.5, 2014 av sezonunda ise %13.5 pelajik trol ağırları ile elde edilmiştir. Her iki yıl için aylık ortalama birim çabadaki av miktarları güz döneminde (Ekim-Kasım) ve özellikle Aralık ayında artış göstermektedir. Ardışık her iki yılın bulguları bu eğilimi destekler niteliktedir. Birim çabadaki avın tıpkı gırgır avcılığındaki gibi bu aylarda pik yapması; lüfer popülasyonunun aynı dönemde yoğun sürüler halinde Karadeniz'e olan beslenme göçü ile ilişkilidir. Sırasıyla Ekim-2013 dönemi için tekne başına ortalama CPUE

değeri 857.8 kg/gün; 2014 dönemi için 1483.6 kg/gün olarak hesaplanmıştır. Kasım-2013 ve 2014 dönemleri için bu değerler sırasıyla 87.7 kg/gün ve 367.0 kg/gün olarak bulunmuştur. Pelajik troller ile lüfer avlayan balıkçı teknelerinin güz dönemindeki bireysel günlük av miktarları oldukça geniş bir değişim göstermektedir. Karadeniz için günlük av değişimi 2013 ve 2014 av sezonları için sırasıyla 4-2880 kg/tekne ile 4-40200 kg/tekne olarak tespit edilmiştir.

Hedef ve hedef dışı av oranlarının ağırlık/biyomas açısından dağılımı 2013 av sezonu için sırasıyla %26.7 ve %73.3, 2014 av sezonu için ise %36 ve %64 olarak hesaplanmıştır (Şekil 5). Elde edilen bu sonuçlara göre pelajik trol ağlarının torba kısmında kullanılan ağ materyalinin göz açıklığı (mesleki balıkçılar 32 mm'lik göz açıklığına sahip trol torbası kullanmaktadır) seçicilik açısından yetersiz kalmaktadır. Gerek birey sayısı, gerekse de ağırlık/biyomas açısından henüz eşeysel olgunluk boyuna ulaşmamış bireyler orta su trolleri ile yoğun olarak avlanmakta ve doğrudan veya el altından pazara sunulmaktadır. Pelajik trol ağları ile avlanan lüfer avının 2013 yılı için boy dağılımı; 9.7-34.6 cm'ler aralığında, ortalama 15.5 cm, 2014 yılı için ise 9.1-32.5 cm'ler aralığında, ortalama 17.1 cm olarak tespit edilmiştir. Pelajik trol ağları ile karaya çıkarılan lüfer avına ilişkin hedef ve hedef dışı avına ilişkin boy-frekans dağılımı Şekil 6'da gösterilmiştir. Lüfer avı için uygulanan 20 cm'lik boy yasağının altındaki bireylerin oransal dağılımı, her iki yıl için sırasıyla %94.2 ve %82.2, hedef av değerleri ise %5.8 ve %17.8 olarak hesaplanmıştır



Şekil 5. Pelajik trol ağları ile karaya çıkarılan lüfer avına ilişkin sayıca ve ağırlıkça hedef ve hedef dışı av oranları



Şekil 6. Karadeniz'de pelajik trol ağları ile karaya çıkarılan lüfer avının boy-frekans dağılımları. Kırmızı barlar 20 cm'den küçük; yasal boyun altındaki bireylerin dağılımını göstermektedir

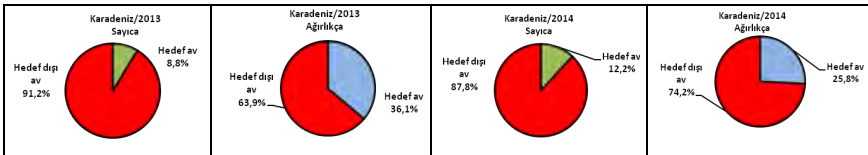
Dip Trol Avcılığı

Lüfer popülasyonunun sonbahar-kış dönemlerinde yoğun olarak Karadeniz'e olan beslenme göçü sırasında, dip trolü avcılığına açık alanlarda da bu av aracı ile avcılığı yapılmaktadır. Karadeniz'deki dip trol avcılığında birincil hedef türler mezgit, barbunya ve kalkandır. Dip trol ağına giren ve ticari değeri

olan lüfer, istavrit ve tirsi gibi balıklar da trol av sezonu boyunca ikincil hedef tür olarak karaya çıkarılmaktadır. İkincil hedef türlerin av miktarları birincil türlere göre daha azdır (Zengin ve diğ. 2019). Diğer taraftan dip trol ağlarındaki torbanın ağ göz açıklığı barbunya ve mezgit balıklarına göre tasarlanmış ve yasal göz açıklığı 44 mm'dir. Ancak trol balıkçıları daha fazla av sağlamak için bu standardın altında; 40 mm'lik ağ materyaline sahip torbaları da kullanmaktadırlar.

Karadeniz'deki lüfer avının 2013 ve 2014 av sezonlarında sırasıyla %8.5 ve %10.4'ü dip trol ağları ile elde edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre dip trol ağları ile avlanan lüfer avına ilişkin birim çabadaki av miktarları güz döneminde (Ekim-Kasım) ve özellikle Aralık ayında artış göstermektedir. Ardışık her iki yılın bulguları bu eğilimi destekler niteliktedir. Birim çabadaki avın tipki gırgır ve pelajik trol avcılığındaki gibi bu aylarda pik yapması; lüfer popülasyonun aynı dönemde yoğun sürüler halinde Karadeniz'e olan beslenme göçü ile ilişkilidir. Ekim-2013 dönemi için tekne başına ortalama CPUE değeri 345.1 kg/gün; Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık 2014 dönemi için ise sırasıyla; 137.4, 207.6, 328.2 ve 315.1 kg/gün olarak hesaplanmıştır. Dip trolleri ile lüfer avlayan balıkçı teknelerinin güz dönemindeki bireysel günlük av miktarları oldukça geniş bir değişkenlik göstermektedir. Karadeniz için günlük av değişimi 2013 ve 2014 av sezonları için sırasıyla 2-2000 kg/tekne ile 3-5760 kg/tekne olarak tespit edilmiştir.

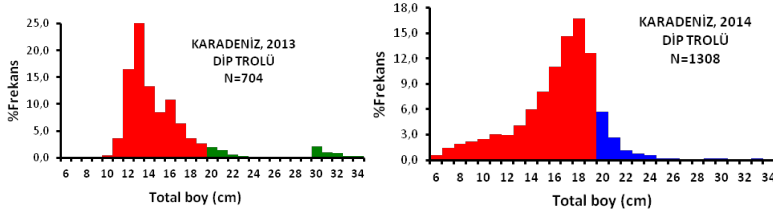
Hedef ve hedef dışı av oranlarının ağırlık/biyomas açısından dağılımı ise 2013 av sezonu için sırasıyla %36.1 ve %63.9, 2014 av sezonu için ise %25.8 ve %74.2 olarak hesaplanmıştır (Şekil 7).



Şekil 7. Dip trol ağları ile karaya çıkarılan lüfer avına ilişkin sayıca ve ağırlıkça hedef ve hedef dışı av oranları

Gerek birey sayısı, gerekse de ağırlık/biyomas açısından henüz eşeysel olgunluk boyuna ulaşmamış bireyler dip trolleri ile yoğun olarak avlanmakta ve doğrudan veya el altından pazara sunulmaktadır. Dip trol avcılığında özellikle 2014 av sezonunda '*defneyaprağı*' büyüklüğündeki bireylerin de ağlara girmesi, dip trol avcılığındaki kıyı yasağının ihlal edildiğinin önemli bir göstergesidir. Zira 6-10 cm boyunda, 0 yaş grubundaki bu bireyler yaz periyodundaki bu dönemlerinde kıyıya çok yakın habitatları tercih etmektedirler (Able ve diğ. 2003). Trol av filosu açısından Karadeniz'in en büyük av gücüne sahip Samsun Şelf Bölgesinde; özellikle Fenerköy, Terme, Bafra gibi nehir ağızlarındaki balıkçı yerleşimlerinde, '*şebeke*' olarak adlandırılan küçük boydaki trol tekneleri ile av sezonu öncesinde (Temmuz-Ağustos dönemlerinde), barbunya stokları üzerinde yoğun bir illegal trol avcılığı yapılmaktadır. Aynı dönemde, birlikte aynı ortamı paylaşan '*defneyaprağı*' büyüklüğündeki yavru lüfer popülasyonları da yoğun bir

av baskısına maruz kalmaktadır (Zengin ve diğ. 2019). Dip trol ağırları ile ardışık her iki yıl için avlanan lüfer popülasyonunun boy-frekans dağılımları 2013 yılı için boy dağılımı; 9.7-34.6 cm'ler aralığında, ortalama 16.0 cm, 2014 yılı için ise 6.5-33.4 cm'ler aralığında, ortalama 16.7 cm olarak tespit edilmiştir. Karaya çıkarılan lüfer avına ilişkin hedef ve hedef dışı avına ilişkin boy-frekans dağılımı Şekil 8'de gösterilmiştir. Lüfer avı için uygulanan 20 cm'lik boy yasağının altındaki bireylerin oransal dağılımı, her iki yıl için sırasıyla %91.2 ve %87.8, hedef av değerleri ise %8.8 ve %12.2 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 8. Karadeniz'de dip trol ağırları ile karaya çıkarılan lüfer avına ilişkin boy-frekans dağılımları. Kırmızı barlar 20 cm'den küçük; avlanmasına izin verilmeyen bireylerin dağılımını göstermektedir

TARTIŞMA VE SONUÇ

Lüfer popülasyonunun göç davranışlarının büyük olasılıkla çevresel koşullara bağlı olduğu ve bunların başında da sıcaklık ve fotoperiyot gibi iki önemli faktörün önemli olduğu (Bigelow ve Schroeder 1953) bildirilmektedir. Ivanov ve Beverton (1985); Karadeniz'deki lüfer popülasyonunun üreme ve beslenme göçü ile üreme ve beslenmenin yapıldığı alanları tanımlamışlardır. Buna göre lüfer popülasyonu kış dönemini Batı Karadeniz ve Marmara'da geçirmektedir. Sürünün küçük bir kısmı ise Anadolu kıyılarındaki suları işgal etmektedir. Eşeyssel olgunluğa ulaşmış 2 yaşındaki bireylerin bahar aylarından itibaren; Marmara denizinden kuzey ve kuzeybatı şelf alanlarına ve Anadolu kıyılarına doğru yumurtlama göçüne başladıkları rapor edilmiştir. Bu göç daha ziyade kıyı sularınadır. Geç sonbahar döneminde ise daha yaşlı balıklar ile o yılın yumurtadan çıkan yavru bireyler ve 0 ve 1 yaşındaki genç balıklar da ters yönde; İstanbul Boğazı istikametinde göç ettikleri belirtilmiştir. Karmaşık bir göç olgusuna sahip lüfer popülasyonu bu ters yönlü göçleri sırasında yoğun bir av baskısına maruz kalmaktadır. Bu baskı en fazla Boğazdan geçişte meydana gelmektedir.

Üreme biyolojisine yönelik elde edilen bulgulara göre lüfer popülasyonunda dişi bireylerin %50; optimum (L_{50}) ilk üreme boyu 26.5 cm'dir (Atılğan ve diğ. 2016). Aylık GSI (gonadosomatik indeks) değerlerine göre; ergin popülasyonun yumurta bırakma işlemi Mayıs-Ağustos arasındaki dönemde gerçekleşmektedir. Üremenin pik yaptığı dönem ise Haziran'dır. Ergin lüfer popülasyonu üremesini Marmara ve özellikle Batı Karadeniz'de; Karadeniz'in Trakya kıyıları ile Sinop arasındaki bölgede gerçekleştirmektedir. Ergin lüfer popülasyonu Mayıs ayından Ağustos'un ikinci yarısına kadar Marmara denizinin

güney lokalitelerinde Bandırma ve Gemlik körfezlerinde dağılım göstermektedir. İstanbul Boğazı yoluyla Karadeniz'e göç eden yumurtaları olgunlaşma aşamasına gelmiş ergin bireyler Mayıs ve Haziran aylarında Karadeniz'in Batı bölgelerinde; özellikle Trakya kıyılarında yumurtlamaktadırlar (Atılğan ve diğ. 2016). Kuzeye göç eden anaç stok, Karadeniz'de yumurtlama işlemini tamamladıktan sonra, yaklaşık Ağustos'un 15'den sonra tekrar geri dönüşe başlar. Küçük bireylerin daha çok yakın/sığ kıyı sularında dağılım gösterdiği bu dönemlerde her türlü av aracı ile üzerlerinde büyük bir av baskısı oluşmaktadır. Karadeniz'den, Marmara'ya oradan da Ege ve Akdeniz kıyıları boyunca göç eden yavru ve genç lüfer süreleri Türk balıkçıları tarafından avlanmaktadır. Lüfer balıklarının uzun yıllardan beri çinekop adı altında henüz 13-14 cm boyunda, eşeyssel olgunluğa ulaşmamış 0 ve 1 yaş grubundaki balıkların ayrı bir türmüş gibi avlanmasına izin verilmesi, bu türün Marmara ve Karadeniz'deki popülasyonunun çökmesinde en önemli etkenlerin başında yer almıştır.

Lüfer balıkçılığındaki illegalitenin nedenleri olarak; (1) azalan balık stokları, (2) lüfer balığının yüksek pazar değeri, (3) balıkçıların tekne masrafları ve ekonomik sürdürülebilirliklerinin azalması, (4) pazarlama sisteminin aracılarkomisyoncular lehine işlemesi gibi faktörler gösterilebilir. Şüphesiz bunda mesleki balıkçıların yeterli düzeyde bir balıkçılık bilincine sahip olamamalarının da önemli bir rolü bulunmaktadır. Lüfer popülasyonunun sürdürülebilirliğinde salt aşırı ve kontrolsüz av baskısı tek başına bir sebep değildir. Stokun, dolayısıyla karaya çıkarılan avın yıldan yıla değişmesinde veya belli yıl periyotlarında dalgalanmasında; azalıp-çoğalmasında çevresel değişikliklerinin de önemli bir rolü bulunmaktadır. Pelajik balık sürülerinin avındaki periyodik yıllık dalgalanmaların esasen iklimsel rejim değişikliklerinden de önemli ölçüde etkilendiği ileri sürülmektedir (Daskalov ve diğ. 2004).

Lüfer avcılığında gerek biyomas olarak, gerekse de legal boy açısından iskarta avın yüksek çıkması, lüfer balıkçılığının rasyonel sürdürülebilirliği için en önemli sorunların başında gelmektedir. Iskarta av oranlarının yüksek gerçekleşmesinin nedenleri yukarıdaki ele alınmıştır. Bu artışta mevcut lüfer balıkçılık yönetimindeki bazı eksiklerin yanısıra, balığın biyoeolojik özellikleri ve göç stratejisinden kaynaklanan doğal sebepler de bulunmaktadır. Lüfer popülasyonu karışık bir göç olgusuna sahip, kıyısal bölgelerde çoklu yumurtlama özelliğini sahiptirler. Birçok yıl sınıfı (cohort) juvenil bireyler beslenme alanı olarak koy ve nehir ağızlarını, kıyısal habitatları tercih ederler. Bu nedenle yakın kıyı suları, kıyısal alanlarının yavru ve genç lüfer popülasyonlarının stoka katılımının sağlanabilmesi açısından korunması önemlidir. Balığın üreme döneminden, ilk üreme boyuna ve en küçük yasal avlanma boyuna, farklı avcılık yöntemlerine ve mevsimsel avın zamanına kadar, birbiri ile ilişkili birçok konunun kapsamlı olarak ele alınması gerekmektedir.

Neticede illegal avı pazara sunmak için balıkçı reisleri normal karaya çıkış noktaları/resmi port ofis binalarının olduğu limanlar yerine, bölgedeki daha ücra, ulaşılabilen küçük-tali limanları tercih etmekte ve malını el altından pazara sunmaktadır. Bu av da kayıt dışı olarak ve daha düşük fiyatlardan tüketime sunulmaktadır. Sonuçta hem balıkçılık ekonomisi (pazar fiyatının düşmesi,

avcılık için teknenin harcadığı çaba), hem de populasyonun gelişimi/anaç stok biyomasının azalması gibi büyük ölçüde ‘biyo-ekonomik’ kayıplara sebebiyet verilmektedir. Bununla birlikte balıkçılığı yöneten otorite ve paydaşlarının temel stratejileri hedef dışı balık türlerinin discard miktarını azaltmaya yönelik politikaları geliştirerek hayata geçirmelidirler.

DEĞİNİLEN BELGELER

Able, W.K., Rove, P., Burlas, M., Byrine, D. (2003) Use of ocean and estuarine habitats by young-of-year bluefish (*Pomatomus saltatrix*) in the New York Bight. Fish Bull 101: 201-204.

Alverson, D., Freeberg, M., Murawski, S., Pope, J. (1994) A global assessment of fisheries bycatch and discards. FAO Fisheries Technical Paper 339, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 233 pp.

Atılğan, E., Zengin, M., Erbay, M., Özcan-Akpınar, İ., Kasapoğlu, N., Karakulak, S.F., Ayaz, A., Bal, H., Başçınar, N.S., Yıldız, T., Uzer, U. (2016) Çanakkale Boğazı’ndan Hopa’ya: Lüfer (*Pomatomus saltatrix* L, 1766) Populasyonunu İzleme Projesi. Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Sonuç Raporu, Proje No: TAGEM/HAYSÜD/2013/A11/P-02/4, 219 s.

Bigelow, H.B., Schroeder, W.C. (1953) Fishes of the Gulf of Maine. U.S. Fish Wild. Serv., Fish. Bull. 53. 577 p.

Ceylan, Y., Şahin, C., Kalaycı, F. (2014) Bottom trawl fishery discards on the Black Sea coast of Turkey. Mediterranean Marine Science 15(1): 156-164.

Daskalov G. M., Prodanov K., Shlyakhov V., Zengin M. (2004) The Black Sea fisheries and ecosystem change: discriminating between natural variability and human-related effects, 4th World Fisheries Congress, Reconciling Fisheries with Conservation: The Challenge of Managing Aquatic Ecosystems. 2-6 May, 2004 Vancouver, British Columbia, Canada, p:18, 2004-05-13.

Davis, M. (2002) Key principles for understanding fish bycatch discard mortality. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 59: 1834-1843.

FAO (2005) Review of the state of world marine fishery resources. FAO Fisheries Technical Papers – T457, FAO, Fisheries Department Rome, Italy, 235 pp.

Ivanov, L., Beverton, R.J.H. (1985) The Fisheries Resources of the Mediterranean, Part 2, Black Sea Stud. Rev., CGPM, 60, 135p.

Hall, S.J., Mainprize, B.M. (2005) Managing by-catch and discards: how much progress are we making and how can we do better? Fish and Fisheries 6: 134-155.

Harrington, J.M., Ransom, A.M, Andrew, A.R. (2005) Wasted fishery resources: discarded by-catch in the USA. Fish and Fisheries, 2005, 6: 350-361.

Kasapoğlu, N., Düzgüneş, E. (2017) The Common Problem in the Black Sea Fisheries: By-catch and Its Effects on the Fisheries Economy. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 17: 387-394 (2017) www.trjfas.org ISSN 1303-2712, doi: 10.4194/1303-2712-v17_2_18

Matsuoka, T. (1999) Sampling estimation of discards in multi-species fisheries. The International Conference on Integrated Fisheries Monitoring. February 1999, Australia, 197-209.

- Rochet, M.J., Trenkel, V.M. (2005) Factors for the variability of discards: assumptions and field evidence. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 62: 224-235.
- Turan, C., Oral, M., Öztürk, B., Düzgüneş, E. (2006) Morphometric and meristic variation between stocks of Bluefish (*Pomatomus saltatrix*) in the Black, Marmara, Aegean and north eastern Mediterranean Seas. *Fisheries Research*, Volume 79, Issues 1-2, June 2006, Pages 139-147.
- Ulman A., Bekişoğlu, Ş., Zengin, M., Knudsen, S., Ünal, V., Mathews, C., Harper, S., Pauly, D. (2013) From bonito to anchovy: a reconstruction of Turkey's marine fisheries catches (1950-2010). *Mediterranean Marine Science* Volume: 14 Issue: 2 Pages: 309-342 Published: DEC 2013.
- Uzer, U., Yıldız, , Karakulak, F.S. (2017) Catch composition and discard of the boat seine in the Istanbul Strait (Turkey). *Turkish Journal of Zoology* 41: 702-713.
- Zengin, M., Gümüş, A., Süer, S., Akpınar, İ. Ö., Dağtekin, M., Van, A., Rüzgar, M., Dalgıç, G., Zengin, B. (2019) Karadeniz'deki Trol Balıkçılığını İzleme Projesi, TAGEM/HAYSÜD/2008/09/04/01, Sonuç Raporu. Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, 185 s.
- Zengin, M. (2019) “Karadeniz Türk Balıkçılığının Yüz Yıllık Tarihine Genel Bir Bakış”, *Karadeniz Araştırmaları Enstitüsü Dergisi*, 5/7, ss.31-67. DOI: 10.31765/karen.584037.

MARMARA DENİZİ BALIKÇI ÖRGÜTLERİ VE BALIKÇILIK ALTYAPI KULLANIMI

FISHERY INFRASTRUCTURES AND FISHERMEN'S ORGANIZATIONS OF THE SEA OF MARMARA

Kadir DOĞAN

İstanbul Üniversitesi, Su Bilimleri Fakültesi, Yetiştiricilik ve Hastalıklar
Bölümü, Fatih/ İstanbul
kadogan@istanbul.edu.tr

ÖZET: Bu çalışmada, Marmara Denizi'nde balıkçılık faaliyetinde bulunan illerdeki kooperatif ve üst örgütlenme ele alınmış, balıkçıların balıkçı barınağı ve çekek yerlerinden yararlanmaları analiz edilmiştir. Marmara Bölgesi Türkiye'deki toplam su ürünleri kooperatiflerinin %29,9'una, balıkçı sayısının %31,4'üne, ülke genelindeki toplam 385 balıkçı kıyı yapısının %28,6'sına, balıkçı idari binalarının ise %24,1'ine sahip olduğu bulunmuştur. Ayrıca, hal statüsünde olan balık hallerinin %53,8'i bu bölgede faaliyet göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Balıkçılık altyapısı, Marmara Denizi, örgütlenme, su ürünleri kooperatifi

ABSTRACT: In this study, the fishery cooperatives in the provinces engaged in fishing activities and organizations in the provinces engaged of the Sea of Marmara are discussed. Additionally, fishermen's shelters and boatyards that are used by fishermen are analyzed. It was found that; the Marmara region has 29.9 percent of total fisheries cooperatives and 31.4 percent of the total fishermen number in Turkey. Also, 28.6 percent of fishermen's coastal structure that total number of Turkey 385, and 24.1 percentage fishermen's administrative buildings are belong to the Marmara region. In addition, 53.8% of the fish markets that have the status wholesale fish market are found in the Marmara region.

Keywords: Fishery Infrastructures, the Sea of Marmara, fishermen's organizations, fishery cooperatives

GİRİŞ

Marmara Bölgesi, nüfus yoğunluğu, sanayii, üretim ve ticari yapısı bakımından ülkemizin çok önemli bir bölgesidir. Toplam nüfusun yaklaşık %30,4'ünü, toplam sanayi kapasitesi ve ticaretin yaklaşık % 48,4'ünün gerçekleştiği bir bölgedir (Anonim 2020).

Marmara Denizi farklı ekolojik özelliklerinden dolayı su ürünleri flora ve faunasında 200 önemli türden yaklaşık yüz tanesi ekonomik öneminden dolayı balıkçılık açısından farklı bir değer taşımaktadır. Marmara Denizi, nüfus, sanayi,

ticari ve sosyal öneminin yanında Atlantik Okyanusu ve Akdeniz kökenli ekonomik öneme sahip plejik balıkların Karadeniz'e olan göçü sırasında konaklama, beslenme ve yumurtlama olanağı sağlaması bakımından su ürünleri avcılığı açısından da önemli bir iç denizdir (Kara 2010).

Marmara Denizi bir ulusal iç deniz olmasının yanında nüfusun yoğun olması, buna bağlı olarak da kentsel yapılaşma, sanayi bölgeleri, deniz yolu trafiği ve evsel ve sanayi atıklarının denize bırakılması balıkçılık açısından da olumsuzluklar yaratmaktadır. Oysa ülkemizin kurulu bulunan su ürünleri kooperatiflerinin %29,9'una, balıkçı sayısının %31,4'üne sahip bir bölgedir. Marmara Bölgesi balıkçılık idari binaları ve balıkçılık kıyı yapıları envanterine göre ülke genelinde bulunan 385 balıkçı kıyı yapısının %28,6'sına, balıkçı idari binalarının ise %24,1'ine sahiptir (Anonim 2021). Ayrıca, ülkemizin günlük kapasitelerinden dolayı su ürünleri hal statüsünde olan 13 balık halinden 7'sine sahip bir bölgedir.

Çalışmada, Marmara Denizi balıkçılığı, balıkçıların örgütlenmesi, balıkçılık alt yapıları önce bölge ve iller bazında değerlendirilecektir. Ayrıca balıkçılığın olumsuz etkilenmemesi için yapılması gereken sonuçların neler olabileceği tartışılacaktır.

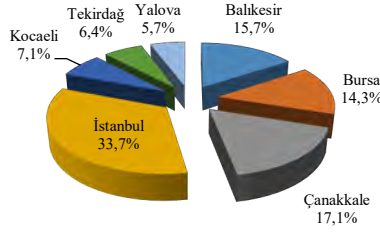
MATERYAL VE METOT

Çalışmanın materyalini, Marmara Denizi'nde balıkçılık yapan (Balıkesir, Bursa, Çanakkale, İstanbul, Kocaeli, Tekirdağ ve Yalova) iller oluşturmaktadır. Araştırmanın birincil verileri, su ürünleri kooperatifi bölge birliği ve balıkçılarla yapılan görüşmelerden elde edilmiştir. İkincil verileri ise Tarım ve Orman Bakanlığı, TÜİK ve DLH gibi resmi kuruluşlardan alınan verilerle oluşturmaktadır.

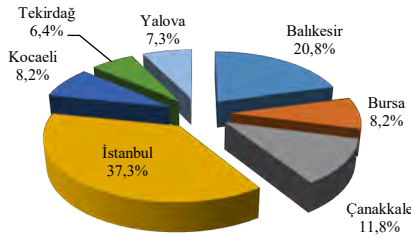
SONUÇ

Bölgede bulunan %22,1'i iç sularda %77,9'u denizlerde balıkçılık faaliyetinde bulunan toplam 161 su ürünleri kooperatifi ve kooperatife ortak yaklaşık 9 binin üzerinde balıkçı bulunmaktadır (Doğan 1999). Bu çalışmada sadece Marmara Denizi'nde balıkçılık yapan toplam 140 kooperatif ve bu kooperatiflere ortak 7.837 balıkçı tespit edilmiştir. Kooperatiflerin illere göre dağılımında %33,7 ile İstanbul ilk sırada %5,7 ile Yalova son sırada yer almaktadır (Şekil 1).

Türkiye'de 2021 yılı Tarım ve Orman Bakanlığı verilerine göre 566 adet birim kooperatif ve kooperatiflere ortak 30.722 balıkçı bulunmaktadır (TOB 2021a). Mevcut kooperatiflerin %29,9'u, kooperatiflere ortak balıkçıların ise %31,4'ü Marmara Bölgesi'nde yer alan illerde faaliyet göstermektedirler. Ayrıca balıkçı kıyı yapılarının kiralanmasında şart koşulan kooperatif ve kooperatif bölge birlikleri şeklinde örgütlenme yapıları bölgede dikkate alınmış İstanbul, Balıkesir Çanakkale, Kocaeli ve Tekirdağ Bölgesi Su Ürünleri Kooperatifleri Bölge Birliği adında 91 birim kooperatif ve 5.640 kooperatife ortak balıkçı örgütlenerek 5 bölge birliği oluşturduğu saptanmıştır.



Şekil 1. Su ürünleri kooperatiflerinin illere göre dağılımı



Şekil 2. Kıyı yapılarının illere göre dağılımı

Balıkçılık kıyı yapıları 2021 verilerine göre ülkemizde işletme halinde olan balıkçı barınağı, barınma yeri, çekek yeri, doğal barınma yeri ve niteliği belli olmayan toplam 385 kıyı yapısı vardır (TOB 2021b). Toplam kıyı yapılarının %29,5'i Doğu Karadeniz, %28,6'sı Marmara, %21,0'ı Ege Bölgesinde yer almaktadır.

Marmara Bölgesi kıyı yapıları 71 balıkçı barınağı, 26 barınma yeri, 7 çekek yeri ve 6 doğal barınma yerinden oluşan 110 kıyı yapısı bulunmaktadır. Mevcut 110 kıyı yapısının illere göre dağılımı ise %37,3'ü İstanbul, %20,8'i Balıkesir, %11,8'i Çanakkale, %8,2'si Bursa ve Kocaeli, %7,3'ü Yalova ve %6,4'ü ise Tekirdağ ili sınırları içerisinde yer almaktadır (Şekil 2). Marmara Denizi balıkçılık alt yapısı bakımından da ülkemizin diğer bölgelerine göre bir üstünlük oluşturmaktadır.

TARTIŞMA

Marmara Bölgesi ülke balıkçılığı açısından her zaman önemli bir yere sahip olmuştur. Hem balıkçıların örgütlenmesinde hem de kıyı yapılarının kullanımı ve işletmesinde öncülük etmiştir. Bölgede 140 kooperatif ve yaklaşık sekiz bine yaklaşan balıkçı denizde avcılık faaliyetinde bulunmaktadır. Marmara Bölgesi su ürünleri kooperatif sayısı bakımından 149 kooperatif ve bütün kooperatifler içinde %30'luk orana sahipken (Doğan ve Timur 2010), günümüz itibarıyla %29,9 olarak kaydedilmiştir. Marmara Denizi balıkçıları, balıkçılık üst örgütlenmesine olumlu bakarak bölge birliği oluşumunda %41,7'lik kooperatif

katılımı ve %39,1'lik balıkçı ortağıyla üst sırada yer almaktadır. Bu da göstermektedir ki bölge balıkçılarının işlerini yaparken sivil toplum kuruluşu anlamında önderlik etmektedirler.

Türkiye'de 55 yaş üzeri balıkçılık yapanların %30'u, balıkçı kıyı yapılarının %38'i balıkçı barınaklarının ise %47'si Marmara Bölgesi'ndeki balıkçılar tarafından kullanılmaktadır (Türkyılmaz 2013). Günümüzde bu oran balıkçı kıyı yapılarının %28,6'sı, balıkçı barınaklarının %29,7'si barınma yerinin ise %57,8'i kullanılmaktadır.

Sonuç olarak ülkemizin nüfus, sanayi, ticaret, sosyokültürel özelliklerine ve balıkçılık açısından iyi bir potansiyele sahip olan Marmara Denizi çevresel etkilerden korunarak balıkçılığın sürdürülmesi gerekir. Bu amaçla bilimsel çalışmalarla deniz suyunu kirletmeden korumak için acil önlemler alınması zorunluluk arz etmektedir. Bu anlamda balıkçılar için çok önemli olan liman ve barınma yerlerinin elektrik, su, yakıt tedariki, teknelerin bakım ve onarımı ve en önemlisi balıkçıların bütün ihtiyaçlarını gidereceği ve avlanan su ürünlerinin tüketiciye ulaştırılması için pazarlama organizasyonunun teknoloji kullanılarak yapılması gerekmektedir. Kaynakların doğru ve verimli kullanılması, tüketiciye sağlıklı ve bol ürünün ulaştırılması ile hem balıkçılıkla uğraşanlar hem de ülke ve bölgeye ekonomik olarak katkısı olacaktır.

DEĞİNİLEN BELGELER

Anonim, (2020) 2020 Ekonomik Rapor. Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği, TOBB Yayın No: 2021/008. Mevcut adres: <https://tobb.org.tr/Documents/yayinlar/2021/77ER.pdf>. (Erişim tarihi: 20 Kasım 2021)

Doğan, K. (1999) Marmara Bölgesi iç su ürünleri kooperatiflerinin örgütlenme yapıları. *Yunus Araştırma Bülteni* 3: 31-45.

Doğan, K., Timur, M. (2010) Balıkçılık Sektöründe Su Ürünleri Kooperatiflerinin Rolü ve Örgütlenme Yapıları. Türkiye 9. Tarım Ekonomisi Kongresi Bildiriler Kitabı. (eds., Karlı, B., Özel, R., Kara, F). 2: pp, 854-861. Şanlıurfa.

Kara, Ö.F. (2010) Marmara Denizi'nin Karakteristik Yapısı ve Sürdürülebilir Balıkçılık İçin Çözüm Önerileri. (eds., Zengin, M., Onkardeşler, M.), 2010. Marmara Denizi Balıkçılığı: Kaynakların Yönetimi, Sektörel Sorunlar ve Gelecek İçin Stratejiler Paneli. Bildiriler Kitabı, 02 Ekim 2010, Silivri, İstanbul.

TOB (2021a) Tarım ve Orman Bakanlığı. Tarımsal Örgütlenme Tablosu. Mevcut adres: <https://www.tarimorman.gov.tr> > TRGM > Belgeler (erişim tarihi: 20 Kasım 2021).

TOB (2021b) Tarım ve Orman Bakanlığı. Balıkçı Barınakları, Mevcut adres: <https://www.tarimorman.gov.tr/BSGM/Menu/32/Bilgi-Dokumanlari> (erişim tarihi: 20 Kasım 2021).

Türkyılmaz, T. (2013) Marmara Bölgesi Balıkçılığı. Derdimiz, Değerimiz, Denizimiz: Marmara Sempozyumu Bildiriler Kitabı, (ed., Kahraman, A.C.) Marmara Belediyeler Birliği Yayını: 2013, İstanbul, Yayın No: 79, pp.181-186.

ÇANAKKALE BOĞAZI BATIKLARI VE DENİZEL BİYOÇEŞİTLİLİK: KAPTAN FRANGOS BATIĞI SÜNGER FAUNASI

WRECKS OF THE ÇANAKKALE STRAIT AND MARINE BIODIVERSITY: CAPTAIN FRANGOS SHIPWRECK AND ITS SPONGE FAUNA

Alper EVCEN^{1,4*}, H. Barış ÖZALP^{2,3}, Melih Ertan ÇINAR⁴

¹ TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Barış Mahallesi, Dr. Zeki Acar
Caddesi, 41470, Ankara - Türkiye

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale Şehitleri Yerleşkesi, Deniz
Teknolojileri MYO, Sualtı Teknolojisi Bölümü, Çanakkale Şehitleri Kampüsü,
17020 Çanakkale-Türkiye

³ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi,
Su Ürünleri Temel Bilimler Deniz Biyolojisi ABD, Terzioğlu Kampüsü, 17020
Çanakkale - Türkiye

⁴ Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Temel Bilimler Deniz Biyolojisi ABD,
35040, İzmir - Türkiye
alperevcen@gmail.com

ÖZET: Bu çalışmada, 1968 yılında Çanakkale Boğazı'nda batmış olan Kaptan Frangos gemisinin sünger faunası incelenmiştir. Sirkalittoral zonda 30-47 m derinlik aralığında bulunan bu batıktaki sünger faunası 2019 ve 2020 yılı yaz dönemleri süresince yapılan bilimsel araştırma dalışlarında gözlenmiş ve örneklenmiştir. Araştırma sonucunda, 3 sınıf 9 ordo ve 17 familyaya ait toplam 29 sünger türü tespit edilmiştir. Bu türlerin 25'i (*Petrosia ficiformis*, *Oscarella lobularis*, *Dysidea fragilis* ve *Ircinia variabilis* haricinde) Çanakkale Boğazı sünger faunası; 10'u ise (*Corticium candelabrum*, *Dictyonella incisa*, *Spirastrella cunctatrix*, *Mycale lingua*, *Mycale massa*, *Phorbas tenacior*, *Phorbas plumosus*, *Sarcotragus spinosulus*, *Spongia* (*Spongia*) *lamella*, *Aplysina cavernicola*) Marmara Denizi için yeni kayıtlardır.

Anahtar Kelimeler: Batık gemi, denizel biyoçeşitlilik, sünger, Çanakkale Boğazı

ABSTRACT: In this study, the sponge fauna on the shipwreck Captain Frangos, which was sunk in 1968 in the Çanakkale Strait, was studied. Sponge species on this shipwreck located in the circalittoral zone at 30-47 m depth were observed by scientific divers and sampled in the summer periods of 2019 and 2020. As a result, a total of 29 sponge species belonging 3 classes, 9 orders and 17 families were determined. Twenty-five species (except for *Petrosia ficiformis*, *Oscarella lobularis*, *Dysidea fragilis* and *Ircinia variabilis*) are new reports for

the sponge fauna of the Çanakkale Strait, and ten species (*Corticium candelabrum*, *Dictyonella incisa*, *Spirastrella cunctatrix*, *Mycale lingua*, *Mycale massa*, *Phorbas tenacior*, *Phorbas plumosus*, *Sarcotragus spinosulus*, *Spongia* (*Spongia*) *lamella*, *Aplysina cavernicola*) are new reports for the Sea of Marmara.

Keywords: Shipwreck, marine biodiversity, sponge, Çanakkale Strait

GİRİŞ

Süngerler (phylum Porifera) sahip oldukları farklı morfolojik yapıları ve denizel ekosistemin madde ve enerji döngüsünde sağladıkları faydalar açısından bentik ekosistemin önemli yapıtaşlarından birini oluşturmaktadırlar. Aynı zamanda bu canlı habitatların, belirli alanlarda temel substrat yapısını oluşturduğu ve diğer denizel bentik türler için barınma ve beslenme alanları meydana getirdikleri bilinmektedir (Çınar ve diğ. 2002; 2019). Son yıllarda süngerlerin, biyoaktif bileşik içerikleri nedeniyle multidisipliner alan çalışmalarında da kullanımları artmıştır (Çiftçi ve diğ. 2020; Mioso ve diğ. 2017; Mehbub ve diğ. 2014). Günümüzde denizel bentoza ilişkin en çok çalışılan tür taksonomik gruplarından biri olan süngerlerin ilaç endüstrisindeki artan değeri, türler üzerinde yapılacak sualtı ekolojik araştırmaların da önemini ortaya çıkarmıştır. (Thakur ve Anil 2000).

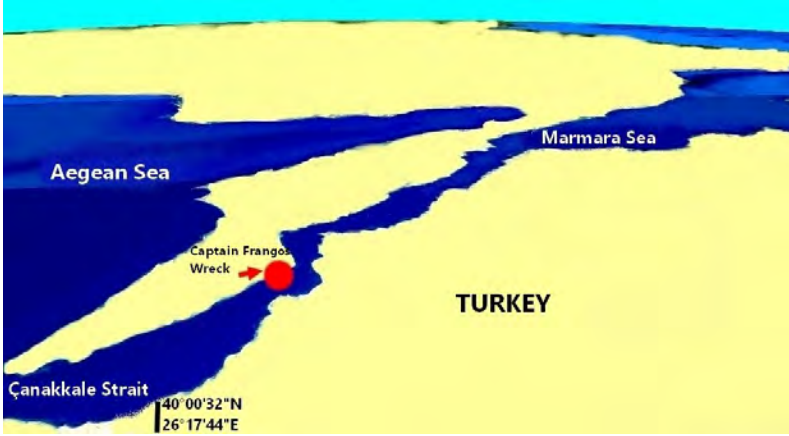
Akdeniz zoobentozu üzerine birçok çalışma olmasına rağmen, sünger türleri ve bunlarla birlik oluşturan gruplar üzerine çalışmalar nispeten sınırlı sayıdadır. Günümüzde Porifera filumu, dünya genelinde yaklaşık 8000; Akdeniz’de ise 578 sünger türüyle temsil edilmektedir (Kelly 2020). Ege Denizi’nde yapılan son çalışmalarda 189 tür kaydı verilmiştir (Van Soest ve diğ. 2020). Ülkemiz kıyılarında sünger türleri yüzyılı aşkın süredir çeşitli çalışmalarda ele alınmıştır. İlk çalışmalarda, Colombo (1885)’nın Çanakkale Boğazı’ndan 5 sünger türü (*Leucandra aspera*, *Geodia gigas*, *Suberites domuncula*, *Petrosia* (*Petrosia*) *ficiformis*, ve *Siphonochalina coriacea*) rapor ettiği bilinmektedir. Marmara Denizi’nde gerçekleştirilen araştırmalarda bölgeden 34 sünger türünün kaydı verilmiştir (Ostroumoff 1894, 1896). Süngerler üzerinde yapılan ve özellikle İstanbul Boğazı ve Marmara Denizi’ne odaklanan diğer araştırmalarda 39 yeni sünger türüne ve ekolojilerine ilişkin raporlar verildiği görülmektedir (Devedjian 1926; Demir 1952-1954; Caspers 1968; Yüksek 1989; Bayhan ve diğ. 1989; Okuş 1989; Balkis 1994; Eryılmaz 1997; Topaloğlu 2001). Marmara Denizi’nde son yıllarda yapılan bir araştırmada bölgede 30 sünger türü tespit edilmiş ve bunlardan 4’ünün Doğu Akdeniz, 6’sının ise Türkiye sünger faunası için yeni kayıt olduğu raporlanmıştır (Topaloğlu ve diğ. 2016). Ülkemiz denizleri son güncel bilgilere göre, Türkiye denizlerinde 163; Marmara Denizi’nde ise 78 sünger türü rapor edilmiştir.

Gittikçe artan değerlerine rağmen, Türk Boğazlar Sisteminin önemli bir parçası olan Çanakkale Boğazı’nda yaşayan süngerler ile ilgili bilgi çok sınırlıdır. Kaptan Frangos batığı, Çanakkale Boğazı’nın en önemli *Paramuricea clavata* (kızıl gorgon, mor gorgon) habitatlarından olup, bu anlamda boğazın önemli denizel biyoçeşitlilik-sıcak nokta alanlarından birini temsil etmektedir. Bu

çalışmada, Çanakkale Boğazı sünger faunası ile ilgili mevcut envanterin geliştirilmesi hedeflenmiştir.

MATERYAL VE METOD

Bu çalışma, 20 Haziran 2020 - 14 Temmuz 2020 tarihlerinde Kaptan Frangos batığının bulunduğu Havuzlar bölgesinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Yunanistan bandıralı bir yük gemisi olan ve 1968 yılında bir deniz kazası sonucunda batan Kaptan Frangos batığı (Wrecksite 2021) 30-47 m derinlikte kumluk bir alanda bulunmaktadır. Gemi batığının bulunduğu bölgede yüzeyde sürekli 2 knot, dipte ise 0,5 knot üzerinde boğaz akıntısı mevcut olup, belirli zamanlarda Seddülbahir yönlü olan dip akıntısının 1,2 knot üzeri değerler aldığı tespit edilmiştir. Bölge özelinde Scuba ve teknik dalış ekipman destekli 9 bilimsel araştırma dalışı gerçekleştirilmiş ve yoğun dağılımı tespit edilen türlerin yayılım oranlarının belirlenmesinde 1mx1m kuadrat kullanılmıştır. Bununla birlikte 30-47 m derinlik zonunda tespit edilen her türün sualtı fotoğraf ve video kayıtları alınmıştır. Türlerin sistematik kompozisyonu ve tayininde World Porifera database (Van Soest ve diğ. 2020), Systema Porifera (Hooper ve Van Soest 2002) ve yazarların kendi veritabanları esas alınmıştır.



Şekil 1. Araştırma bölgesini gösteren harita.

BULGULAR

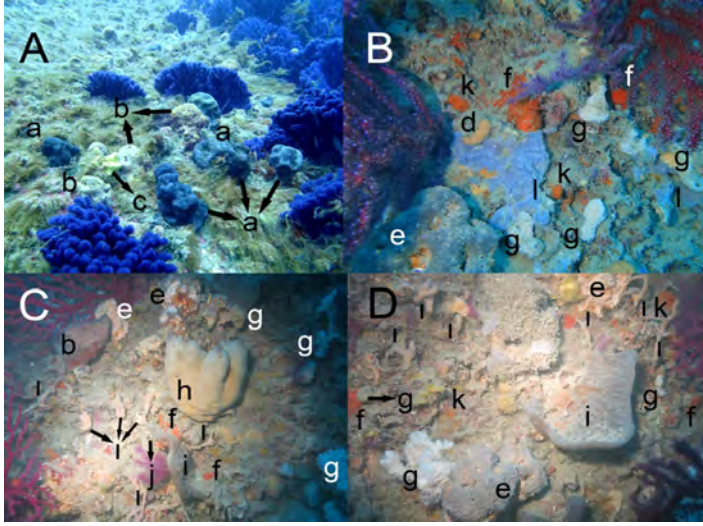
Araştırma sonunda Kaptan Frangos batık gemisi üzerinde 3 sınıf 9 ordo 17 familyaya ait toplam 29 sünger türü tespit edilmiştir. Bu türlerden *Petrosia ficiiformis* haricinde diğer 28 tür, Çanakkale Boğazı'ndan ilk kez rapor edilmektedir. Ayrıca, 11 türün (*Corticium candelabrum*, *Dictyonella incisa*, *Spirastrella cunctatrix*, *Mycale lingua*, *Mycale massa*, *Phorbas tenacior*, *Phorbas plumosus*, *Crambe crambe*, *Sarcotragus spinosulus*, *Spongia* (*Spongia*) *lamella*, *Aplysina cavernicola*) Marmara Denizi için yeni kayıt olduğu belirlenmiştir. Batık geminin karinası üzerinde en yoğun abundans değerine sahip türler *Ircinia oros* ve *Sarcotragus spinosulus* olup, batık üzerinde en yüksek

ortalama sünger birey sayısı 2 birey/m² olarak hesaplanmıştır. Batık üzerinde tespit edilen türler Tablo 1'de verilmiştir (Şekil 2). Gemi sancak tarafı ve tabanında yapılan incelemeler sonucunda *I. oros* ve *S. spinosulus*'un çoğunlukla geminin direkt güneş ışığı etkisi altında olan taban kısmı üzerinde yaygın olduğu görülmüştür. En yüksek sünger tür bolluğu, geniş yüzey alanına ve Marmara Denizi'nden gelen dip akıntısı etkisi altında olan gemi sancak bölümünde tespit edilmiştir.

Tablo 1. Tespit edilen sünger türlerinin Kaptan Frangos (Çanakkale Boğazı) batığı üzerindeki nisbi bollukları (Seyrek: 2-3 kuadrat örneğinde gözlenmiş türler; Yaygın: 4-8 kuadrat örneğinde gözlenmiş türler, Çok Yaygın: 8'dan fazla kuadrat örneğinde gözlenmiş türler).

PORIFERA	Dağılımı
* <i>Oscarella lobularis</i> (Schmidt, 1862)	Seyrek
<i>Corticium candelabrum</i> Schmidt, 1862	Yaygın
<i>Acanthella acuta</i> Schmidt, 1862	Seyrek
<i>Dictyonella incisa</i> (Schmidt, 1880)	Seyrek
<i>Spirastrella cunctatrix</i> Schmidt, 1868	Çok yaygın
<i>Mycale</i> sp	Seyrek
<i>Mycale (Mycale) lingua</i> (Bowerbank, 1866)	Çok yaygın
<i>Mycale (Mycale) massa</i> (Schmidt, 1862)	Yaygın
<i>Phorbas plumosus</i> (Montagu, 1818)	Yaygın
<i>Phorbas tenacior</i> (Topsent, 1925)	Çok yaygın
<i>Crambe crambe</i> (Schmidt, 1862)	Çok yaygın
<i>Haliclona</i> sp.	Yaygın
<i>Haliclona (Halichoclona) fulva</i> (Topsent, 1893)	Seyrek
<i>Haliclona (Rhizoniera) sarai</i> (Pulitzer-Finali, 1969)	Seyrek
<i>Haliclona (Reniera) cinerea</i> (Grant, 1826)	Çok yaygın
* <i>Petrosia (Petrosia) ficiformis</i> (Poiret, 1789)	Yaygın
<i>Acanthella acuta</i> Schmidt, 1862	Seyrek
<i>Axinella cannabina</i> (Esper, 1794)	Seyrek
<i>Axinella damicornis</i> (Esper, 1794)	Seyrek
<i>Axinella verrucosa</i> (Esper, 1794)	Yaygın
<i>Dysidea avara</i> (Schmidt, 1862)	Yaygın
* <i>Dysidea fragilis</i> (Montagu, 1818)	Yaygın
<i>Pleraplysilla spinifera</i> (Schulze, 1879)	Çok yaygın
* <i>Ircinia variabilis</i> (Schmidt, 1862)	Yaygın
<i>Ircinia oros</i> (Schmidt, 1864)	Çok yaygın
<i>Sarcotragus spinosulus</i> (Schmidt, 1862)	Çok yaygın
<i>Spongia (Spongia) lamella</i> (Schulze, 1879)	Seyrek
<i>Scalarispongia scalaris</i> (Schmidt, 1862)	Yaygın
<i>Aplysina cavernicola</i> (Vacelet, 1959)	Seyrek

*: Colombo (1885) tarafından verilen önceki kayıtlar



Şekil 2. Batık üzerindeki sünger türleri, A. Gemi tabanı, B-D. Geminin sancak bölümü (a: *Sarcotragus spinosulus*, b: *Ircinia variabilis*, c: *Aplysina* sp., d: *Corticium candelabrum*, e: *Sarcotragus foetidus*, f: *Crambe crambe*, g: *Dysidea avara*, h: *Ircinia oros*, i: *Haliclona (Reniera) cinerea*, j: *Spongia (Spongia) lamella*, j: *Pleraplysilla spinifera*, k: *Haliclona (Halichoclona) fulva*, l: *Phorbas tenacior*) (©Özalp 2019-2020).

TARTIŞMA

Türk Boğazlar Sisteminin stratejik ve ekolojik olarak önemli alanlarından biri olan Çanakkale Boğazı'nda bundan önceki zamanda yapılan çalışmaların genelinde batık gemilerin tarihi yönlerine odaklanıldığı bilinmektedir. Sualtında batık gemiler ve diğer insan yapımı materyaller deniz türlerinin önemli yerleşim alanlarından. Literatüre göre, Çanakkale Boğazı'nda batan gemilerin daha çok tarihi yönlerinin ve sualtındaki fiziki konumlarının incelendiği ve son yıllarda bu konudaki çalışmaların arttığı görülse de (Özalp 2018; Kolay ve diğ. 2015; Özalp 2010) ne yazık ki önemli birer yapay habitat karakteri ile bilinen ve Çanakkale Boğazı'nda yüksek denizel biyoçeşitlilik alanı özelliği gösteren batık gemi enkaz alanlarının üzerlerindeki deniz canlılarının biyolojileri, ekolojileri ve dağılımlarına ilişkin mevcut envanter sınırlıdır ve geliştirilmesi gerekmektedir. Önceki yıllarda Çanakkale Boğazı batık gemileri denizel biyoçeşitliliği üzerine yapılan bir çalışmada, üç farklı gemi batığı incelenmiş ve bölgelerden 33 balık, 31 farklı taksona ait makroalg ve 12 denizel omurgasız rapor edilmiştir (Özalp ve diğ. 2017).

Çanakkale Boğazında gerçekleştirilen ve sünger türlerine özgü önemli bir referans niteliği taşıyan Colombo (1885)'in yaptığı çalışmada boğaz ekosisteminden 11 sünger türü bildirilmiştir (*Leucandria aspera*, *Geodia cydonium*, *Tethya aurantium*, *Suberites domuncula*, *Aaptos aaptos*, *Petrosia (Petrosia) ficiformis*, *Dysidea fragilis*, *Ircinia variabilis*, *Cacospongia mollior*,

Oscarella lobularis, *Fasciospongia cavernosa*). Araştırmamızda doğu Akdeniz temsili habitatlardan biri olan Çanakkale Boğazı sünger faunasının geliştirildiği, bununla birlikte tespit edilen bazı türlerin ayrıca Marmara Denizi'nden kaydı bulunmadığından, ilişkili bölgeye özgü ilk kayıt olarak sunulduğu belirtilebilir. Zengin denizel biyoçeşitliliği ile bilinen Çanakkale Boğazı ve Marmara Denizi'nde, özellikle 40 m'nin üzerinde yapılacak derin su bazlı ileri araştırmalarda farklı sünger faunistik karakterlerin tespiti ve yeni türlerin keşfedilmesi muhtemel olduğundan, konuya özgü daha detaylı çalışmaların yapılması önerilmektedir.

TEŞEKKÜR

Çalışmanın deniz araştırmaları ve bilimsel dalış sürecine verdikleri katkılardan dolayı Evren GÖÇEN'e ve Tamer ERBİL'e teşekkür ederiz. 2019 ve 2020 yaz dönemlerinde gerçekleştirilen sualtı araştırmalarının finansman katkısı, H. Barış ÖZALP tarafından gönüllü olarak kendi imkanları ile sağlanmıştır.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Balkıs., H. (1994) Marmara Adası littoralinin makrobentosu üzerine bir ön araştırma. *Bülten* 9: 309-327.
- Bayhan, H., Tunçdilek, N., Şakar, S. (1989) Avşa Adası littoral zonu üzerine gözlemler. 1. Ekoloji ve Çevre Kongresi, Çukurova, 580-591 pp.
- Caspers, H. (1968) La macrofaune benthique du Bosphore et les problèmes de l'infiltation des elements mediterraneens dans la mer Noire. Rapports et procès-verbaux des réunions Commission internationale pour l'exploration scientifique de la Mer Méditerranée 19: 107-115 (in French).
- Çınar, M.E., Katağan, T., Ergen, Z., Sezgin, M. (2002) Zoobenthos inhabiting *Sarcotragus muscarum* Porifera *Demospongia* from the Aegean Sea. *Hydrobiologia* 482: 107-117.
- Çınar, M.E., Bakır, A.K., Doğan, A., Acik, S., Kurt, G., Katağan, T. vd. (2019) Macro-benthic invertebrates associated with the black sponge *Sarcotragus foetidus* (Porifera) in the Levantine and Aegean Seas, with special emphasis on alien species. *Estuar Coast Shelf Sci* 227. doi: 10.1016/j.ecss.2019.106306.
- Ciftci, H.I., Can, M., Ellakwa, D.E., Suner, S.C., Ibrahim, M.A., Oral, A., Şekeroğlu, N., Ozalp, B., Otsuka, M., Fujita, M., Ozalp, B., Alparslan, M. Radwani M.O. (2020) Anticancer activity of Turkish marine extracts: a purple sponge extract induces apoptosis with multitarget kinase inhibition activity. *Invest New Drugs* 38(1): doi: 10.1007/s10637-020-00911-8.
- Colombo, A. (1885) Raccolte zoologiche eseguite dal R. Piroscapo Washington nella campagna abissale talassografica dell'anno. *Rivista Marittima*. pp. 22-53.
- Demir, M., (1952-1954) Boğaz ve Adaları Sahillerinin Omurgasız Dip Hayvanları. *Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü Yayınları*, 3: VIII.
- Devedjian, K. (1926) Peche et Pecheries en Turquie, Constantinople *Imprimerie de l'administration de la Dette Publique Ottomane* pp. 285-291.

- Eryılmaz, L.S. (1997) A preliminary study on the macrobenthos of littoral of the Island of Paşalimanı in the Sea of Marmara. *Istanbul University Faculty of Science Journal of Biology* 60: 47-60.
- Hooper, J.N.A., Van Soest, R.W.M. (2002) *Systema Porifera: a guide to the classification of sponges*. Volume 1 Kluwer Academic/Plenum Publishers, 1002.
- Kelly, M. (2020) World Porifera Database. Mevcut adres: "http://www.marinespecies.org/porifera/"http://www.marinespecies.org/porifera / (erişim tarihi: 6 Nisan 2020)
- Kolay, S., Taktak, O., Karakaş, S., Atabay, M. (2015) Derinlerden Yansımalar. Vehbi Koç Vakfı Yayınevi, İstanbul, Türkiye.
- Mehbub, M.F., Lei, J., Frangos, C., Zhang, W. (2014) Marine sponge derived natural products between 2001 and 2010: Trends and opportunities for discovery of bioactives. *Mar Drugs* 12(8): 4539-4577.
- Mioso, R., Toledo Marante, F.J., De Souza Bezerra, R., Pereira Borges, F.V., De Oliveira Santos, B.V., Laguna, I.H.B. (2017) Cytotoxic Compounds Derived from Marine Sponges. A Review (2010-2012). *Molecules*. 22(2): 208 pp.
- Okuş, E. (1989) Marmara Adası (Kuzey) littoralinde yapılan araştırmalar, Bülten, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri Coğrafya Enstitüsü, 6: 143-166.
- Ostroumoff, A. (1894) Dal'neishie materialyi k estestvennoi istoriyii Bosfora. *Bulletin Academy Sciences of Saint Petersburg* 74: 1-46.
- Ostroumoff, A. (1896) Comptes-rendus des dragages et du plankton de l'expédition de 'Selianik'. *Bulletin Academy Sciences of Saint Petersburg* 5: 33-93.
- Özalp, H.B. (2018) Derinlerdeki Tanıklar: Mayınlar, Mermiler ve Bilinmeyen Batıklar. I. Sualtı Kültür Mirası Çalıştayı. 28-29 Nisan 2018, pp. 1.
- Özalp, H.B., Alparslan, M., Okudan, E.Ş., Aysel, V. Aysel, O. (2017) A Preliminary Biodiversity Survey in Three Shipwrecks in the Dardanelles (Marmara Sea, Turkey). *Fresenius Environ Bull* 26(12): 6986-6991.
- Özalp, H.B. (2010) Çanakkale Savaşlarına Sualtından Bir Bakış. Çanakkale Araştırmaları Türk Yıllığı. 8-9: 91-110.
- Thakur, N.L., Anil, A.C. (2000) Antibacterial activity of the sponge, *Ircinia ramose*: importance of its surface-associated bacteria. *J Chem Ecol* 26: 57-71.
- Topaloglu, B. (2001) Sponge fauna in the littoral zone of the Marmara Sea. *Rapports Commission Internationale Mer Méditerranée* 36, 421pp.
- Topaloğlu, B., Evcen, A., Çinar, M. (2016) Sponge fauna in the Sea of Marmara. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 16(1): 51-12.
- Wrecksite (2021) <https://www.wrecksite.eu/wreck.aspx?99828>.
- Van Soest, R.W.M., Boury-Esnault, N., Hooper, J.N.A., Rutzler, K., de Voogd, N.J., Alvarez de Glasby, B., Hajdu, E., Pisera, A.B., Manconi, R., Schoenberg, C., et al. (2014) World Porifera Database. Available at <http://www.marinespecies.org/porifera>.
- Yüksek, A. (1989) Marmara Adası güney sahillerinin littoral biotası üzerinde bir araştırma. İ.Ü. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü, Bülten 6(6): 203-216.

TÜRKİYE DENİZEL KORUMA ALANLARI SİSTEMİNE KATKI *Cladocora caespitosa* MERCAN RESİFİ (DARDANOS, ÇANAKKALE BOĞAZI)

CONTRIBUTION TO THE SYSTEM OF MARINE PROTECTED AREAS IN TURKEY *Cladocora caespitosa* REEF (DARDANOS, ÇANAKKALE STRAIT)

H. Barış ÖZALP

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale Şehitleri Yerleşkesi, Deniz
Teknolojileri MYO, Sualtı Teknolojisi Bölümü, Çanakkale Şehitleri
Kampüsü, 17020 Çanakkale-Türkiye

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi,
Su Ürünleri Temel Bilimler Deniz Biyolojisi ABD, Terzioğlu Kampüsü, 17020

Çanakkale – Türkiye
barisozalp@comu.edu.tr

ÖZET: Okyanus ve denizlerde yaşam süren canlıların popülasyon sayıları her geçen gün daha da azalmaktadır. Küresel ısınma ve kirlilik kaynaklı değişime uğrayan ve bazı alanlarda yüksek seviyede bozulan sucul ekosistem dengesinin bunda payı olsa da denizel habitatlar ve çevresinde barındırdığı canlı yaşamına en yıkıcı etkinin, aşırı ve kaçak uygulanan balıkçılık faaliyetleri olduğu birçok araştırmada raporlanmıştır. Biyoçeşitliliğin kaybı büyük kaygı oluşturduğundan, en başta sağlıklı bir insan yaşamı için elzem olan doğal ekosistemlerin sürdürülebilirliğinin sağlanması ve yönetim planları doğrultusunda korunması hususları, son yıllarda gerçekleştirilen deniz bilimleri araştırmalarının odak noktası haline gelmiştir. Ülkemiz denizleri aşırı balıkçılık ve kaçak uygulanan av faaliyetlerinden yüksek seviyede etkilendiğinden, sualtı ekosistemlerinin ve canlı stokların tahribatını önlemek amacıyla denizel koruma alanları oluşturulmaktadır.

Bu çalışmada, 27 Ağustos 2021 tarihindeki resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren Türkiye denizleri ilk sert mercan resif koruma alanı “*Cladocora caespitosa* Dardanos Resifleri”nin ülkemiz bilim insanlarına duyurulması amaçlanmıştır. 2009 yılından bu yana Türk Boğazlar Sisteminde (TBS) gerçekleştirilen bilimsel dalış temelli sualtı araştırmaları dahilinde bölgedeki mercan kolonileri ve denizel biyoçeşitlilik karakteri sürekli izleme çalışmaları ile kontrol edilmiştir. 2014 yılında İtalya’nın Genova kentinde yapılan IUCN Akdeniz Mercanları Kırmızı Liste toplantılarında alınan kararlar doğrultusunda uluslararası statüde korunan nesli tehlike altındaki türler listesine alınan *C. caespitosa*’nın, Çanakkale Boğazında oluşturduğu ve TBS sisteminde yer alan en geniş resif alanı karakterindeki bölge Dardanos’ta, alarm seviyesine geçilmiş ve mercan kolonilerinin yoğunlaştığı lokasyonda alternatif koruma sağlanabilmesi amaçlı bir koruma şamandırası konumlandırılmıştır. 2015-2021 yılları arasında bölgede yapılan çalışmalarda, balık ağlarının koloniler üzerine atılması sonucu 38

koloninin parçalandığı ve bu sebeple beyazlayıp öldüğü tespit edilmiştir. Tütün hassas durumu sebebiyle, 2018-2021 dönemi içinde gerçekleştirilen sualtı araştırmalarında elde edilen verilerle hazırlanan ve balık ağlarının tahribatını kanıtlayan sualtı video ve fotoğraf kayıtları ile desteklenen bilimsel raporlar, Mülki Amir Çanakkale Valiliği'ne ve Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü'ne sunulmuştur. Yaklaşık üç yıl süren yoğun emek ve çabanın sonucunda mercan koloni bölgesi, resmi olarak korunan denizel bölgeler statüsü kazanmış ve resif çevresinde şamandraya bağlanma ve çapa atımı dahil olmak üzere her türlü balıkçılık faaliyetine yasak getirilmiştir. 2021 yılı Kasım ayında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Dalış Ekibi (CASA) tarafından 720 metrekafe mercan-yoğun sınırlı alanda uygulanan transekt ve görsel sayım metodu destekli popülasyon tespit çalışmalarına göre, 92 yetişkin ve 714 yavru/genç doğal koloninin sınırlı alan dağılımı ortaya çıkarılmıştır. Bunların dışında bölgede 2017 yılında başlatılan sert mercan transplantasyon çalışmaları ile büyütülmüş mercan kolonileri de bulunmaktadır.

Türk Boğazlar Sisteminde yer alan tek ve en geniş nesli tehlike altındaki sert mercan *C. caespitosa* resif alanı olan ve aynı zamanda bölgede oluşturduğu biyoçeşitlilik ile birçok canlı için temel barınma, beslenme ve üreme bölgesi özelliği gösteren Dardanos Cladocora Mercan Resifinin, ülkemiz denizel koruma alanları sistemine katkı sağlayacağı, nesli tehlike altındaki tütün hassasiyeti ve biyoçeşitliliğe yaptığı katkı konusu ile birlikte aynı zamanda da ülkemizin önemli paleobiyojik değerlerinden biri olan mercan koloni alanının, yetişen bilim insanları için yeni çalışma alanları oluşturacağı öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Mercan, *Cladocora caespitosa*, bilimsel dalış, denizel koruma alanı, Çanakkale Boğazı

ABSTRACT: The population numbers of creatures living in the oceans and seas are decreasing day by day. Although the aquatic ecosystem balance, which has undergone changes due to global warming and pollution and deteriorated at a high level in some areas, has a share in this, it has been reported in many studies that the most destructive effect on marine habitats and the living life in their surroundings is excessive and illegal fishing activities. As the loss of biodiversity is of great concern, the sustainability of natural ecosystems, which are essential for a healthy human life, and their protection in line with management plans have become the focus of marine science research in recent years. Since our country is highly affected by overseas fishing and illegal fishing activities, marine protection areas are created in order to prevent the destruction of underwater ecosystems and living stocks.

In this study, it is aimed to announce to the scientists of our country the first hard coral reef protection area of the Turkish seas, "Cladocora caespitosa Dardanos Reefs," which was published in the official gazette on 27 August 2021. Coral colonies and marine biodiversity characteristics in the region have been controlled by continuous monitoring studies within the scope of scientific diving-based underwater research carried out in the Turkish Straits System (TBS) since

2009. In Dardanos, the region with the largest reef area in the TBS system, formed in the Dardanelles Strait by *C. caespitosa*, which was included in the internationally protected endangered species list in line with the decisions taken at the IUCN Mediterranean Corals Red List meetings held in Genova, Italy in 2014, alarm level has been reached and a protection buoy has been positioned in order to provide alternative protection in the location where coral colonies are concentrated. In the studies carried out in the region between 2015-2021, it was determined that 38 colonies were disintegrated as a result of throwing fishing nets on the colonies and therefore whitened and died. Due to the sensitive situation of the species, scientific reports prepared with the data obtained from the underwater researches carried out in the period 2018-2021 and supported by underwater video and photographic recordings proving the destruction of the fishing nets, were submitted to the Governor of Çanakkale and the General Directorate of Fisheries and Fisheries. After nearly three years of hard work and effort, the coral colony area gained the status of officially protected marine areas, and all kinds of fishing activities, including buoy mooring and anchoring, were banned around the reef. According to the population determination studies supported by the transect and visual counting method applied in a 720 square meter coral-intensive limited area by Çanakkale Onsekiz Mart University Scientific Diving Team (CASA) in November 2021, the limited area distribution of 92 adult and 714 juvenile/young natural colonies was revealed. Apart from these, there are also coral colonies enlarged by hard coral transplantation studies started in 2017 in the region. Dardanos Cladocora Coral Reef, which is the only and the largest reef area in the Turkish Straits System, and also the main shelter, nutrition and breeding area for many living things with the biodiversity it creates in the region contributes to the system of marine protected areas in our country. It is foreseen that the coral colony area, which is one of the important paleobiological values of our country, will create new study areas for growing scientists, together with the sensitivity of the endangered species and its contribution to biodiversity.

Keywords: Coral, *Cladocora caespitosa*, scientific dive, marine protected area, Çanakkale Strait

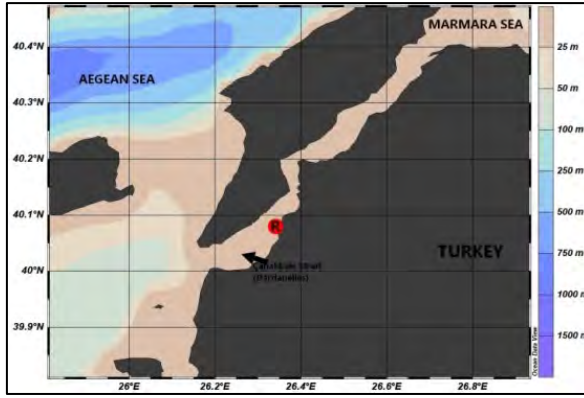
GİRİŞ

Denizel ekosistemler küresel çapta insan kaynaklı etkiler sebebiyle yok olma tehlikesi altındadır. Küresel iklim değişikliği nedeniyle okyanus ve denizlerde kaydedilen ısınma olayları temelde tropik bölge karakterine yakın sıcak su mercan resifleri gibi hassas türlerin sayısı azalmasında birincil sebep olsa da (Hoegh-Guldberg ve diğ. 2017; Herr ve Galland 2009) kirlilik, aşırı balıkçılık ve kıyısız yapılaşmanın sucul ekosistemlerde büyük çaplı tahribat yapan diğer etkenler olduğu belirtilmelidir (NOAA 2021; IISD 2017; Green ve diğ. 2011). Son yıllarda ormanların azaltılması, sulak alanların kurutulması ve limanlarda taraklama ile temizleme gibi faaliyetlerin de denizel habitat tahribatında etkisi raporlanmıştır (NGS 2021).

Deniz Koruma Alanı (DKA), sınırları belirli olan bir bölge dahilinde yaşam süren ve korunmayı gerektiren bazı tür ya da türlerin, ortamdaki tüm kültürel ve tarihi miras ile birlikte kanuni düzenlemelere göre insan baskısı, avcılık gibi faaliyetlere karşı korunduğu alan olarak belirtilebilir Dünyada okyanus ve denizler bazında oluşturulan ilk DKA bölgeleri, Kraliyet Ulusal Parkı (Avustralya, 1879) ve Fort Jefferson Ulusal Anıtı (Birleşik Devletler, 1935) olarak bilinmektedir (Day ve diğ. 2015). Bugün gelinen noktada dünyada 13.000'nin üzerinde deniz koruma alanı olduğu raporlanmıştır (IISD 2017). WWF'e göre koruma alanları, tehdit altındaki türleri korur, sayılarının artmasına ve zarar görmüş ekosistemlerin iyileşmesine yardımcı olur. (WWF 2021). Yüksek biyoçeşitlilik karakteri ile bilinen Akdeniz'de yapılan çalışmalarda, 172.000 km²'yi bulan 1215 adet deniz koruma alanı olduğu bildirilmiştir (MEDPAN 2021; UNESCO 2020). Ülkemiz kıyılarında, bu çalışmada ilk kez sunulan koruma alanı ile birlikte toplam 33 adet DKA bulunmaktadır (TVKGM 2018). Bu çalışmada sunulan ve 2021 yılı Ağustos ayında tebliğ ile resmîyet kazanan Çanakkale Boğazı Dardanos bölgesi, Türkiye'nin ilk sert mercan resif rezerv alanı niteliğindedir. Boğazda oluşturulan bu bölge aynı zamanda, ülkemizde dağılım gösteren nesli tehlike altındaki (IUCN-EN, Casado de Amezua ve diğ. 2015) bir mercan türünün balıkçılık baskısına karşı korunmaya alındığı ilk resmî koruma bölgesidir. Ek olarak ülkemizin denizel biyoçeşitliliğine önemli katkılar yapan ve 1999 yılında Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV) girişimleriyle kurulan Gökçeada Sualtı Deniz Parkı Koruma Alanında denizel fauna ve flora canlılarının tümüyle korunması amacıyla balıkçılık av yasağı uygulanmaktadır (TÜDAV 2014). Türkiye deniz koruma alanları sistemi dışında özel statüde yer alan Tavşan Adası (Neandros) gorgon mercanları koruma alanı, Saros'da kurulan Sualtı Tarih Müzesi ve Çanakkale Boğazı Dardanos rezervi ile birlikte ülkemiz biyoçeşitlilik envanterinin korunmasına katkı sağlanmaktadır.

MATERYAL VE METOT

Dardanos'ta (Şekil 1), CASAE dalgıçları destekli araştırmalar 2009 yılında başlamıştır. Geçen süreçte bölgede, mercan morfolojileri, ekolojik adaptasyonlar, istilacı alg yayılımları ve koloni sağlık durumları belirli dönemlerde izlenmiştir. Alanın resmî statüsü alması sonrasında maksimum koloni sayısı tespiti ve koloni sağlık durumlarının güncellenmesi amacıyla 14-19 Kasım 2021 tarihleri arasında gerçekleştirilen bu çalışmada, bilimsel dalış destekli olarak transekt, kuadrat ve görsel sayım yöntemleri kullanılmıştır.



Şekil 1. Dardanos *Cladocora caespitosa* mercan resifi (Çanakkale Boğazı, Batı Türkiye).

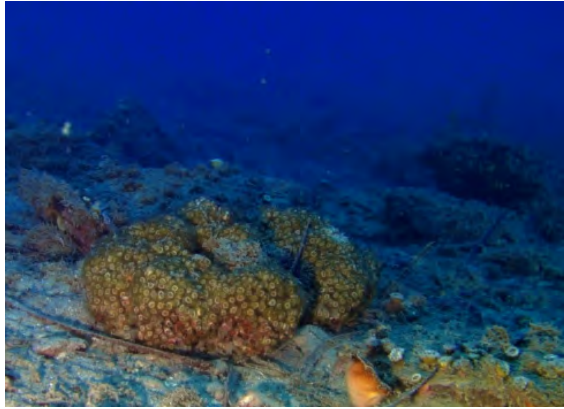
BULGULAR

720 metrekare sınırlı lokasyon yığın koloni mercan bölgesi ile dağınık yapıdaki kolonilerin bulunduğu geniş alan (2000 m²), önceki yıllarda kayıt altına alınmıştır. Bununla birlikte bölgede deniz çayırları arasında daha önceki zamanda tespit edilemeyen yeni yetişkin koloniler keşfedilmesi ve resifin resmi koruma statüsü alması sebebiyle alandaki maksimum koloni sayısının güncellenmesi ihtiyacı doğmuştur. Yığın kolonilerin tespiti, 4-9 m derinlikler arasında yer alan koruma şamandırası bölgesinde yaklaşık 720 metrekare alan dahilinde (47*15m), 5 adet 10 m uzunlukta transekt ve 1m*1m kuadrat kullanılarak belirlenmiştir. Her transekt derinliğe paralel uygulanmış farklı bir bölgeyi (A-E) ve her biri 10 adet kuadrat ölçümünü (50 kuadrat total) temsil etmektedir. Geniş alanda deniz çayırları arasında gizlenmiş karakterli dağınık kolonilerin ve transekt ölçüm uygulamaları sırasında kuadrat içerisine girmeyen ancak kuadrata yakın konumlu kolonilerin sayımında görsel sayım metodu kullanılmıştır (her transekt arası mesafe yaklaşık 3m). Geniş alanda uygulanan görsel sayım metodunda sınırsız transekt uygulanmış olup belirli bir boyutu yoktur. Buna göre transekt sayımlarında 50 metrekare alan bazında, boyutları yaklaşık 3*2 cm ile 92*85cm arasında değişiklik gösteren, çoğunluğun genç yavrulardan oluştuğu 450 adet (50m²-5 transekt total) koloni tespit edilmiştir. 5 farklı transekt uygulamasında (T1-T5) en yüksek koloni sayısı T4'te 216 adet olarak 6'ncı kuadrat atımında gözlenmiştir (36 koloni/m²). Bu bölgede balıkçı ağ hasarı en yüksek olup, önceki sayım çalışmalarında 38 adet yetişkin koloni geniş çaplı tahribatı burada tespit edilmiştir (Şekil 2)(Özalp 2021 – bakanlık raporu; Özalp 2018). En büyük boyutlu koloniler T5'de kaydedilmiştir (16 koloni/10m²). İkinci en yüksek koloni sayısı T3'ün 7'nci kuadrat atımında 25 koloni/m² olmak üzere 10 metrekare alan bazında 142 adet olarak kaydedilmiştir. T1-T5 transekt uygulama alanları arasındaki bölgede (yaklaşık 12-14 m²) görsel sayımla yapılan bilimsel dalış ölçümlerinde yavru, genç ve yetişkin mercanlardan oluşan 207 koloni sayılmıştır.

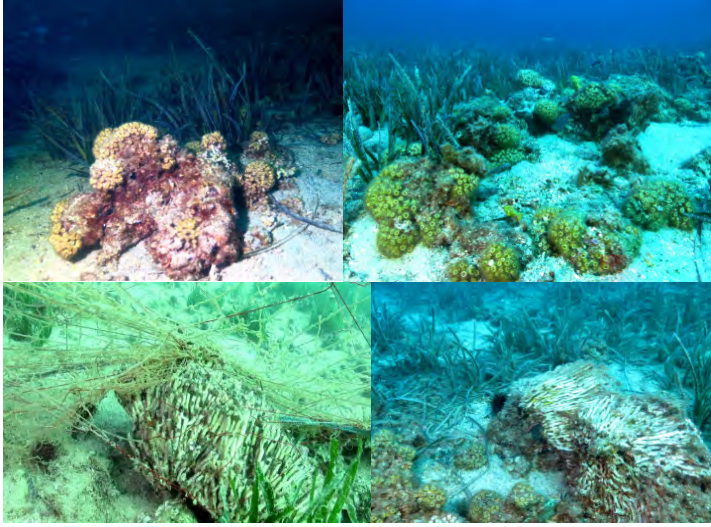


Şekil 2. 2021 yılında balıkçı ağları tarafından tahrip edilen, yoğun kalkerli koralit iskelet yapısı sebebiyle yaşı henüz belirlenememiş, koralit uzunluğu bazında 100 yaşın üzerinde olduğu tahmin edilen *Cladocora caespitosa* mercan kolonisi, 6 m, Çanakkale Boğazı Dardanos Mercan Resifi Koruma Alanı.

Sınırlı alan ve transekt sayım bölgesi dışında kalan, koruma şamandrası çevresi dahilindeki 2000 metrekare geniş alanda 9-21 m derinlik aralığı bazında yapılan görsel sayım çalışmalarında *P. oceanica* çayırları arasında dağılım gösteren 170 adet mercan kolonisi tespit edilmiştir. Bu ölçümler süresince *C. caespitosa*'nın en alt dağılım limit derinliği 18 m olarak kaydedilmiş olup, burada gözlenen yetişkin koloni (Şekil 3), Dardanos *C. caespitosa* resif koruma alanı bazında en derinde yaşam süren koloniye temsil etmektedir. Koruma alanında gerçekleştirilen son çalışma verileri, canlı ve balıkçı ağları tarafından tahrip edilmiş koloni dağılım bölgesi son hali, karakteri ve özellikleri Şekil 4'te sunulmuştur.



Şekil 3. *Cladocora caespitosa* alt limit bölgesi dağılım karakterini temsil eden mercan kolonisi, 18 m (©Özalp 2021).



Şekil 4. Dardanos *C. caespitosa* koruma alanı sağlıklı ve balıkçı ağlarından zarar gören koloni dağılım bölgesi karakteri.

TARTIŞMA

Sıcak nokta biyoçeşitlilik alanlarına sahip olan Çanakkale Boğazının, ülkemiz genelinde ilk sert mercan keşiflerinin yapıldığı bölge olması sebebiyle önemi yüksektir (Özalp 2013). Nesli tehlike altında olan mercan türünün 806 kolonisine yaşam ortamı oluşturan bölgenin, tüm denizel biyoçeşitlilik elemanlarını (*Posidonia*, sünger vb.) içine alacak bir yaklaşımla korunması ve sürekli izleme çalışmalarıyla kontrolü zorunludur. 38 cm koralit boyuna ulaşan bazı kolonilerin 1900'lü yılların Çanakkale Boğazı'na tarihlendiği tahmin edilmekte ve kum substratta gömülü halde keşfedilen koralitler üzerinde sklerokronolojik analizleri devam eden ODTÜ ortaklı proje çalışmaları (Akınoğlu ve diğ. 2021) ile izotop ölçümleri ve kolonilerin yüksek paleobiyolojik önemlerinden dolayı, bölgede ileri araştırma projeleri yapılması önerilmektedir.

TEŞEKKÜR

Sualtı araştırmaları ve bilimsel dalış sürecine verdikleri katkılardan dolayı Volkan ARTUT'a, Evren GÖÇEN'e, K. Emre BARIŞ'a, Harun KIRAN'a, Kaan R. GÜRSES'e ve Malik SELEK'e teşekkür ederim.

DEĞİNİLEN BELGELER

Akınoğlu, G.B., Yılmaz, İ.Ö., Özalp, H.B. (2021) TÜBİTAK 118Y317 proje sonrası deniz saha araştırma verileri (yayın sürecinde).

Casado de Amezua, P., Kersting, D., Linares, C.L., Bo, M., Caroselli, E., Garrabou, J., Cerrano, C., Ozalp, B., Terrón-Sigler, A., Betti, F. (2015) *Cladocora*

caespitosa. The IUCN Red List of Threatened Species IUCN Report, 2015: e.T133142A75872554.

Day, J. C., Laffoley, D. and Zischka, K. (2015) Marine protected area management, in G. L. Worboys, M. Lockwood, A. Kothari, S. Feary and I. Pulsford (eds) Protected Area Governance and Management, pp. 609–650, ANU Press, Canberra.

NOAA (2021) Ocean pollution. Mevcut adres: <https://www.noaa.gov/education/resource-collections/ocean-coasts/ocean-pollution> (erişim tarihi 22 Kasım 2021).

MEDPAN (2021) Mediterranean MPAs. Mevcut adres: <https://medpan.org/marine-protected-areas/mediterranean-mpas/> (erişim tarihi 22 Kasım 2021).

UNESCO (2020) <http://www.unesco.org/new/en/unesco/events/prizes-and-celebrations/celebrations/international-days/international-day-for-biological-diversity-2012/>

Green, S.J., White, A.T., Christie, P., Kilarski, S., Anna Blesilda T. Meneses, A.B.T., Samonte-Tan, G., Karrer, L.B., Fox, H., Campbell, S., Claussen, J.D. (2011) Emerging Marine Protected Area Networks in the Coral Triangle: Lessons and Way Forward. *Conserv Soc* 9(3): 178-188.

Herr, D., Galland, G.R. (2009) The Ocean and Climate Change. Tools and Guidelines for Action. IUCN Report, 73 pp.

Hoegh-Guldberg, O., Poloczanska, E., Skirving, W., Dove, S. (2017) Coral Reef Ecosystems under Climate Change and Ocean Acidification. *Front Mar Sci* 4: 158.

IISD (2017). Brief history of MPAs. *IMPAC Bulletin* 186: 9.

IUCN (2021) Marine protected areas. Mevcut adres: <https://www.iucn.org/theme/marine-and-polar/our-work/marine-protected-areas> (erişim tarihi 10 Kasım 2021).

NGS (2021) Marine habitat destruction. Mevcut adres: <https://www.nationalgeographic.com/environment/article/critical-issues-marine-habitat-destruction> (erişim tarihi 10 Kasım 2021).

Özalp, H.B. (2013) Çanakkale Boğazı'nda Dağılım Gösteren Sert Mercan Türlerinin (Cnidaria, Anthozoa, Scleractinia) Taksonomik ve Ekolojik Özellikleri. Doktora Tezi. 190 pp.

Özalp, H.B. (2021) Çanakkale Boğazı Dardanos nesli tehlike altındaki mercan resifi mercan katliamı yapan dip ağları ve sualtı kayıt verileri. Durum Tespit Raporu 27 Şubat 2021. 16 pp.

TÜDAV (2014) Gökçeada Sualtı Deniz Parkı. Mevcut adres: <http://gokceadasualtiparki.org/index.php?lang=tr-tr> (erişim tarihi 22 Kasım 2021).

WWF (2021) Deniz koruma alanı. Mevcut adres: https://www.wwf.org.tr/ne_yapiyoruz/doga_koruma/doal_alanlar/denizkorumaalanidir/ (erişim tarihi: 22 Kasım 2021).

TVKGM (2018) Türkiye'nin Deniz ve Kıyı Koruma Alanları Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi. Mevcut adres: <https://tvk.csb.gov.tr/turkiye-nin-deniz->

ve-kiyi-koruma-alanlari-sisteminin-guclendirilmesi-projesi-proje#:~:text=%C2%B7%20T%C3%BCrkiye'deki%20yakla%C5%9F%C4%B1k%20346.138%20hektar%C4%B1k,yasal%20olarak%20koruma%20alt%C4%B1nda%20bulunmaktad%C4%B1r (erişim tarihi 22 Kasım 2021).

KIRMIZI GORGON MERCANI *Paramuricea clavata*'NİN KATASTROFİK ÖLÜM RAPORU (ÇANAKKALE BOĞAZI, TÜRKİYE)

A CATASTROPHIC MORTALITY REPORT OF RED GORGONIAN *Paramuricea clavata* (ÇANAKKALE STRAIT, TURKEY)

H. Barış ÖZALP

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale Şehitleri Yerleşkesi, Deniz
Teknolojileri MYO, Sualtı Teknolojisi Bölümü, Çanakkale Şehitleri Kampüsü,
17020 Çanakkale-Türkiye

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi,
Su Ürünleri Temel Bilimler Deniz Biyolojisi ABD, Terzioğlu Kampüsü, 17020
Çanakkale – Türkiye
barisozalp@comu.edu.tr

ÖZET: Bu çalışmada, sıcak nokta yüksek biyoçeşitlilik alanlarından biri olan Kaptan Frangos batığında dağılım gösteren *Paramuricea clavata* gorgon mercan habitatının 2021 yılı müsilaj olayı sonrasında aldığı tahribat incelenmiştir. Son 14 yılın en büyük müsilaj olayı olarak kayıtlara geçen 2020-2021 müsilajı, Türkiye’de ilk kez Aralık 2020’de Çanakkale Boğazında kaydedilmiştir. Tüm boğazda etkili olan ve batık alanında incelenen örtü tip müsilaj, 2021 Temmuz ayı ortalarına kadar devam etmiş ve bölgede yoğun dağılım gösteren mercan popülasyonunda geniş çaplı ölüme sebep olmuştur. Araştırmada, batık üzerinde 3 farklı bölge bazında 2400 metrekaare alan incelenmiştir. 20 metre uzunlukta transektin kullanıldığı çalışmalarda kuadrat ölçümlerine göre kolonilerde mortaliteye rastlama oranı %89,5 bulunmuştur. Doğu Akdeniz’in en kuzey lokasyonlarından birini temsil eden Çanakkale Boğazı’nda yapılan bu çalışma aynı zamanda, ülkemiz denizleri derin su batık habitatları canlı biyoçeşitliliğine ve müsilaj olayı sebepli geniş çaplı mercan fasiyes mortalitesi durumlarına ilişkin ilk araştırma niteliği taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Gorgon mercan, *Paramuricea clavata*, Octocorallia, müsilaj, mortalite, Çanakkale Boğazı

ABSTRACT: In this study, the damage of *Paramuricea clavata* gorgonian coral habitat after the mucilage event of 2021 was investigated in the wreck site of Captain Frangos, which is one of the hotspot high biodiversity areas in the strait. The 2020-2021 mucilage went down as the most extensive mucilage event of the last 14 years ever was recorded in Turkey for the first time from the Çanakkale Strait in December 2020. False-benthos type of mucilage that was also effective throughout the strait and examined in the wreck area, continued until

mid-July 2021, causing massive mortality in the coral population that densely occurred in the site. An area of 640 square meters was examined by using a 20-meter-long transect based on three separate parts on the shipwreck, determining the mortality rate as 64.8% according to quadrat measurements. The present study carried out in the Çanakkale Strait which represents one of the northernmost locations for the eastern Mediterranean, also serve as the first research on the condition of mucilage-related mortality and biodiversity in deep water wreck habitats in the Turkish seas.

Keywords: Gorgonian coral, *Paramuricea clavata*, Octocorallia, mucilage, mortality, Çanakkale Strait

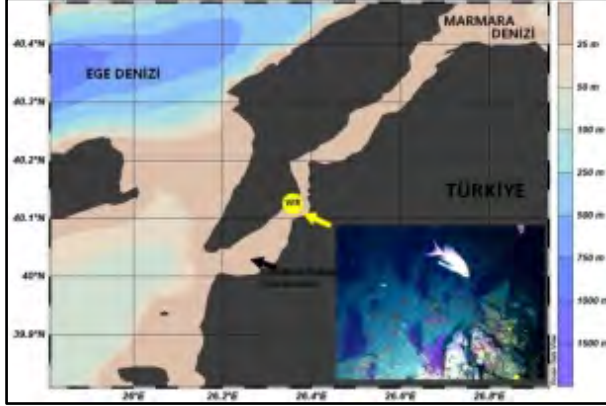
GİRİŞ

Kırmızı veya mor gorgon (yelpaze) mercanı olarak bilinen *Paramuricea clavata* (Kipson ve diğ. 2014; TÜDAV 2014), Akdeniz deniz dibi ekosisteminin önemli biyoçeşitlilik göstergelerinden biridir Yaşam sürdüğü alanlarda yoğun fasyesler oluşturabilme karakteri sebebiyle, birçok deniz canlısı temel barınma alanları meydana getirmekte ve denizel habitatlara yüksek fayda sağlamaktadır (Medpan 2021; Coppari ve diğ. 2019; Linares ve diğ. 2007). Akdeniz kıyılarında türün yoğun dağılım gösterdiği ve birçok çalışmada *P. clavata* ormanları olarak adlandırılan bölgeler aynı zamanda yüksek biyoçeşitlilik sıcak nokta alanları niteliğindedirler (Ponti ve diğ. 2018; Lombardi 2003). Son yıllarda Akdeniz mercanlarının deniz suyu sıcaklık artışları, müsilaj ve kirlilik gibi etkenler sebebiyle ölümlerinde artış gözlenmiştir (Di Camillo ve Cerrano 2015; Tsounis ve diğ. 2012; Garrabou ve diğ. 2009). Müsilaj sebepli geniş çaplı mercan ölüm olayları bazı çalışmalarda raporlanmıştır (Huete-Stauffer ve diğ. 2012; Piazzzi ve diğ. 2021; Topçu ve Öztürk 2021; Özalp 2021, 2021a; Mistri ve Checerelli 1995). Türkiye kıyılarında Çanakkale Boğazı, batık ekosistemleri biyoçeşitliliği bazında dikkat çekicidir. Çalışmanın temel amacı, ülkemiz denizlerinde envanter eksikliği olan batık biyoçeşitliliği ve mercanlar konusundaki bilimsel veriyi geliştirmektedir. Kaptan Frangos batık gemisinde gerçekleştirilen bu araştırmada, kırmızı gorgon mercanı (mor gorgon) *P. clavata*'nın dağılım karakteri ve müsilaj etkili geniş çaplı mortalite oranı incelenmiş olup, batık habitatı özelinde ülkemizde yapılan ilk çalışma niteliği taşımaktadır.

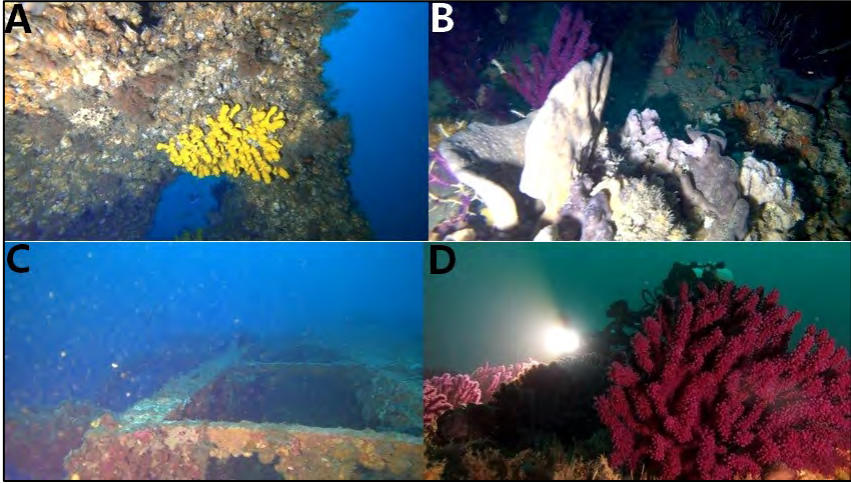
MATERYAL VE METOD

Çanakkale Boğazı'nın önemli yüksek biyoçeşitlilik bölgelerinden biri olan Kaptan Frangos batığı Havuzlar mevkiinde 30-47 m derinlik aralığında bulunmaktadır (Şekil 1). Batık çevresindeki bentoz ekolojisi ve dip eğim özelliklerine göre, başlangıç infralittoral zonun 0-6 m derinlik aralığında substrat karakterini deniz çayıruları temsil eder. Başlangıç zonunda *P. oceanica* ve *P. nobilis* toplulukları bulunur. 6-14 m aralığında farklı alg türleri ile birlikte kum substrat ve taş benzeri yapılar oluşturan serpulid (Polichaeta) canlı toplulukları yaygındır. Batık gemi alanına kadar genel yapı kum substrat olmakla birlikte, özellikle infralittoral bitiş zonunu temsil eden 22-30 m derinlik aralığında ve 50 m'ye kadar

devam eden sirkalittoral bölgede, bentoz dip yapısını *P. spinosum* ve *V. cynomorium* yumuşak mercan türleri karakterize eder. Batık üzerinde süngerler yaygındır ve diğer deniz canlıları için yaşamsal substrat fasiyes oluşturan derin su bivalv türlerinden *Neopycnodonte cochlear* (Poli, 1795)'ın yoğun topluluklarına rastlanır (Şekil 2).



Şekil 1. Çanakkale Boğazı Kaptan Frangos batığı araştırma bölgesi, Havuzlar, 30-47 m derinlik zonu.



Şekil 2. Batık genel fauna ve flora karakteri görünümü (A: *N. cochlear* fasiyesi, B: süngerler, C: mercansız bölgeler, D: Sağlıklı *P. clavata* kolonileri (Ekim 2021)

Bu çalışma, 14-20 Ekim 2021 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel araştırma dalış ekibi (CASAЕ)'nin teknik dalış destekli SCUBA (hava, saf oksijen, EAN50) ile

gerçekleştirdiği bilimsel dalışlarda maksimum koloni sayısı ve mercan sağlığı tespitlerinde 20 m transekt ve 1m*1m kuadrat kullanılmış, üç bölgeye (iskele, sancak ve karina) ayrılan ölçüm alanı bazında (2400 m²) tüm inceleme bölgesinde fotoğraf ve video kayıtları alınmıştır. Batığın poyraz rüzgarına ve Eceabat-Kilitbahir yönünden gelen hakim akıntıya açık iskele kısmında (640 m²) (mercan türünün en yoğun dağılım lokalitesi) dağılım çok sık ve sürekli olduğundan transekt uzunluğu kadar kuadrat atımı yapılmıştır (20 kez). Benzer şekilde gemi karina bölümü ile Lodos rüzgarına açık olan Seddülbahir’e bakan sancak bölümündeki (800 m²) ve deniz yüzeyine dönük konumlu karina kısmında (960 m²) mercan dağılımı hem yoğun hem seyrek bulunmuş olup aynı sayım uygulanmıştır. Batığın mercan koloni ölçümleri yapılan bölgesi temelde 32-44 m derinlik aralığında bulunduğundan, deko sürelerini azaltmak amacıyla kuadrat sayımlarında aşağıdaki kural uygulanmıştır:

Kuadrat içi mercan sağlığı tespiti (% mortaliteye rastlama oranı):

Kuadrat içine giren *P. clavata* kolonisi ve/veya kolonilerinde, koloninin üzerindeki dal sayısı fark etmeksizin her koloni bazında en az 1 adet dalda kahverengileşme/sarı renklenme (ölüm, kayıp dal) kaydedilmesi durumu, tüm koloninin ölü sayılması anlamına gelmektedir. Bu sebeple örneğin, kuadrat içerisinde 5 adet mercan kolonisi tespiti durumunda, eğer 5 adet mercan kolonisinin her biri için tek bir dalda dahi doku kaybı varsa, o koloniye ilişkin tamamının ölü sayıldığı bir hesaplama sonucunu göstermektedir. Yukarıda verilen örneğe göre, 5 kuadrat bazında mortaliteye rastlama oranı %100’dür.

Derin suda çalışma ileri seviye proje desteği gerektirdiğinden, proje desteksiz olarak yapılan bu araştırmada kolonilerin dal yapısı, dallanma oranı ile dallarda gözlenen koloni bazlı mortalite oranları hesaplama dışı bırakılmıştır. Bunlara ek olarak, batıkta gerçekleştirilen ölçümlerde bir kolonideki tüm dalların kaybedildiği tam mortalite durumlarına rastlanmıştır. Gerçek mortalite durumu tespitlerinde, kuadrat atımlarından farklı olarak geminin üç bölgesi bazında görsel sayım tekniği uygulanmış ve tam mortalite tahmini yapılmıştır.

BULGULAR

Gerçekleştirilen çalışmada en yoğun mercan koloni dağılımı, aşağı yönlü Kilitbahir istikametinden Seddülbahire akan ve hakim boğaz akıntısının yüksek etkisi altında olan batığın iskele bölümünde kaydedilmiştir. Burada sağlıklı büyümüş mercan dağılımı sık ve sürekli olup, gemi kış bölümüne kadar kesintisiz gorgon yoğunluğu tespit edilmiştir. Büyük boyutlu kolonilere (>80 cm) nazaran mortaliteye rastlanma oranı en yüksek bu bölümde kaydedilmiştir. Görsel sayım tekniği kullanılarak alınan “tam ölüm” kayıtları batığın üç bölümünde de yaygın olmakla birlikte en yoğun iskele bölgesinde kaydedilmiştir. Buna göre, yaklaşık 640 metrekare alanı temsili uygulanan kuadrat sonuçlarına göre, en yoğun ve sık mercan lokalitesine yerleştirilen transekt destekli 20 atımda 116 mercan kolonisi (birey, aksiyal ana dal) tespit edilmiş, geminin bu bölümü için (iskele kısmı) metrekaredeki ortalama koloni sayısı 5,8 koloni/m² olarak hesaplanmıştır. 640 metrekare bazında tüm alan için tahmini maksimum koloni sayısı 20 m² kuadrat alanı baz alındığında 3712 koloni/640m²’dir. En yüksek mortaliteye rastlanma

oranı bu alanda kaydedilmiştir (%96,55). Buna ek olarak, tek kuadrattaki en yüksek koloni sayısı 9 koloni/m² olarak ölçülmüştür.

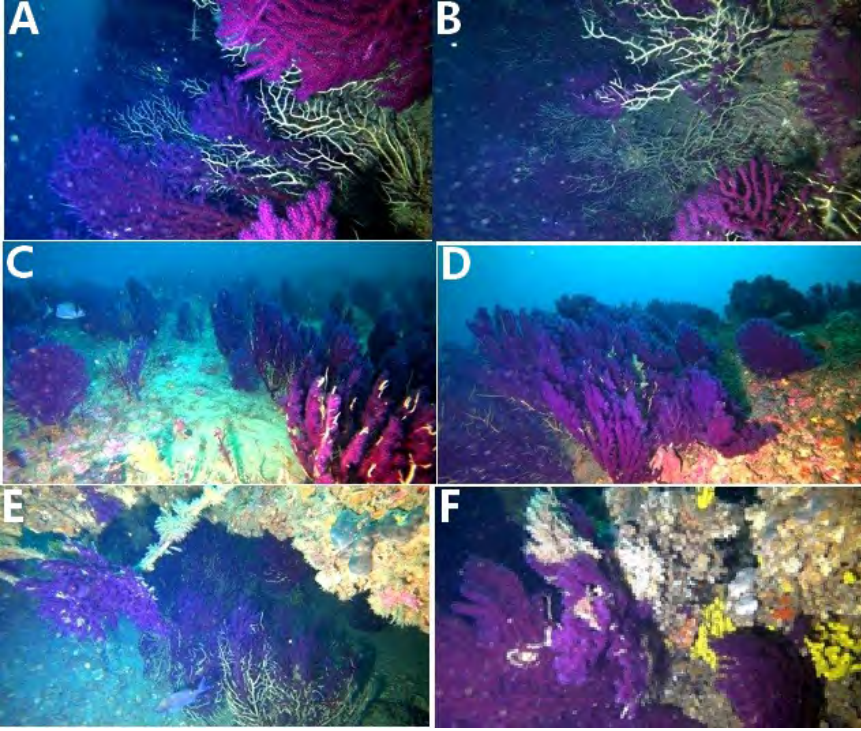
Gemi karina bölümünde mortaliteye rastlanma oranı %23,65 olarak belirlenmiş olup, en genç kolonilerin karina üzerinde gözlemlendiği görsel sayımlarda metrekarede ortalama 4,65 koloni/m² kaydedilmiştir. Tek kuadratta en yüksek koloni sayısı 12 adet/m²'dir. Kuadrat alanı sayım sonucu baz alındığında yaklaşık 4464 koloni/960m²'dir. Gemi sancak bölümünde metrekaredeki ortalama koloni sayısı 2,5 koloni/m² olarak bulunmuş olup, kuadrat içi en yüksek koloni sayısı 8 koloni/m²'dir. Maksimum 50 koloni/m² belirlenen alanda, tüm alan bazında yaklaşık 2000 koloni/800m² koloninin bölgede dağılım gösterdiği bulunmuştur. Tek transekt üzerinden yapılan sayım çalışmasına göre incelenen alanlar bazında batık üzerinde 10176 koloni/2400m² dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Aynı zamanda gemi karina ve sancak bölümlerinin birçok bölgesinde mercansız alan bulunmuş olup, bu durum hesaplamalara 0 koloni/m² olarak yansımıştır.

Sağlıklı mercanlar geminin iç kısmına açılan sancak tarafı ile karina bölümlerinde kaydedilmiştir. Görsel sayımlarda sancak, karina ve iskele kısımlarında zarar almamış mercan kolonileri tespit edilmiştir. İskele bölümündeki sürekli ve sık dağılım karakteri ve neredeyse tümü sağlıklı koloni bireylerine nazaran; karina ile sancak kısımlarında çoğunlukla seyrek dağılım karakterine karşın sağlıklı ve müsilağdan korunmuş koloni bireyleri gözlenmiştir. Karina ve sancak kısımlarında birçok alanda 0 koloni/m² transekt sayım sonucu yaygındır (Şekil 3, Tablo 1).

Tablo 1. Kaptan Frangos batığı *P. clavata* habitatı demografik karakteri.

Bölge	MKS (adet/20 m ²)	OKS (20m ²)	Canlı	Ölü	MsKuS (atım)	KuDY (adet/m ²)	MRO (%)
İskele (640 m ²)	116	5,8±1,36	4	112	0	4-9	96,55
Sancak (800 m ²)	50	2,5±2,91	30	20	10	0-8	40
Karina (960 m ²)	93	4,65±4,23	71	22	7	0-12	23,65

Notlar: Görsel sayım sonuçlarına göre geminin sancak kısmında tamamen sağlıklı 25 adet; iskele kısmında 10 adet, karina kısmında ise >50'den fazla mercan kolonisi kaydedilmiştir (batıkta görsel sayım için ayrılan süre arttıkça daha fazla mercan tespiti yapılabilir olduğundan görsel sayım tam sağlıklı mercan koloni sayıları temsili değildir). Aynı metotla belirlenen tam koloni bireyi ölümü (tüm koloni dallarının ölümü) sonuçlarına göre sancak kısmında 35 adet, iskele kısmında 48 adet, karina kısmında ise 10 adet kolonide tam ölüm durumu tespit edilmiştir. 20 metre uzunluktaki transekt hat hiçbir alanda mercan yoğunluğuna göre yerleştirilmemiş olup, rastgele ve düz konumlu olarak uygulanmıştır ve transektin her metresinde 1m*1m kuadrat ile ölçüm yapılmıştır (MKS: Maksimum koloni sayısı; OKS: Ortalama koloni sayısı; MsKuS: mercansız kuadrat sayısı; KuDY: bir kuadrattaki en düşük ve en yüksek koloni sayısı; MRO: mortaliteye rastlanma oranı).



Şekil 3. 2020-2021 müsilaj olaylarından etkilenen geniş çaplı ölüm olayının çalışıldığı Kaptan Frangos batığı canlı ve ölü koloniler (A-B: iskele kısmı, C-D: karine kısmı, E-F: sancak kısmı).

TARTIŞMA

Çanakkale Boğazı'ndan ilk kez Aralık 2020'de raporlanan (Özalp 2021) ve son 14 yılın en ağır müsilaj olayında, boğazın 39-51 m derinlik aralığı bazında *P. clavata* kolonilerinin %100 oranında mortalite yaşadığı bildirilmiştir. Aynı çalışmada diğer gorgon mercan türleri *S. savaglia* ve *E. cavolini* türlerinin ağır tahribat aldığı kaydedilmiştir. 2021 yılı müsilajının bentik omurgasızlar üzerindeki mortalite etkisinin çalışıldığı başka bir çalışmada bentik omurgasızların ölümünden sorumlu müsilaj tiplerinin (örtü ve sahte dip) deniz dibi birikim oranları haritası sunulmuş ve *P. spinosum* ile *E. singularis* türlerinde ağır mortalite olduğu raporlanmıştır (Özalp 2021a). Marmara Denizi adalarında yapılan başka bir çalışmada, *P. clavata*'da ağır ölüm tespit edildiği bildirilmiştir (Topçu ve Öztürk 2021). Önceki yıllarda Kaptan Frangos batığında yapılan araştırmalarda, kırmızı gorgon mercanı *P. clavata*'nın 112 metrekare bazlı dağılım alanı kolonileri incelenmiştir (Özalp ve diğ. 2017). Bu çalışmada *P. clavata* kolonilerinin geminin gerçek boyu bazlı tüm dağılım alanı (2400 m²) çalışılmıştır. 2020 yılında yapılan araştırmalarda bölgede 3 adet *S. savaglia* kolonisinin, canlı *P. clavata* aksiyal ana dalı (birey, vücut) üzerinde büyüdüğü

tespit edilmiştir. Bu çalışmada, müsilağ olayı etkisi sonrası canlı *S. savaglia* bireylerinin tamamen öldüğü kaydedilmiştir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Coppari, M., Zanella, C., Rossi, S. (2019) The importance of coastal gorgonians in the blue carbon budget. *Scientific Reports* 9: 13550.

Di Camillo, C.G., Cerrano, C. (2015) Mass Mortality Events in the NW Adriatic Sea: Phase Shift from Slow- to Fast-Growing Organisms. *Plos One* 10(5): e0126689.

Garrabou, J., Coma, R., Bensousan, N., Bally, M., Chevaldonne, P., Cigliano, M. et al. (2009) Mass mortality in Northwestern Mediterranean rocky benthic communities: effects of the 2003 heat wave. *Global Change Biology* 15(5): 1090-1103.

Huete-Stauffer, C., Prevati, M., Scinto, A., Palma, M., Pantaleo, U., Cappanera V., Cerrano, C. (2012). Long-term monitoring in a multi-stressed *Paramuricea clavata* population. Mevcut adres: https://www.ciesm.org/online/archives/abstracts/pdf/40/PG_0654.pdf (erişim tarihi 22 Kasım 2021).

Medpan (2021) SfM-based method to assess gorgonian forests (*Paramuricea clavata* (Cnidaria, Octocorallia)). Mevcut adres: <http://medpan.org/sfm-based-method-to-assess-gorgonian-forests-paramuricea-clavata-cnidaria-octocorallia/> (erişim tarihi 22 Kasım 2021).

Piazzzi, L., Gennaro, P., Cecchi, E., Bianchi, C.N., Cinti, M.F., Gatti, G., Guala, I., Morri, C., Sartoretto, F., Serena, F., Montefalcone, M. (2021) Ecological status of coralligenous assemblages: Ten years of application of the ESCA index from local to wide scale validation. 121: 107077.

Kipson, S., Linares, C., Čizmek, H., Cebrián, E., Ballesteros, E., Tatjana Bakran-Petricioli, t., Garrabou, J. (2014) Population structure and conservation status of the red gorgonian *Paramuricea clavata* (Risso, 1826) in the Eastern Adriatic Sea. *Marine Ecology* 36(4): 982-993.

Linares, C., Doak, D.F., Coma, R., Díaz, D., Zabala, M. (2007) Life history and viability of a long-lived marine invertebrate: the octocoral *Paramuricea clavata*. *Ecology* 88(4): 918-928.

Lombardi, A. (2003) Effects of *Paramuricea clavata* (Risso, 1826) (Anthozoa: Plexauridae) forests on settlement of benthic species: an experimental approach. MSc Thesis. Bologna University.

Mistri, M., Ceccherelli V.U. (1995) Damage and partial mortality in the gorgonian *Paramuricea clavata* in the Strait of Messina (Tyrrhenian Sea). *Marine Life* 1: 43-49.

Özalp, H.B. (2021a) A preliminary assessment of the mass mortality of some benthic species due to the mucilage phenomenon of 2021 in the Çanakkale Strait (Dardanelles) and North Aegean Sea. *Journal of the Black Sea and Mediterranean Environment* 27(2): 154-166.

- Özalp, H.B. (2021) First massive mucilage event observed in deep waters of Çanakkale Strait (Dardanelles) – Turkey. *Journal of the Black Sea and Mediterranean Environment* 27(1): 49-66.
- Özalp, H.B., Alparslan, M., Aslan Okudan, E.Ş., Aysel, O., Aysel, V. (2017) A Preliminary Biodiversity Survey in Three Shipwrecks in the Dardanelles (Marmara Sea, Turkey). *Fresenius Environmental Bulletin* 26(12): 6986-6991.
- Ponti, M., Turicchia, E., Ferro, F., Cerrano, C., Abbiati, M. (2018) The understory of gorgonian forests in mesophotic temperate reefs. *Aquatic Conservation* 28(5): 1153-1166.
- Tsounis, G., Martinez, L., Bramanti, L., Viladrich, N., Gili, J.M., Martinez, Á., Rossi, S. (2012) Anthropogenic effects on reproductive effort and allocation of energy reserves in the Mediterranean octocoral *Paramuricea clavata*. *Marine Ecology Progress Series* 449: 161-172.
- Topçu, N.E., Öztürk, B. (2021) The impact of the massive mucilage outbreak in the Sea of Marmara on gorgonians of Prince Islands: A qualitative assessment. *Journal of Black Sea and Mediterranean Environment* 27(2): 270-278.
- TÜDAV (2014) Koralijen toplulukları. Mevcut adres: <https://tudav.org/calismalar/denizel-biyocesitlilik/koralijen-topluluklari/> (erişim tarihi 22 Kasım 2021).

PRENS ADALARI ÖRNEĞİ ÜZERİNDEN MARMARA DENİZİ'NDEKİ OKTOKORAL MERCANLARIN EKOLOJİK DURUMLARI

OCTOCORAL COMMUNITIES OF PRINCE ISLANDS THE SEA OF MARMARA

N. Eda TOPÇU^{1,2*}, İ. Noyan YILMAZ^{3,4}, Tancrede BARRAUD¹,
Onur DOĞAN¹, Cansu SARAÇOĞLU¹

¹İstanbul Üniversitesi, Su Bilimleri Fakültesi, Vezneciler, Fatih/İstanbul

²Türk Deniz Araştırmaları Vakfı, TÜDAV, Beykoz/İstanbul

³İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Vefa-
Fatih/İstanbul

⁴School of Life and Environmental Sciences, Centre for Integrative Ecology,
Deakin University, Burwood, Victoria, Australia

*edatopcu@istanbul.edu.tr

ÖZET: Prens Adaları bölgesi, zengin bir oktokoral mercan faunası barındırır ve hem yumuşak mercanlar hem de gorgonların yoğun olarak bulunduğu alanlara sahiptir. Sarı gorgon *Eunicella cavolini* metrekaresinde onlarca koloniden oluşan yoğun fasiyesler halinde görülürken, derin deniz gorgon türleri *Paramuricea macrospina* ve *Spinimuricea klavereni* ise, Marmara Denizi'ne özgü şekilde sığ dağılım gösterdikleri Prens Adaları'nda yumuşak mercan *Paralcyonium spinulosum* ile birlikte mercan bahçeleri oluşturur. Öte yandan megaşehir İstanbul'un kıyılarında bulunan bu mercan bölgesi, insan faaliyetlerinin ağır baskısı altındadır. On yıllardır devam eden endüstriyel balıkçılık ve kirlilik baskılarına, son yıllarda artan kıyı dolgu ve inşaat faaliyetleri eklenmiştir. Özellikle 2015 yılında başlayan Yassıada inşaat süreciyle birlikte bölgede sünger, mercan ve diğer başka bentik sesil omurgasız türlerini kapsayan bir toplu ölüm felaketi yaşanmıştır. Yumuşak mercanlar bölgede neredeyse yok olmuşken, gorgonların sayılarında da ciddi düşüşler kaydedilmiştir. Özellikle kırmızı gorgon *Paramuricea clavata* ender rastlanır hale gelmiştir.

Sivriada'da da inşaat sürecinin başlaması ile birlikte, kıyılarındaki sarı gorgonların bölgeden tamamen yok olmamasını sağlamak amacıyla, parça nakli çalışması yapılmış ve yüzlerce gorgon fragmanı Balıkçı Adasına taşınmıştır. Tranplant gorgonlarda yüksek hayatta kalma oranları elde edilmiştir. Balıkçı Adası 2020 yılında nakledilen gorgonları ve bölgedeki zengin biyolojik çeşitliliği endüstriyel balıkçılık faaliyetlerinden korumak amacıyla koruma altına alınmıştır.

İlerleyen yıllarda özellikle derin deniz türlerinde bir iyileşme süreci başlamış ancak 2020-2021 kış sezonunda baş gösteren yoğun müsilağ felaketiyle tekrar toplu ölümler kaydedilmiştir.

Prens Adaları bölgesi sarı gorgon popülasyonları düşük genetik zenginlik, yüksek homozigotluk ve diğer bölgelerden kopukluk gösterir. Bölgede popülasyon boylarının devamlı azaldığı da düşünülürse bu düşük genetik çeşitlilik ileride kendileşme (ing. inbreeding) tehlikesi ortaya çıkarmakta ve türün bölgesel varlığını tehdit eder nitelik kazanmaktadır. Bölgede türlerin korunması ve geleceğe yönelik restorasyon önerileri tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mercan, gorgon, koruma, restorasyon

ABSTRACT: Princes' Islands harbors a rich fauna of octocorals, while also being home to a highly abundant fauna of soft corals and gorgonians. The yellow gorgonian *Eunicella cavolini* is found as dense facies with densities reaching tens of colonies per square meter in the area, while deep sea gorgonians with a shallow distribution unique to the Sea of Marmara, *Paramuricea macrospina* and *Spinimuricea klavereni*, are found associated with the soft coral *Paralcyonium spinulosum*. However, this coral area found alongside the coast of Istanbul megacity is under heavy pressure from anthropogenic activities. During the last decades, tremendous pressures from shores' urbanization and coastal filling were added to the already existing industrial fishery and pollution. A mass-mortality event involving sponges, corals and other benthic sessile invertebrates took place in 2015 due to heavy sedimentation which was mainly the result of Yassıada land filling. Soft corals almost went extinct in this area, while the number of gorgonians colonies decreased. The red gorgonian *Paramuricea clavata* has become particularly scarce. With the beginning of the construction and land filling operations in Sivriada, a project of transplantation was implemented before gorgonian colonies were impacted at Sivriada. Hundreds of gorgonian fragments were transported to Balıkçı Island. During the transplantation experiment, high survival rates among gorgonian fragments were obtained. Balıkçı Island was designated as a protected area in 2020 to secure transplanted gorgonians and protect the rich biodiversity in the region from industrial fisheries. Afterwards in the following years, a recovery, especially of deep-sea species was observed. However, mass-mortalities were reported again during the intense mucilage event of 2020-2021 winter season. Yellow gorgonian populations around Princes' Island showcase low genetic diversity, high homozygosity and genetic differentiation with other regions. Due to the constantly decreasing size of this gorgonian populations in the region, the low genetic diversity threatens the existence of this species through inbreeding risks in the future. Proposals for the conservation and restoration of octocorals in the area are discussed.

Keywords: Coral, gorgonian, conservation, restoration

BÖLGESEL OKTOKORAL MERCAN TÜR ÇEŞİTLİLİĞİ

Marmara Denizi'nde 24 tür oktokoral mercan yaşamakta, bunlardan dördü stolonifer mercan, beş türü yumuşak mercan, yedi türü gorgon, sekizi ise deniz kalemleri taksonlarındandır (Topçu ve Özalp 2016). Prens Adaları

bölgesinde, bu türlerden on tanesi yaygın olarak bulunmaktadır, sarı gorgon *Eunicella cavolini*, kırmızı gorgon *Paramuricea clavata*, derin deniz türleri *Spinimuricea klavereni* ve *P. macrospina* en sık rastlanan gorgonlardır; öte yandan yumuşak mercanlar (stolonifer mercanlardan *Sarcodictyon* sp., yumuşak mercanlardan *Alcyonium palmatum*, *A. acaule* ve *A. coralloides* ile *Paralcyonium spinulosum*) genel olarak yayginken, deniz kalemlerinden özellikle *Veretillum cymorium* sık rastlanır (Topçu ve Öztürk 2015). Sarı gorgon Yassıada, Sivriada ve Balıkçı Adası kıyılarında metrekarede onlarca gorgonun bulunduğu yoğun fasiyesler (bantlar) halinde bulunur. Kırmızı gorgona ise, özellikle Büyükkada, Balıkçı Adası ve Sedef Adası arasında kalan bölgede sert zeminlerde rastlanır, ancak fasiyes yapacak sıklıkta rastlanmaz (Şekil 1).

Şekil 1. Prens Adaları’nda düzenli izlenen istasyonların konumları (siyah noktalar). Adalarda toplam gorgon yoğunluklarında yıllara bağlı değişimler histogram olarak gösterilmiştir (2015 öncesi; sedimentasyon sonucu ölümler 2016; müsilağ sonrası 2021). Her bölge için başlıca dağılım gösteren türler daire şekillerinde (daire çapı bolluklarını temsil eder) verilerek gösterilmiştir. Kesin korunacak hassas alan ilan edilen bölge, Balıkcı Adası etrafında daire içine alınmıştır, Balıkcı Adasında transplant gorgonların konumu kare ile gösterilmiştir.

Derin deniz türleri *S. klavereni* ve *P. macrospina* Marmara Denizi'ne özgü şekilde sığ dağılım göstermekte ve özellikle Prens Adaları bölgesinde 20 m ve altında sık rastlanmaktadır. Sığ dağılımları Marmara Denizi'nin özel oşinografik yapısına bağlanmıştır; iki katmanlı akıntı sistemi sonucu 20 metre derinliğin altında mevsim etkisinin bulunmaması, yıl boyu sıcaklığın 14-15 °C civarında kalması ve yüksek türbidite sonucu loş ışık bulunması, derin deniz

ortamına benzer şartları oldukça sığ derinliklerde sağlamaktadır (Topçu ve Öztürk 2015). Beyaz çalı *S. klavereni* türünün bölgede yıl boyu mevsimlerden bağımsız şekilde yüksek sayıda gamet ürettiği ve hızlı büyüme gösterdiği bilinmektedir (Topçu ve Öztürk 2016a ve 2016b). Bu iki gorgon türü genellikle *P. spinulosum* yumuşak mercan öbeklerinin de bulunduğu karma bir topluluk halinde, özellikle kaba taş/çakıllı zemin veya yatay sert zeminlerde dağılım gösterir.

SARI GORGON POPÜLASYONLARININ GENETİK YAPISI

Marmara Denizi'nde dağılım gösteren sarı gorgon *Eunicella cavolini* popülasyonlarında (Hayırsızada, Sivriada, Balıkçı Adası ve Yassıada) beş mikrosatellit lokusu (C21, C30, C40, EVER007, EVER009) boyunca PCR temelli yöntemlerle genotipleme analizi yaparak bireylerdeki alel frekansları temelli bilgi ile popülasyonların genetik yapısı, zenginliğine ve bağlantısallıklarına dair veriler araştırılmıştır (Doğan&Topçu yayınlanmamış veri). Bu çalışmada Prens Adaları bölgesindeki popülasyonların, düşük genetik çeşitlilik, yüksek homozigotluk gösterdiği ve diğer popülasyonlardan kopuk olduğu görülmüştür. Ayrıca Prens Adaları popülasyonlarında kendileşme (ing. inbreeding) izlerinin daha baskın olduğu da gözlenmiştir; tüm bu genetik sonuçlar bölgedeki (endüstriyel balıkçılık, kıyı dolgu ve inşaat faaliyetleri ve müsilaj başta olmak üzere) yüksek antropojenik baskı ve tehditler sonucu popülasyon boyundaki muhtemel daralmaların da etkisiyle türün bölgedeki devamlılığını tehlikeye sokabilir.

PRENS ADALARI BÖLGESİ'NDE YAKIN ZAMANLI TEHDİTLER VE SONUÇLARI

Prens Adaları, barındırdığı zengin habitat çeşitliliği sayesinde zengin balık faunasına sahip, önemli balık yumurtlama alanlarından biridir (Demirel ve Gül 2016) ve tarihsel bir balıkçılık bölgesidir (Göktürk ve Deniz 2016). Öte yandan yukarıda da belirtildiği gibi oldukça zengin mercan topluluklarına ev sahipliği yapmakta ve bu topluluklar bölgedeki yoğun balıkçılık baskısından etkilenmektedir. Örneğin bölgenin, 1970'li yıllara kadar metrekarede onlarca kırmızı gorgon (*Paramuricea clavata*) barındırdığını gösteren görsel kayıtlar bulunmaktadır, ancak daha sonraki yıllarda yoğunlaşan endüstriyel balıkçılık baskısıyla bu popülasyonların giderek küçüldüğünün yerel dalgıçlar tarafından gözlemlendiği ve 2014 yılında en yoğun bulunduğu istasyonlarda 4 koloni.10m⁻² 'ye kadar düştüğü bildirilmiştir (Topçu ve Öztürk 2015). Bölgede mercanların devamlı izlendiği istasyonlardan % 53'ünde terkedilmiş balıkçılık malzemesi gözlenmiştir. Dolayısıyla Prens Adaları bölgesi mercan toplulukları için o dönemdeki en önemli tehdit endüstriyel balıkçılık olarak öne çıkmış ve koruma önlemlerine dair öneriler bu çerçevede sunulmuştur.

2015 yılı itibariyle bölgede oktokoral mercan türlerini ve başka bentik omurgasız türlerini etkileyen, aşırı sedimentasyon (karasal kökenli çökelti) kaynaklı toplu ölüm olayları kaydedilmiştir; bu olayların sebebi olarak iki antropojenik (insan kaynaklı) etmen öne sürülmüştür (Topçu ve diğ. 2019).

Bunlardan ilki Yassıada'da 2015 yılında başlayan inşaat ve dolgu faaliyetleri, diğeri ise Kurbağalıdere rehabilitasyonu çerçevesinde dere dip çamurunun Sivriada açıklarında denize bırakılmasıdır. Başta mercanlar, süngerler ve çift kabuklular olmak üzere bentik sesil omurgasız canlılarda, canlı doku üzerinde çökelti birikmesine bağlı ölümler gözlenmiş ve bu olayın arkasından hayatta kalan mercan ve süngerlerde de doku bozulmaları kaydedilmiştir. Hasta dokularda çok sayıda fırsatçı bakteriyle birlikte karasal girdilerle gelmiş olması muhtemel bir mantar türü de aynı çalışmada tespit edilmiştir (Topçu ve diğ. 2019). Bu sürecin sonunda bölgede mercanların yoğunluklarında önemli ölçüde değişim ve azalma görülmüştür (Şekil 1). Prens Adaları bölgesinde yaygın bulunan, hızlı büyüme özelliğine sahip derin deniz türü Akdeniz endemiği gorgon türleri (Marmara'ya özgü sığ dağılımları yukarıdaki paragraflarda açıklanmıştır), bu olaylar sonucu en hızlı ve en fazla tam ölüm gösteren gorgonlar olmuştur. Öte yandan yumuşak mercanlar (özellikle *A. acaule*) bu olaydan sonra ender rastlanır hale gelmiştir.

2016 sonrasında, aynı istasyonlarda izleme çalışmaları sürdürülmüştür ve özellikle yukarıda bahsedilen derin deniz gorgon türlerinde bölgede tekrar yerleşme ve hızlı büyüme gözlenmiştir. Ancak ne yazık ki 2020 kış aylarında Marmara Denizi'nin tamamını etkileyen büyük ölçekli yoğun bir müsilaj olayı görülmüş ve dibe çöken müsilaja bağlı gorgon ve mercan ölümleri kaydedilmiştir (Özalp 2021; Topçu ve Öztürk 2021). Bu olay sonucunda, daha önceki toplu ölümden olduğu gibi en hızlı ve en fazla ölüm görülen mercanlar derin deniz türleri olmuştur (Şekil 1). Buna karşın, uzun vadede bölgedeki dağılımı ve demografik yapısı bakımından, yavaş büyüme, düşük stoğa katılım ve düşük bölgesel yoğunluk sebepleriyle en kötü etkilenen türün kırmızı gorgon *P. clavata* olması öngörülmektedir.

PRENS ADALARI GORGON KORUMA VE RESTORASYON PLAN ÖNERİLERİ

Prens Adaları bölgesinde 2015-2016 yıllarında başta Yassıada kıyı dolgu ve inşaat faaliyetlerinden kaynaklanan aşırı çökeltiye bağlı toplu ölüm olayı sonrasında, Sivriada'da da inşaat ve kıyı dolgu faaliyetlerinin başlayacağı anlaşılmıştır. Sivriada Prens Adaları arasında sarı gorgonun en yoğun fasyeslerinin gözlemlendiği yerdir. Gorgonların oldukça dik duvarlar üzerinde konumlanması sayesinde 2015 döneminde diğer istasyonlara kıyasla daha az etkilenmiş ve koloni sayısının yüksek olmasının da etkisiyle hızlı iyileşme göstermiştir. Ancak Sivriada'nın kendi kıyılarında inşaat ve dolgu faaliyetleri doğrudan bu fasyesleri etkileyeceği için, TÜBİTAK ve yerel Sivil Toplum Kuruluşları işbirliğiyle nakil (transplantasyon) çalışması yapılmış ve Sivriada'dan alınan yüzlerce gorgon parçası, 13 km uzaklıktaki Balıkçı Adası'nda zemine sabitlenerek taşınmıştır. Bu yöntemde, (5 – 15 cm boyutlarında) parça alınan ana koloni yaşamını sürdürmeye devam etmektedir. Alınan parça nakledildiği yeni alanda aynı genetik materyale sahip yeni bir koloni olarak büyümektedir. Balıkçı Adası mercanların çok çeşitli, yoğun bulunduğu bir bölgedir ve özellikle 2015 aşırı çökeltisinden çok fazla etkilenmeyen sarı

gorgonların doğal olarak da bulunduğu uygun bir duvara sahiptir. Bu duvara taşınan parçalarda oldukça yüksek hayatta kalma oranları elde edilmiştir. Hem nakil çalışmasının konumu olması, hem yüksek biyolojik çeşitliliği ile bölgesel temsili özelliği, hem de başta gırgır olmak üzere yoğun endüstriyel balıkçılık baskısı sebebiyle, bu bölge yerel Sivil Toplum Kuruluşlarının yoğun çabaları sonucu 31450 sayılı ve 10/04/2021 tarihli Resmi Gazetede yayınlanan, 3817 sayılı kararda, 1 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesinin 109. maddesi ile “Kesin Korunacak Hassas Alan” ilan edilmiştir (Şekil 1). Özellikle endüstriyel balıkçılığı engellemek adına önemli bir gelişmedir.

Marmara Denizi’nde 2020-2021 döneminde gerçekleşen yoğun müsilaj felaketi sonrası 22 eylemden oluşan Marmara Denizi Koruma Eylem Planı hazırlanmış ve birkaç ay sonra, 5 Kasım 2021 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan 4750 sayılı karar ile Marmara Denizi ve Adalar, Özel Çevre Koruma Bölgesi ilan edilmiştir. Eylem Planı özellikle kirlilik kaynaklarını durdurma ve engellemeye yönelik hazırlanmıştır ve gerçekçi şekilde uygulanması durumunda deniz şartlarında iyileşme olması beklenmektedir. Bu iyileşme sürecinin ardından, bölgede tarihsel olarak gorgon dağılımı bilenen alanlarda uzun vadeli gorgon restorasyon çalışmaları planlanması mümkündür. Bu çalışmalar için gorgon parçalarının alınacağı (Ege Denizi gibi) alanlar popülasyon genetik yapısı belirlenmiş istasyonlar arasından belirlenmelidir; daha önce denenmiş taşıma yönteminde belirlenen optimum fragman boyu ve yöntem kullanılarak (Topçu 2020) önce küçük ölçekte parça nakli ve izleme yapılması, başarı oranları çerçevesinde büyük ölçekli parça nakli ve izleme yapılması tavsiye edilir. Ayrıca hem restorasyon bölgelerinin, hem de başta derin deniz türleri ile kırmızı ve sarı gorgon dağılım alanlarının kesin korunacak hassas alana dahil edilmesi, her türlü balıkçılık faaliyetlerinden ve çıpa zararlarından korunmaya alınması ve sportif dalış faaliyetlerinin kontrol altında yürütülmesi önerilir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Göktürk, D., Deniz, T. (2016) İstanbul Prens Adaları’nda küçük ölçekli balıkçılık yapısının değerlendirilmesi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi* 19(4): 415-424.

Gül, G., Demirel, N. (2016) Status of small pelagic fishes in the Sea of Marmara. The Sea of Marmara; Marine Biodiversity, Fisheries, Conservation and Governance (eds., Özsoy, E., Çağatay, M.N., Balkıs, N., Balkıs, N., Öztürk, B.) Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV), İstanbul, 42: 612-629

Özalp, H.B. (2021) First massive mucilage event observed in deep waters of Çanakkale Strait (Dardanelles), Turkey. *J. Black Sea/Mediterranean Environment* 27(1): 49-66.

Topçu N.E. (2020) Sivriada’da Bulunan Sarı Gorgonların (Eunicella cavolini (Koch, 1887)) Koruma Amaçlı Transplantasyonları. TÜBİTAK Proje No: 117Y305 Final Raporu. Ocak 2020, 24 sf.

Topçu, N.E., Öztürk, B. (2015) Composition and abundance of octocorals in the Sea of Marmara, where the Mediterranean meets the Black Sea. *Scientia Marina* 79: 125-135.

- Topçu, N.E., Özalp, B. (2016) Anthozoans in the Sea of Marmara. The Sea of Marmara; Marine Biodiversity, Fisheries, Conservation and Governance (eds., Özsoy, E., Çağatay, M.N., Balkıs, N., Balkıs, N., Öztürk, B.) Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV), İstanbul, 42: 428-448.
- Topçu E.N., Öztürk, B. (2016a) Reproduction in the Mediterranean endemic gorgonian *Spinimuricea klavereni* (Anthozoa, Octocorallia, Plexauridae). *Invertebrate Biology* 135(1): 13-19.
- Topçu, N.E., Öztürk, B. (2016b) First insights into the demography of the rare gorgonian *Spinimuricea klavereni* in the Mediterranean Sea. *Marine Ecology* 37: 1154-1160.
- Topçu, N.E., Öztürk, B. (2021) The impact of the massive mucilage outbreak in the Sea of Marmara on gorgonians of Prince Islands: A qualitative assessment. *J. Black Sea/Mediterranean Environment* 27, No. 2: 270-278.
- Topçu, N.E., Turgay, E., Yardımcı R.E., Topaloğlu, B., Yüksek, A., Steinum, T. M., Karataş, S., Öztürk, B. (2019) Impact of excessive sedimentation caused by anthropogenic activities on benthic suspension feeders in the Sea of Marmara. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 99: 1075-1086.

YELKOVAN *Puffinus yelkouan* TÜRÜNÜN İSTANBUL BOĞAZI VE ÇANAKKALE BOĞAZI'NDAKİ GÜNLÜK HAREKETLERİ

DAILY MOVEMENTS OF THE YELKOVAN *Puffinus yelkouan* IN THE BOSPHORUS AND DARDANELLES

Tuğba AYDIN, Ahmet KAYA, Burçin YARAŞLI,
Serdar ÖZUSLU, Şafak ARSLAN

Doğa Derneği (BirdLife Turkey), İzmir, Türkiye
doga@dogadernegi.org

taydinn24@gmail.com, ahmet.kaya@dogadernegi.org

burcin.yarasli@dogadernegi.org, serdar.ozuslu@dogadernegi.org
safak.arslan@dogadernegi.org

ÖZET: 2020 ve 2021 yıllarının Şubat ve Mart aylarında nesli küresel ölçekte tehlike altında olan yelkovan *Puffinus yelkouan* türünün önemli göç darboğazlarından İstanbul Boğazı ve Çanakkale Boğazı'nda eş zamanlı nokta sayımları yapılarak türün göç hareketleri ortaya konulmuş ve potansiyel üreme alanları hakkında tahminler yapılmıştır. Sayımlar sonucunda yelkovan bireylerinin İstanbul Boğazı'ndan ağırlıklı olarak güneye doğru gittiği, Çanakkale Boğazı'nda ise kuzeye ve güneye giden bireylerin birbirine yakın olduğu görülmüştür. Bu veriler dikkate alındığında yelkovanın Çanakkale ve güneyinde daha fazla yoğunlaştığı görülmektedir. Üreme araştırmalarının bu alanlarda yoğunlaşması gerektiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yelkovan, darboğaz, üreme, sayım

ABSTRACT: In February and March of 2020 and 2021, simultaneous point counts were made in the İstanbul Strait (Bosphorus) and Çanakkale Strait (Dardanelles), one of the important migration bottlenecks of the globally endangered yelkouan shearwater *Puffinus yelkouan* species, to reveal the migratory movements of the species and determine about potential breeding areas. As a result of the censuses, it was seen that the yelkouan shearwater individuals were mainly going south from the Bosphorus, while the individuals going north and south in the Dardanelles were close to each other. According to these data, it is seen that the minute hand is more concentrated in Çanakkale and its south. We suggested that breeding research should focus on these areas.

Keywords: Yelkouan shearwater, bottleneck, breeding, counting

GİRİŞ

Marmara Denizi, Dünya Doğayı ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği tarafından belirlenen kriterlere göre hassas (VU) yani tehlike altında olan yelkovan *Puffinus yelkouan* (BirdLife International 2021) türünün önemli göç yolu olarak bilinmektedir. Yelkovanların kalabalık gruplar halinde İstanbul Boğazı'ndan Çanakkale Boğazı'na ve Karadeniz'e doğru göç hareketleri bulunmaktadır (Şahin ve diğ. 2011). Akdeniz Havzası'na endemik bir deniz kuşu olan yelkovanların üreme dağılımları iyi bilinmese de, küresel popülasyonunun 15.337-30.519 çift arasında olduğu tahmin edilmektedir (BirdLife International 2021). Avrupa Kuşları Kırmızı Listesi'ne göre Avrupa'da en hızlı yok olan grupların başında %40 ile ördekler ve kıyı kuşları gelmekte, deniz kuşları ise %30 ile ikinci sırada yer almaktadır (European Red List of Birds 2021). Yelkovanlar hem kendilerini hem de yavrularını predatörlerden korumak amacıyla yuvalarını insandan uzak adalardaki veya kıyılardaki kaya oyuklarına yapmaktadır (Bourgeois ve Vidal 2007). Türkiye'de henüz üreme alanları belirlenmemiş olsa da bu doğrultuda çalışmalar devam etmektedir. Üreme alanlarının tahmin edilmesi ve göç hareketlerinin belirlenmesine yönelik çalışmaların başında darboğazlarda yapılan nokta sayımları gelmektedir. Bu kapsamda 2020 ve 2021 yıllarında İstanbul Boğazı ve Çanakkale Boğazı'nda eş zamanlı nokta sayımları yapılarak yelkovanın göç hareketleri ortaya konulmuş ve potansiyel üreme alanları hakkında tahminler yapılmıştır.

MATERYAL VE METOT

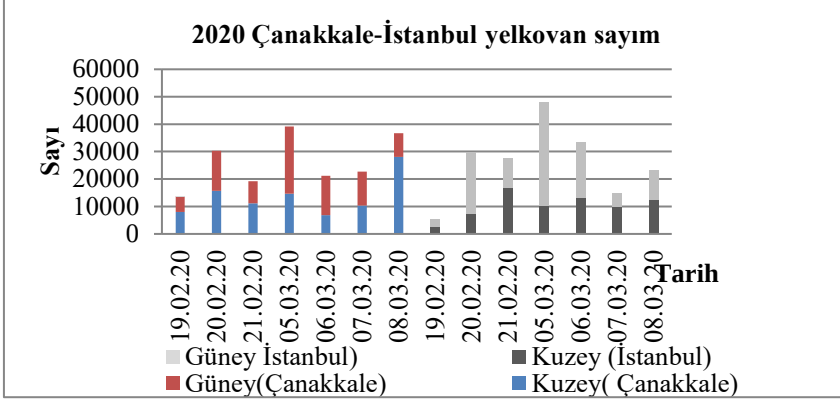
Saha çalışmaları 19-20-21 Şubat 2020, 5-6-7-8 Mart 2020 ile 9-10-11-12 Şubat 2021, 5-6-8-9 Mart 2021 ve 17-18-19-20 Mart 2021 tarihlerinde eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir. Eş zamanlı nokta sayımları, boğazların en dar alanlarında, İstanbul Boğazı'nda Rumeli Hisarı (41.088854, 29.057124) ve Çanakkale Boğazı'nda Kilitbahir (40.144192, 26.381075) olarak seçilmiştir. Her bir sayım ekibi en az iki kişi sayman ve bir kişi yazman olmak üzere 3 kişi olacak şekilde kurulmuştur. Çünkü yelkovan sayımı sırasında birbirine zıt iki farklı yönden ard arda farklı sayılardaki gruplar halinde yelkovan geçişi olmaktadır. Saymanlardan biri kuzeyden güneye diğeri güneyden kuzeye yönde geçen kuşları sayarken yazman verileri kaydetmiştir.

Yelkovan sayımları 8x42 kuş gözlem dürbünü ve 25-60 x 85 teleskop ekipmanları kullanılarak yapılmıştır. Sayım sırasında verilerin girişi için Trektellen uygulaması kullanılmıştır. Veriler Trektellen uygulamasından sayım sonrasında indirilmiş ve excel formatına dönüştürülmüştür. Sayımlar gün içinde 9:00-17:00 saatleri arasında gerçekleştirilmiştir. Kuşlar grup büyüklüğüne göre 2'li, 5'li ya da 10'lu gruplar halinde sayılmıştır.

SONUÇ

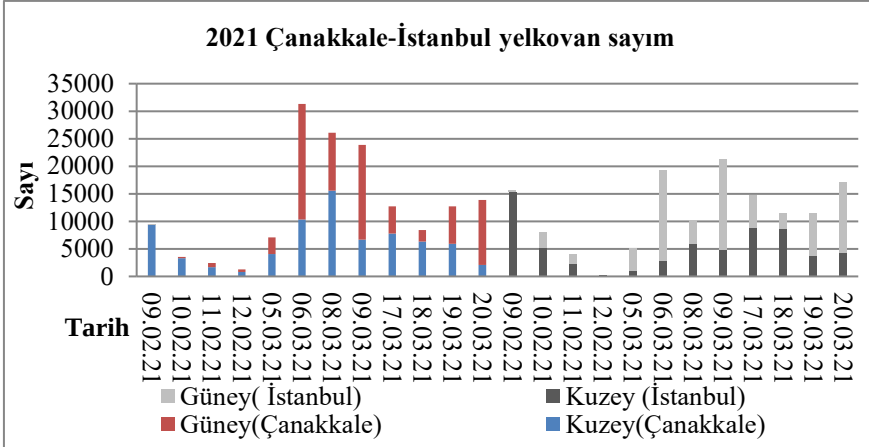
2020 ve 2021 yıllarında yapılan yelkovan sayımları sonucunda Çanakkale ve İstanbul Boğazı'ndaki göç hareketliliği gözlenmiş ve potansiyel üreme alanlarının yoğunlaştığı bölge hakkında altlık oluşmuştur. 2020 yılında yapılan eş zamanlı yelkovan sayımı sonuçlarına göre yelkovanların en yüksek

sayıda kuzeye gittikleri gün Çanakkale Boğazı'nda 8 Mart (28.109 ile) İstanbul'da 21 Şubat (16.750 ile) olarak belirlenmiştir. Aynı yıl en yüksek sayıdaki güneye geçişler ise her iki boğazda da 5 Mart (Çanakkale 24.521, İstanbul 37.665 ile) tarihinde gerçekleşmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Çanakkale Boğazı ve İstanbul Boğazı 2020 yılı sayım sonuçları

2021 yılında yapılan sayım sonuçlarına göre yelkovanların en yüksek sayıda kuzeye gittikleri gün Çanakkale Boğazı'nda 8 Mart (15.593 ile) İstanbul'da 9 Şubat (15.370 ile) olarak belirlenmiştir. Aynı yıl en yüksek sayıdaki güneye geçişler ise Çanakkale'de 6 Mart (20.999 ile), İstanbul'da 9 Mart (16.550 ile) tarihinde gerçekleşmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Çanakkale Boğazı ve İstanbul Boğazı 2021 sayım sonuçları

2020 ve 2021 yılı sayım verileri incelendiğinde İstanbul Boğazı'ndan güneye doğru giden bireylerin sayısının kuzeye gidenlerden fazla olduğu görülmektedir. Çanakkale Boğazı'ndaki verilerin ise birbirine yakın olduğu bazı günlerde güneye giden bireylerin sayısının daha fazla olduğu görülmektedir. Bu veriler dikkate alındığında yelkovanın Çanakkale ve güneyinde daha fazla yoğunlaştığı görülmektedir. Üreme araştırmalarının bu alanlarda yoğunlaşması gerektiği düşünülmektedir.

TARTIŞMA

Eş zamanlı olarak gerçekleştirilen bu çalışma da, her iki boğaz için kuzey ve güney olmak üzere her iki yönde olan geçişlerdeki toplam günlük sayılar karşılaştırılmıştır. Elde edilen veriler türün üreme alanları hakkında fikir verse de kapsamlı yuva araştırmalarının yapılması ve üreme alanlarının belirlenmesi nesli tehlike altındaki tür için önem taşımaktadır. Şahin ve diğ. (2011) Mart 2010 ve Nisan 2011 tarihleri arasında İstanbul Boğazı'nda sayımlar gerçekleştirmiştir. Şubat ayında İstanbul Boğazı'ndan bir sabah geçişinde gözlemlenen maksimum yelkovan sayısı 55.682 birey olarak kayıt altına alınmıştır. 2020 yılında ise İstanbul Boğazı'nda tek yöne 37.665 birey geçtiği tespit edilmiştir. Marmara Denizi sembol kuşlarının gelecek nesiller tarafından da gözlenebilmesi için üreme alanlarının belirlenerek hem göç darboğazların hem de üreme ve beslenme alanların korunması gerekmektedir.

DEĞİNİLEN BELGELER

BirdLife International (2021) BirdLife International. Mevcut adres: <http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/yelkouan-shearwater-puffinus-yelkouan> (erişim tarihi 16 Kasım 2021).

Bourgeois, K., Vidal, É. (2007) Yelkouan shearwater nest-cavity selection and breeding success. *Comptes Rendus Biologies* 330(3): 205-214.

European Red List of Birds (2021) Birdlife International. Mevcut adres: <https://www.birdlife.org/wp-content/uploads/2021/10/BirdLife-European-Red-List-of-Birds-2021.pdf> (erişim tarihi 16 Kasım 2021).

Şahin, D., Bacak, E., Bilgin, S., Atay, C., Boyla, K. A., Tavares, J. (2011) Presence and behavior of Yelkouan Shearwaters *Puffinus yelkouan* at the Bosphorus. Ecology and Conservation of Mediterranean Seabirds and other bird species under the Barcelona Convention. Proceedings of the 13th Medmaravis Pan-Mediterranean Symposium. Alghero (Sardinia), Ekim 2011, pp. 54-57.

MARMARA DENİZİ'NDEKİ SETASELERİN DOĞRUSAL KESİT YÖNTEMİYLE POPÜLASYON BÜYÜKLÜĞÜNÜN TAHMİN EDİLMESİ

ABUNDANCE ESTIMATION OF CETACEANS IN THE SEA OF MARMARA USING LINE-TRANSECT

Ayhan DEDE^{1,2}, Uğur ÖZSANDIKÇI^{2,3*}, Arda M. TONAY^{1,2},
Işıl AYTEMİZ DANYER², Erdem DANYER^{2,4},
Ayaka AMAHA ÖZTÜRK^{1,2}

¹İstanbul Üniversitesi, Su Bilimleri Fakültesi, Deniz ve İçsu Kaynakları
Yönetimi Bölümü, Fatih/İstanbul

² Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV), PK: 10, Beykoz/İstanbul

³Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme
Teknolojisi Bölümü, Merkez/Sinop

⁴T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Veteriner Kontrol Merkez Araştırma
Enstitüsü, Etlik/Ankara

*ozsandikciugur@gmail.com

ÖZET: Bu çalışma Marmara Denizi'nde yaşayan setase türlerinin popülasyon büyüklüğünün belirlenmesi için 12-16 Temmuz 2019 tarihlerinde doğrusal kesit yöntemi kullanılarak yürütülmüştür. Gözlem çalışmalarında toplamda 455 km seyir yapılmıştır. Araştırmada 18 afalina (*Tursiops truncatus*), 8 tırtak (*Delphinus delphis*) ve 16'sı mutur (*Phocoena phocoena*) olmak üzere toplam 40 setase grubu gözlenmiştir. Yapılan bolluk tahmini analizine göre Marmara Denizi'ndeki setase türlerinin popülasyon büyüklükleri afalina, tırtak ve mutur için sırasıyla; 1978 birey (CV = %49; %95 CI: 781 – 5011), 702 birey (CV = %55; %95 CI: 245 – 2012) ve 1940 birey (CV = %58; %95 CI: 632 – 5960) olarak tahmin edilmiştir. Yoğunluk değerleri ise afalina için 0,185 birey/km², tırtak için 0,066 birey/km², mutur için ise 0,182 birey/km² olarak tahmin edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Marmara Denizi, doğrusal kesit, Setase, bolluk tahmini

ABSTRACT: The study was carried out on 12-16 July 2019 using the line transect method to estimate the population size of the cetaceans living in the Marmara Sea. A total of 455 km sailed on-effort and 40 cetacean groups were observed, 18 of which were bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*), 8 common dolphin (*Delphinus delphis*) and 16 of which were harbour porpoise (*Phocoena phocoena*). The abundance of bottlenose dolphins, common dolphins and harbour porpoises in the Marmara Sea were estimated as follows; 1978 individuals (CV = 49%; 95% CI: 781 – 5011), 702 individuals (CV = 55%; 95% CI: 245 – 2012), and 1940 individuals (CV = 58%; 95% CI: 632 – 5960), respectively. Density values have been estimated as 0.185 individuals/km² for the bottlenose dolphin,

0.066 individuals/km² for the common dolphin, and 0.182 individuals/km² for the harbour porpoise.

Keywords: The Sea of Marmara, line transect, Cetacea, abundance estimation

GİRİŞ

Karadeniz ve Akdeniz arasındaki tek bağlantı konumunda olan Türk Boğazlar Sistemi (İstanbul Boğazı, Çanakkale Boğazı ve Marmara Denizi) Karadeniz ve Ege havzasının önemli bir bileşenidir. Bölgede mutur (*Phocoena phocoena*), afalina (*Tursiops truncatus*) ve tırtak (*Delphinus delphis*) olmak üzere üç setase türü dağılım göstermektedir.

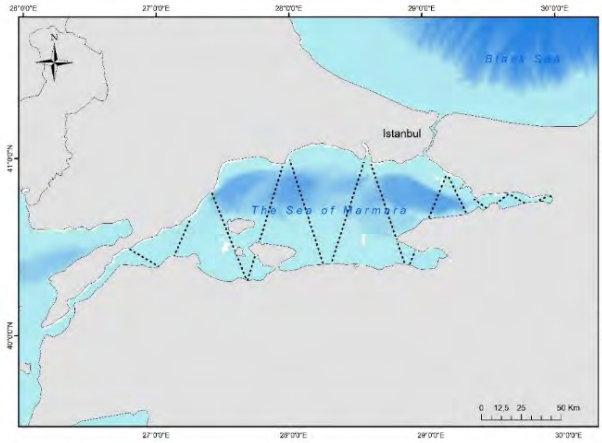
Marmara Denizi'nin büyük bir bölümünü oluşturduğu Türk Boğazlar Sistemi, deniz memelileri için önemli bir beslenme alanı ve göç koridoru görevi görmesi nedeniyle Önemli Deniz Memelileri Alanı ilan edilmiştir (IMMA-MMPATF 2021). Marmara Denizi'ndeki setase türlerinin popülasyon büyüklüğünü tahmin etmeye yönelik ilk doğrusal kesit çalışması 1997-1999 yılları arasında mevsimsel olarak gemi ile yürütülmüş ve bu bölgedeki afalina ve tırtakların bolluk tahminleri verilmiştir. Söz konusu çalışmada mutur gözlemi olmadığından dolayı bu türe ait bir bolluk tahmini verilmemiştir (Dede 1999; Dede ve diğ. 2006).

Bu çalışmada, Marmara Denizi'nde yaşayan setase türlerinin popülasyon büyüklüğünün tahmin edilmesi amaçlanmış ve mutur için ilk popülasyon büyüklüğü tahmini yapılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışma 12-16 Temmuz 2019 tarihlerinde Marmara Denizi'nde toplamda 11000 km²'lik alanda yürütülmüştür. Bölgedeki setase türlerinin popülasyon büyüklüğünün belirlenmesi için standart doğrusal kesit yöntemi kullanılmıştır (Buckland ve diğ. 1993; Buckland ve diğ. 2001). Araştırma dizaynı Distance 6.0 (Thomas ve diğ. 2010) yazılımı içerisindeki sürvey dizayn modülü kullanılarak oluşturulmuş ve yakıt tasarrufu sağlayabilmek açısından eşit aralıklı zigzag hat düzeni tercih edilmiştir. Gözlem hatlarının toplam uzunluğu 472 km'dir (Şekil 1).

Gözlem çalışmalarında iki tecrübeli setase gözlemcisi ve bir kaydediciden oluşan iki gözlem ekibi oluşturulmuş ve yorgunluğu önlemek için gözlemci pozisyonları arasında saatlik olarak değişim yapılması sağlanmıştır. Gözlemciler, gemi pruvası 0° olacak şekilde kendi baktıkları taraftaki 90°'den karşı taraftaki 10°'lik alanı çıplak göz veya Bushnell 7x50 deniz dürbünü ile taramış ve böylece hat üzerindeki gözlem eforunun artırılması amaçlanmıştır. Gözlem çalışmaları 12 metre boyunda yelkenli tekne (Moana Vahine) ile gerçekleştirilmiştir. Teknenin koordinatı anlık olarak el tipi gps ile kaydedilmiş, gözlem kalitesini etkileyebilecek parametreler (bofor, yansımalar, kondisyon vb.) her saat başı ya da bu parametrelerden herhangi birinin değişmesi durumunda gözlem formuna not edilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanı ve sörvey dizaynı

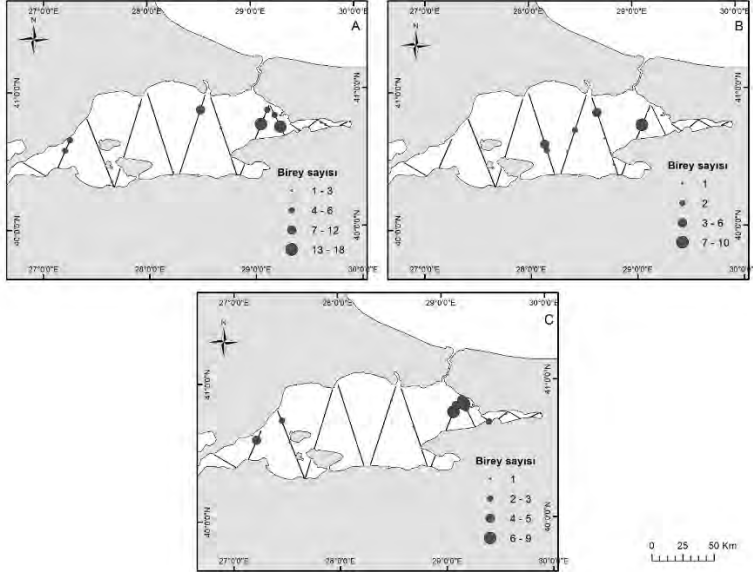
Setase grubu ile karşılaşıldığında, grup ile tekne arasındaki radyal mesafe, grup ile gözlem hattı arasındaki açı, teknenin bulunduğu koordinat ve diğer gerekli bilgiler (tür, grup büyüklüğü, davranış vb.) mümkün olan en kısa sürede kaydedilmiştir. Grup büyüklüğü minimum, maksimum ve en iyi olarak tahmin edilmiş, bolluk tahmini analizlerinde yalnızca en iyi grup büyüklüğü tahmini değeri kullanılmıştır.

Bolluk tahmini analizinde mesafe örnekleme (distance sampling) yöntemlerinden birisi olan doğrusal kesit (line transect) yöntemi uygulamaları esas alınmıştır (Buckland ve diğ. 2001). Belirleme fonksiyonu modelini oluşturmak için hem Geleneksel Mesafe Örnekleme (CDS) hem de Çok Değişkenli Mesafe Örnekleme (MCDS) analiz modülleri kullanılmıştır (Buckland ve diğ. 1993; Marques ve diğ. 2007). Model oluşturma sürecinde gözlem sayısını arttırmak amacı ile belirlenebilirlik olarak birbirine benzeyen afalina ve tırtak türlerine ait gözlemler birleştirilerek ortak belirleme fonksiyonu oluşturulmuş ancak bolluk tahminleri türlere göre ayrı ayrı tahmin edilmiştir. Bunun için MCDS analiz modülünde tür, değişken olarak girilmiştir. Uniform, half normal ve hazard rate temel fonksiyonları ve çeşitli seri düzeltmelerinin (cosine, polynomial vb.) kombinasyonları kullanılarak belirleme fonksiyonu modelleri oluşturulmuştur. Oluşturulan modellerin C-vM (Cramer-von Mises) ve K-S (Kolmogorov-Smirnov) veri uyumluluğu testleri ve qq-grafikleri incelenmiş ve uygun olduğu görülen modeller içerisinde AIC (Akaike Bilgi Kriteri) değeri en düşük modelden üretilen parametreler kullanılarak bolluk tahmini gerçekleştirilmiştir (Akaike 2011). Bolluk tahmini analizleri için R ortamında “distance” paketi kullanılmıştır (Miller ve diğ. 2016).

BULGULAR

Afalina: Çalışmada en sık karşılaşılan tür afalinadır. Gözlemlerde toplamda 18 afalina grubu (88 birey) kaydedilmiştir (Şekil 2A). Grup büyüklüğü

1 – 18 arasında değişmekle birlikte ortalama grup büyüklüğü $4,82 \pm 1,28$ olarak hesaplanmıştır. Marmara Denizi'nin birçok bölgesinde gözlem yapılmasına karşın, afalina gözlemlerinin ağırlıklı olarak Marmara'nın doğusunda ve çoğunlukla kıyı bölgelerinde toplandığı belirlenmiştir. Marmara Denizi'nde afalina türüne ait bolluk değerinin 1978 birey (CV = %49; %95 CI: 781 – 5011) yoğunluğunun ise 0,185 birey/km² olduğu tahmin edilmiştir.



Şekil 2. Araştırmada gözlenen setase türlerinin dağılımı.
(A: Afalina, B: Tırtak, C: Mutur)

Tırtak: Çalışmada gözlem sayısı en düşük olan tür tırtak olmuştur. Çalışma boyunca toplamda 8 tırtak grubu (27 birey) gözlenmiştir (Şekil 2B). Tırtak gözlemleri genel olarak Marmara'nın doğusunda ve kıyıdan uzak bölgelerde yoğunlaşmaktadır. Ortalama grup büyüklüğü $3,38 \pm 1,13$ olarak hesaplanmış ve Marmara Denizi'ndeki tırtak popülasyonunun 702 birey (CV = %55; %95 CI: 245 – 2012), yoğunluğunun ise 0,066 birey/km² olduğu tahmin edilmiştir.

Mutur: Çalışmada 14 mutur grubu (55 birey) gözlenmiş olup ortalama grup büyüklüğü $3,43 \pm 0,66$ olarak hesaplanmıştır (Şekil 2C). Gözlemler ağırlıklı olarak Marmara Denizi'nin doğu kıyılarında kaydedilmiştir. Bölgedeki mutur popülasyonunun büyüklüğü 1940 birey (CV= %58; %95 CI: 632 – 5960), yoğunluğu ise 0,182 birey/km² olarak tahmin edilmiştir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, Karadeniz ve Akdeniz arasında önemli bir biyolojik koridor görevi gören Türk Boğazlar Sistemi'nin önemli bir bölümünü oluşturan Marmara Denizi'ndeki setase türlerinin bolluk ve yoğunluk değerleri verilmiştir.

Dede (1999) tarafından gerçekleştirilen araştırmada Marmara Denizi'ndeki setaselerin popülasyonu büyüklüklerinin mevsimsel olarak değişiklik gösterdiği belirtilmiş ve yaz mevsimindeki afalina popülasyonunun 468 birey (%95 CI: 184 – 1186), tırtak 994 birey (%95 CI: 390 – 2531) olduğu tahmin edilmiştir. Mevcut çalışmada elde edilen verilerle birlikte değerlendirildiğinde aradan geçen yirmi yılda tırtak popülasyonunun benzer seviyelerde olduğu görülmektedir. Aradan geçen zamanda afalina popülasyonundaki artış dikkati çekse de her iki çalışmada da bu türe için verilen tahminlerin güven aralıklarının birbirini kapsadığı göz önünde bulundurulmalıdır.

Mevcut çalışma, 1997-1999 yılları arasında Dede (1999) tarafından gerçekleştirilen araştırmadan yaklaşık yirmi yıl sonra Marmara Denizi'nde yaşayan setase türlerinin popülasyon büyüklüklerinin tahmin edildiği ilk çalışmadır. Bunun yanında Marmara Denizi'nde ayrı bir altpopülasyonu olduğu varsayılan (Tonay ve diğ. 2017), ait oldukları Karadeniz popülasyonu ise nesli tehlike altında (EN)olan muturlar için bölgedeki ilk bolluk ve yoğunluk değerleri verilmesi açısından da önemlidir. Akdeniz ve Ege Denizi'nin büyük bölümünde 2018 yazında ASI (ACCOBAMS 2021a), 2019 yazında Karadeniz'de CeNoBS (ACCOBAMS 2021b) uçak sürveyleri gerçekleştirilmiş ve bölgedeki setase türlerinin popülasyon büyüklükleri doğrusal kesit yöntemiyle tahmin edilmiştir. Bu çalışma bahsi geçen araştırmalarla eş zamanlı olarak aynı yöntemle ama tekneyle gerçekleştirilmiş ve böylece Akdeniz havzasının önemli bir parçası olan Marmara Denizi'ndeki setaselere ilişkin bilgi boşluğu doldurulmuştur. Setaseler uzun mesafe yüzebilen ve dağılımları büyük çoğunlukla besin mevcudiyetiyle alakalı canlılar olduklarından bu çalışmanın mevsimsel ve uzun dönem izleme çalışması olarak planlanması faydalı olacaktır.

TEŞEKKÜR

Çalışmanın gerçekleştirilmesinde teşvikleri için Prof. Dr. Bayram ÖZTÜRK'e, saha çalışmalarına katkılarından dolayı kaptan Barış ERSEMİZ'e, Zeynep GÜLENÇ'e, İdil Naz TOPÇU'ya, Sailist ve İstanbul Sailing Academy'e ve finansal desteği için Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV)'na teşekkür ederiz.

DEĞİNİLEN BELGELER

ACCOBAMS (2021a) Estimates of abundance and distribution of cetaceans, marine mega-fauna and marine litter in the Mediterranean Sea from 2018-2019 surveys. By Panigada S., Boisseau O., Canadas A., Lambert C., Laran S., McLanaghan R., Moscrop A. Ed. ACCOBAMS - ACCOBAMS Survey Initiative Project, Monaco, 177 pp.

ACCOBAMS (2021b) Estimates of abundance and distribution of cetaceans in the Black Sea from 2019 surveys. By Paiu, R.M., Panigada, S., Cañadas, A., Gol'din, P., Popov, D., David, L., Amaha Ozturk, A., Glazov, D. Ed. ACCOBAMS - ACCOBAMS Survey Initiative/CeNoBS Projects, Monaco, 54 pp.

- Akaike, H. (2011) Akaike's information criterion. In: International Encyclopedia of Statistical Science, (ed., Lovric, M.), Springer, Berlin, pp. 25-25, doi: 10.1007/978-3-642-04898-2_110
- Buckland, S. T., Anderson, D.R., Burnham, K.P., Laake, J.L. (1993) Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations. Chapman and Hall.
- Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P., Laake, J.L., Borchers, D.L., Thomas, L. (2001) Introduction to Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations. Oxford University Press, New York.
- Dede, A. (1999) Türk Boğazlar Sisitemi'nde yaşayan deniz memelileri populasyonları üzerine araştırmalar. Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 62 s.
- Dede, A., Tonay, M.A., Öztürk, A.A., Öztürk, B. (2016) Status of the marinemammals population of the Sea of Marmara. In: The Sea of Marmara: Marine Biodiversity, Fisheries, Conservation and Governance (eds., Özsoy, E., Çağatay, M.N., Balkis, N., Balkis, N., Öztürk, B.) Publication No: 42. Turkish Marine Research Foundation, İstanbul, Turkey, pp. 863-879.
- IMMA-MMPATF (2021) Turkish Straits System and Prebosphoric IMMA. Mevcut adres: <https://www.marinemammalhabitat.org/portfolio-item/turkish-straits-system-and-prebosphoric-imma>
- Marques, T. A., Thomas, L., Fancy, S. G., Buckland, S. T. (2007) Improving Estimates of Bird Density Using Multiple- Covariate Distance Sampling. The Auk, 124(4), 1229-1243.
- Miller, D. L., Rexstad, E., Thomas, L., Marshall, L., Laake, J. L. (2016) Distance sampling in R. *BioRxiv* 063891. doi: <https://doi.org/10.1101/063891>
- Thomas, L., Buckland, S.T., Rexstad, E.A., Laake, J.L., Strindberg, S., Hedley, S. L., Bishop, J. Rb., Marques, T.A., Burnham, K.P. (2010) Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. *Journal of Applied Ecology* 47(1): 5-14.
- Tonay, A. M., Yazıcı, Ö., Dede, A., Bilgin, S., Danyer, E., Aytemiz, I., Maracı, Ö., Ayaka Öztürk, A., Öztürk, B., Bilgin, R. (2017). Is there a distinct harbor porpoise subpopulation in the Marmara Sea?. *Mitochondrial DNA Part A*, 28(4): 558-564.

İZMİT KÖRFEZİ VE KUZEYDOĞU MARMARA DENİZİ'NİN FİTOPLANKTON ÇEŞİTLİLİĞİ VE ZARARLI TÜR KOMPOZİSYONU

PHYTOPLANKTON DIVERSITY AND HARMFUL ALGAL SPECIES COMPOSITION IN THE İZMİT BAY AND NE MARMARA SEA

Fatma BAYRAM PARTAL^{1*}, Dilek EDİGER²

¹TÜBİTAK, Marmara Araştırma Merkezi, Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü,
Gebze, Kocaeli

²İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Vefa, İstanbul
*fatma.bayram@tubitak.gov.tr, dilek.ediger@istanbul.edu.tr

ÖZET: Bu çalışmada, İzmit Körfezi'ni de içine alan Kuzeydoğu Marmara'da, fitoplankton dağılımının ve zararlı tür kompozisyonunun zamana ve mekana bağlı yüzey değişimi incelenmiştir. Örneklemeler, 2015-2018 yılları arasında mevsimsel olarak 6 istasyonda gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanında fitoplanktonun zamansal ve mekansal değişim gösterdiği gözlenmiştir. Dinophyceae ve Bacillariophyceae tüm istasyonlarda gözlenen başlıca fitoplankton grupları olarak tespit edilmiştir. Çalışma süresince sırasıyla *Skeletonema costatum*, *Leptocylindrus minimus*, *Prorocentrum micans*, *Prorocentrum scutellum* ve *Tripos fusus* baskın diyatom ve dinoflagellat türleri olmuştur. Çalışmada toksik veya aşırı üremesi durumunda zararlı olabilecek (potansiyel zararlı) 21 takson tespit edilmiştir. Teşhis edilen türlerin yaklaşık %15'inin toksik veya potansiyel zararlı türlerden oluştuğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fitoplankton, zararlı tür, İzmit Körfezi, Marmara Denizi

ABSTRACT: In this study, temporal and spatial distribution of surface phytoplankton diversity and harmful algal species were investigated in İzmit Bay and Northeast Marmara Sea. Sampling was carried out seasonally at 6 stations between 2015-2018. Temporal and spatial changes of phytoplankton were observed in the studied area. Dinophyceae and Bacillariophyceae were the major phytoplankton groups in all stations. *Skeletonema costatum*, *Leptocylindrus minimus*, *Prorocentrum micans*, *Prorocentrum scutellum* and *Tripos fusus* were the dominant diatom and dinoflagellates species in the studied area respectively. Potentially harmful and toxic 21 taxon were identified during the studied area. It was observed that approximately 15% of the identified species consisted of toxic or potentially harmful species.

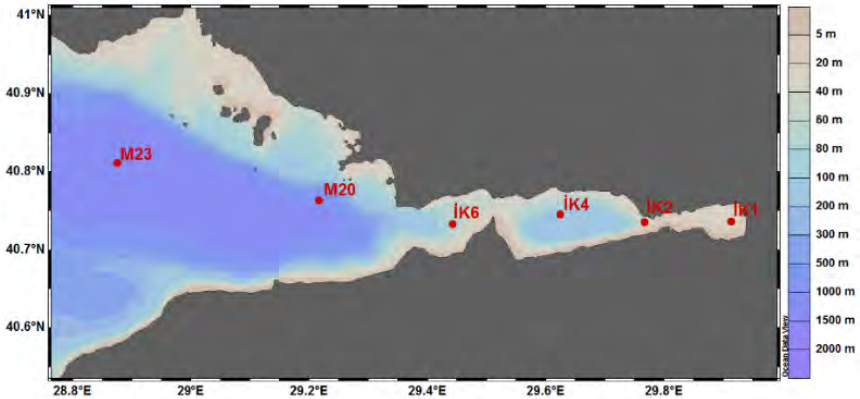
Keywords: Phytoplankton, harmful algal species, İzmit Bay, Sea of Marmara

GİRİŞ

Fitoplankton, kısa yaşam süresine sahip olması ve ekosistemde meydana gelen değişikliklere hızlı bir şekilde tepki vermesi açısından izleme programlarında en önemli indikatör canlı grubu olarak değerlendirilmektedir (DİSSP 2017). Fitoplankton, Su Çerçeve Direktifi (WFD, 2000/60/EC) ve Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi (MSFD, 2008/56/EC) gibi Avrupa direktifleri de dâhil olmak üzere birçok uluslararası direktif ve kanunlarda uzun süredir temel bir biyolojik kalite elemanı olarak incelenmektedir (Borja ve diğ. 2008; Garmendia ve diğ. 2013; Muñiz ve diğ. 2020). Fitoplankton, besin ağını doğrudan ve dolaylı olarak besleyen önemli bir ekolojik işleve sahip olup (Domingues ve diğ. 2008; Garmendia ve diğ. 2013) zooplankton ve balık gibi tüm tüketiciler için denizdeki temel besin kaynağıdır. Son yıllarda, fitoplanktonun yaşam döngüsü birkaç saatten birkaç güne kadar değişir. Dolayısıyla kısa sürede çevresel, değişimlerin etkisini yansıtır (Polat ve diğ. 2005). Ekosistemdeki fitoplankton değişiminin su kalitesi üzerinde çözünmüş oksijen konsantrasyonunu ve turbiditeyi (bulanıklık) etkilemek gibi önemli etkileri olabileceği gibi ekosistemde bir dizi başka önemli rol de oynamaktadır (Domingues ve diğ. 2008; Garmendia ve diğ. 2013). Sonuç olarak fitoplankton genellikle besin yüklerindeki değişikliklerin bir göstergesi olarak ve denizel ekosistemde ötrofikasyonun değerlendirilmesinde kilit bir unsur olarak kullanılmaktadır.

MATERYAL VE METOT

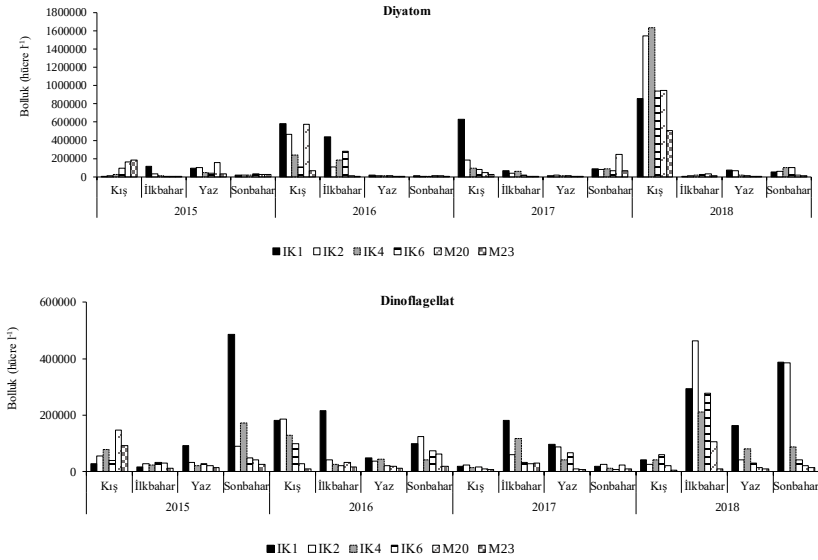
Çalışmada İzmit Körfezi'nin iç, orta ve dış kesimini temsilen seçilmiş 4 istasyon ve körfezin Marmara Denizi ile buluştuğu, Marmara Denizi'nin kuzeydoğu kısmında bulunan 2 istasyon olmak üzere toplam 6 istasyondan, 4 yıl boyunca mevsimsel yüzey örnekleme yapılmıştır (Şekil 1). Örnekler NIKON TE 2000 model ters faz kontrast mikroskop altında Sedgewick-Rafter sayım kamarası kullanılarak incelenmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanı ve örnekleme noktaları

TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışma boyunca 10 taksonomik sınıfa ait 68 cins ve 146 takson tespit edilmiştir. Tespit edilen bu 10 fitoplankton sınıfı içerisinde Dinophyceae ve Bacillariophyceae'nin gerek birey ve gerekse de tür sayısı açısından baskın oldukları belirlenmiştir. Diyatom ve dinoflagellat bolluk değerlerinin yıllara göre değişimi Şekil 2'de verilmiştir. Çalışma süresince kaydedilen türler arasından dinoflagellat olan *Prorocentrum micans*, *Prorocentrum scutellum* ve *Tripos fusus* tüm örnekleme dönemlerinde istasyonların tümünde rastlanan türlerdir.



Şekil 2. Diyatom ve dinoflagellat bolluğunun zamana bağlı değişimi

Çalışma boyunca örnekleme yapılan dönemlerde zararlı alg aşırı üremesine rastlanmamıştır. Ancak 2018 kış döneminde aşırı üremesi durumunda suda renk değişimine sebep olan *Skeletonema costatum* ve *Leptocylindrus minimus* türünün bolluk değerinin artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Taş ve diğ. 2016, çalışmasında zararlı alg aşırı üremesine sebep olan türleri listelemiş ve toplam 35 toksik/potansiyel zararlı taksonun Marmara Denizi'nde varlığını rapor etmişlerdir. Bu çalışmada ise toksik veya aşırı üremesi durumunda zararlı olabilecek potansiyel zararlı 21 takson tespit edilmiştir. Bunlarda 15 tanesi dinoflagellat (*Akashiwo sanguinea*, *Dinophysis* spp., *Heterocapsa triquetra*, *Lingulodinium polyedra*, *Noctiluca scintillans*, *Phalacroma rotundatum*, *Prorocentrum* spp., *Scrippsiella acuminata*, *Tripos furca* ve *Tripos fusus*); 5'i diyatom (*Pseudonitzschia* spp., *Skeletonema costatum*, *Nitzschia longissima*); 1'i (*Anabaena* sp.) Cyanophyceae sınıfındandır. Çalışma boyunca tespit edilen türlerin yaklaşık %15'i toksik veya potansiyel zararlı türlerden oluşmaktadır.

Marmara Denizi ve özellikle körfezlerde mevcut yüksek besin elementi yükleri fitoplankton aşırı üremelerine, oksijen eksikliğine, balık ölümlerine ve müsilaja yol açmaktadır. Besin elementi girdisinin azaltılmasına yönelik çabalara rağmen karasal girdi kaynaklı ötrofikasyon, bölgede hakim problem olmaya devam etmektedir. Bu çalışmada da görüldüğü gibi körfezlerdeki fitoplankton kompozisyonunun ötrofikasyon potansiyeli ile yakından ilişkili olduğu bilinmektedir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Borja, A., Bricker, S.B., Dauer, D.M., Demetriades, N.T., Ferreira, J.G., Forbes, A.T., Hutchings, P., Jia, X., Kenchington, R., Marques, J.C. (2008) Overview of integrative tools and methods in assessing ecological integrity in estuarine and coastal systems worldwide *Marine Pollution Bulletin* 56: 1519-1537.

ÇŞB, TÜBİTAK MAM (2017) Deniz İzlemelerinde Standardizasyonun Sağlanması Projesi (DİSSP) Deniz İzleme Kılavuzları, Kocaeli, Türkiye: TÜBİTAK-MAM Matbaası.

Domingues, R.B., Barbosa, A., Galvão, H. (2008) Constraints on the use of phytoplankton as a biological quality element within the Water Framework Directive in Portuguese waters. *Mar Pollut Bull* 56: 1389-1395.

EU, 2000. DIRECTIVE 2000/60/EC of the European parliament and of the council, of 23 October 2000, establishing a framework for Community action in the field of water policy. Official Journal of the European Communities, G.U.C.E. 22/12/2000, L 327.

EU, 2008. DIRECTIVE 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council, of 17 June 2008, establishing a framework for Community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive). Official Journal of the European Commission, G.U.C.E. 25/6/2008, L 164/19.

Garmendia, M., Borja, Á., Franco, J., Revilla, M. (2013) Phytoplankton composition indicators for the assessment of eutrophication in marine waters: Present state and challenges within the European directives. *Marine Pollution Bulletin* 66: 7-16.

Muñiz, O., Rodríguez, J. G., Revilla, M., Laza-Martínez, A., Seoane, S., Franco, J. (2020) Inhomogeneity detection in phytoplankton time series using multivariate analyses. *Oceanologia* 1-12.

Polat, S., Akiz A., Piner, M. P. (2005) Daily variations of coastal phytoplankton assemblages in summer conditions of the northeastern Mediterranean (Bay of Iskenderun). *Pakistan Journal of Botany* 37: 715-724.

Taş, S., Ergül, H. A., Balkıs, N. (2016) Harmful algal blooms (HABs) and mucilage formations in the Sea of Marmara. In: The Sea of Marmara, Marine biodiversity, Fisheries, Conservation and Governance (eds., Özsoy, E., Çağatay, M.N., Balkıs, N., Balkıs, N., Öztürk, B.), Turkish Marine Research Foundation (TUDAV), Turkey, pp. 791-809.

MARMARA DENİZİ'NDE GÖZLENEN İSTİLACI TÜRLER İÇİN SAĞLIK ALANINDA ÇALIŞMALARIMIZ

STUDIES IN THE HEALTH CARE SYSTEM FOR THE INVASIVE SPECIES OBSERVED IN MARMARA SEA

Selin Gamze SÜMEN

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Uluslararası Tıp Fakültesi, Kartal Dr.
Lütfi Kırdar Şehir Hastanesi, Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalı,
İstanbul

Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV), PK: 10, Beykoz/İstanbul
sgsumen@gmail.com

ÖZET: İklim değişikliği küresel çevresel etkileşimin önemli sonuçlarından biri olup insan sağlığı için bazı riskler taşımaktadır. Biyolojik çeşitlilikteki farklılaşmalar, denizlerde yeni canlı türlerin baskın hale gelmesi ile seyredebilir. Şeffaf veya renkli vücut yapısıyla suda fark edilmeyen bu canlıların insanlarla etkileşimi sağlık için önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Ayrıca sağlık üzerine olası zararlı etkilerinin tam bilinmemesi, tedavi sürecinde doğru yaklaşım konusundaki eksiklikler titizlikle üzerinde çalışılması gereken konulardır. Sağlık alanında hazırlanan eğitimlerin uzaktan erişimle e-öğrenme aracılığıyla düzenlenmesi sağlanarak, hızlı ve doğru tedavi yaklaşımının standardizasyonu için gerekli ilk adım atılmış oldu. Denizlerden farklı amaçlarla yaralanan bireylerin sağlığını korumak artık öncelikler arasındadır. Bu alanda doğru tanı, uygun tedavi ve koruyucu tıbbi önlemler üzerinde odaklanan strateji belirlenmeli ve bilimsel çalışmalar yaygınlaştırılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: İstilacı türler, sağlık, deniz anası, aslan balığı, balon balığı

ABSTRACT: Climate change is one of the important consequences of global environmental interaction and cause various harmful effects on health. Due to changes in biodiversity the predomination of new invasive species in the seas takes place. The interaction of these creatures, which are unintentionally contacted in water with their transparent or colorful body structure, poses a significant threat to health status. Therefore, there are significant issues that need to be studied meticulously in national health care system. These issues include the lack of sufficient knowledge on the harmful effects of marine species, and the proper treatment modalities in the management of the envenomation. To fulfill all these necessary requirements, the content of basic training module was prepared to deliver the medical information through web-based training in which was aimed to standardize the proper first aid treatment. Since invasion of the seas by lessepsian species results in the increase of envenomation cases, protecting the health of individuals should rank in priority. Therefore, the strategies focusing on

accurate diagnosis, appropriate treatment and preventive measures should be determined and various scientific studies should be planned.

Keywords: Invasive species, health, jellyfish, lionfish, puffer fish

GİRİŞ

İklim değişikliği küresel çevresel etkileşimin önemli sonuçlarından biridir ve insan sağlığı için bazı riskler taşımaktadır. Biyolojik çeşitliliklerdeki farklılaşmalar nedeniyle, vektör kaynaklı bulaşıcı hastalıkların daha sık görülmesi dışında denizlerde daha önce var olmayan canlı türlerin baskın karakter olmasıyla da karşılaşılabilir. Bu durumun doğal sonucu olarak denizlerle çevrili ülkemizde de istilacı türlerin sayısı her geçen gün artmaktadır. Çoğu zaman suda fark edilmeyen bu canlıların insanlarla etkileşimi sağlık için tehdit oluşturmaktadır (Galil 2018, Öztürk ve Sümen 2020, Uysal ve Turan 2020). Çoğu deniz canlısı ile yaralanmalar bildirilmediği için, sıklığı hakkında doğru veriler elde etmek zordur. Bu canlıların sağlık üzerine olası zararlı etkilerinin açıkça bilinmemesi, tedavi sürecinde doğru ve standart yaklaşım sergilemeyi güçleştirmektedir. Bu nedenle titizlikle üzerinde çalışılması gereken konular arasındadır.

METOD

İklim değişikliğine bağlı istilacı türlerle mücadelede insan sağlığı üzerinde yapılan çalışmalar geriye dönük ele alınmıştır. Temel başlıklar; toplumu bilgilendirme toplantıları, bakanlıklar arasında ortak çalışma ve iş birliği, sağlık çalışanlarının eğitim planlaması ve sahadan gelen verilerin kayıt altına alınması olarak belirlendi.

TARTIŞMA

İstilacı türlerden deniz anaları, aslan balığı, balon balığı artan popülasyonları nedeniyle artık daha çok gündemimizdedir. Deniz anaları, dünya çapında denizel ekosistemde önemli bir yere sahip omurgasız canlılardır. Çoğu zararsız olarak bilinmekle birlikte, bilimsel yayınlarda zehirli türlerin varlığından ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilerinden bahsedilir. Sıklıkla saydam yapıdaki deniz anası çana benzeyen bir gövde ve uzantılara sahiptir. Vücudu knidosit adı verilen binlerce özel hücre ile kaplıdır. Bir knidositin dokunma, mekanik veya kimyasal yoldan uyarılmasıyla nematosit adı verilen organeller tetiklenir ve içindeki dikensi yapılar deri altına saplanır. Çok hızlı gelişen ve ağrı ile karakterize bu süreç, ölü deniz anası veya kopan parçalanmış uzantılarına dokunmakla bile görülebilir (Fenner 1998).

Deniz anası ve diğer tüm istilacı türlerle olan yaralanmalarda yakınma ve bulguların karakteri canlı türü, bireysel özellikler, ek bazı hastalıklar, yaş ve ciltteki temas yüzey alanına göre değişir. Deniz anası ile temas eden olgularda yakınmalar sıklıkla hafiftir. Lokal ağrı, ciltte kaşıntılı veya su toplaması tarzında döküntüler, haşlanma yanığına benzer lezyonlar, deride nekroz gibi bulgularla seyredebilir. Ayrıca göz temasına bağlı yakınmalar (kızarıklık, ağrı, yanma, vb), kalp damar sistemine ait belirtiler (nefes darlığı, düşük tansiyon, kalpte ritm

bozukluğu vb.), çoklu organ yetmezliği ve hatta ölüm gibi ağır tablo gelişebilir (Friedel ve diğ. 2016, Öztürk ve diğ. 2018).

Aslan balığı ise diğer istilacı türlerdendir. Sırt, yan ve kuyruk yüzgeçlerindeki dikenlerinin batması ile protein yapıda zehir deri altından vücuda girer (Norton ve Norton 2021). Başlıca ciltte şu yakınmalar erken dönemde ortaya çıkar; solukluk, kanama, kızarıklık, hafif veya gittikçe şiddetlenen/yayılan ağrı. Bununla birlikte, ses kısıklığı, göğüs ağrısı, nefes darlığı veya solukluk varlığı alerjik şok gelişmiş olabileceğini gösterir. Olgular on dakika ila birkaç saat içinde akut akciğer ödemi, alerjik şokla seyredebilir ve ani ölüm meydana gelebilir (Sümen ve diğ. 2018).

Balon balığı, besin olarak tüketildiğinde insan sağlığını tehdit eden bir diğer istilacı türdür. Tetradotoksin olarak bilinen ve ısıtmakla etkisini kaybetmeyen güçlü bir zehir, sindirim sistemi ve üreme organlarında yaygın olarak bulunur. İnsanlar besin olarak balığı tükettiklerinde sindirim yoluyla kana geçen tetradotoksin, sinir hücreleri arasındaki kimyasal iletimi engeller. Böylece özellikle kas ve sinir dokusunun fonksiyonunu bozar. Yakınmalardan ağız ve dudaklarda uyuşma, karıncalanma, bulantı, kusma, baş dönmesi erken dönemde ortaya çıkar. Daha şiddetli olgularda ise yaygın sistemik bulguların eklenmesiyle solukluk, hipotansiyon, kalpte ritim bozukluğu, nefes darlığı, şok, solunum felci ve ani ölüm meydana gelebilir (Mazza ve diğ. 2014, Warrell 2019). Ayrıca balon balığının ağzının içindeki dört adet keskin dişleri, metal bir kutuyu delebilecek özelliktedir. Literatürde meraklı ve saldırganlaşabilen bu canlının denizde yüzen bir çocukta doku kaybıyla sonuçlanan parmak travmasından bahsedilir (Sümen ve Bilecenoğlu 2019).

Denizlerimizde yakın zamanda başka istilacı türlerin de daha sık rastlanacağı öngörülmektedir. Aşırı ve uygunsuz avcılık, iklim değişikliği, deniz taşımacılığı, kıyısız bölgelerde yoğun yapılaşmalar, çevre kirliliği, vb. pek çok faktör türlerin Ege ve Marmara denizine kadar yayılmasından sorumlu tutulmaktadır. Alışılmadık bu canlılar ile temaslı vaka sayısı haberleriyle daha sık karşılaştıkça sağlıkta müdahale ile ilgili belli algoritmaların oluşturulması ihtiyacı doğdu. Konuyla ilgili koruyucu sağlık hizmetleri, canlıların ve yaralanmanın kayıt altına alınması, doğru tanı ve tedavi yaklaşımlarının belirlenmesi için aksiyon planlarının hazırlanması önceliklerimiz arasına girdi. Deniz severleri ortak bir platformda toplayan bazı kurumlarla farkındalık için sürekli eğitim toplantıları düzenlendi. Böylece hedef kitle dalgıçlar, yelkenciler, cankurtaranlar istilacı türlerin insan sağlığı üzerine etkileri ve ilk müdahalenin içeriği konusunda bilgilendirildiler. Ayrıca bir diğer önemli proje, Sağlık Bakanlığının su bilimlerinin önemli konusu istilacı türler ile ilgili bilgilendirilmesi ile başlatıldı. Gerçekleştirilen oldukça verimli, yapıcı toplantılar aracılığıyla ortak çalışma planlarımız hız kazandı. Bu amaçla 112 sağlık teşkilatının istilacı deniz canlılarının insan sağlığı üzerine etkileri ve olay yerinde ilk müdahale konusunda eğitim içeriği hazırlandı. Hazırlanan eğitimlerin içeriği uzaktan erişimle e-öğrenme aracılığıyla sayısı 40.000'i bulan hedef kitleye aktarıldı. Böylelikle çok yaygın bir sağlık hizmeti ağının eğitimiyle, karşılaşılabilecek olgularda hızlı ve doğru tedavi yaklaşımının standardizasyonu için gerekli adımlar atılmış oldu. Bu

sayede gelecek yıllarda Marmara denizi, Ege, Karadeniz ve Akdeniz kıyılarında istilacı türlerle yaralanmalar, konusunda eğitimli ve deneyimli ekiplerce hızlı ve etkin müdahale ile yönetilecektir.

Vakfımızca yürütülen önemli bir diğer proje yayakarsa.org web sitesi üzerinden Ulusal denizanası ve benzeri türleri izleme programı uygulamasıdır. Bu proje ülkemizin kıyılarındaki anormal denizanası patlamalarını, artışlarını, zarar verici etkilerini anlamak, öğrenmek, akademik olarak konuyu bilimsel bir platforma taşımak ve ulusal otoritelere yardımcı olmak amacıyla başlatılmıştır. Bu çalışma aynı zamanda uluslararası denizaneları gözlem projesiyle de uyumludur ve Türkiye sularıyla ilgili veriler Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV) tarafından toplanmaktadır. Elde edilecek verilerin bildirimde bulunan kişilerin de ortak olacakları yayınlarla bilimsel kaynaklara aktarılması amaçlanmaktadır.

SONUÇ

Sonuç olarak, iklim değişikliğinin önemli bir bileşeni olan lessepsian türler artan popülasyonları ile insan sağlığını tehdit etmektedir. Denizde temas etmeleri veya besin olarak bilinçsizce tüketilmeleri halinde etkilenecek bireylerin sağlığını korumak artık öncelikler arasında yer almalıdır. Bu alanda doğru tanı, uygun tedavi ve koruyucu tıbbi önlemler üzerinde ulusal stratejiler belirlenmeli ve ayrıntılı bilimsel çalışmalar planlanmalıdır.

DEĞİNİLEN BELGELER

Öztürk, İ.D., Sümen, S.G. (2020) Unusual mass mortality of jellyfish *Rhizostoma pulmo* on the coast of the Sea of Marmara in December 2020. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment* 26(3): 343-351.

Galil, B. (2018) Poisonous and venomous: marine alien species in the Mediterranean Sea and human health. *Invasive Species and Human Health* 1-15.

Uysal, İ., Turan, C. (2020) Impacts and risk of venomous and sting marine alien species in Turkish marine waters. *Biharean Biologist* 14(1): 41-8.

Fenner, P.J. (1998) Dangers in the ocean: the traveler and marine envenomation. I. Jellyfish. *Journal of Travel Medicine* 5(3): 135.

Friedel, N., Scolnik, D., Adir, D., Glatstein, M. (2016) Severe anaphylactic reaction to Mediterranean jellyfish (*Ropilema nomadica*) envenomation: Case report. *Toxicology Reports* 3: 427-429

Öztürk, B., Topaloğlu, B., Sümen, S.G., Turan, C., İşinibilir, M., Aktaş, Ş., Özen, Ş. (2018) Jellyfish of the Blacksea and Eastern Mediterranean Waters. Turkish Marine Research Foundation, Publication no: 48, Istanbul, Turkey.

Norton, B.B., Norton, S.A. (2021) Lionfish envenomation in Caribbean and Atlantic waters: Climate change and invasive species. *International Journal of Women's Dermatology* 7(1): 120-123.

Sümen, S.G., Mirasoğlu, B., Aktaş, Ş. (2018) Lionfish envenomation: epidemiology, management and prevention. In: Lionfish Invasion and Its Management in the Mediterranean Sea, (eds., Hüseyinoğlu, M.F., Öztürk, B.)

Turkish Marine Research Foundation, Publication no:49, Istanbul, Turkey, pp. 70-88.

Mazza, G., Tricarico, E., Genovesi, P., Gherardi, F. (2014) Biological invaders are threats to human health: an overview. *Ethology Ecology & Evolution* 26(2-3): 112-129.

Warrell, D.A. (2019) Venomous bites, stings, and poisoning: an update. *Infectious Disease Clinics* 33(1): 17-38.

Sümen, S.G., Bilecenoglu, M. (2019) Traumatic finger amputation caused by *Lagocephalus Sceleratus* Gmelin 1789 bite. *J. Black Sea/Mediterranean Environment* 25(3): 333-338.

YA YAKARSA? ULUSAL DENİZANASI VE BENZERİ TÜRLERİ İZLEME PROGRAMI

NATIONAL JELLYFISH AND GELATINOUS ORGANISMS WATCH PROGRAMME

İlayda Destan ÖZTÜRK^{1,2*}, Selin Gamze SÜMEN^{2,3}

¹Fiziksel Oşinografi ve Deniz Biyolojisi Ana Bilim Dalı, Deniz Bilimleri ve
İşletmeciliği Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

²Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV), P.K. Box 10, Beykoz, İstanbul,
Türkiye

³Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Ana Bilim Dalı, Kartal Dr. Lutfi Kırdar
Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

*destanozturk@istanbul.edu.tr

ÖZET: İklim değişikliği ve besin ağındaki değişimlerle birlikte denizlerimizde denizanası ve diğer jelimsi türlerin tür kompozisyonunda değişimler meydana gelmiştir. Zararlı denizanası teması ise uygun tedavi algoritmaları ile müdahale gerektiren ciddi sağlık sorunlarına neden olabilmektedir. Bu çalışmada halk temelli bilim (citizen science) metodu ile bahsi geçen değişimlere dair veri toplayarak ülkemizin kıyılarındaki anormal denizanası patlamalarını, artışlarını, zarar verici etkilerini anlamak, öğrenmek, akademik olarak konuyu bilimsel bir düzleme taşımak ve karar vericilere yol göstermek amacıyla elde edilmiş sonuçlar sunulmuştur. 21 ile ait 75 ilçeden elde edilen verilerin bilimsel çalışmalar ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Halk bilimi, denizanası, jelimsi organizmalar

ABSTRACT: Due to climate change and changes in the food web, changes have occurred in the species composition of jellyfish and other jelly-like species in our seas. Jellyfish envenomation may result in severe health problems, which can be sometimes underestimated and should be treated in accordance with the appropriate treatment algorithms. In this study, the results obtained in order to understand and learn about the abnormal jellyfish explosions, increases and harmful effects on the coasts of our country by collecting data on the aforementioned changes with the citizen science method, to bring the subject to a scientific level academically and to guide the decision makers are presented. It has been seen that the data obtained from 75 districts belonging to 21 cities are compatible with scientific studies.

Keywords: Citizen science, jellyfish, gelatinous organisms

GİRİŞ

Son yıllarda, iklim değişikliği ve besin ağındaki değişimlerle birlikte Akdeniz ve Karadeniz’de yoğun denizanası artışları görülmektedir. Bu artışlar arasında Karadeniz’de *Mnemiopsis leidyi* örneği denizanelerinin izlenmesinin önemini gözler önüne sermiştir. Diğer taraftan Süveyş Kanalı yolu ile gelen ve “Lessepsian türler” adı verilen türler ülkemizin bulunduğu Doğu Akdeniz Havzasında güncel ve önemli sorunlar oluşturmaktadır. Neden oldukları sorunlar arasında ise balık ağlarının gözlerini tıkamak, zehirli ve yakıcı organizmaların neden olduğu insan sağlığı üzerine tehdit, ve turizmi olumsuz etkilemesi başta gelmektedir. Denizanası teması ile geçtiğimiz yıllarda dünyanın birçok yerinde binlerce kişinin hastaneye gitmek zorunda kaldığı da bilinmektedir.

Denizanası ile temas sonucunda insanlar, lokal veya sistemik yakınmalarla sağlık kurumlarına başvurmaktadır. Bazı yaralananlar ise, bilmedikleri veya ulaşımı daha kolay olduğu için doğrudan eczanelere danışarak çözüm aramaktadır. Doğru tedavi algoritması uygulanmaması sonucunda yakınma ve bulguların şiddetlenmesiyle seyredebilir. Ayrıca denizanelerin popülasyonunun çok olduğu dönemlerde denize giren kişilerde toplu yaralanmalar da görülebilir. Geçtiğimiz yıllarda dünyanın bir çok yerinde binlerce kişinin hastaneye gitmek zorunda kaldığı vakalar bilinmektedir (Montgomery ve diğ. 2016; Mghili ve diğ. 2020). Tedaviler hastanelerde yapılsa da, yakıcı toksik moleküllerin bazıları zararsız da olsa, uzun dönemdeki etkileri konusunda kanıt düzeyi yüksek, yeterli bilimsel kayıtlı veri bulunmamaktadır.

Halk temelli bilim (citizen science) tamamen amatör insanların da katkı sunabileceği, bilgi kaynağının ve maddi desteğin halk temelli olduğu bilimsel araştırmalardır. Diğer adıyla vatandaş bilimi “verinin sistemli olarak toplanması ve analizi; teknolojinin geliştirilmesi; doğal fenomenlerin test edilmesi ve benzeri işlemlerin, bu işlemleri esas olarak iş edinmemiş araştırmacılara dağıtılması” şeklinde tanımlanmıştır (Silvertown 2009). Bilimsel araştırmalara toplum katılımı şeklinde de anlandırılmaktadır. Halk temelli bilim veya “Citizen Science” olarak bilinen halk katılımlı bilim bir çok ülkede bu gün uygulanan bir çalışmadır. Kolay, masrafsız bir şekilde toplumsal fayda için veri toplamayı amaçlayan bir çok uygulamanın, en önemli avantajlarından biri ise verinin gelebileceği alanine çok geniş olmasıdır. Bu da her an, her hangi bir bölgeden gelebilecek olan verinin değerini son derece arttırmaktadır.

YaYakarsa vb. diğer denizanası izleme programları, hem türlerin yayılımı hakkında önemli bilgiler sağladığı gibi aynı zamanda olası artışların ilk sinyallerinin verisi bilim dünyasına sunmaktadır. Bu çalışma sadece bolluk ve tür bilgisi sağlamasının dışında, toplum sağlığının farklı alanlarında çalışan bilim insanları için de değerli katkılar sunmaktadır. Bu nedenle, ülkemizin kıyılarındaki anormal denizanası patlamalarını, artışlarını, zarar verici etkilerini anlamak, öğrenmek, akademik olarak konuyu bilimsel bir düzleme taşımak ve karar vericilere yol göstermek amacıyla yeni bir çalışma başlatılan proje ulusal denizanası izleme çalışması haline de gelmiştir.

MATERYAL VE METOT

YaYakarsa, denizanası ve benzeri jelimsi canlıların yayılımı hakkında veri toplamak, yabancı türlerin etkilerini anlamak, zehirli ve yakıcı türler hakkında veri toplamak ve bu gibi durumlarda halkın kullanabileceği bir ilkyardım bilgi birikimini oluşturabilmek adına oluşturulmuş bir halk temelli bilim çalışmasıdır.

2014 yılında başlanan bu çalışmada toplanan veri CIESM tarafından yürütülen denizanası gözlem projesi ile uyumlu olmakla beraber veri Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV) tarafından toplanmakta ve işlenmektedir. Ayrıca tüm veri projenin internet sitesinde açık olarak sergilenmektedir (www.yayakarsa.org). Veri çekilen denizanası ya da benzeri jelimsi organizmanın fotoğrafının görüldüğü bölge, görüldüğü durum, metrekaresine düşen sayı, gözlemin ne sırada yapıldığı, gözlem tarihi gibi bilgilerin sisteme yüklenmesi ile elde edilmektedir. İnternet sitesinde bulunan tür kataloğundan da denizanası türü veri gönderen kişi tarafından türün tahmin edilmesine izin veren uygulama, bilgiyi gönderen kişiyi de bu şekilde sürecin önemli bir parçası haline getirmektedir.

Ulaşan veri konu uzmanı tarafından işlenerek YaYakarsa sitesinde bulunan “Tespit Edilen Denizaneları” isimli harita üzerinde yerini almaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. YaYakarsa uygulaması ile tespit edilen denizanelarının internet sitesindeki görünümü

SONUÇ

Bu çalışma kapsamında 21 ile ait 75 ilçeden veriler elde edilmiştir. En çok veri alınan ilk beş il sırasıyla İzmir, İstanbul, Muğla, Çanakkale ve Balıkesir olmuştur. Türkiye dışında bir veri ise İtalya kıyılarından tarafımıza iletilmiştir. Yayakarsa kapsamında 21 adet denizanası ve benzeri jelimsi organizmaya ait tür bilgileri de çalışmaya ait internet sitesinde yer almaktadır. Bu türler ve bilgiri gelenler Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Çalışma kapsamındaki denizanası ve benzeri jelimsi organizma tür isimleri

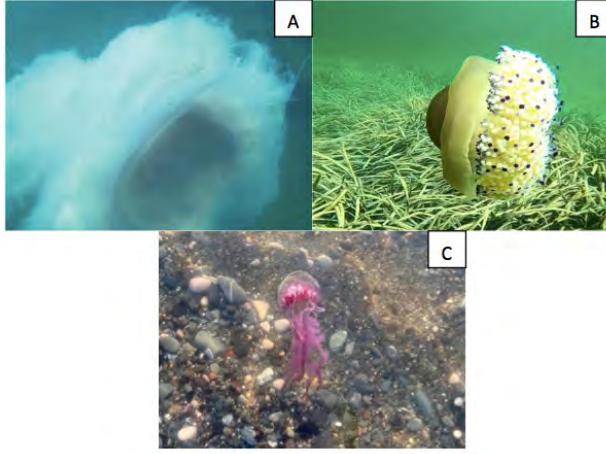
	Tür adı	Türkçe adı	Veri
1	<i>Macrorhynchia philippina</i> Kirchenpauper, 1872	Filipin Hidroidi	Yok
2	<i>Aequorea vitrine</i> Gosse, 1853	Kristal Denizanası	Var
3	<i>Chrysaora hysoscella</i> (Linnaeus, 1767)	Pusula Denizanası	Var
4	<i>Aurelia aurita</i> (Linnaeus, 1758)	Ay Denizanası	Var
5	<i>Carybdea marsupialis</i> (Linnaeus, 1758)	Kutu Denizanası	Var
6	<i>Velella velella</i> (Linnaeus, 1758)	Mor Yelkenli Denizanası	Yok
7	<i>Rhopilema nomadica</i> (Lotan, 1995)	Göçmen Denizanası	Var
8	<i>Phyllorhiza punctata</i> Lendenfeld, 1884	Beyaz Noktalı Denizanası	Var
9	<i>Neoturris pileata</i> (Forsskål, 1775)		Yok
10	<i>Bolinopsis vitrea</i> (L. Agassiz, 1860)		Yok
11	<i>Cotylorhiza tuberculata</i> (Macri, 1778)	Maviş Denizanası	Var
12	<i>Drymonema dalmatinum</i> Haeckel, 1880		Var
13	<i>Discomedusa lobata</i> Claus, 1877		Yok
14	<i>Olindias phosphorica</i> (Delle Chiaje, 1841)	Püsküllü Denizanası	Var
15	<i>Pelagia noctiluca</i> (Forsskål, 1775)	Mor Sokar Denizanası	Var
16	<i>Rhizostoma pulmo</i> (Macri, 1778)	Deniz Ciğeri Denizanası	Var
17	<i>Aequorea globosa</i> Eschscholtz, 1829	Yuvarlak Denizanası	Var
18	<i>Cassiopea Andromeda</i> (Forsskål, 1775)	Ters-düz Denizanası	Var
19	<i>Salpa maxima</i> Forsskål, 1775		Var
20	<i>Mnemiposis leidy</i> A. Agassiz, 1865)	Taraklı Medüz	Var
21	<i>Beroe ovata</i> Bruguière, 1789		Var

Tablo 1’de geçen 16 türe ait veri YaYakarsa kapsamında tarafımıza iletilmiştir. *Macrorhynchia philippina*, *Velella velella*, *Neoturris pileata*, *Bolinopsis vitrea* ve *Discomedusa lobata* türlerine ait veri ise sağlanamamıştır.

Verii alınan türler arasında *Drymonema dalmatinum* Marmara Denizi'nde ilk defa raporlanarak ilk kayıt olma özelliği taşımıştır (Öztürk 2020). 2020 yılı Aralık ayında, İstanbul kıyılarında meydana gelen *Rhizostoma pulmo* olağandışı kitle ölümüne (Öztürk ve Sümen 2020) dair bir çok veri de yine aynı dönemde tarafımıza iletilmiştir. Diğer önemli bir çıktı olarak da 2021 yılı Temmuz-Ağustos aylarında Gökeada'da görülen *Cotylorhiza tuberculata* türüne ait aşırı artışa dair veriler yine aynı dönemde kuzey ege bölgesinden tarafımıza iletilmiştir (Şekil 2). Son zamanlarda ise veri sayısı giderek artan önemli bir diğer tür ise *Pelagia noctiluca*'dır.

TARTIŞMA

Bu ve benzeri sonuçlar YaYakarsa gibi uygulamaların bilimsel verileri nasıl desteklediğine örnek oluşturmakla beraber, değerli bilgiler elde etmemizi sağlamıştır. Diğer taraftan, denizanası ve benzeri jelimsi canlıların yayılımı hakkında veri toplamayı, yabancı türlerin etkilerini anlamayı, zehirli ve yakıcı türler hakkında veri toplamayı amaçlayan bu çalışmada alınan kısa dönemli sonuçlar bilimsel verilerle de örtüşmektedir.



Şekil 2. A. *Drymonema dalmatinum* Haeckel, 1880 (Fotoğraf: İsa Şahintürk);
B. *Cotylorhiza tuberculata* (Macri, 1778) (Fotoğraf: Ercan Zeybek);
C. *Pelagia noctiluca* (Forsskal, 1775) (Fotoğraf: Mert Se)

Denizanası sıklıkla renginin saydam olması nedeniyle kolay görülmez ve ciltte ağrı, yanma hissiyle fark edilir. Temas edildikten birkaç dakika sonra deride kaşıntılı, çizgisel tarzda kızarıklık ve şişlik gelişir. Bazen deri bulguları saatler sonra ortaya çıkabilir. Cilt tutulumundan daha şiddetli olan vakalarda ise sistemik bulgular eşlik eder. Bunların başlıcaları; kas krampları, düşük tansiyon, nefes darlığı, akciğer ödemi, bulantı, kusma, ishal, gözde kızarıklık ve ülserlerdir (Berling ve Isbister 2015).

Denizanası ile olan yaralanmalarda tanı klinik bulgular ile konur. Özellikle öyküde olayın oluş zamanı, etkilenen vücut kısmı, denizin özelliği, coğrafi konum, yaş, ek hastalıkların varlığı (alerji, diyabet, kalp hastalığı vs.) ve yakınmaların başlangıç süresi klinik tablonun şiddetini belirler (Berling ve Isbister 2015; Öztürk ve diğ. 2018). Özellikle coğrafi konumla ilgili olarak, belli türlerin varlığının daha önceden bilinmesi, sağlık tedbirleri açısından daha hızlı ve optimum yaklaşım belirlenmesini sağlayacaktır. Sağlığa bakış açısından doğru tıbbi tedavi yaklaşım, sağlık tedbirleri ile farkındalık yaratılması, popülasyonun çoğaldığı zamanlarda sahilde uyarı tabelalarının yerleştirilmesi, sağlık ve ilk yardım ekibinin konuyla ilgili bilgi ve becerilerinin geliştirilmesi ve yaralanma ile ilgili kayıtların arşivlenmesi üzerinde durulmalıdır.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Berling, I., Isbister, G. (2015) Marine envenomations. *Aust Fam Physician* 44(1-2): 28-32.
- Mghili, B., Analla, M., Aksissou, M. (2020) Epidemiology of the cnidarian *Pelagia noctiluca* stings on Moroccan Mediterranean beaches. *Trop Doct* 50(4): 322-325.
- Montgomery, L., Seys, J., Mees, J. (2016) To pee, or not to pee: A review on envenomation and treatment in European jellyfish species. *Mar Drugs* 14(7): 127. doi: 10.3390/md14070127.
- Öztürk, B., Topaloğlu, B., Sümen, S.G., Turan, C., İşinibilir, M., Aktaş, Ş., Özen, Ş. (2018) Jellyfish of the Black Sea and Eastern Mediterranean Waters. Turkish Marine Research Foundation, Publication no: 48, İstanbul, Turkey.
- Öztürk, İ.D. (2020) The first record of *Drymonema* sp. from the Sea of Marmara, Turkey. *Journal of the Black Sea/Medit Environ* 26(2): 231-237.
- Öztürk, İ.D., Sümen, S.G. (2020) Unusual mass mortality of jellyfish *Rhizostoma pulmo* on the coast of the Sea of Marmara in December 2020. *Journal of the Black Sea/Medit Environ* 26(3): 343-351.
- Silvertown, J. (2009) A new dawn for citizen science. *Trends in ecology & evolution* 24(9): 467-471.

GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE MARMARA DENİZİ MAKROFLORASININ DEĞİŞİMİ

THE CHANGE OF THE MACROFLORA OF THE SEA OF MARMARA FROM THE PAST TO TODAY

Ergün TAŞKIN

Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü,
45140 Yunusemre, Manisa
ergun.taskin@cbu.edu.tr

ÖZET: Bu çalışma Marmara Denizi'nde geçmişten günümüze gerçekleştirilen makroflora çalışmalarını kapsamakta olup günümüz ve geleceğe yönelik bir bakış açısı sunmak için hazırlanmıştır. Marmara Denizi'nde tür ve türaltı seviyede toplam 571 takson (139 kahverengi alg, 320 kırmızı alg, 108 yeşil alg ve 4 angiosperm) tespit edilmiştir. Son yıllarda artan karasal baskı ile küresel ısınma ve iklim değişikliğinin etkisiyle Marmara Denizi makroflorasında bir değişim gözlenmektedir. Yabancı ve yayılımcı türler ile fırsatçı türler baskın hale gelmektedir.

Anahtar Kelimeler: Marmara Denizi, makroflora, deniz algleri

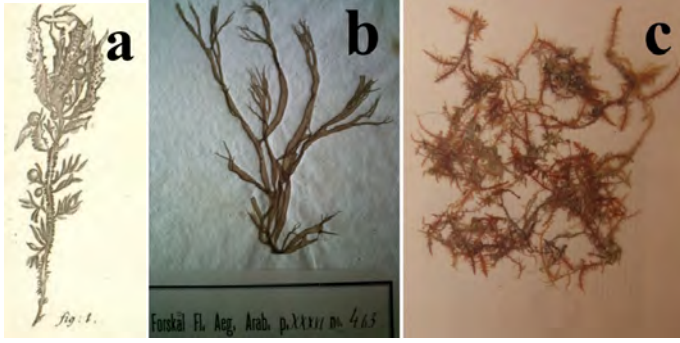
ABSTRACT: This study covers the macroflora studies carried out from the past to the present in the Sea of Marmara and has been prepared to present a perspective for the present and the future. A total of 571 taxa at the species and infraspecies level (139 brown algae, 320 red algae, 108 green algae and 4 angiosperms) are reported in the Sea of Marmara. In recent years, a change has been observed in the macroflora of the Sea of Marmara with the effect of increasing terrestrial pressure, global warming and climate change. Alien and invasive species and opportunistic species are become dominant.

Keywords: Sea of Marmara, macroflora, marine algae.

GİRİŞ

Türkiye denizlerinde tür ve türaltı seviyede makroflora ve faunaya ait toplam 5758 takson bilinmekte olup en çok türe sırasıyla Crustacea (1531 takson), Mollusca (1065 takson), Annelida (721 takson) ve makrofitler (691 takson) sahiptir (Taşkın 2021). Marmara Denizi, Asya ve Avrupa kıtalarını ayıran ve boğazlar (Çanakkale Boğazı ve İstanbul Boğazı) aracılığıyla da Karadeniz'i Ege Denizi'ne bağlayan bir iç denizdir. Marmara Denizi'nde makroflora araştırmaları 1728 yılına kadar dayanır ve Buxbaum (1728, 1729) tarafından Linne öncesi (Pre-Linnaean) isimlendirmeye (*Fucus*, *Muscus* gibi) ait 10 denizel makroalg verilmiştir (Şekil 1a). Forsskål (1775) tarafından 1761 yılında İstanbul, Çanakkale Boğazı ve Tekirdağ kıyılarından denizel alglere ait

16 tür vermiştir. Bu türlere ek olarak *Jania rubens* ve *Polysiphonia breviarticulata* türleri de eklenmiştir (Taşkın ve Pedersen 2008). Forsskål (1775) tarafından Türkiye’den toplanan algler Kopenhag Üniversitesi’nde bulunan *Herbarium Forsskålîi*’de bulunmaktadır (Şekil 1b). Lamouroux (1822), Dumont d’Urville tarafından 1820 yılında İtalya, Yunanistan, Türkiye ve Ukrayna’nın farklı bölgelerinden toplanan 43 makroalg taksonunu listelemiştir. Bu çalışma kapsamında Türkiye’den İstanbul, İzmit (Marmara Denizi) ve Trabzon (Karadeniz) kıyılarından 8’i yeni tür/yeni varyete olmak üzere toplam 25 denizel alg belirtilmiştir (Şekil 1c) (Taşkın 2014). Türkiye ve Marmara Denizi makroflorası üzerine öncü olan bu çalışmalardan sonra yerli ve yabancı çok sayıda araştırmacı araştırma yapmıştır. Bu çalışma Marmara Denizi’nde geçmişten günümüze yapılan makroflora çalışmaları kapsamakta olup günümüz ve geleceğe yönelik bir bakış açısı sunmak için hazırlanmıştır.



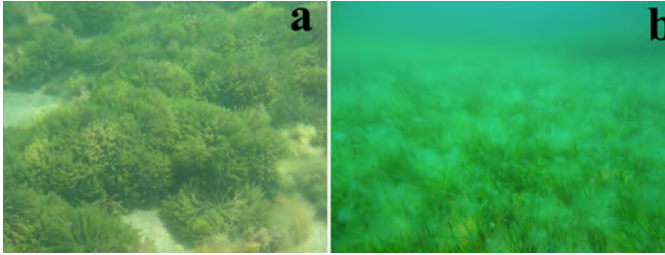
Şekil 1. Marmara Denizi öncü makroalg çalışmalarına ait örnekler. a) Buxbaum (1729), b) Forsskål (1775) tarafından 1761 yılında İstanbul kıyılarından toplanan *Halarachnion ligulatum*, c) Lamouroux (1822) tarafından İzmit kıyılarından verilen *Gelidium* sp.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Türkiye kıyılarında güncel makroflora takson sayısı 691 (168 kahverengi alg, 385 kırmızı alg, 133 yeşil alg ve 5 angiosperm) olup Marmara Denizi makroflora (makroalgler ve angiospermiler) tür çeşitliliği bakımından Türkiye denizleri içerisinde en zengin olanıdır (Taşkın ve diğ. 2019a). Aysel ve diğ. (2010) denizel makrofloraya ait 494 takson (106 Phaeophyceae, 283 Rhodophyta, 101 Chlorophyta, 4 Spermatophyta) listelenmiştir. Taşkın ve Öztürk (2013) ise 105 Phaeophyceae, 225 Rhodophyta ve 70 Chlorophyta olmak üzere toplam 400 takson vermilerdir. Marmara Denizi’nde 25 istasyondan yapılan örnekleme çalışmasında makrofloraya ait toplam 325 takson (321 makroalg ve 4 deniz çayırı) rapor edilmiştir (Taşkın ve diğ. 2019b). En yüksek takson sayısı sırasıyla İntepe (181), Şarköy (170), Paşalimanı Adası (173), Gelibolu (166), Lapseki (161), Prens Adaları (156) ve Eceabat (153) noktalarında bulunmuştur.

Bu çalışmada Marmara Denizi'nde daha önce makroflora tür listelerinin güncellenmesi sonucunda tür ve türaltı seviyede toplam 571 takson (139 kahverengi alg, 320 kırmızı alg, 108 yeşil alg ve 4 angiosperm) tespit edilmiştir. Taşkın (2021) tarafından Türkiye'de 44 denizel makroflora (40 makroalg ve 4 deniz çayırı) türünün tehdit altında olduğu belirtilmiş olup bu türlerin 28'i (24 makroalg ve 4 deniz çayırı) Marmara Denizi kıyılarında yayılış göstermektedir.

Çınar ve diğ. (2021) tarafından Türkiye denizlerinden tür ve türaltı seviyede 46 denizel makroalg (21 kırmızı alg, 15 kahverengi alg ve 10 yeşil alg) ve bir angiosperm olmak üzere toplam 47 yabancı takson rapor edilmiş olup bunların 28'i Marmara Denizi'nde bulunmaktadır: 11 kahverengi alg (*B. parva*, *C. zosteræ*, *C. filum*, *C. peregrina*, *C. multifida*, *H. lumbricalis*, *M. globosum*, *P. littoralis*, *S. firma*, *S. dotyi*, *U. rhizophorum*), 15 kırmızı alg [*A. hubbsii*, *A. armata*, *A. taxiformis*, *A. najadiformis*, *C. camouii*, *G. farinosum*, *T. intricata* (*Bonnemasoinia hamifera*'nın tetrasporofit evresi), *C. collinsiana*, *C. codicola*, *G. corallinoides*, *P. kampsaxii*, *P. morrowii*, *R. georgii*, *V. fucoides*, *G. turuturu*], 2 yeşil alg (*C. fragile* subsp. *fragile*, *U. australis*). Marmara Denizi'nde rapor edilen 20 yabancı türün giriş yolunun gemicilik faaliyetleri olduğu belirtilmiştir. Bu türleri içerisinde *C. fragile* subsp. *fragile*, *A. armata* (tetrasporofit *Falkenbergia* evresi olarak), *A. taxiformis* (tetrasporofit *Falkenbergia* evresi olarak), *T. intricata* (*Bonnemasoinia hamifera*'nın tetrasporofit evresi) ve *P. morrowii* yayılımcı bir davranış sergilemektedir (Şekil 2a-b).



Şekil 2. Yabancı yayılımcı yeşil alg *C. fragile* subsp. *fragile* (a) (Karabiga) ve *Cymodocea nodosa* üzerinde bulunan fırsatçı yeşil alg *Cladophora* sp. (Erdek, Balıkesir) (b).

Marmara Denizi'ndeki karasal baskı makroalg temelli olarak MA-LUSI indeksi (Macroalgae-Land Uses Simplified Index) ile hesaplanmıştır (Taşkın ve diğ. 2020). Bu çalışmalara göre karasal baskının en çok hissedildiği yerlerin Gemlik, Hereke, Yalova, Bandırma, Küçükçekmece, Tuzla, Kavaklıdere olduğu ve bunların ekolojik kalitelerinin kötü/zayıf sınıfta olduğu belirtilmiştir. Bu bölgelerde özellikle *Ulva*, *Cladophora*, ipliksi kırmızı algler (*Ceramium*, *Polysiphonia* vb.) gibi fırsatçı makroalg türleri yaygın olarak bulunmaktadır. Karasal baskının yüksek olarak bulunduğu bölgelerde 2021 yılında pelajik ve bentik bölgede müsilaj oluşumu yoğun şekilde gözlenmiştir.

Sonuç olarak bir iç deniz olan Marmara Denizi son birkaç on yıldır hem karasal baskının (evsel, endüstriyel, gemicilik, balıkçılık, liman, kıyı dolgu vb.) hem de küresel ısınma ve iklim değişikliğinin etkisi altındadır. Bu baskılardan en çok *P. oceanica*, *C. nodosa* gibi deniz çayıruları ile *Cystoseria* s.l. gibi ormanlık-gölgelik alanlar oluşturan kahverengi algler etkilenmektedir. Hassas olan bu denizel makrofitlerin gelecekte karasal baskıdan dolayı yayılış alanlarının azalacağı öngörülmektedir. Bu hassas türlerin yerine *C. fargile* subsp. *fragile*, *G. turuturu* gibi yabancı yayılımcı türler ile ipliksi (*Cladophora*), yapraksı (*Ulva*) kısa ömürlü ve hızlı gelişen fırsatçı türler daha baskın hale gelecektir.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Aysel, V., Erduğan, H., Dural, B., Akgül, R., Aysel, O. (2010) The composition of the marine algae and the seagrasses of Marmara Seashore. In: Marmara Sea Symposium Book 2010, (ed. Öztürk, B.). TÜDAV, Publ. no: 32, pp. 178-196.
- Buxbaum, J.C. (1728) Plantarum minus cognitarum, complectens plantas circa Byzantium & in Oriente observata. Centuria II., 294 pls. Ex Typographia Academiae. Petropoli, St. Petersburg.
- Buxbaum, J.C. (1729) Plantarum minus cognitarum, complectens plantas circa Byzantium & in Oriente observata. Centuria III. Ex Typographia Academiae. Petropoli, St. Petersburg.
- Çınar, M.E., Bilecenoğlu, M., Yokeş, B., Öztürk, B., Taşkın, E., Bakır, K., Doğan, A., Açık, Ş. (2021) Current status (as of end of 2020) of marine alien species in Turkey. *PLOS ONE* 16(5): e0251086.
- Forsskål, P. (1775) Flora Aegyptiaco-Arabica. Hauniae, Copenhagen.
- Lamouroux, J.V.F. (1822) Algae. In: Dumont d'Urville, J. (Ed.), Enumeratio plantarum quas in insulis Archipelagi aut littoribus Ponti- Euxini, annis 1819 et 1820, collegit atque detexit J. Dumont d'Urville 1: 126-131.
- Taşkın, E. (2014) Interpretation of Turkish Marine Algae in Lamouroux (1822). *Bağbahçe Bilim Dergisi* 1(2): 14-23.
- Taşkın, E. (2021) National Action Plan for the Conservation of Marine Vegetation in Special Environmental Protection Areas of Turkey. Specially Protected Areas Regional Activity Centre (SPA/RAC), 61 p.
- Taşkın, E. (ed.), Akbulut, A., Yıldız, A., Şahin, B., Şen, B., Uzunöz, C., ve diğ. (2019a) Türkiye Suyosunları Listesi. İstanbul: Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Yayını.
- Taşkın, E., Çakır, M., Akçalı, A., Sungur, Ö. (2019b) Benthic marine flora of the Marmara Sea (Turkey). *J. Black Sea/Mediterranean Environ.* 25: 1-28.
- Taşkın, E., Öztürk, M. (2013) Marine algae of Turkey, I. Phaeophyceae. Celal Bayar University Press, Manisa, Turkey.
- Taşkın, E., Pedersen, P.M. (2008) Algae of Turkey from the Herbarium Forsskål. *Research Journal of Botany* 3(1): 41-44.
- Taşkın, E., Tan, İ., Minareci, E., Minareci, O., Çakır, M., Beken, Ç.P. (2020) Ecological quality status of the Turkish coastal waters by using marine macrophytes (macroalgae and angiosperms). *Ecol Indic* 112: 106107.

ERDEK KIYILARINDA (MARMARA DENİZİ, TÜRKİYE) DENİZEL CLADOPHORALES TÜRLERİNİN BİYOÇEŞİTLİLİĞİ VE AŞIRI ÇOĞALMASI

BIODIVERSITY OF MARINE CLADOPHORALES AND THEIR BLOOMS IN THE COASTS OF ERDEK (MARMARA SEA, TURKEY)

Öznur YAZILAN^{1*}, Ergün TAŞKIN¹

Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü,
45140 Yunusemre, Manisa
*oznuryazilan@gmail.com

ÖZET: Bu çalışmada, Erdek kıyılarından (Marmara Denizi, Türkiye) yeşil alg ordosuna ait Cladophorales türlerinin biyoçeşitliliği incelenmiştir. Örnekler Mayıs 2015- Kasım 2017 tarihleri arasında mevsimsel olarak 3 istasyondan alınmıştır. Örnekleme üst infralittoral bölgeden elle ve şnorkelle yapılmıştır. Toplamda Cladophorales ordosuna ait tür ve türaltı seviyede 17 takson tespit edilmiştir. *Cladophora liniformis* ve *Cladophora vadorum* türleri Marmara Denizi'nden Türkiye için ilk kez tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Chlorophyta, *Cladophora*, Cladophorales, Marmara Denizi

ABSTRACT: In this paper, the green algal order Cladophorales biodiversity was studied from the coasts of Erdek (Marmara Sea, Turkey), and the samples were made from 3 stations seasonally between May 2015-November 2017. Sampling was done by hand or snorkelling from the upper-infralittoral zone. In total, 17 taxa at specific and infraspecific level, are reported. Two species are reported for the first time for Turkey and the Marmara Sea: *Cladophora liniformis* and *Cladophora vadorum*.

Keywords: Chlorophyta, *Cladophora*, Cladophorales, Marmara Sea

GİRİŞ

Chlorophyta (Yeşil alg) bölümü yaklaşık 500 cins ile 8000 tür içerir. Büyük bir kısmı tatlı suda yaşar fakat denizde yaşayan türleri de vardır (Hoek ve diğ. 1995). Yeşil alg ordosuna ait Cladophorales 71 cins 493 tür dallanmış ya da dallanmamış filamentlerden oluşur (Guiry 2018). Taksonomik açıdan Cladophorales ve Siphonoclares olarak ayrılır (Graham ve diğ. 2009). Dünya çapında yapılan çalışmalarda yeşil alglerden Cladophorales ordosuna ait 10 familya (Anadyomenceae, Boodleaceae, Cladophoraceae, Cladophorales familia incertae sedis, Okellyaceae, Pithophoraceae, Pseudocladophoraceae, Siphonocladaceae, Valoniaceae, Wittrockiellaceae) tespit edilmiştir. Toplamda

493 tür (Anadyomenceae 32, Boodleaceae 33, Cladophoraceae 340, Okellyaceae 1, Pithophoraceae 41, Pseudocladophoraceae 2, Siphonocladaceae 28, Valoniaceae 13) rapor edilmiştir (Guiry 2018). Türkiye kıyılarında Cladophorales ordosuna ait 38 tür rapor edilmiştir (Taşkın ve diğ. 2019). Bu çalışmada Erdek bölgesinden 17 takson tespit edilmiş olup *Cladophora liniformis* ve *C. vadorum* Türkiye için ilk kez rapor edilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

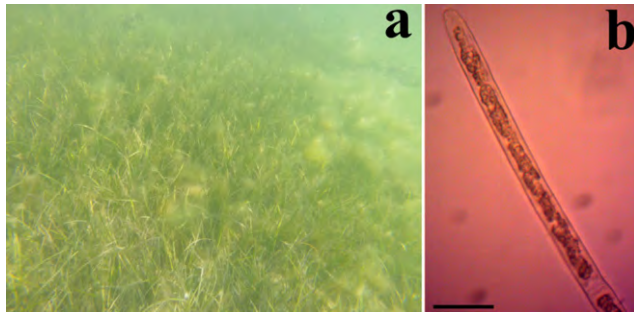
Örneklemeler mevsimsel olarak 2015-2017 yılları arasında Edincik, Kapıdağ Yarımadası (Narlı) ve Paşalimanı Adası istasyonlarından yapılmıştır. Örnekler daha sonra incelenmek üzere %2-4 formaldehit içeren deniz suyunda muhafaza edilmiştir. Teşhis edilen türlerin fotoğrafları fotoğraf ekipmanlı ışık mikroskobu Nikon ile çekilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada, Marmara Denizi'nde Erdek ve çevresindeki bölgelerde bir yeşil alg ordosu olan Cladophorales türlerinin biyoçeşitliliğini belirlemek için morfolojik karakterler dikkate alınarak tür tanımlamaları, taksonomik çalışmalar, varsa bu bölgelere giriş yapan Cladophorales türlerinin tespit edilmesi hedeflenmiş ve bu doğrultuda incelemeler yapılmıştır. Bunun yanı sıra karasal baskının etkisi ile fırsatçı türler bakımından değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir.

Cladophora liniformis Kützinger

Tallus iplikli, tek sıralı, koyu yeşil renkli, yaklaşık 10 cm uzunluğunda, deniz çayıruları üzerinde epifitik olarak yaşar. Pseudodikotomik dallanma gözlenir, apikal hücreler uçlara doğru incelmıştır ve 20-30 µm eninde ve 5-10 katı uzunluğuna sahiptir (Şekil 1). *C. liniformis*, %25 tuzlulukta, 14°C sıcaklıkta 1m derinlikten şnorkelle Marmara Denizi'nin Erdek kıyılarından (40.22542°N; 27.52298°E) toplanmıştır. Bu tür Akdeniz, Hollanda, İngiltere, Kuzey Amerika, Batı Atlantik, Karayip Adalarında yayılış göstermektedir (Guiry 2018). *C. liniformis* Türkiye'de ilk kez bu çalışmada rapor edilmiştir.



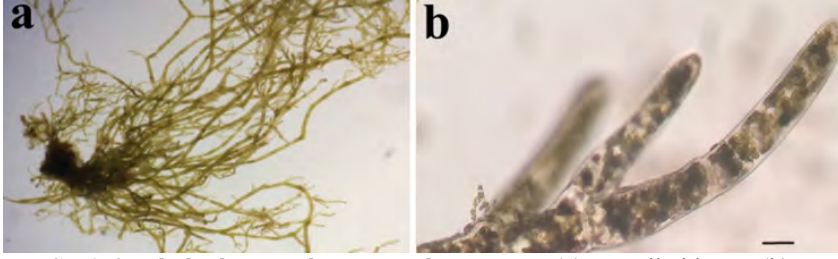
Şekil 1. *Cladophora liniformis* sualtında *Cymodocea nodosa* ile birlikte görüntüsü (a) ve apikal hücre (b).

Cladophora vadorum

Apikal hücre eni 50 µm, boyu ise 250 µm olarak ölçülmüştür (Şekil 2). Apikal dalları genelde kısa, hilal şeklinde kıvrımlı bir formda, dallanma tek taraflı bir yöne yığılmış, sık dallanmalar sebebiyle gür bir görüntüye sahiptir. Ayrıca apikal ve terminal hücreler hilal şeklinde kıvrımlı, medyan hücrelerinin çapının 100 µm olduğu gözlenmiştir. Tallus küresel ve genelde açık yeşildir. Rizoidal uzantılar mevcuttur. Bu tür Korsika, Yunanistan, İsveç, Norveç, Bermuda, Almanya, İtalya'da yayılış göstermektedir (Guiry 2018).

Tablo 1. Araştırma bölgesinde görülen Cladophorales türleri ve özellikleri.

Takson	İstasyon	Apikal hücre eni	Organizasyon tipi	Dallanma
<i>Cheatomorpha aerea</i>	Paşalimanı-Kapıdağ	200 µm		
<i>Cheatomorpha linum</i>	Paşalimanı	170µm		
	Edincik			
	Paşalimanı	140-150 µm		
<i>Cladophora albida</i>	Erdek	30-40µm	Akropetal	Pseudodikotomik
	Erdek	40-50µm		
	Edincik	10µm		
	Kapıdağ Paşalimanı	10-30µm		
<i>Cladophora dalmatica</i>	Erdek	20-30µm	Akropetal	Pseudodikotomik
	Paşalimanı	50µm		
	Kapıdağ	20µm		
	Paşalimanı	30-35µm		
<i>Cladophora fracta</i>	Erdek	20µm		
<i>Cladophora glomerata</i>	Erdek-Edincik	60 µm	Akropetal	Dikotomik
	Kapıdağ	50 µm	Akropetal	Dikotomik
<i>Cladophora hutchinsiae</i>	Erdek	170 µm		Pseudodikotomik
	Kapıdağ	90 µm		Dikotomik / trikotomik
<i>Cladophora laetevirens</i>	Kapıdağ	50µm	Akropetal	Dikotomik
	Erdek	30-50µm		
<i>Cladophora liniformis</i>	Edincik	20µm		Pseudodikotomik
	Paşalimanı	20µm		
	Erdek	20µm		
	Kapıdağ	20µm		
<i>Cladophora rupestris</i>	Kapıdağ Paşalimanı	70-80µm	Akropetal	Pseudodikotomik
	Erdek	40-50µm		
<i>Cladophora sericea</i>	Erdek	30µm	Akropetal	
<i>Cladophora vadorum</i>	Kapıdağ	50 µm		
<i>Lychaete echinus</i>	Edincik	90 µm	Akropetal	
<i>Lychaete pellucida</i>	Kapıdağ	80-100µm	Akropetal	

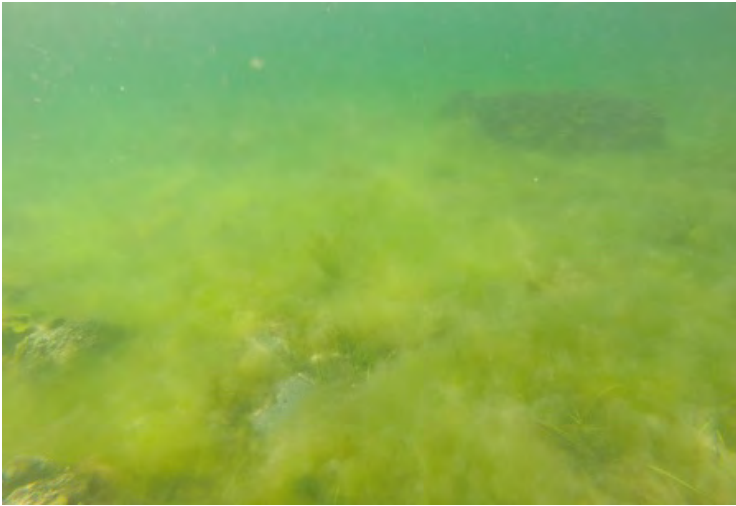


Şekil 2. *Cladophora vadorum* genel görüntüsü (a) ve apikal hücre (b).

Bu çalışma sonunda Cladophorales ordosuna ait tür ve türaltı seviyede toplam 17 tür (2 *Chaetomorpha*, 13 *Cladophora*, 2 *Lychnete*) tespit edilmiştir (Tablo 1). Narlı ve Edincik istasyonlarında *Cladophora* türlerinin karasal baskıdan dolayı yaz aylarında aşırı çoğaldığı gözlenmiştir.

***Cladophora* Aşırı Çoğalması**

Cladophorales türleri çevresel faktörlerden (su, sıcaklık, amonyum, fosfat gibi) kolayca etkilenir ve bu türlerin sayısı ve çeşitliliği çevresel faktörlere bağlı olarak değişir. Amonyum azotunun bu bölgede Haziran 2016'da diğer mevsimlere göre oldukça yüksek olduğu tespit edilmiş ve Erdek'te ilerleyen aylarda (Temmuz-Ağustos 2015-2016) *Cladophora* aşırı çoğalması görülmüştür. *Cladophora* yaz aylarında aşırı çoğalıp su yüzeyinde serbest yüzen kütleler ya da diğer makrofitlerle (*C. nodosa* gibi) karışır (Şekil 3).



Şekil 3. Erdek'te *Cladophora* sp.'nin aşırı çoğalması.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK (114Y238 projesi) tarafından desteklenmiştir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Graham, L.E., Graham, J.M., Wilcox, L.W. (2009) *Algae*. Benjamin-Cummings Yayıncılık, Richmond, ABD, 387-388 s.

Guiry, M.D. in Guiry, M.D., Guiry, G.M. (2018) *AlgaeBase*. MeCut adres: <https://www.algaebase.org/browse/taxonomy/detail/?taxonid=4582>, (erişim tarihi 28 Kasım 2021).

Taşkın, E. (ed.), Akbulut, A., Yıldız, A., Şahin, B., Şen, B., Uzunöz, C., ve diğ. (2019) *Türkiye Suyosunları Listesi*. Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Yayını.

Van Den Hoek, C., Mann, D.G., Jahns, H.M. (1995) *Algae: An Introduction to Phycology*. Cambridge Üniversitesi Yayınları, Melbourne, Avustralya.

ÇANAKKALE BOĞAZI VE MARMARA DENİZİ'NDE *Pinna nobilis* POPÜLASYONUNUN SON DURUMU

RECENT STATUS OF *Pinna nobilis* POPULATION IN THE ÇANAKKALE STRAIT AND THE MARMARA SEA

Deniz ACARLI^{1*}, Sefa ACARLI^{2*}, Semih KALE³

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Gökçeada Uygulamalı Bilimler
Yüksekokulu, Balıkçılık Teknolojisi Bölümü, 17760, Çanakkale, Türkiye.

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi
Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü, 17020, Çanakkale, Türkiye.

³ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi
Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, 17020,
Çanakkale, Türkiye.

*denizacarli@comu.edu.tr, sefaacarli@comu.edu.tr, semihkale@comu.edu.tr

ÖZET: Akdeniz'e özgü olan *Pinna nobilis* Linnaeus 1758 popülasyonu aşırı avcılık, balıkçılık faaliyetleri, çevre kirliliği, habitatın zarar görmesi, dekoratif amaçlı iç kabuğunun kullanılması, turizm vb. sebeplere bağlı olarak zarar görmüştür. Bunun üzerine Avrupa Konseyi kararları ile 1992 yılında *P. nobilis* koruma altına alınmıştır. 2016 yılından itibaren Akdeniz'in farklı bölgelerinde *P. nobilis* popülasyonlarında %100 ölüm görülmeye başlanmıştır. Bu nedenle, IUCN tarafından *P. nobilis* türünün statüsü kritik düzeye çekilmiştir. Türkiye kıyılarında ise, Ege Denizi'nde farklı bölgelerde %100 ölüm görülmekle birlikte, 2020 yılında Marmara Denizi ile Ege Denizi arasında geçiş noktası olan Çanakkale Boğazı'nın farklı noktalarında kitlesel ölümlerle karşılaşıldığı rapor edilmiştir. 2021 yılı için Çanakkale Boğazı'nda artarak devam eden ölümlerin olduğu gibi farklı noktalarda hayatta kalan bireylerin bulunduğu da bildirilmiştir. Kasım 2020'den sonra müsilajın görüldüğü Marmara Denizi'nde, bazı bölgelerde %100 ölüm meydana geldiği rapor edilmiştir. Bu duruma karşın, Ocaklar Koyu ve Kapıdağ Yarımadası kıyılarında sağlıklı popülasyonların da olduğu tespit edilmiştir. Hastalığa maruz kalmasına rağmen hayatta kalan dirençli bireylerin ve müsilaj olayına rağmen sağlıklı olan popülasyonların belirlenerek buralarda sürekli izleme çalışmalarının yapılması ve özel koruma alanlarının oluşturulması zarar görmüş yatakların rehabilitasyonuna katkı sağlayacaktır. Bu durum *P. nobilis* stoklarının sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından büyük önem arz etmektedir. Bu çalışma, Marmara Denizi'ndeki kitlesel ölümler ile birlikte sağlıklı popülasyonlarının da tespit edildiği *P. nobilis* popülasyonlarının son durumunun genel bir perspektifini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelime: *Pinna nobilis*, kitlesel ölüm, hayatta kalma, müsilaj

ABSTRACT: *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758 population, which is native to the Mediterranean Sea, has been damaged due to reasons such as overfishing, fishing activities, environmental pollution, habitat destruction, use of the inner shell for decorative purposes, tourism, etc. Thereupon, *P. nobilis* was taken under protection with the decisions of the Council of Europe in 1992. Since 2016, 100% mortality has started to be seen in *P. nobilis* populations in different regions of the Mediterranean. Therefore, the status of the *P. nobilis* species has been taken to a critical level by the IUCN. On the Turkish coasts, although 100% deaths are seen in different regions in the Aegean Sea, it has been reported that mass mortalities were observed in 2020 at different locations in the Çanakkale Strait, which is the transition zone between the Marmara Sea and the Aegean Sea. It has been reported that there are mortalities that continue to increase in the Çanakkale Strait in 2021, as well as survivors at different locations. It has been reported that 100% mortality occurred in some areas in the Marmara Sea, where mucilage was observed after November 2020. On the other hand, it has been determined that there are healthy populations on the shores of Ocaklar Bay and Kapıdağ Peninsula in the Marmara Sea. Determining the resistant individuals surviving despite being exposed to the disease and the populations that are healthy despite the mucilage event, carrying out continuous monitoring studies and establishing special protection areas will contribute to the rehabilitation of damaged *P. nobilis* beds. This is of great importance in terms of ensuring the sustainability of *P. nobilis* stocks. This study is to present a general perspective of the recent status of *P. nobilis* populations in the Marmara Sea, in which healthy populations were detected as well as mass deaths.

Keywords: *Pinna nobilis*, mass mortality, survival, mucilage

GİRİŞ

Akdeniz’e özgü ve bir Bivalvia türü olan *Pinna nobilis* Linnaeus 1758 deniz çayırılarının arasında kumlu, kumlu-çamurlu, çakıllı bölgelerde umbo kısmından itibaren bir kısmı ve bisus iplikleri ile zemine tutunarak yaşarlar. Sert yüzeyi sayesinde birçok bentik türe ev sahipliği yapmaktadır (Acarlı ve diğ. 2010). Bu türün popülasyonları, genel olarak kirlilik, tekne bağlama, trol ve kıyı şeridinin yapaylaştırılması gibi antropojenik etkilere uzun yıllardır maruz kalmaktadır. Bu yüzden 1992 yılından beri Avrupa Konseyi (European Council Directive 92/43/EEC-Annexe IV) tarafından kırmızı listeye alınarak Avrupa’da sıkı bir şekilde korunmaktadır. 2016 yılından itibaren İspanya’dan başlayarak Akdeniz’in farklı bölgelerinde (Fransa, Kıbrıs, Adriyatik Denizi, Ege Denizi) (Catanese ve diğ. 2018; Carella ve diğ. 2019; Katsanevakis ve diğ. 2019) kitlesel ölümün görülmesinden dolayı IUCN tarafından “Kritik Düzeyde Tehlike” altında olan türler kategorisine alınmıştır. Bu kitlesel ölümlere *Haplosporidium pinnae* parazitinin sebep olduğu bildirilmektedir (Catanese ve diğ. 2018). Türkiye denizlerinde de kitlesel ölümle karşılaşmaktadır (Öndes ve diğ. 2020a; Acarlı ve diğ. 2020; Özalp ve Kersting 2020; Künili ve diğ. 2021; Çınar ve diğ. 2021a).

Marmara Denizi, Karadeniz ile Ege Denizi arasında yer alan bir iç denizdir ve Karadeniz, Ege ve Akdeniz'in etkisi altındadır. Akdeniz'in tuzlu suları (%40'a kadar) alt akıntı ile Karadeniz'in az tuzlu suları (~%20) ise üst akıntı ile Marmara Denizi sularına karışır. Her iki denizden gelen biyolojik bileşenleri içeren Marmara ekosistemi benzersizdir (İşinibilir-Okyar ve diğ. 2015). Ancak, 2020-2021 yılları arasında Marmara Denizi'nde yoğun miktarda müsilaj oluşumu gözlemlenmiştir (Balkis-Ozdelice ve diğ. 2021). Deniz suyunun yükselen sıcaklığı, tarım faaliyetleri, evsel ve endüstriyel atık deşarjları ve aşırı avlanma, planktonik alg patlamalarının oluşmasının önemli sebepleri arasında yer almaktadır (Flander-Putrlle ve Malej 2008; Yentur ve diğ. 2013; Savun-Hekimoğlu ve Gazioğlu 2021). Marmara Denizi ekosisteminin bir parçası olan *P. nobilis* türünün suyu süzerek beslendiği için deniz suyu kalitesini artırma (Vicente ve diğ. 2002; Natalotto ve diğ. 2015) ve bölgesel su özelliklerini kontrol etme özelliğine sahip olabileceği düşünülmektedir (Trigos ve diğ. 2014). Riva (2002) tarafından gerçekleştirilen bir laboratuvar çalışmasında *P. nobilis* türünün 18°C'de 5,99±0,177 litre/saat su süzdüğü rapor edilmiştir. Marmara Denizi ise yok olma tehlikesi altında olan *P. nobilis* türünün sağlıklı popülasyonlarını barındırmasından dolayı oldukça önemlidir. Kitlelölümün görülmediği popülasyonların tespit edilmesi ve korunmasının Marmara Denizi'nin sahip olduğu yüksek organik madde yükünün indirgenmesinde bir nebze de olsa katkı sağlayacağı şüphesizdir. Bu kapsamda, mevcut çalışma ile Marmara Denizi'ndeki *P. nobilis* popülasyonunun son durumunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda, bu çalışma *P. nobilis* popülasyonunun Marmara Denizi'ndeki son durumunun irdelenmesi açısından bu zamana kadar elde edilen verileri bir araya getirilerek yorumlanması açısından oldukça önemlidir.

MATERYAL VE METOT

P. nobilis türünün Marmara Denizi'ndeki varlığı/yokluğu ile ilgili tüm yayımlanmış bilimsel yayınların bulunması için kapsamlı bir literatür araştırması gerçekleştirilmiştir. Sistematik bir literatür araştırmasının gerçekleştirilebilmesi için çevrimiçi bilimsel veri tabanları kullanılmıştır. Literatür taraması için konuyla ilgili yayınlar Web of Science (SciSearch), Scopus, PubMed, ve Google Scholar üzerinden '*Pinna nobilis*', '*P. nobilis*', 'fan mussel', 'Marmara Sea' ve 'Sea of Marmara' anahtar kelimeleri girilerek araştırılmıştır. Bu çalışma 1 Ocak 1952 ile 24 Kasım 2021 tarihleri arasında yayımlanmış olan bilimsel yayınları içermektedir. Bu tarihler arasındaki yayınlardan sadece *P. nobilis* türünün (ölü ve/veya canlı) Marmara Denizi'ndeki varlığı/yokluğu üzerine odaklanan yayınlar sonraki değerlendirme süreçlerine dahil edilmeye uygun bulunmuştur. Ayrıca, bu yayınlardaki atfı yapılan tüm referanslar da konuyla ilgili herhangi bir çalışmanın gözden kaçırılmasını önlemek amacıyla kontrol edilmiştir. Tüm literatür taramaları, başlık ve özet kontrolü ile birlikte çalışma kapsamına dahil edilecek belgelerin seçilmesi birbirinden bağımsız olarak çalışan üç araştırmacı tarafından tamamlanmıştır. Potansiyel olarak uygun görülen tüm makaleler, tam metnin gözden geçirilmesi için çevrimiçi veri tabanlarından elde edilmiştir. Bu çalışma, literatür tarama sonuçlarını İngilizce ve Türkçe yayınlarla (hem tam metin

bildiriler hem de konferans bildirileri) sınırlandırmakta ve herhangi bir yayınlı ilgili yayımlanan yorumları hariç tutmaktadır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen sistematik literatür araştırması sonucunda Marmara Denizi'nde *P. nobilis* türü ile ilgili gerçekleştirilen çalışmalar tespit edilmiş ve değerlendirilmiştir (Tablo 1). *P. nobilis* türünün Marmara Denizi'nde bulunurluğunu rapor eden çalışma sayısının toplamda 8 olduğu belirlenmiştir. Çalışmaların 3 tanesi Çanakkale Boğazı'ndaki popülasyon üzerine odaklanmışken 5 tanesinin de Marmara Denizi'nin güneyindeki popülasyonları araştırdığı tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda rapor edilen birey sayıları 63 (Öndes ve diğ. 2020a) ile 863 (Künili ve diğ. 2021) arasında değişmektedir. Bunların arasında canlı olarak gözlemlendiği bildirilen birey sayısı 8 (Özalp ve Kersting 2020) ile 389 (Acarlı ve diğ. 2021c) arasında değişirken ölü olarak tespit edilen bireylerin sayısı 6 (Öndes ve diğ. 2020a) ile 532 (Künili ve diğ. 2021) arasında değişkenlik göstermektedir.

Yaşama oranları açısından değerlendirildiğinde, Acarlı ve diğ. (2021a) Çanakkale Boğazı'nda Ilgardere istasyonunda %90,38'lik yaşama oranı bildirmiştir. Benzer şekilde, Öndes ve diğ. (2020a) yapmış oldukları çalışmada Erdek istasyonunda %90,48'lik yaşama oranı tespit etmişlerdir. En düşük yaşama oranı ise Özalp ve Kersting (2020) tarafından %0,32 olarak bildirilmiştir. Bunların yanında, Marmara Denizi'nde (Çınar ve diğ. 2021b; Acarlı ve diğ. 2021c), ve Çanakkale Boğazı'nda (Özalp ve Kersting 2020; Künili ve diğ. 2021) bazı istasyonlarda kitlesel ölümler gözlemlendiğini rapor etmiştir.

P. nobilis popülasyonunun tespitine yönelik yapılan çalışmalarda Marmara Denizi'nde toplam 28650 m² alan taranırken Çanakkale Boğazı'nda ise toplam 23480 m² alanın tarandığı hesaplanmıştır. Ancak, Çanakkale Boğazı'ndaki *P. nobilis* popülasyonlarını araştıran Künili ve diğ. (2021) tarafından taranan alan bilgisi verilmediği için taranan alan hesaplamalarında kapsam dışı tutulmuştur. Çanakkale Boğazı'nda en çok alanın tarandığı çalışma 22000 m² ile Acarlı ve diğ. (2021a) tarafından gerçekleştirilirken en az alanın tarandığı çalışma 1480 m² ile Özalp ve Kersting (2020) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte, Marmara Denizi'nde ise en çok alan taranan çalışma 19050 m² ile Acarlı ve diğ. (2021c) tarafından Kapıdağ Yarımadası kıyılarında gerçekleştirilirken en az alan taranan çalışma ise Öndes ve diğ. (2020a) tarafından Erdek Körfezi kıyılarında gerçekleştirilmiştir. Genel olarak çalışmalardaki taranan alanlar değerlendirildiğinde sualtındaki taranan alan bakımından en çok alan 22000 m² ile Acarlı ve diğ. (2021a) tarafından taranmıştır. Öte yandan, taranan alan açısından Öndes ve diğ. (2020a) 250 m²'lik alan ile en az alanın tarandığı çalışma olarak dikkat çekmektedir.

Tablo 1. Marmara Denizi'ndeki *P. nobilis* popülasyonlarının araştırıldığı bölgeler, taranan alan, tespit edilen birey sayısı, popülasyon yoğunluğu ve yaşama oranı

Referanslar	Çalışma Alanı	Taranan Alan (m ²)	Birey Sayısı			Popülasyon Yoğunluğu (bireysayı/100 m ²)	Yaşama Oranı (%)
			Canlı	Ölü	Toplam		
Öndes ve diğ. (2020a)	Erdek	250	57	6	63	25,20 ^a	90,48 ^a
Özalp ve Kersting (2020)	Çanakkale Boğazı	1480 ^a	8	359	367	22,97 ^a -42,00	0,32 ^a -14,29 ^a
Çınar ve diğ. (2021a)	Güney Marmara Adaları	8000 ^a	23	168	191	0,30-12,00	12,04
Çınar ve diğ. (2021b)	Güney Marmara Adaları	850 ^a	-	-	-	0,60-24,00	-
Acarlı ve diğ. (2021a)	Çanakkale Boğazı	22000 ^a	142	352	494	0,68-8,26	28,74 ^a
Acarlı ve diğ. (2021b)	Ocaklar Koyu	500	130	98	228	10,00-112,00	57,01 ^a
Acarlı ve diğ. (2021c)	Kapıdağ Yarımadası	19050	389	215	604	4,90-27,00	64,40
Künili ve diğ. (2021)	Çanakkale Boğazı	-	331	532	863	-	38,35 ^a

Not: ^a Çalışmada verilen bilgilerden hesaplanan değerleri ifade etmektedir.

Marmara Denizi ve Çanakkale Boğazı kıyılarında farklı araştırmacılar tarafından birbirine nispeten yakın alanlarda yapılan bu çalışmalar incelendiğinde farklı sayıda canlı ve ölü birey sayılarına, farklı popülasyon yoğunluğuna (100 m²'deki birey sayısı) ve farklı yaşama oranlarına sahip oldukları görülmektedir. Bununla birlikte, bazı araştırmalarda bildirilen değerlerin diğerlerine kıyasla büyük farklılıklar gösterdiği göze çarpmaktadır. Bu durum bize popülasyonun hastalık ve çevresel faktörlerden (müsilaj oluşumu, rüzgar yönü, akıntı rejimi vb.) farklılığından etkilendiğini göstermektedir. Acarlı ve diğ. (2021c) Kapıdağ Yarımadası kıyılarında poyraz rüzgarının hakim olduğu tüm istasyonlarda hiçbir *P. nobilis* bireyi gözlenmediğini rapor etmiştir. Diğer taraftan, Çınar ve diğ. (2021a) müsilajın görüldüğü dönemde ölüm oranını %88 olarak bildirmesine rağmen, Acarlı ve diğ. (2021b) ölüm oranını müsilajdan önceki dönemde (2020 yılı için) %35,9, müsilaj görülen dönemde (2021 yılı için) ise %16,1 olarak tespit etmişlerdir. Bu durumun Çanakkale Boğazı'ndan dip akıntısı ile gelen Ege Denizi kaynaklı suyun Marmara Denizi'nin güneyindeki adalar bölgesine ulaşmasından kaynaklandığını ve bu bölgede gözlenen yoğun ölümlerle birlikte bazı bölgelerde sağlıklı popülasyonların bulunması bölgedeki farklı akıntı rejimlerinden ve hakim rüzgarlardan (kuzey yönlü) ileri geldiği düşünülmektedir. Öte yandan, Acarlı ve diğ. (2021a, 2021b, 2021c) tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda bireylerin boyları ölçülmüş ve neredeyse tüm istasyonlarda tespit edilen *P. nobilis* bireylerinin benzer boylarda dağılım gösterdiği bildirilmiştir. Ayrıca Acarlı ve diğ. (2021a, 2021b, 2021c) tarafından rapor edilen stoka katılan yeni bireylerin

olması dinamik bir yapıya işaret etmektedir. Müsilaj oluşuma rağmen stoka yeni katılan sağlıklı bireylerin tespit edilmiş olması ümit verici olup Marmara Denizi'ndeki *P. nobilis* popülasyonun sağlıklı bir şekilde sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi ve stokların devamlılığı için halen umut olduğunu göstermektedir.

P. nobilis türlerinin özellikle *Posidonia oceanica* ve *Cymodocea nodosa* gibi deniz çayırlarının bulunduğu ortamlarda yaygın olarak görülmesi bu türün yüksek miktarda oksijene ihtiyaç duyduğunu düşündürmektedir. Bununla birlikte, denizlerin akciğeri olarak da isimlendirilen *P. nobilis* türünün su kalitesinin görece iyi olduğu alanlarda yaşamını sürdürdüğü anlaşılmaktadır. Öte yandan, insan aktiviteleri (Öndes ve diğ. 2020b), deniz ulaşımı ve turizm faaliyetleri, hastalık (Vázquez-Luis ve diğ. 2017), müsilaj (Acarli ve diğ. 2021b) gibi çevresel faktörlerden etkilendiği de rapor edilmiştir. Bu açıdan, *P. nobilis* türünün doğal ve yapay faktörlerden etkilendiği açıkça görülmekte ve özellikle dünyanın farklı bölgelerinde *P. nobilis* popülasyonlarında hastalık kaynaklı kitlesel ölümler gözlemlendiği bildirilmektedir (Öndes ve diğ. 2020a; Acarli ve diğ. 2020, Acarli ve diğ. 2021a; Çınar ve diğ. 2021a, 2021b; Künili ve diğ. 2021). Ancak, yine de hastalık ve çevresel stres faktörlerine bağlı olarak tüm popülasyonlarda kitlesel ölümler gözlenmediği ve halen sağlıklı popülasyonların yaşamını sürdürdüğü de bazı araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (Çınar ve diğ. 2021b; Acarli ve diğ. 2021a; Acarli ve diğ. 2021b). Çevresel etkilerden etkilenmesinin yanında ekolojik fonksiyonlarını yerine getirmesi neticesinde de bulunduğu ekosistemdeki işleyişin sürdürülmesine hizmet etmektedir. *P. nobilis* türü için üreme döngüsü (Acarli ve diğ. 2018), büyüme (Demirci ve Acarli 2018), farklı türlerle etkileşimleri (Acarli ve diğ. 2019), yetiştiricilik çalışmaları (Acarli ve diğ. 2011) gerçekleştirilmiştir. Türün biyolojik özelliklerinin anlaşılması elbette büyük önem taşımaktadır. Ancak, yetiştiricilik uygulamalarının daha çok artmasına ihtiyaç bulunmaktadır. Acarli (2021) hastalığa karşı dirençli ve müsilaja rağmen canlı kalan sağlıklı popülasyonlardan transplantasyon uygulamaları gerçekleştirilerek potansiyel yaşama alanlarına nakledilmesinin stokların devamlılığının sağlanabilmesi açısından önemli katkıları olacağını belirtmiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

P. nobilis gibi nesli tükenme tehlikesi ile yüz yüze olan türlerin ve yaşam alanlarının korunması önemli ve öncelikli konular arasında yer almaktadır. 2019 yılından bu zamana kadar Türkiye'nin Ege Denizi ve Akdeniz kıyılarında sağlıklı popülasyonların bulunurluğu ile ilgili resmi bir veri paylaşılmamıştır. Ancak Marmara Denizi'nin güney kıyıları ve Çanakkale Boğazı boyunca kitlesel ölümün görüldüğü noktaların olması ile birlikte sağlıklı popülasyonların da olduğu tespit edilmiştir. Marmara Denizi'nin kuzey kıyılarında da sağlıklı popülasyonların varlığı tespit edilmiştir (Acarli ve diğ. yayımlanmamış). Diğer yandan, Marmara Denizi bir iç deniz olmasından dolayı sanayi, turizm, evsel ve zirai faaliyetlerin etkisi altında olduğu çok uzun süreden beri bilinmektedir. Kasım 2020'den sonra ise müsilaj olayının ortaya çıkması neticesinde bu olumsuz etkiler daha görünür hale gelmiştir. Marmara Denizi ekosistemi için önemli bir yere sahip olan *P. nobilis* türünün sürdürülebilirliğinin sağlanması için koruma eylem planları

oluşturulmalıdır. Bu hususta Marmara Denizi'ndeki *P. nobilis* popülasyonları özelinde önerilerimiz şu şekilde sıralandırılabilir;

- *P. nobilis* stoklarının korunması için, üniversiteler, araştırma enstitüleri, Tarım ve Orman Bakanlığı, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı gibi yetki ve sorumluluk alanları kapsamında doğal hayatı korumaya yönelik çalışmaları içeren kurum ve kuruluşların bir araya gelerek ortak bir politika oluşturulmasına yönelik çalışmalar yapılmalı,
- *P. nobilis* popülasyonlarının korunması konu başlığı altında görsel ve yazılı basın kanalıyla halkın ve ticari, amatör, sportif ve rekreasyonel balıkçılık faaliyetlerinde bulunan ilgili kişilerin bilinçlendirilmesine yönelik eğitim ve bilgilendirme toplantıları gerçekleştirilmeli,
- Bilimsel araştırmaların yanı sıra vatandaş biliminin de etkili ve verimli biçimde kullanılması için yerel yönetimler, yerel halk, dalış kulüpleri ve ticari ve sportif balıkçıları içeren bir ağ sisteminin oluşturulması sayesinde *P. nobilis* yataklarının varlığı ile ilgili hızlı ve doğru bilgi akışı sağlanabilmeli,
- Tespit edilen sağlıklı *P. nobilis* popülasyonların veya hastalığa maruz kalmasına rağmen hayatta kalan dirençli bireylerin izleme çalışmalarının yapılması ve bu alanların özel koruma alanı kapsamına alınması hususunda hazırlıklar yapılmalı,
- Sağlıklı popülasyonlardan yapay toplayıcılar ile spatların toplanması, bunların büyümeye alınması ve bu bireylerin zarar görmüş popülasyonlara ya da özel koruma alanlarına ekim çalışmalarının yapılması gibi faaliyetler yürütülmelidir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Acarli, S., Acarli, D., Kale, S. (2021a) Current Status of Critically Endangered Fan Mussel *Pinna nobilis* (Linnaeus 1758) Population in Çanakkale Strait, Turkey. *Mar Sci Tech Bull* 10(1): 62-70.

Acarli, D., Acarli, S., Kale, S. (2021b) The Effects of Mucilage Event on the Population of Critically Endangered *Pinna nobilis* (Linnaeus 1758) in Ocaklar Bay (Marmara Sea, Turkey). *Acta Nat Sci* 2(2): 148-158.

Acarli, D., Acarli, S., Kale, S. (2021c) The struggle for life: *Pinna nobilis* Population in the Marmara Sea (Turkey). *Submitted to a journal*.

Acarli, D., Acarli, S., Öktener, A. (2020) Mass Mortality Report of Critically Endangered Fan Mussel (*Pinna nobilis*, Linnaeus 1758) from Cunda Island, Ayvalık (Aegean Sea, Turkey). *Acta Nat Sci* 1(1): 109-117.

Acarli, S. (2021) Population, Aquaculture and Transplantation Applications of Critically Endangered Species *Pinna nobilis* (Linnaeus 1758) in the Mediterranean Sea. *Mar Sci Tech Bull* 10(4): 350-369.

Acarli, S., Lök, A., Acarli, D., Kırtık, A. (2018) Reproductive Cycle and Biochemical Composition in the Adductor Muscle of the Endangered Species Fan Mussel (*Pinna nobilis*, Linnaeus 1758) from the Aegean Sea. Turkey. *Fresen Environ Bull* 27(10): 6506-6518.

Acarli, S., Lök, A., Acarli, D., Serdar, S., Küçükdermenci, A., Yiğitkurt, S., Kırtık, A., Güler, M. (2010) Urla karantina adası civarında dağılım gösteren pina

(*Pinna nobilis*, Linnaeus 1758) kabukları üzerine tutunan makrobentik türler. Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları VIII. Ulusal Konferansı, Turkey. pp.741-746.

Acarli, S., Lok, A., Yigitkurt, S., Palaz, M. (2011) Culture of Fan Mussel (*Pinna nobilis*, Linnaeus 1758) in Relation to Size on Suspended Culture System in Izmir Bay, Aegean Sea, Turkey. *Kafkas Univ Vet Fak Derg* 17(6): 995-1002.

Acarli, S., Vural, P., Öktener, A. (2019) Association Between the Crab, *Nepinnotheres pinnotheres* (Linnaeus, 1758), and the Endangered Species Fan Mussel, *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758), from the Aegean Sea, Turkey. *Alinteri J Agri Sci* 34(2): 169-174.

Balkis-Ozdelice, N., Durmuş, T., Balci, M. (2021) A Preliminary Study on the Intense Pelagic and Benthic Mucilage Phenomenon Observed in the Sea of Marmara. *Int J Environ Geoinformatics* 8(4): 414-422.

Carella, F., Aceto, S., Polloro, F., Miccio, A., Laria, C., Carassco, N., Prado, P., De Vico, G. (2019) A Mycobacterial Disease Is Associated with The Silent Mass Mortality of The Pen Shell *Pinna nobilis* along the Tyrrhenian Coastline of Italy. *Sci Rep-UK* 9(2725): 1-12.

Catanese, G., Grau, A., Valencia, K.J.M., Garcia-March, J.R., Vázquez-Luis, M., Alvarez, E., Deudero, S., Darriba, S., Carballal, M.J., Villalba, A. (2018) *Haplosporidium pinnae* sp. nov., A Haplosporidan Parasite Associated with Mass Mortalities of the Fan Mussel, *Pinna nobilis*, in the Western Mediterranean Sea. *J Invertebr Pathol* 157: 9-24.

Çınar, M., Bilecenoglu, M., Yokeş, M., Güçlüsoy, H. (2021a) The Last Fortress Fell: Mass Mortality of *Pinna nobilis* in the Sea of Marmara. *Medit Mar Sci* 22(3): 669-676.

Çınar, M., Bilecenoglu, M., Yokeş, M., Güçlüsoy, H. (2021b) *Pinna nobilis* in the south Marmara Islands (Sea of Marmara); it still remains uninfected by the epidemic and acts as egg laying substratum for an alien invader. *Medit Mar Sci* 22(1): 161-168.

Demirci, A., Acarli, S. (2019) Estimation Growth Parameters of Endangered the Fan Mussel Species (*Pinna nobilis* L.) By Using Different Growth Models from Izmir Bay, Aegean Sea, Turkey. *Fresen Environ Bull* 28(10): 7368-7374.

Flander-Putrlle, V., Malej, A. (2008) The Evolution and Phytoplankton Composition of Mucilaginous Aggregates in the Northern Adriatic Sea. *Harmful Algae* 7(6): 752-761.

İşinibilir-Okyar, M., Üstun, F., Orun, D.A. (2015) Changes in abundance and community structure of the zooplankton population during the 2008 mucilage event in the northeastern Marmara Sea. *Turk J Zool* 39: 28-38.

Katsanevakis, S., Tsirintanis, K., Tsaparis, D., Doukas, D., Sini, M., Athanassopoulou, F., Nikolaos Kolygas, M., Tontis, D., Koutsoubas, D., Bakopoulos, V. (2019) The Cryptogenic Parasite *Haplosporidium pinnae* Invades the Aegean Sea and Causes the Collapse of *Pinna nobilis* Populations. *Aquat Invasions* 14(2): 150-164.

Künili, İ.E, Ertürk Gürkan, S., Aksu, A., Turgay, E., Çakir, F., Gürkan, M., Altınağaç, U. (2021) Mass Mortality in Endangered Fan Mussels *Pinna nobilis*

- (Linnaeus 1758) Caused by Co-Infection of *Haplosporidium pinnae* and Multiple *Vibrio* Infection in Çanakkale Strait, Turkey. *Biomarkers* 26(5): 450-461.
- Natalotto, A., Maisano, M., Mauceri, A., Deudero, S. (2015) Biomarkers of Environmental Stress in Gills of *Pinna nobilis* (Linnaeus 1758) from Balearic Island. *Ecotox Environ Safe* 122: 9-16.
- Öndes, F., Alan, V., Akçalı, B., Güçlüsoy, H. (2020a) Mass Mortality of the Fan Mussel, *Pinna nobilis* in Turkey (eastern Mediterranean). *Mar Ecol* 41(5): e12607.
- Öndes, F., Kaiser, M. J., Güçlüsoy, H. (2020b) Human Impacts on the Endangered Fan Mussel, *Pinna nobilis*. *Aquat Conserv* 30(1): 31-41.
- Özalp, H.B., Kersting, D.K. (2020) A pan-Mediterranean Extinction? *Pinna nobilis* Mass Mortality Has Reached the Turkish Straits System. *Mar Biodivers* 50: 81.
- Riva, A. (2002) Methodological Approach of Some Bioenergetics Parameters on *Pinna nobilis*. In: IOPR Premier Séminaire International sur la Grande Nacre de Méditerranée: *Pinna nobilis*, (ed., Vicente, N.) Mémoires de l'Institut Océanographique Paul Ricard, France. pp. 91-102.
- Savun-Hekimoğlu, B., Gazioğlu, C. (2021) Mucilage Problem in the Semi-Enclosed Seas: Recent Outbreak in the Sea of Marmara. *Int J Environ Geoinformatics* 8(4): 402-413.
- Trigos, S., García-March, J.R., Vicente, N., Tena, J., Torres, J. (2014) Utilization of Muddy Detritus as Organic Matter Source by the Fan Mussel *Pinna nobilis*. *Medit Mar Sci* 15(3): 667-674.
- Vázquez-Luis, M., Álvarez, E., Barrajón, A., García-March, J.R., Grau, A., Hendriks, I.E., Jiménez, S., Kersting, D., Moreno, D., Pérez, M., Ruiz, J.M., Sánchez, J., Villalba, A., Deudero, S. (2017) S.O.S. *Pinna nobilis*: A Mass Mortality Event in Western Mediterranean Sea. *Front Mar Sci* 4: 220.
- Vicente, N., de Gaulejac, B., Avon, M. (2002) *Pinna nobilis* Biological Indicator of the Mediterranean Littoral quality. Proceedings of the Premier Séminaire International Sur La Grande Nacre de Méditerranée: *Pinna nobilis*, Île des Embiez Var, France, 10th-12th October 2002, pp. 111-126.
- Yentur, R.E., Buyukates, Y., Ozen, O., Altin, A. (2013) The Environmental and Socio-Economical Effects of a Biologic Problem: Mucilage. *Mar Sci Tech Bull* 2(2): 13-15.

MARMARA DENİZİ KIYI SULARININ FİZİKO- KİMYASAL PARAMETRELERİ

PHYSICO-CHEMICAL PARAMETERS OF COASTAL WATERS OF THE MARMARA SEA

Murat ÇAKIR^{1*}, Ergün TAŞKIN¹, Orkide MİNARECİ¹,
Barış AKÇALI²

¹Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü,
45140 Yunusemre, Manisa

²Dokuz Eylül Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, Haydar
Aliyev Bulvarı, 35430, İnciraltı-İzmir
*cakirmurat@hotmail.com

ÖZET: Marmara Denizi kıyılarında belirlenen 25 istasyonda (İntepe, Çanakkale, Eceabat, Gelibolu, Şarköy, Tekirdağ, Marmara Ereğlisi, Silivri, Büyükçekmece, Küçükçekmece, Haliç, Üsküdar, Adalar, Hereke, Kocaeli, Yalova, Armutlu, Gemlik, Mudanya, Susurluk-Boğaz, Bandırma, Erdek, Paşalimanı-Marmara Adası, Karabiga, Lapseki), Mayıs 2015, Kasım 2015, Mart 2016, Haziran 2016, Kasım 2016 ve Şubat 2017 tarihlerinde, yüzey sularında anlık olarak pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen, turbidite, iletkenlik ve tuzluluk değerleri ölçülmüştür. Ayrıca polietilen şişelere su örnekleri alınarak laboratuvarında fosfat ve amonyum azotu miktarları belirlenmiştir. Marmara Denizi yüzey sularında yapılan ölçümler sonucunda en yüksek pH değeri 8,91 (Silivri), en düşük 7,91 (Haliç); sıcaklık değeri en yüksek 27,5 °C (Kocaeli), en düşük 5,9 °C (Gelibolu); çözünmüş oksijen değeri en yüksek 12,12 mg/L (Silivri), en düşük 3,71 mg/L (Şarköy); turbidite değeri en yüksek 53,1 mg/L (Kocaeli); iletkenlik değeri en yüksek 4,71 µS (İntepe), en düşük 2,12 µS (Gemlik); tuzluluk değeri en yüksek ‰ 29,4 (İntepe), en düşük ‰ 13,1 (K.Çekmece); fosfat değeri en yüksek 0,333 mg/L (Paşalimanı Adası), en düşük 0,001 mg/L (Armutlu); amonyum değeri en yüksek 2,019 mg/L (Silivri), en düşük 0,002 mg/L (Mudanya) olarak ölçülmüştür. İstatistiksel analiz yöntemleri kullanılarak suyun fiziko-kimyasal özellikleri ile istasyonlar arasındaki ilişkiler belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Marmara Denizi, su kalitesi

ABSTRACT: In May 2015, November 2015, March 2016, June 2016, November 2016 and February 2017, pH, temperature, dissolved oxygen, turbidity, conductivity and salinity values were measured instantaneously in surface waters at 25 stations (İntepe, Çanakkale, Eceabat, Gelibolu, Şarköy, Tekirdağ, Marmara Ereğlisi, Silivri, Büyükçekmece, Küçükçekmece, Haliç, Üsküdar, Adalar, Hereke, Kocaeli, Yalova, Armutlu, Gemlik, Mudanya, Susurluk-Boğaz, Bandırma, Erdek, Paşalimanı Adası, Karabiga, Lapseki)

determined on the shores of the Marmara Sea. In addition, water samples were taken in polyethylene bottles and the amounts of phosphate and ammonium nitrogen were determined in the laboratory. As a result of the measurements, the surface waters of the Sea of Marmara, the maximum pH value was 8,91 (Silivri), the minimum value was 7,91 (Haliç); the maximum temperature value was 27,5 °C (Kocaeli), the minimum temperature value was 5,9 °C (Gelibolu); the maximum dissolved oxygen value was 12,12 mg/L (Silivri), the minimum dissolved oxygen value was 3,71 mg/L (Şarköy); the maximum turbidite value was 53,1 mg/L (Kocaeli); the maximum conductivity value was 4,71 µS (İntepe), the minimum conductivity value was 2,12 µS (Gemlik); the maximum salinity value was 29,4‰ (İntepe), the minimum salinity value was 13.1‰ (K.Çekmece); the maximum phosphate value was 0,333 mg/L (Paşalimanı Adası), the minimum phosphate value was 0,001 mg/L (Armutlu); the maximum ammonium nitrogen value was 2,019 mg/L (Silivri), the minimum ammonium nitrogen value was 0,002 mg/L (Mudanya). The relationships between the physico-chemical features of waters and the stations distributions were assessed by using some statistical analyses.

Keywords: Sea of Marmara, water quality.

GİRİŞ

Marmara Denizi, tamamı bir ülkenin egemenlik sınırları içinde bulunan tek deniz olma özelliği ve kendine özgü dinamik yapısıyla büyük bir öneme sahiptir (Özsoy ve diğ. 2016). Oşinografik ve klimatolojik yapısı, körfezleri, yerleşim bölgeleri, denizciliğe elverişli olması ve limanları sebebiyle tüm dünya açısından büyük bir öneme sahiptir. Marmara Denizi'nde görülen okyanuslarda ve diğer denizlerde görülen dairesel akıntı yerine, doğu-batı yönünde ve birbirine ters yönde Akdeniz-Karadeniz çift yönlü akıntı sistemi görülür (Koca 2019). Marmara Denizi gibi uluslararası bir deniz trafiği olan, çevresinde dinamik bir nüfus ve endüstri barındıran, Çanakkale ve İstanbul Boğazları gibi önemli geçiş noktaları ile farklı fiziko-kimyasal özellikteki iki deniz ile bağlantısı bulunması nedeniyle fiziko-kimyasal parametrelerin sürekli olarak ölçülmesi ve takip edilmesi büyük bir önem taşımaktadır. Su kalitesi parametreleri kullanılarak geliştirilen indeksler canlı türlerin durumlarının incelenmesini, kirlilik indikatörü türlerin belirlenmesini, çevresel etkinin ve karasal baskının yüksek olduğu alanların belirlenmesini, su kalitesinin ve iklim süreçlerinin belirlenmesini sağlamaktadır.

MATERYAL ve METOT

Çalışmada kullanılan materyal, Marmara Denizi'ni temsil edecek şekilde belirlenen 25 farklı istasyonda (İntepe, Çanakkale, Eceabat, Gelibolu, Şarköy, Tekirdağ, Marmara Ereğlisi, Silivri, Büyükçekmece, Küçükçekmece, Haliç, Üsküdar, Adalar, Hereke, Kocaeli, Yalova, Armutlu, Gemlik, Mudanya, Susurluk-Boğaz, Bandırma, Erdek, Paşalimanı Adası, Karabiga, Lapseki) Mayıs 2015, Kasım 2015, Mart 2016, Haziran 2016, Kasım 2016 ve Şubat 2017

tarikhlerinde, anlık olarak su kalitesi parametrelerinin ölçüldüğü yüzey suyu ve laboratuvarıda fosfat ve amonyum ölçümü yapmak amacıyla polietilen şişelere alınan yüzey suyudur (Şekil 1).



Şekil 1. Marmara Denizi ve örnekleme istasyonlarının konumu (1-İntepe; 2-Çanakkale; 3-Eceabat; 4-Gelibolu; 5-Şarköy; 6-Tekirdağ; 7- Marmara Ereğlisi; 8-Silivri; 9-B.Çekmece; 10-K.Çekmece; 11-Haliç; 12-Üsküdar; 13-Adalar; 14-Hereke; 15-Kocaeli; 16-Yalova; 17-Armutlu; 18-Gemlik; 19-Mudanya; 20-Susurluk-Boğaz; 21-Bandırma; 22-Erdek; 23-Paşalimanı-Marmara Adası; 24-Karabiga; 25-Lapseki).

Belirlenen istasyonların kıyı yüzey sularında, su kalitesi ölçüm cihazı (WQC= Water Quality Checker) ile pH, turbidite, sıcaklık, çözünmüş oksijen, iletkenlik ve suyun tuzluluk değerleri ölçülerek kaydedilmiştir. Ayrıca polietilen şişelere su örnekleri alınarak laboratuvarıda fosfat ve amonyum ölçümleri yapılmıştır. Örnekteki fosfat miktarı, orto-fosfat fosforunun (PO_4^{3-}P), asidik ortamda potasyum antimon tartarat, amonyum molibdat, ve askorbik asit ile reaksiyona girmesiyle elde edilen mavi renkli fosfomolibdik asitin spektrofotometre ile ölçülmesiyle belirlenir (Parsons ve diğ. 1984). Amonyum azotu miktarını belirlemek için Fenol-hipoklorit yöntemi kullanılmıştır. Fenol-hipoklorit yönteminin prensibi, fenol ve hipokloritin ortamdaki NH_3 ile reaksiyona girerek mavi renkli indofenolü vermesidir (Egemen 2011).

PC-Ord ve Past programları kullanılarak Principal Component Analizi (PCA) ve Öklid uzaklık analizleri yapılmıştır. Elde edilen grafikler üzerinde istasyonlar ve fiziko-kimyasal ölçüm değerleri ile ilgili değerlendirmeler yapılmıştır (Zhanga ve diğ. 2015).

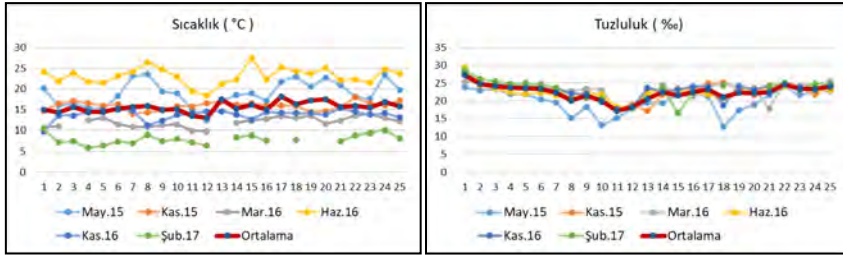
BULGULAR ve TARTIŞMA

Yapılan ölçümler sonucunda, pH değeri en yüksek 8,91 (Haziran 2016) ile Silivri istasyonunda, en düşük değer ise 7,91 (Mayıs 2015) ile Haliç istasyonunda; sıcaklık değeri en yüksek 27,5 °C (Haziran 2016) ile Kocaeli istasyonunda, en düşük değer ise 5,9 °C (Şubat 2017) ile Gelibolu istasyonunda;

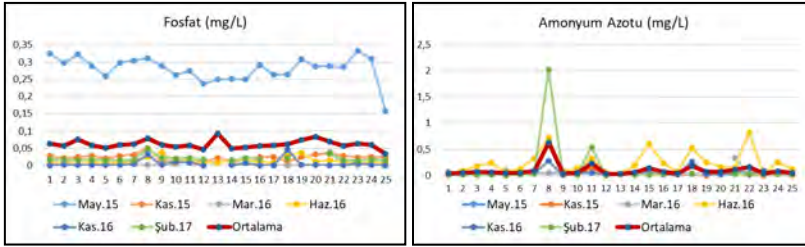
          ksijen değeri en yüksek 12,12 mg/L (Haziran 2016) ile Silivri istasyonunda, en d    k değer ise 3,71 mg/L (Haziran 2016) ile  ark y istasyonunda; turbidite değeri en yüksek 53,1 mg/L (Mart 2016) ile Kocaeli istasyonunda; iletkenlik değeri en yüksek 4,71  S (Şubat 2017) ile  ntepe istasyonunda, en d    k değer ise 2,12  S (Mayıs 2015) ile Gemlik istasyonunda; tuzluluk değeri en yüksek ‰ 29,4 (Haziran 2016) ile  ntepe istasyonunda, en d    k değer ise ‰ 13,1 (Mayıs 2015) ile K.  ekmece istasyonunda; fosfat değeri en yüksek 0,333 mg/L (Mayıs 2015) ile Pa alimanı Adası istasyonunda, en d    k değer ise 0,001 mg/L (Kasım 2016) ile Armutlu istasyonunda; amonyum azotu değeri en yüksek 2,019 mg/L (Şubat 2017) ile Silivri istasyonunda, en d    k değer ise 0,002 mg/L (Kasım 2015) ile Mudanya istasyonunda           r.

Deniz yüzey suyu sıcaklığının en d    k değerlerinin Marmara Denizi'nin Kuzeydoğusunda          r g r  lmektedir. Bunun nedeninin  stanbul Boğazı'ndan gelen Karadeniz'in soğuk sularının olduğu d           r.       n değerlerde sıcaklığın batıya doğru artış g        r g r  lmektedir. Bunun nedeninin ise Çanakkale Boğazı'ndan gelen Akdeniz ve Ege Denizi'nin sıcak suları olarak d           r. Kocaeli istasyonundan 27,5  C       n değer Marmara Denizi için oldukça yüksek bir değerdir. Yüksek       n bu sıcaklık değerinin Kocaeli istasyonun  zmit Körfezi'nin iç kesimlerinde yer almasından, bu alanda akıntının oldukça zayıf olmasından, çevreden s r        r gelen ve o alanda bulunan algerin   r  mesinden kaynaklandığı d           r ( ekil 2). Yüzey suyu tuzluluk değerleri Marmara Denizi'nin geneli için ‰22-24 arasında değişim g         r. Tuzluluk değerleri Marmara Denizi için batıdan doğuya doğru gidildikçe bir azalma g         r. Bunun nedeni Marmara Denizi'ne Çanakkale Boğazı'ndan Akdeniz ve Ege Denizi'nin tuzluluk oranı yüksek sularının girmesi ve  stanbul Boğazı'ndan Karadeniz'in tuzluluk oranı d    k sularının girmesidir ( ekil 2).

Yüzey suyundan alınarak laboratuvar ortamında        yapılan su örneklerinin fosfat değerleri ortalamaları 0,05-1 mg/L arasında değişiklik g         r. Mayıs ayında yapılan       rde elde edilen sonuçların ortalama değerlerin oldukça üzerinde olduğu g r       r. Mayıs  rnekleme d  nemi öncesinin oldukça yağışlı geçmesi ve bu duruma bağlı olarak tarım yapılan b    rde kullanılan g    rlerin yağı larla beraber taşınması ve istasyon b  gesi yakınındaki olası de arjların bu duruma neden olabileceği d           r. yüzey sularının bu durumdan etkilendiği d           r. Ortalama değerler olarak bakıldığında en yüksek değerlerin (0,093 mg/L) Adalar istasyonundan elde edildiği g r  lmektedir ( ekil 3). Amonyum azotu        değerlerinin ortalama 0,5 mg/L dolaylarına kadar çıkabildiği g r       r.  stasyonların çoğunda yazın alınan örneklerin değerlerinin diğer d  nemlere oranla daha yüksek çıktığı g         r. Silivri istasyonunda       n değerlerin ortalamanın ve diğer istasyonların değerlerinin oldukça üzerinde olduğu g r       r. Bunun nedeninin, Silivri istasyonun yakınındaki tatlı su kaynağından gelen girdiler olduğu d           r ( ekil 3).



Şekil 2. Marmara Deniz yüzey suyu sıcaklık (°C) ve tuzluluk (‰) ölçüm değerleri (1-İntepe, 2-Çanakkale, 3-Eceabat, 4-Gelibolu, 5-Şarköy, 6-Tekirdağ, 7- Marmara Ereğlisi, 8-Silivri, 9-B.Çekmece, 10-K.Çekmece, 11-Haliç, 12-Üsküdar, 13-Adalar, 14-Hereke, 15-Kocaeli, 16-Yalova, 17-Armutlu, 18-Gemlik, 19-Mudanya, 20-Susurluk-Boğaz, 21-Bandırma, 22-Erdek, 23-Paşalimanı Adası, 24-Karabiga, 25-Lapseki).

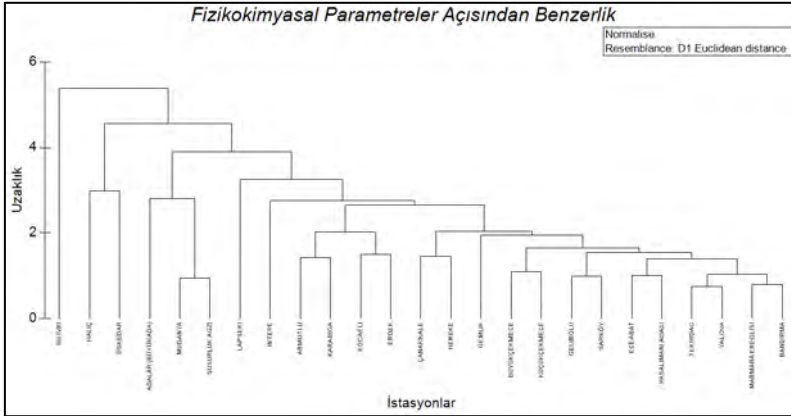


Şekil 3. Marmara Deniz yüzey suyu fosfat (mg/L) ve amonyum azotu (mg/L) ölçüm değerleri (1-İntepe, 2-Çanakkale, 3-Eceabat, 4-Gelibolu, 5-Şarköy, 6-Tekirdağ, 7- Marmara Ereğlisi, 8-Silivri, 9-B.Çekmece, 10-K.Çekmece, 11-Haliç, 12-Üsküdar, 13-Adalar, 14-Hereke, 15-Kocaeli, 16-Yalova, 17-Armutlu, 18-Gemlik, 19-Mudanya, 20-Susurluk-Boğaz, 21-Bandırma, 22-Erdek, 23-Paşalimanı Adası, 24-Karabiga, 25-Lapseki).

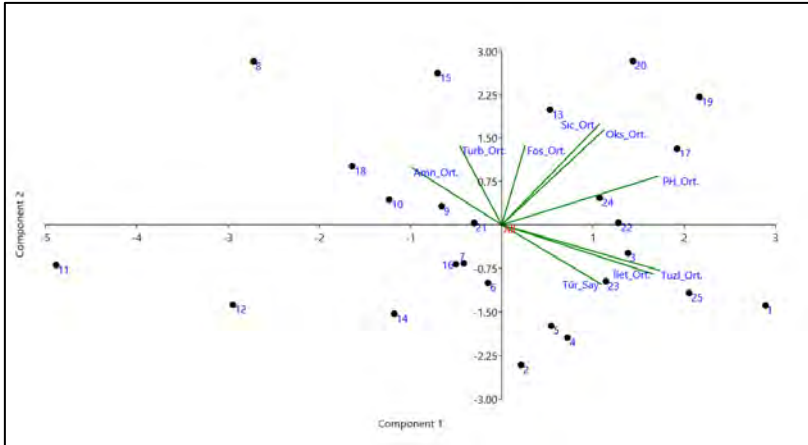
İstasyonları fiziko-kimyasal parametreler bakımında birbirileriyle karşılaştırmak için Öklid uzaklık analizi kullanılmıştır. Ölçümlerin ortalama değerleri hesaplanarak yapılan bu analizler ile istasyonların birbirilerine benzer ya da farklı özellikleri belirlenmiştir. Örneğin, mesafe olarak birbirilerine yakın olan Gelibolu ve Şarköy, Büyükçekmece ve Küçükçekmece istasyonları fiziko-kimyasal parametreler açısından benzer özellikler gösterirken, aralarındaki mesafe uzak olan Tekirdağ ve Yalova, Marmara Ereğlisi ve Bandırma istasyonları da benzer özellikler gösterebilmektedir (Şekil 4).

Principal Component Analizi sonucunda sıcaklık, çözünmüş oksijen, pH ve fosfat ortalama değerlerine göre Adalar istasyonu ve Marmara Denizi'nin güneyinde kalan Susurluk-Boğaz, Mudanya, Armutlu ve Karabiga istasyonları bir grup oluşturmuşlardır. Amonyum azotu ve turbidite ortalama değerlerine göre çevresindeki nüfusun yoğun olduğu ve çevresel baskının fazla olduğu Silivri, Büyükçekmece, Küçükçekmece, Kocaeli ve Gemlik istasyonları bir grup oluşturmuştur, ancak Silivri istasyonu yüksek ortalama değerleriyle bu grup

içerisindeki diğer istasyonlardan ayrılmaktadır. Tuzluluk, iletkenlik ortalamaları ve tür sayısı değerlerine göre Marmara Denizi'nin batısında yer alan İntepe, Eceabat, Paşalimanı Adası ve Lapseki istasyonları benzerlik göstermektedir. İntepe, Tekirdağ, Marmara Ereğlisi, Hereke ve Yalova istasyonları fiziko-kimyasal parametrelerden bağımsız bir grup oluşturmaktadır. Haliç istasyonları tüm diğer gruplardan ayrılmaktadır (Şekil 5).



Şekil 4. Öklid uzaklık analizi ile istasyonların fiziko-kimyasal parametreler açısından benzerliklerinin karşılaştırılması.



Şekil 5. Principal Component Analizi (PCA) ile istasyonların fiziko-kimyasal parametreler açısından benzerliklerinin karşılaştırılması (1-İntepe, 2-Çanakkale, 3-Eceabat, 4-Gelibolu, 5-Şarköy, 6-Tekirdağ, 7- Marmara Ereğlisi, 8-Silivri, 9-B.Çekmece, 10-K.Çekmece, 11-Haliç, 12-Üsküdar, 13-Adalar, 14-Hereke, 15-Kocaeli, 16-Yalova, 17-Armutlu, 18-Gemlik, 19-Mudanya, 20-Susurluk-Boğaz, 21-Bandırma, 22-Erdek, 23-Paşalimanı Adası, 24-Karabiga, 25-Lapseki).

Küresel iklim değışikliğinin de etkileriyle günümüzde daha sık karşılaştığımız müsilaj ve ötrofikasyon gibi olayların kaynaklarının ve nedenlerinin belirlenmesi, bu olayların neden olduğu sorunların giderilmesi ve hatta bu olayların ortaya çıkmasının önüne geçilebilmesi için yapılan bu çalışmalar büyük bir önem taşımaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK (114Y238 projesi) tarafından desteklenmiştir.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Özsoy, E., Çağatay, M.N., Balkıs, N., Balkıs, N., Öztürk, B. (Eds.) (2016) The Marmara Sea Marine Biodiversity, Fisheries, Conservation and Governance. Turkish Marine Research Foundation (TUDAV), Istanbul, Turkey.
- Koca, Y.K. (2019) Tarihi Marmara Denizi Haritaları ve Portolanları, VIII Türk Deniz Ticareti Tarihi Sempozyumu, 27-28 Mayıs, 2019, İstanbul, 155-157.
- Parsons, T.R., Maita, Y., Lalli, C.M. (1984) A Manual Of Chemical and Biological Methods For Seawater Analysis. Pergamon Pres. New York.
- Egemen, Ö. (2011) Su Kalitesi (7. Baskı). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, İzmir, Turkey.
- Zhanga, W., Loua, I., Ungb, W.K., Kongb, Y., Moka, K.M. (2015) Spatio-temporal variations of phytoplankton structure and water quality in the eutrophic freshwater reservoir of Macau. *Desalination and Water Treatment* 55: 2237-2252.

PRENS ADALARI'NDAN MARMARA DENİZİ'NE; BİR ÖZEL ÇEVRE KORUMA BÖLGESİ DEĞERLENDİRME ÇALIŞMASI

AN EVALUATION STUDY OF A SPECIAL ENVIRONMENTALLY PROTECTED AREA: FROM PRINCE'S ISLANDS TO MARMARA SEA

Özlem AKSOY

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Avrupa Birliği ve Dış İlişkiler
Genel Müdürlüğü
ozlem.aksoy1@csb.gov.tr, ozlemaksoy13@gmail.com

ÖZET: Türkiye'nin üç biyocoğrafik bölgeyi kapsayan konumu; Avrupa-Sibiryan, İrano-Turan ve Akdeniz, biyolojik çeşitliliğin öneminin altında yatan temel faktördür. Ülke ayrıca, WWF tarafından dünyadaki en değerli ve çeşitli eko-bölgeler arasında kabul edilen, ikisi karasal (Kafkasya ve Akdeniz) ve bir deniz (Akdeniz) olmak üzere üç Küresel 200 Eko-Bölgeyi de desteklemektedir.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (ÇŞİDB) bünyesinde; Özel Çevre Koruma Bölgeleri (ÖÇKB; Barselona Sözleşmesi, 1976), Doğal Sıt Alanları, Tabiat Varlıkları ve Anıt Ağaçlar (Kültür ve Tabiat Varlıklarının Korunması Hakkında Kanun - No: 2863, Tarih: 23.07.1983) çerçevesinde ulusal düzenlemeler ve uluslararası anlaşmalar doğrultusunda görev yapmaktadır. Türkiye'nin ÖÇKB'leri araştırma ve yönetim açısından özel bir durumdur; ekosisteme dayalı mekânsal planlama, alan yönetimi ile proje ve yatırım uygulamaları ÖÇKB'lerde gerçekleştirilir.

Bu çalışmada İstanbul Prens Adaları'na ilişkin çalışmalardan yola çıkarak Marmara Denizi'nin jeolojik ve biyolojik çeşitlilik verileri ile alanın ekolojik önemi Barselona Sözleşmesi çerçevesinde değerlendirilmiş ve uluslararası koruma statüsü açısından analizi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İstanbul, denizel biyoçeşitlilik, koruma

ABSTRACT: Turkey's location straddling three bio-geographic regions, i.e., the Euro Siberian, Irano -Turanian and Mediterranean, is a key factor underlying its biodiversity importance. The country also supports three Global 200 Eco-Regions – two terrestrial (Caucasus and Mediterranean) and one marine (Mediterranean) – which are considered by the WWF among the most valuable and diverse eco-regions on earth.

Special Environmental Protected Areas (SEPA's; based on Barcelona Convention, 1976), Natural Protected Areas (NPA; based on the Law on the Conservation of Cultural and Natural Property - No: 2863, Date: 23.07.1983), Natural Monuments and Monumental Trees are being held under the scope of

Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change (MoEU); in line with national regulations and international agreements. Turkey's SEPA's are a special case in terms of research and management; ecosystem based spatial planning, land management and implementations of projects and investments can be carried out.

In this study, starting from the point of the geological and biodiversity data related to the Prince's Islands of Istanbul to Marmara Sea and the ecological importance of the area were evaluated within the framework of Barcelona Convention and analyzed in terms of international protection status.

Keywords: İstanbul, marine biodiversity, protection

GİRİŞ

Çevrenin, doğal ve kültürel kaynakların korunması amacıyla yapılan çalışmalar uluslararası sözleşme ve antlaşmalarla hukuki bir zeminde ve bilimsel araştırmaların ışığında yürütülmektedir. Bu bağlamda ülkemiz özellikle son otuz yıl içerisinde biyoçeşitliliğin korunması amacıyla birçok uluslararası antlaşmaya taraf olmuştur. Söz konusu türler ve habitatların korunması amacıyla yapılan en önemli **“Barselona Sözleşmesi”** ile de koruma altına alınmıştır. Bu sözleşmenin ek protokollerinden birini ise **“Akdeniz’de Özel Koruma Alanları Kurulması”** protokolü oluşturmaktadır. Bu sözleşmeler neticesinde, 1989 yılında 383 Sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile **“Özel Çevre Koruma Bölgeleri”** olarak tespit ve ilan edilen alanlardaki çevre değerlerini korumak ve ona yönelik tedbirleri alma görevi 644 Sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile başlayan görevlendirme ile ve halen Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yürütülmektedir.

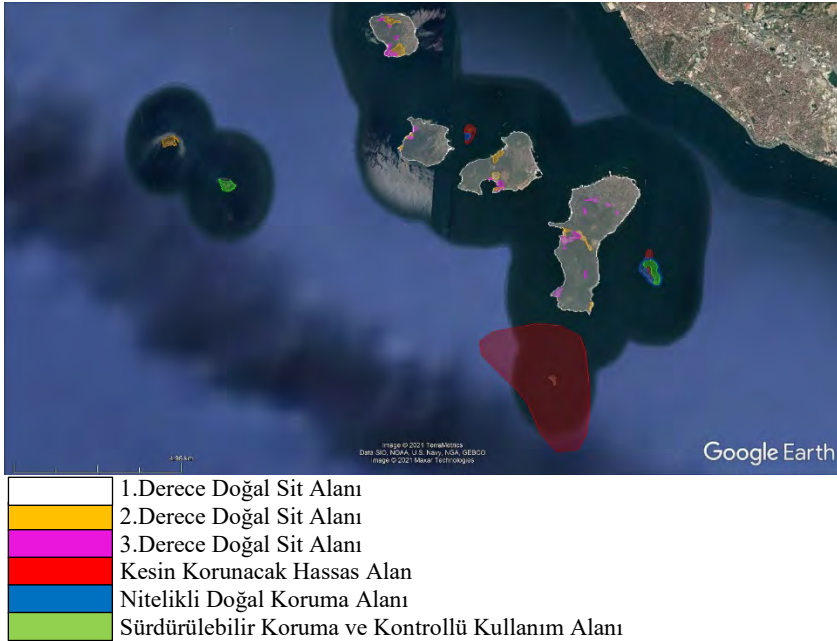
Ülkemizde 19 adet Özel Çevre Koruma Bölgesi bulunmaktadır. Bu bölgelerin 5’i hariç diğerleri deniz alanlarını da içeren bölgelerdir. Özel Çevre Koruma Bölgeleri [R.G. tarih: 19.07.2012, No:28358; Md.4(ş) ve Md.13.]; *“ülke ve dünya ölçeğinde ekolojik önemi haiz, çevre kirlenmeleri ve bozulmalarına duyarlı, biyolojik çeşitliliğin, doğal kaynakların ve bunlarla ilgili kültürel kaynak değerlerinin korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması gerekli olan ve Bakanlar Kurulu Kararı ile ilan edilen kara, su ve deniz alanlarını ifade eder.”* Bu alanlar; özelliklerinin geleceğe ve gelecek nesillere ulaştırılmasını ve doğal kaynakların korunarak kullanılmasını teminen, 2872 sayılı Çevre Kanunu’nun 9. Maddesince, ülkemizin taraf olduğu **“Akdeniz’de Özel Koruma Alanlarına ilişkin”** protokol gereği Bakanlar Kurulu tarafından ilân edilmiştir. Bu Protokol kapsamında ülkemizdeki ilk Özel Çevre Koruma Bölgesi 1989 yılında Bakanlar Kurulu Kararıyla ilan edilmiş olup, halen 1 No.lu Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile Cumhurbaşkanı tarafından ilan edilmektedir.

Marmara Denizi ve İstanbul Prens Adaları

Marmara Denizi’nin sualtı canlıları açısından ülkemizin en ilginç denizi olduğu söylenebilir. Marmara, Akdeniz ile Karadeniz’in karıştığı bir iç deniz özelliğindedir. Karadeniz sularının yoğunluğu az olduğundan Marmara Denizi’nde suyun üst taraflarında Karadeniz’den gelen sular bulunur. Alt taraftaysa daha yoğun olan Akdeniz suyu bulunur. Suyun üst kısmında, özellikle

İstanbul kıyılarında (Adalar vb.) yaklaşık 20 metrelik kısımda Karadeniz’e özgü canlılar, 20 metreden daha derindeki daha tuzlu olan yerlerde ise Akdeniz’e özgü canlılar bulunur. Bu nedenle Marmara Denizi’nde yapılan bir dalışta hem Karadeniz’e özgü hem de Akdeniz’e özgü canlıları görmek mümkündür (Gözcelioğlu ve diğ. 2011; Doğa Derneği 2006).

Dalış yapıldığında aynı anda hem Akdeniz’e hem Karadeniz’e dalış yapılmış gibi olduğu, Marmara’nın kuzeyinde başta tıpkı Karadeniz’deki gibi yoğun bir plankton kütlesiyle karşılaşıldığı, kayalık yerlerin üzerinde genellikle midye popülasyonları ve deniz marulları görüldüğü belirtilmektedir. Ayrıca lokal olarak tulumluların (*Ciona intestinalis* gibi) ve deniz yıldızlarının (*Asterias rubens* gibi) bazı bölgelerde tüm yüzeyi kapladığı görülebilmektedir. Yaklaşık ilk 20-25 metreden sonra sıcak ve tuzlu Akdeniz sularının olduğu derinliklerde görüşün üst tabakada olduğu gibi düşük olmadığı ve hatta berrak sayılabildiği kaydedilmektedir. Kimi zaman 15-20 metreye kadar mesafeler rahatlıkla görülebilmekte ve bu derinliklerde Akdeniz’e özgü canlılar bulunabilmektedir. Bunlar arasında beyaz mercanlar en dikkat çekici olanlar olduğu belirtilmektedir. Kuzey Marmara’daki Karadeniz suları 20-25 metrelik mesafeyi kaplarken, Güney Marmara’ya doğru inildikçe bu tabaka daralır (Gözcelioğlu ve diğ. 2011; Doğa Derneği 2006).



Şekil 1. İstanbul Prens Adaları Mevcut Sit Tescil Durumları
(ÇŞB TVKGM 2016; <https://says.csb.gov.tr/citizen>, 17.12.2021).

Ekolojik koridor olarak bilinen İstanbul ve Çanakkale Boğazları da Marmara Denizi'ni ilginç kılmakta olup Çanakkale Boğazı da değişik türlere ev sahipliği yapmaktadır. Her iki boğaz da sualtı canlılarının doğal geçiş yoludur (Gözcüoğlu ve diğ. 2011; Doğa Derneği 2006 ve ÇŞB TVKGM 2016). İstanbul Prens Adaları 1., 2.ve 3. Derece Doğal Sit Alanı ilk olarak T.C. Başbakanlık Kültür Müsteşarlığı gayrimenkul eski eserler ve anıtlar yüksek kurulunun 15.12.1973 tarih 7621 sayılı kararı ile doğal sit alanı ilan edilmiştir. Daha sonra çeşitli yıllarda alınan kararlarla statü değişikliğine gidilmiştir (ÇŞB TVKGM, 2016; <https://says.csb.gov.tr/citizen>, 17.12.2021) (Şekil 1).

MATERYAL VE METOT

İstanbul Prens Adaları'nın Özel Çevre Koruma Bölgesi ilanına yönelik olarak analizi ile başlayan bu inceleme, söz konusu alana dair yapılan bilimsel araştırmalar ile kurumsal olarak yaptırılan araştırmalar ve de ülke olarak tarafı olduğumuz Barselona Sözleşmesi ve Sözleşme Protokolü Hükümleri temel alınarak tüm Marmara Denizi'nin ekolojik bütünlüğü açısından ele alınmasına dönük olarak ilerletilmiştir.

2011 yılında GEF desteğiyle yürütülen “Türkiye'nin Deniz ve Kıyı Koruma Alanları Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi” kapsamında yayınlanan Denizlerimizin Sakinleri isimli çalışmadan denizel biyolojik çeşitliliğe ilişkin verilerin bir kısmı temin edilmiştir (Gözcüoğlu ve diğ. 2011).

Prens Adalarının 1., 2. ve 3. Derece Doğal Sit Alanı olmasından ötürü Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü) tarafından doğal sit alanlarının bütüncül, multidisipliner ve kaynak değerleri saptanarak bilimsel eksende değerlendirilebilmesi amacıyla 2014-2016 Yılı Yatırım Programı, 2013K100020 Proje Numaralı, “Tabiat Varlıkları ve Doğal Sit Alanları Yeniden Değerlendirme Projesi” alt projesi olan “Korunan Alanlarda Biyo-Ekolojik Araştırma Projesi” kapsamında “*Adalar 1., 2.ve 3. Derece Doğal Sit Alanı ve Sürdürülebilir Koruma ve Kontrollü Kullanım Alanı Ekolojik Temelli Bilimsel Araştırma Raporu (ETBAR)*” ile ağırlıklı olarak karasal ekosistemler ve türler ele alınmıştır. Söz konusu ETBAR, 370 takvim günlü bir proje olup, en az dört mevsimde gerçekleştirilmiş olan arazi çalışmaları ile Ekolog Ornitolog, Memeli Uzmanı, Botanik Uzmanı, Omurgasız Uzmanı, Herpetolog, Jeoloji Mühendisi, Peyzaj Mimarı, Harita Mühendisi ve CBS Uzmanından oluşan proje ekibi ile şekillenmiştir (ÇŞB TVKGM 2016).

Bunlara ilaveten İstanbul Prens Adaları özelinde yapılan bilimsel araştırmalar (<https://accobams.org/conservations-action/protected-areas/>, 2021; Topçu ve Öztürk 2015; Topçu ve Öztürk 2016; Topçu ve Öztürk 2016; Topçu ve Özalp 2016; Topçu ve diğ. 2016; Göktürk ve Deniz 2016) ile Adalar Denizle Yaşam ve Spor Kulübü tarafından yayınlanan ‘Prens Adaları ve Sualtı Dünyasının Mucizeleri’ isimli yayından yararlanılmıştır (Narcı 2019).

Tüm bu verilere ilaveten ACCOBAMS (Karadeniz, Akdeniz ve Mücavir Atlantik Bölgesinde Yaşayan Deniz Memeli Türlerinin Korunması Anlaşması - 2018) çalışmalarında belirtildiği üzere Marmara Denizi; Kritik Catacean Habitatlarına ev sahibi yapan ve şişburunlu yunus için özel önem taşıyan bir alan

olarak atfedilen Türk Boğazları Sistemi, bir bütün çerçevesinde incelenmiştir (<https://accobams.org/conservations-action/protected-areas/>,2021).

Prens Adaları - Oluşum:

İstanbul il sınırları içinde metamorfik olan ve metamorfizma göstermeyen iki büyük kaya stratigrafi birimi topluluğu yer alır. Niteliği henüz açıklığa kavuşturulamamış olan önemli bir tektonik hatla birbirinden ayrılan, bu iki topluluktan metamorfizma gösteren istif, “İstranca Birliği”, metamorfizma göstermeyen istif ise “İstanbul Birliği” adlarıyla açıklanmıştır (Doğa Derneği 2006; ÇŞB TVKGM 2016).

İstanbul Prens Adaları Doğal Sit Alanları, genel jeolojisini alanlarda yapay dolgu ve Qy yamaç molozu kaplayan yerlere karşılık temel birim kumtaşı, kıltaşı, mor kızıl renklerde Kınalıada Formasyonu (Ok) ve Büyükada’nın tepe noktasını dasitlerden oluşan Ozan Tepesi Volkaniti (Kto) ile birlikte Büyükada’nın doğusu ile Sedef Adası’nın da ise kireçtaşıdan oluşan Pelitli Formasyonu (Sdp) hâkimdir. Büyükada’nın bazı kısımlarında Trakya Formasyonu (Ct), Aydos formasyonu (OSa) yüzeylemektedir (ÇŞB TVKGM 2016).

İstanbul Prens Adaları, jeolojik ve topografik yapı bakımından bir çöküntü ile Kocaeli pennepleni üzerinde kumtaşı, kuvarsit gibi sert kayaların oluşturduğu artakalmış engebelerdir, bir takımada sistemi olarak değerlendirilir ve su yüzeyinin altında da bu oluşumun bir parçası olarak birçok kayalık serpilmiştir. Ayrıca İstanbul Boğazı’nın güney çıkışında bulunan konumu itibarıyla Prens Adaları, Türk Boğazlar Sistemi olarak adlandırılan (İstanbul Boğazı-Marmara Denizi-Çanakkale Boğazı) ve hem fizikokimyasal yapısı ve hem de Karadeniz ile Akdeniz arasında biyolojik bir koridor olma özelliği ile bilinen bu özel ekosistem içinde yer almaktadır. Böylelikle, İstanbul Prens Adaların oluşumundan itibaren milyonlarca yıl süren ve doğal yapıyı şekillendiren unsurlar bir araya gelerek, aynı zamanda çok çeşitli türlerin bir arada barınabileceği habitatların oluşumuna imkân sağlamıştır (ÇŞB TVKGM 2016; Göktürk ve Deniz 2016, 2012).

Prens Adaları - Karasal Ekosistemler ve Türler:

İstanbul Prens Adalarının bulunduğu bölgeler önceleri karaya bağlı ve yarımada şeklinde iken, Kuzey Anadolu Fayı’nın etkinliği sonucu Marmara Denizi’ndeki su seviyesinin yükselmesi ile birlikte ada şeklini alarak en yakınındaki karasal alandan kopmuşlardır. Prens Adaları, Marmara Denizi içerisinde bulunan 9 adet takımada’yı kapsamaktadır. İstanbul Adaları, Marmara Denizi’nde İstanbul Boğazı’nın güneyinde yer alan ve özel iklimsel koşullarından dolayı geçmişten beri sayfiye amaçlı da kullanılan adalar grubudur (Doğa Derneği 2006; ÇŞB TVKGM 2016). Büyükada, Heybeliada, Kınalıada, Burgaz Adası, Kaşık Adası ve Sedef Adası’nda yerleşim bulunmakla birlikte geçmişte hapishane olarak kullanılmış Yassıada’da (turizm faaliyeti haricinde) ve Tavşan Adası (Balıkçı Adası/ Hayırsızada)’da bugün yerleşime rastlanmaz (ÇŞB TVKGM 2016).

Bu dokuz adadan Kınalıada, Burgazadası, Kaşık Adası, Heybeliada, Büyükkada ve Sedef Adası'nda deniz kıyısına yakın kesimlerden, tepelerin belirli bir kesimine kadar yerleşim alanı bulunmaktadır. Bu yerleşim alanları adaların kuzey kesiminde toplanmıştır. Prens Adaları, **orman ekosistemi**, **maki ekosistemi**, **çayır ekosistemi** ve **falez ekosistemi** olmak üzere 4 farklı ekosistemi barındırmaktadır. Bu dört farklı ekosistemde fıstık çamı, kızılçam, meşe, sakız, kocayemiş, bodur ardıç, laden, yabancı zeytin, servi, ıhlamur, akasya gibi çok yıllık bitkiler bulunmaktadır (ÇŞB TVKGM 2016).

Prens Adaları'nda bulunan farklı ekosistem tiplerinin hepsi birlikte aynı zamanda herhangi bir organizmanın beslenme, yuvalama ve üreme gibi yaşamsal faaliyetlerini sağlayabileceği, enerji akışının, madde döngüsünün ve besin zincirinin devam ettiği ekosistem bütünlüğünü oluşturmaktadır. Örneğin, Prens Adaları'nın güneye bakan kesimlerinde bulunan falez ekosistemleri su kuşları için önemli barınma, beslenme ve üreme alanıdır. Bu alanlarda Dünya Doğal Hayatı Koruma Birliği'ne (IUCN'e) göre nesli **"yakın tehdit altında"** kategorisine giren 3 kuş türü **Kızıl Çaylak (*Milvus milvus*)**, **Kuzgun (*Coracias garrulus*)** ve **Anadolu sıvacı (*Sitta krueperi*)** bulunmaktadır. Bu türler aynı zamanda Türkiye Kuşları Kırmızı Listesi'ne göre ülkemiz ekolojisi açısından daha yüksek korunma ihtiyaçları ile tanımlanmıştır. Prens Adaları'nın doğal sit alanı olarak ilan edilmesi gerekçelerinden sadece bir tanesidir (Doğa Derneği 2006; ÇŞB TVKGM 2016).

Bunlara ilaveten bu alanlarda IUCN'ye göre **"hassas"** kategorisine giren 2 memeli türü olan **Uzun Parmaklı Yarasanın (*Myotis capaccinii*)** ve **Mehely Yarasanının (*Rhinolophus mehelyi*)** da önemli popülasyonlarını barındırmaktadır. 1973 yılından bu yana Doğal Sit Alanı olan Prens Adaları'nda endemik **Lir Biçimli Çan Çiçeği (*Campanula lyrata subsp. lyrata*)** ile "Nesli Tehlike Altında Olan Yabani Hayvan ve Bitki Türlerinin Uluslararası Ticaretine İlişkin Sözleşme" kapsamında koruma altında bulunan **Çam Çiçeği (*Cephalanthera rubra*)** isimli bir orkide türü yaşamlarını sürdürmektedirler. İstanbul Prens Adaları, Türkiye ölçeğinde dar yayılışlı bir sürüngen türü olan **İstanbul kertenkelesini (*Podarcis siculus*)** ve pek çok omurgasız hayvan türlerini barındırması, farklı ekosistem tiplerinin birleştiği bir alanlar bütünü olması ve bozulmamış doğal alanlara sahip olmasından dolayı ülkemizin son derece tipik ve eşsiz bir coğrafi bir parçasıdır (ÇŞB TVKGM 2016).

Tüm bunların ötesinde Prens Adaları, denizaltı özellikleri açısından korunması gerekli Akdeniz Havzasını ve Karadeniz Havzasını temsil eden karasal türlere ev sahipliği yapmaktadırlar (Gözcüoğlu ve diğ. 2011, Doğa Derneği 2006 ve ÇŞB TVKGM 2016).

Prens Adaları - Denizel Ekosistemler ve Türler:

İstanbul Prens Adaları etrafında yer alan denizel alanda yapılan biyolojik çeşitlilik araştırmalarında karşılaşıldığı bildirilen türler Tablo'da gösterilmiştir (Topçu ve Öztürk 2015; Topçu ve Öztürk 2016; Topçu ve Öztürk 2016; Topçu ve Özalp 2016; Topçu ve diğ. 2016; Göktürk ve Deniz 2016; Göktürk ve Deniz 2017).

Tablo 1. İstanbul Prens Adaları Denizel Biyolojik Çeşitlilik Unsurları ve Tespit Notları.

Deniz Algleri (Thallophyta)	Notlar
Deniz kadehi (<i>Acetabularia acetabulum</i> Linnaeus P.C.Silva, 1952):	Dalışlarda karşılaşma olasılığı azdır.
Deniz Çiçekli Bitkiler (Spermatophyta)	
Deniz çayırı, erişte (<i>Cymodocea nodosa</i> (Ucrea) Ascherson, 1869):	Dalışlarda karşılaşma olasılığı az değildir.
Deniz çayırı (<i>Halophila stipulaceae</i> (Forsskal) Ascherson, 1867):	
Deniz çayırı (<i>Posidonia oceanica</i> (Linnaeus) Delile, 1813):	
OMURGASIZLAR (Invertebrata)	
Knitliler (Cnidaria)	
Denizanası (<i>Aurella aurita</i> Linnaeus, 1978):	En yaygın görülen denizanasıdır. Yassıada civarında gözlenmiştir.
Yumuşak mercan (<i>Alcyonium palmatum</i> Pallus, 1766):	Dalışta karşılaşma olasılığı az olan bir türdür, Yassıada'da 28 metre derinlikte gözlenmiştir.
Gorgonyum, Kırmızı mercan (<i>Paramuricea clavata</i> Risso, 1826):	Dalışlar sırasında karşılaşılma olasılığı az olan bir türdür. Marmara Denizi'nde 30 metre derinlikte gözlenmektedir.
Deniz domatesi, Şakayık (<i>Actinia equina</i> Linnaeus, 1758)	
Altın anemon (<i>Condylodactis aurantiaca</i> Delle-Chiaje, 1825):	Dalışta karşılaşma olasılığı az olan bir türdür, Sivriada'da 30 metre derinlikte gözlenmiştir.
Şakayık, Anemon (<i>Sagartia elegans</i> Dalyell, 1848):	Dalışta karşılaşma olasılığı az olan bir türdür, Sivriada'da 30 metre derinlikte gözlenmiştir.
Midye (<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck, 1819):	Dalışta karşılaşma olasılığı fazla olan bir türdür, Yassıada'da 20 metre derinlikte gözlenmiştir.
İstiridye (<i>Limaria hians</i> Gmelin, 1791):	Dalışta karşılaşma olasılığı az olan bir türdür ancak Marmara Denizi'nde yapılan dalışlarda daha çok rastlanma olasılığı vardır, Yassıada'da 15 metre derinlikte gözlenmiştir.
Eklembacaklılar (Arthropoda)	
Yengeç (<i>Portunus hastatus</i> Linnaeus, 1767):	Dalışta karşılaşma olasılığı fazla olan bir türdür, Yassıada'da 15 metre derinlikte gözlenmiştir.
Yengeç (<i>Polybius depurator</i> Linnaeus, 1758):	Dalışta karşılaşma olasılığı az olan bir türdür ancak Marmara Denizi'nde yapılan dalışlarda daha çok rastlanma olasılığı vardır, Yassıada'da 20 metre derinlikte gözlenmiştir.

KORDALILAR (Chordata)	
Domuz köpekbalığı (<i>Oxynotus centina</i> Linnaeus, 1758) :	Dalışta karşılaşma olasılığı çok az olan bir türdür, türün doğal ortamdaki ilk fotoğrafı Yassıada'da 30 metre derinlikte çekilmiştir.
Çarpan, Uyuşturan Balığı (<i>Torpedo</i> sp.): .	Dalışta karşılaşma olasılığı çok az olan bir türdür, türe ilişkin kayıt ve fotoğraflama Yassıada'da 30 metre derinlikte gerçekleştirilebilmiştir
Denizatı (<i>Hippocampus hippocampus</i> Linnaeus, 1758):	Dalışta karşılaşma olasılığı az olan bir türdür.
Deniz iğnesi (<i>Syngnathus acus</i> Linnaeus, 1858):	Dalışta karşılaşma olasılığı az olan bir türdür ancak Marmara Denizi'nde ve Karadeniz'de yapılan dalışlarda daha çok rastlanma olasılığı vardır, Yassıada'da 15 metre derinlikte gözlenmiştir.
Benekli iskorpit (<i>Scorpaena notata</i> Rafinesque-Schmaltz, 1810):	Dalışta karşılaşma olasılığı iskorpit balıklarının diğerlerine nazaran fazla olan bir türdür.
Eşkına (<i>Sciena umbra</i> Linnaeus, 1758):	Dalışta karşılaşma olasılığı az olan bir türdür.
Üzgün balığı (<i>Callionymus lyra</i> Linnaeus, 1758):	Dalışta karşılaşma olasılığı çok az olan bir türdür, Yassıada'da 15 metre derinlikte gözlenmiştir.
Kömürcü kayabalığı (<i>Gobius niger</i> Linnaeus, 1758):	Dalışta karşılaşma olasılığı az olan bir kayabalığı türüdür ancak Marmara Denizi'nde yapılan dalışlarda daha çok rastlanma olasılığı vardır, Yassıada'da 16 metre derinlikte gözlenmiştir.

TARTIŞMA

İstanbul Prens Adaları'na ait Ekolojik Verilerin Barselona Sözleşmesi ve Eki Protokol Çerçevesinde İncelenmesi

BM Çevre Programı'nın (UNEP) 1974 yılında kurduğu "Bölgesel Denizler Programı" kapsamında Akdeniz'in korunmasını öncelikli hedefleri arasına dâhil edilmesi kararı, Akdeniz'e kıyıdaş ülkelerin ve AB'nin katılımıyla, Akdeniz Eylem Planı'nın (MAP) 1975 yılında oluşturulmasıyla sonuçlanmıştır. MAP çerçevesinde yürütülecek faaliyetlerin hukuki temelini oluşturmak üzere hazırlanan "Akdeniz'in Kirliliğe Karşı Korunması Sözleşmesi" (Barselona Sözleşmesi) 1976 yılında Barselona'da kabul edilmiş olup, 1978 yılında yürürlüğe girmiştir (<http://www.mfa.gov.tr/barselona-sozlesmesi.tr.mfa>).

7 adet protokolü bulunan Barselona Sözleşmesi'nde, Akdeniz'de özel koruma alanları oluşturmak için temel oluşturan ve taraf ülkelerce taahhütte bulunulması için zemin oluşturan "**Akdeniz'de Özel Koruma Alanları ve Biyolojik Çeşitliliğe İlişkin Protokol**" maddeleri temelinde taraf ülkeler Özel Çevre Koruma Bölgelerini tespit ve tescil ederek ilan ederler. Bu alanlar aynı

zamanda Akdeniz Havzası boyunca taraf ülkelerce, uluslararası platformda korunması taahhüt edilmiş olan koruma bölgeleridir (<http://www.mfa.gov.tr/barselona-sozlesmesi.tr.mfa>).

Akdeniz'de Özel Koruma Alanları Ve Biyolojik Çeşitliliğe İlişkin Protokol ve Ekleri Bağlamında İstanbul Prens Adaları ve Marmara Denizi İncelendiğinde (<http://www.mfa.gov.tr/barselona-sozlesmesi.tr.mfa>);

Her ne kadar Protokol'ün “**COĞRAFİ KAPSAYICILIK**”a ilişkin ilk bölümü, 1. Maddesi, protokolün uygulanması sınırının Çanakkale Boğazı'nın Mehmetçik ve Kumkale fenerlerin bulunduğu burun girişleri kabul edilmiş olmakla birlikte; Protokol'ün 2. Bölümü, “**ALANLARIN KORUNMASI**” kapsamında yer alan 4. Madde “**HEDEFLER**” bağlamındaki; ‘*Özel koruma alanlarının hedefi*’ alt başlıklarından olan; ‘*temsili kabiliyetine sahip kıyı ve deniz ekosistemleri tiplerini, ...küçülmüş bir doğal alana sahip olan yaşama ortamlarını, tehdit altında veya endemik olan bitki ve hayvan türlerinin varlıklarını sürdürmeleri, üremeleri ve yeniden kazanılmaları için kritik önemi olan yaşama ortamlarını..., özel öneme sahip alanları korumaktır.*’ hedeflerinin hepsine uymaktadır.

Yine aynı bölümün 6. Maddesi'nde yer alan “**KORUMA ÖNLEMLERİ**” bağlamında; ‘*Taraflar, uluslararası hukuka uygun olarak her bir özel koruma alanının karakteristiklerini hesaba katarak, başta aşağıdakiler olmak üzere gerekli olan koruma önlemlerini alacaklardır*’ taahhütleri altındaki ‘*atık, boşaltım, gemi geçiş ve duraklama kontrolü, istilacı tür kontrolü, alan kullanımını içeren düzenlemeler, balıkçılık ve avcılık faaliyetlerinin kontrolü ile özel koruma alanlarının doğal veya kültürel karakteristiklerine zarar verebilecek başka her türlü faaliyet veya kararın düzenlemeye tabi tutulması ve gerekirse yasaklanması*’ şeklindeki tüm gereksinimleri de hâlihazırda koşul ve ihtiyaç olarak İstanbul Prens Adaları'ndaki mevcut durumun ve Marmara Denizi'ndeki uygulamaya dönük ihtiyaç değerlendirmelerinin uyduğu görülmektedir.

Protokol ekinde yer alan; *EK I - AÖKA LİSTESİ'NE DÂHİL EDİLEBİLECEK KORUNAN DENİZ VE KIYI ALANLARININ SEÇİMİ İÇİN ORTAK ÖLÇÜTLER* de detaylı olarak incelendiğinde **ekolojik, sosyolojik ve kültürel korumanın sağlanması açısından** İstanbul Prens Adaları ve Marmara Denizi'nin Özel Çevre Koruma Bölgesi için gerekli tüm ön koşulları genel çerçeve açısından sağladığını görülmektedir. Dahası; Protokol ekinde yer alan; *EK II - TEHLİKEYE DÜŞMÜŞ VEYA TEHDİT ALTINDAKİ TÜRLER LİSTESİ* ve *EK III - KULLANIMI DÜZENLENMİŞ TÜRLER LİSTESİ* incelendiğinde; Protokol Eki listelerde yer alan *Posidonia oceanica, Gerardia savaglia, Hippocampus sp., Spongia sp., Gerardia savaglia, Cystoseira sp., Delphinus delphis, Lamna nasus, Corallium rubrum* vd. türlerin Prens Adaları ve çevresine ilişkin bilimsel yayınlar ile ortaya konulduğu görülmektedir (Topçu N.E. ve Öztürk B.,2015; Topçu N.E. ve Öztürk B.,2016; Topçu N.E. ve Öztürk B., 2016; Topçu N.E. ve Özalp H.B.,2016; Topçu N.E. ve diğ.,2016; Göktürk D. ve Deniz T.,2016 ve Göktürk D., Deniz T., 2017) (Tablo 1).

İstanbul Prens Adaları'na yoğunlaşan bu çalışmada Marmara Denizi'nde yer alan diğer bir önemli alt bölge olan Erdek Körfezi civarındaki Güney Marmara Adaları'na ilişkin yapılmış olan bilimsel araştırmalar ile elde edilen sonuçlar da alanın topyekün değerlendirmesi ve Türk Boğazları Sisteminin alt kümeler halinde değil, tümünden bir yaklaşımla korumaya alınması hususunda önem taşımaktadır (Topçu ve Öztürk 2015). Bu araştırmalarda örneğin *Octocorallia* grubu mensubu bireylere ait yoğun bir çeşitlilik de gözlemlendiği ifade edilmektedir (Topçu ve Öztürk 2015).

Tüm bu değerlendirmeler alanın bütüncül korunması prensibi ile birlikte ele alındığında, 04.11.2021 tarih ve 4758 sayılı Cumhurbaşkanlığı kararı ve eki ile ilan edilen "Marmara Denizi ve Adalar Özel Çevre Koruma Bölgesi"nin; bütüncül korunması ve hassasiyetle planlanması amacıyla çoklu koruma katmanlarının kullanılacağı bir korunan alan yönetiminin sergilenmesi izlenmesi gereken yol olarak öne çıkmaktadır (Şekil 2).

Bu noktada uygulayıcılar açısından yaratılabilecek olan endişe ilk elde bir iç deniz olan ve ulusal mevzuata tabii olan Marmara Denizi'nin uluslararası bir koruma taahhüt aracı kullanılarak verilecek olan kararların uluslararası ortama mevzu bahis edilebileceği kaygısıdır. Bu kaygı haklı ve sakın bir sükût ile ele alınarak; idealize edilen "uluslararası standartların ulusal mevzuat ve uygulamalar temeline yerleştirilmesi" şeklinde yönetilebilecektir. Çoklu koruma araçları uygulayıcılar tarafından koruma lehine daha etkin bir şekilde hareket etmek için kullanılabilir.



Şekil 2. Marmara Denizi Özel Çevre Koruma Bölgesi Sınırları
(<https://says.csb.gov.tr/citizen>, 17.12.2021).

SONUÇ

Barselona Sözleşmesi eki "Akdeniz'de Özel Koruma Alanları ve Biyolojik Çeşitliliğe İlişkin Protokol"ün ülkemizde uygulanması Çevre Kanunu'nun 9. Maddesi ve bu amaçla çıkarılmış olan 383 sayılı KHK ile Özel

Çevre Koruma Bölgeleri'nin ilanı ve yönetimi yetkisi 1.No.lu Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi uyarınca Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'na verilmiş olup yukarıda bilimsel gerekçeleri sıralanmış olan **Prens Adaları ve Erdek Körfezi civar lokasyonlarında yer alan Güney Marmara Adalarını da da içeren Marmara Denizi**, Barselona Sözleşmesi'nin "Akdeniz'de Özel Koruma Alanları ve Biyolojik Çeşitliliğe İlişkin Protokol"ün eklerinde yer alan ve korunması gerekli olduğu belirtilen türleri barındırdığı için **Özel Çevre Koruma Bölgesi** olarak tescil ve ilan edilmesi, ülkemizin G-20, OECD, ACCOBAMS ve benzeri platformlarda önceden beri dile getirdiği 2030 yılına kadar deniz yetki alanlarında en az yüzde 30'luk korunan alan sağlama taahhüt ve hedeflerine yaklaşabilmesi açısından hem gerekçe hem yöntem hem de uygulama biçimi açısından uygun görünmektedir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Gözcelioğlu, B., Ceylan, T., Yokeş, M.B. (2011) Denizlerimizin Sakinleri. Ankara.

Doğa Derneği (2006) Önemli Doğa Alanları Kitabı. Mar06, İstanbul Adaları. s.152-153.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü (2016) Adalar 1., 2.ve 3. Derece Doğal Sit Alanı ve Sürdürülebilir Koruma ve Kontrollü Kullanım Alanı Ekolojik Temelli Bilimsel Araştırma Raporu (ETBAR), Ankara.

Narcı, V. (2019) Prens Adaları ve Sualtı Dünyasının mucizeleri, , Adalar Denizle Yaşam ve Spor Klübü, Adalı Yayınları, İstanbul.

ACOBAMS Conservation Area Actions – Marine Protected Areas. Mevcut adres: (<https://accobams.org/conservations-action/protected-areas/>, Erişim Tarihi: 17.12.2021).

Topçu, N.E., Öztürk, B. (2015) Composition and Abundance of Octocorals in the Sea of Marmara, Where the Mediterranean Meets the Black Sea. Scientia Marina 79(1): 125-135. doi: 10.3989/scimar.04120.09A.

Topçu, N.E., Öztürk, B. (2016) Reproduction in the Mediterranean endemic gorgonian *Spinimuricea klavereni* (Anthozoa, Octocorallia, Plexauridae). Invertebrate Biology 135(1): 13-19. doi: 10.1111/ivb.12112

Topçu, N.E., Öztürk, B. (2016) First insights into the demography of the rare gorgonian *Spinimuricea klavereni* in the Mediterranean Sea. Marine Ecology 37(5): 1154-1160. doi: 10.1111/maec.12352

Topçu, N.E., Özalp, H.B. (2016) Anthozoans of the Sea Of Marmara. In: The Sea of Marmara Marine Biodiversity Fisheries Conservation And Governance, (eds., Özsoy, E., Çağatay, M.N., Balkis N., Öztürk, B.), Türk Deniz Araştırmaları Vakfı, İstanbul, s. 428-448.

Topçu, N.E., Topaloğlu, B., Yardımcı, E., Turgay, E., Karataş, S., Öztürk B. (2016) Mass Mortality of Benthic Suspension-Feeders in the Northeast Sea of Marmara. Türk Deniz Bilimleri Konferansı, Bildiri Özetleri, Ankara, s. 81.

Göktürk, D., Deniz, T. (2016) Evaluation of Small Scale Fisheries in Princes Islands, Istanbul (İstanbul Prens Adaları'nda Küçük Ölçekli Balıkçılık Yapısının Değerlendirilmesi). KSU Journal of Natural Sciences (19): 413-422.

Göktürk, D., Deniz, T. (2017) Characterisation and Management of Sustainable Small-Scale Fisheries: A Case Study on Princes' Islands, Sea of Marmara. International Journal of Management and Applied Science vol.3, India, pp.96-100.

Dışişleri Bakanlığı, Barselona Sözleşmesi, Mevcut adres: (<http://www.mfa.gov.tr/barselona-sozlesmesi.tr.mfa>, Erişim tarihi: 17.12.2021)

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü Sit Alanları Yönetim Sistemi – Vatandaş Girişi, Mevcut adres: (<https://says.csb.gov.tr/citizen>, Erişim tarihi: 17.12.2021)

