

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/289520437>

Güllük Körfezi Bakteriyolojisi

Book · May 2013

CITATION

1

READS

1,782

15 authors, including:



Gulsen Altug

Istanbul University

81 PUBLICATIONS 424 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Mine çardak

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

63 PUBLICATIONS 286 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Pelin S. Çiftçi Türetken

Istanbul University

56 PUBLICATIONS 243 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Gurun Sevan

Gensenta

29 PUBLICATIONS 114 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:

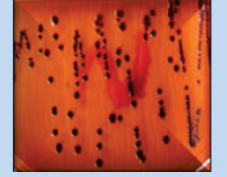


Educational Capacity Strengthening for Risk Management of Non-native Aquatic Species in Western Balkans (Albania, Bosnia and Herzegovina and Montenegro) - RiskMan [View project](#)



2nd International Aquatic Biotechnology Symposium on 13-15 October 2021 in Istanbul [View project](#)

GÜLLÜK KÖRFEZİ BAKTERİYOLOJİSİ



TÜBİTAK PROJE ÇALIŞTAYI

10 MAYIS 2013 GÜLLÜK, MİLAS

Editör Gülşen ALTUĞ



GÜLLÜK KÖRFEZİ BAKTERİYOLOJİSİ

TÜBİTAK PROJE ÇALIŞTAYI

10 MAYIS 2013 GÜLLÜK, MİLAS

Editör Gülşen ALTUĞ

Önsöz

Güllük Körfezi Ekosisteminin Bakteriyolojik Analizlerle Araştırılması Proje Takdimi <i>Gülşen ALTUĞ</i>	1
Güllük Körfezi'nde Bakteriyolojik Çeşitlilik <i>Gülşen ALTUĞ, Mine ÇARDAK, Pelin Saliha ÇİFTÇİ TÜRETKEN, Sevan GÜRÜN, Samet KALKAN</i>	3
Güllük Körfezi'nden İzole Edilen Bakterilerin Antibiyotiklere Dirençlilik Frekansları <i>Gülşen ALTUĞ, Mine ÇARDAK, Pelin Saliha ÇİFTÇİ TÜRETKEN, Sevan GÜRÜN, Samet KALKAN</i>	7
Güllük Körfezi'nde Bakteriyolojik Kirlilik ve Metabolik Olarak Aktif Bakteri Düzeyinin Araştırılması <i>Sevan GÜRÜN, Gülşen ALTUĞ</i>	10
Güllük Körfezi'nde Besin Tuzu Ve Değişken Çevresel Parametreler <i>Pelin Saliha ÇİFTÇİ, Samet KALKAN, Mine ÇARDAK, Sevan GÜRÜN, Gülşen ALTUĞ</i>	16
Güllük Körfezi Kıyısız Alanında Biyo-İndikatör Bakterilerin Çevresel Parametrelerle İlişkileri <i>Samet KALKAN, Gülşen ALTUĞ</i>	19
Güllük Körfezi'nde Sediment ve Su Kolonunda Heterotrofik Bakteri Bolluğu ve Toplam Organik Karbon Düzeyi <i>Gülşen ALTUĞ, Mine ÇARDAK, Pelin Saliha ÇİFTÇİ TÜRETKEN, Sevan GÜRÜN, Samet KALKAN, Onnocan HULYAR</i>	22
Güllük Körfezi Yüzey Sedimentlerinde Metal Birikimi <i>Nuray BALKIS, Abdullah AKSU, Gülşen ALTUĞ, Mine ÇARDAK, Pelin Saliha ÇİFTÇİ TÜRETKEN, Sevan GÜRÜN, Samet KALKAN</i>	25
Güllük Körfezi'nden İzole Edilen Bakterilerde Ağır Metal Dirençlilik Frekansı <i>Mine ÇARDAK, Gülşen ALTUĞ, Pelin Saliha ÇİFTÇİ TÜRETKEN, Sevan GÜRÜN, Samet KALKAN</i>	30
Güllük Körfezine Giriş Yapan Gemiler ve Balast Suları Açısından Değerlendirme <i>Arzu OLGUN</i>	33
Güllük Lagünü ve Körfezini Besleyen Acı Su Kaynakları <i>Selçuk ALTINSAÇLI</i>	38
Günümüzde Güllük Lagünü'nde Yaşanan Çevresel Sorunlar Üzerine bir Araştırma <i>Nedim ÖZDEMİR, A. Serhan TARKAN, Nil Deniz TOP</i>	43
2000'li Yıllarda Güllük Körfezi'nde Su Kalitesi Nasıldı? Şimdi Ne Yapılmalı? <i>Ahmet DEMİR</i>	50
Güllük Lagünü'nün Su Kalitesi Yönünden İncelenmesi <i>Nedim ÖZDEMİR, Engin ALPARSLAN</i>	53
Ekler	69

ÖNSÖZ

Bir proje daha zorluklarının yanında çalışma heyecanımızı arttıran farklı verileri bize sağlayarak tamamlandı. İstanbul Atatürk Havalimanı'nda çalışma malzemelerimizin uçağa alınması konusunda endişelerimiz ile başlayan mücadelemiz, her seferinde Kaptan Murat'ın ve Uğur Reis 5 teknesinin bizleri tekrar Güllük'te kıyıya getirmesi ile yorgun ama mutlu bir şekilde iki senenin sonuna getirdi.

Şimdi bulgularımızı sizlerle paylaşacak olmanın sevincini yaşıyoruz...

Denizlerin bize vermek istediği sinyalleri mikro düzeyde anlamaya çalışmak, ona ses vermek ve derdini anlamak... Ona sesi benim verme imkân ve yetkim yetmiyorsa bu imkâna ve yetkiye sahip olanlara duyurmak... Güllük Körfezini geçmişiyile bugünüyle ve geleceği ile tartışmak, "denize kardeş gibi" kıyısında ilerleyen "karasal gövdenin" düşman kardeş olabilirliliğini ve bunu önlemenin yollarını bulmak ve Güllük Körfezi tarihine not düşmek...

İşte 10 Mayıs 2013 de tam bunun için burada, Güllük 'de buluştuk...

Çalışmaya katılan akademisyen, üretici, sanayici, yerel yönetim çalışanları ve yöneticileri ile Güllük sakinlerine ve çalıştayın düzenlenmesine katkıda bulunan tüm proje ekibine ve çalıştay konuşmacısı olan değerli bilim insanlarına teşekkür ederim.

"Güllük Körfezi Bakteriyolojisi" adı ile düzenlenen çalıştayda ele alınan konuların genişletilmiş özetlerinin yer aldığı bu çalıştay kitabının tüm okuyuculara faydalı olması dileği ile...

Prof. Dr. Gülşen ALTUĞ

Proje Yürütücüsü

Çalıştay Düzenleme Kurulu Başkanı

GÜLLÜK KÖRFEZİ EKOSİSTEMİNİN BAKTERİYOLOJİK ANALİZLERLE ARAŞTIRILMASI

Proje Takdimi

Gülşen ALTUĞ

*İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı, İstanbul
galtug@istanbul.edu.tr*

TÜBİTAK ÇAYDAG tarafından desteklenen 110Y243 No'lu "*Güllük Körfezi Ekosisteminin Bakteriyolojik Analizlerle Araştırılması*" başlıklı proje çalışmasının çıkış noktası Güllük Körfezi'nde 2006–2007 yıllarında yapmış olduğumuz çalışmalarda tespit etmiş olduğumuz bakteriyolojik kirlilik göstergelerinin yüksek oluşu nedeni ile mikro düzeyde yapılacak çalışmalara ihtiyaç olduğunu belirlemiş olmamız idi.

Kirlilik baskısı altında olan deniz çevreleri bakteriyolojik çalışmalar için ilginç bir laboratuvar niteliği taşıyarak bizlere çalışma fırsatı sunmaktadır. Güllük Körfezi de turizme bağlı mevsimsel nüfus artışı, feldspat madeninin ihracatının Güllük Limanı'ndan yapılıyor olması, kıyı boyunca artan yerleşim yerleri ve bölgedeki tarımsal-endüstriyel faaliyetlerden oluşan karasal kaynaklı kirlilik girdileri, uzun yıllar çipura ve levrek üretiminin kıyasal alanda faaliyet göstermiş olmasının getirdiği hareketlilik ile bu ilginç alanlardan birini oluşturmaktadır.

Farklı kirlilik girdileri deniz suyu ve sedimentte bakteri çeşitliliğinin değişmesine yol açabilirler. Güllük Körfezi'nde bugüne kadar kültür edilebilir bakteri çeşitliliği konusunda bir veriye ulaşılmamıştır. Bu nedenle bu proje çalışmasında su kolonu ve sedimentte yapılan bakteri kompozisyonunu ortaya koyan çeşitlilik çalışmaları önem arz etmektedir.

Bu proje çalışması sonucunda Güllük Körfezi'nde su kolonunda ve sedimentte yapılan çalışmalar ile kültür edilebilir bakteriyolojik çeşitlilik verilerine, hem insanlarda enfeksiyon hastalıklarının tedavisinde yaygın olarak kullanılan beta laktam türevi antibiyotiklere hem de balık hastalıklarının tedavisinde yaygın olarak kullanılan antibiyotiklere olan bakteriyel dirençlilik verilerine, sedimentte ağır metal miktarını ve ağır metal dirençli bakterilerin düzeyini belirleyerek bakteriyel yolla bu metallerin dönüşüme uğrama olasılıklarının frekansına, heterotrofik bakteri bolluğu ve bakteriyel metabolik aktivite düzeyi ile ortama ekolojik olarak katkı sağlayan bakteri düzeyi verilerine ulaşılmış, daha önce bu konuda çalışması yapılmayan ve ülkemiz kaynaklı olarak şu anda literatürde olmayan bilgiler elde edilmiştir.

Sonuç olarak, bu proje çalışmasında Güllük Körfezini etkileyen çevresel faktörler dikkate alınarak seçilen istasyonlarda su kolonu ve sedimentte yapılan analizlerle Güllük Körfezi'nde bugüne kadar yapılan çalışmalardan farklı olarak;

-Bakteriyolojik çeşitlilik testleri ile kültür edilebilir yeni bakteri türlerini literatüre kazandırmak,

-Bakteriyolojik metabolik aktivite düzeyini belirleyerek ekosistem döngülerinde yer alan ekolojik olarak katkı sağlayabilecek bakteri yüzdesini belirlemek,

-Heterotrofik bakteri bolluğu testleri ile körfezdeki kirlilik kaynaklarının bakteriyolojik etkisini ortaya koymak,

-Bölgenin güncel fekal kaynaklı bakteriyolojik kirlilik düzeyini belirleyerek alınacak önlemler konusunda öneriler geliştirerek ilgili kurum ve kuruluşlarla paylaşmak,

-Bakteriyolojik analizlerle elde edilen mikro düzeydeki verileri, besin tuzları ve değişken çevresel parametreler ile karşılaştırarak değerlendirmek ve körfezin kritik kontrol noktalarını tespit etmek, bakteriyel antibiyotik dirençliliğini test ederek olası faydasız antibiyotik kullanımını ortaya çıkarmak,

-Sedimentte bakır, çinko, demir, alüminyum ve kurşun tuzlarının miktarını tespit etmek ve bu sahadan elde edilen bakteriyel izolatlar arasından ağır metal dirençliliği yüksek olan bakterileri seçerek ağır metallerle kirlenmiş alanların temizlenmesine yönelik adapte kültür çalışmalarında kullanılacak aday bakteri izolatlarına ulaşmak,

-Güllük Körfezi'nde yerel bir sorun gibi görünen ancak bakteriyolojik çalışmalar için özgün bir laboratuvar niteliği taşıyan bu alandan elde edilecek bakteriyolojik veriler ile ulusal ve uluslararası ortamlarda benzer sorunların yaşandığı farklı ekosistemler ile karşılaştırma yapacak bulgulara ulaşmak,

-Tüm bu bulgularla bilimsel literatüre katkı sağlamak amaçlanmıştır.

GÜLLÜK KÖRFEZİ'NDE BAKTERİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK

**¹Gülşen ALTUĞ, ²Mine ÇARDAK, ¹Pelin Saliha ÇİFTÇİ TÜRETKEN,
¹Sevan GÜRÜN, ¹Samet KALKAN**

*¹İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü,
Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı, İstanbul
²Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi,
Temel Bilimler Bölümü, Çanakkale
galtug@istanbul.edu.tr*

ÖZET

Bu çalışmada Güllük Körfezinin heterotrofik aerobik bakteri çeşitliliğini belirleyerek bakteri kompozisyonunu tespit etmek, sistem döngülerinde yer alan aerobik bakterilerin rollerini tanımlayarak ekosistem işleyişinin anlaşılmasına katkı sağlamak amaçlanmıştır. Bakteri identifikasyonları VITEK 2 Compact 30 otomatik mikro identifikasyon sistemi kullanılarak yapılmıştır. Sonuçta bu bölgede ilk kez 50 kültür edilebilir bakteri türü tespit edilmiştir. Bakteri türlerinin mevsimlere göre dağılımları karasal kirlilik girdileri ile ilişkilendirilerek değerlendirilmiştir.

GİRİŞ

Bir çevreye organik maddelerin girişi, o organik maddelerin özelliklerine bağlı olarak mikrobiyal parçalanmaya karşı farklılıklar gösterir. Bu farklılık aynı zamanda mikrobiyal popülasyonların süksesyonunu oluşturur. Yani ortamdaki organik substrat ile bakteri popülasyonlarının dağılımı arasında önemli ilişkiler vardır. Heterotrofik bakteriler hem enerji sağlamak hem de sentez için organik maddeleri kullanırlar.

Bakterilerin deniz ortamında dağılımının belirlenmesi halk sağlığı ve ekosistem sağlığı bakımından önemlidir. Bakterilerin denizlerde besin zinciri ve biyojeokimyasal döngüler üzerindeki önemli daha iyi anlaşılması konusunda "Bakteriyolojik Çeşitlilik" çalışmaları temel bilgiler sağlamıştır. Bakteriyel çeşitlilik çalışmaları sonucunda örneğin en son anaerobik metan ve amonyum oksidasyonunun bakteriyel işleyişinin bulunmuş olması, karbon ve azot döngüleri arasında daha net denge kurulmasını, örneğin; Karadeniz'in oksijensiz tabakalarında azot konsantrasyonunun fazlalığının nedenini açıklamıştır.

Bunların dışında bakteriyolojik çeşitliliğin bilinmesi biyoteknoloji ve endüstriyel çalışmalarda alternatif enerji kaynaklarının veya biyoaktif bileşiklerin araştırılması, "Biyoremediasyon" ve "Yeşil Kimya" (Green Chemistry) çalışmaları için kaynak oluşturmaktadır (Giuliano, 2003). Ülkemiz denizlerinde "Bakteriyolojik Çeşitlilik" çalışmaları başlangıç aşamasında iken, dünya denizlerinde bu

konuda kapsamlı çalışmalar yapılmıştır. Denizler bakteri topluluklarının incelenmesi açısından sahip oldukları hidrolojik ve jeokimyasal özelliklerden dolayı özgün çevreleri oluşturmaktadırlar.

Karbon tüketiminde farklı bakteri türlerinin katkısı, ötrifikasyon sonrası bakterilerin oksijen tüketimi ile olan bağlantıları, oksijende olan düşüş süresince temel eko-fizyolojik özelliklerin tanımlanabilmesi bu bölgeler için bakteriyojik çalışmaları değerli kılmaktadır (Zaitsev ve Mamaev 1997).

Bu çalışmada Mayıs 2011-Şubat 2013 arasında Güllük Körfezi'nde deniz suyu ve sediment örneklerinden izole edilen heterotrofik aerobik bakteri çeşitliliği araştırılmıştır.

MATERYAL ve METOT

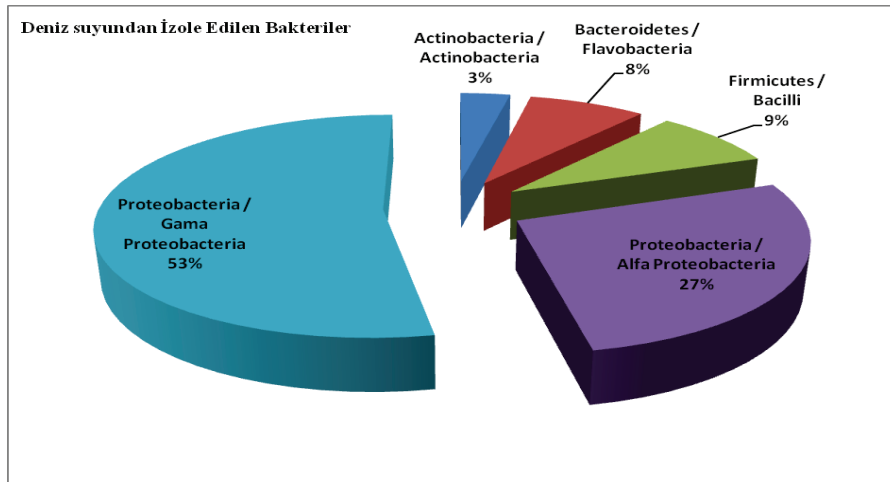
Deniz suyu örneklerinde uygun seyreltme ile Marine Agar'a yapılan ekim sonrası (APHA, 2000) üreyen koloniler saflaştırılarak 18 saatlik kültürlerinin Gr negatif, Gr pozitif ve Bacilli kart kullanılarak VITEK 2 Compact 30 mikro identifikasyon sisteminde ileri tanımlamaları yapılmıştır (Pincus, 2005).

Sediment örneklerinde Marine Broth'da ön zenginleştirmesi yapılan 18 saatlik kültürlerden seri dilüsyonlar hazırlanarak Marine Agara ekimi yapılarak işlemler deniz suyu örneklerindeki gibi sürdürülmüştür.

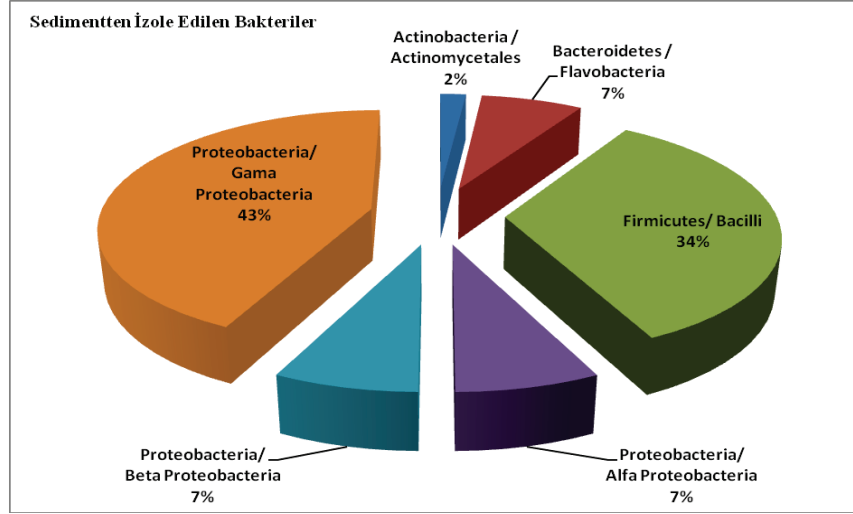
Deniz suyu ve sediment örneklemesinin yapıldığı çalışma alanı, Şekil 1'de (Bkz Ek 3) gösterilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

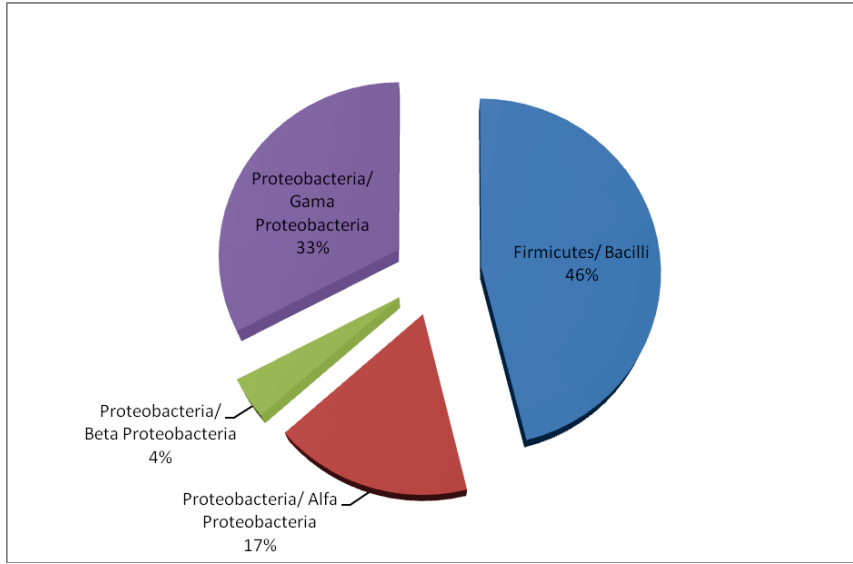
Bu çalışmada Güllük Körfezi'nden daha önce rapor edilmemiş 50 bakteri türü tespit edilmiştir. Çalışmada izole edilen ve bölge için ilk kültür edilebilir bakteri kaydı olan 50 adet bakterinin tür listesi bu bildiriye verilmemiş sadece izole edilen bakterilerin gruplara göre % dağılımı Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1 Deniz suyundan izole edilen bakterilerin dağılımı



Şekil 2 Sedimentten izole edilen bakterilerin dağılımı



Şekil 3 Sonbahar ve kış aylarında bakterilerin dağılımı

İlkbahar ve yaz aylarında deniz suyundan elde edilen izolatların % 53'ü, sedimentten izole edilen bakterilerin % 43'ü Gamma Proteobacteria grubuna aittir.

Sonbahar ve kış aylarında Gamma Proteobacteria grubuna ait bakterilerin yüzdesinde kaydedilen düşüş evsel atıkların bu dönemlerde azalması ile ilişkilendirilmiştir.

Çevresel faktörlere bağlı olarak bakterilerin doğal düzeyinde olan değişiklikler, ekosistem, insan sağlığı ve doğal kaynakların ekonomik kullanılabilirliği üzerinde olumsuzluklara neden olur. Güllük Körfezi'nde izole edilen bakterilerin çoğunluğunun patojen Gram negatif bakterilerden oluşan Gamma Proteobacteria sınıfına ait bakteriler olması bölgede bakteriyel kompozisyonun evsel kaynaklı kirlilik girdileri tarafından etkilendiğini göstermektedir.

Bu çalışma sonucunda elde edilen bakteriyel tür kompozisyonu verileri doğal ortam bakterilerinden çok enfeksiyon etkeni patojen bakterilere rastlanma sıklığının yüksek oluşu ekosistem ve halk sağlığı bakımından potansiyel risk olduğunu göstermiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenen proje (Proje No 110Y243) kapsamında yürütülmüştür. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- APHA., 2000, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20th Edition, *In: Clesceri, L.S., A.E Greenberg and A.D Eaton (eds), American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation.* Washington, D.C.
- Giuliano, L., 2003, Bacterial Diversity in the Mediterranean and the Black Seas: A Comparative Approach. *International Conference on the Sustainable Development of the Mediterranean and Black Sea Environment. 1-3, Greece.*
- Pincus, D.H., 2005, Encyclopedia of Rapid Microbiological Methods Volume 1. Ed. Miller, M. J. Chapter 1 Microbial Identification using the Biomérieux VITEK® 2 System Biomérieux, Inc. Hazelwood, MO USA PDA/DHI 1-32
- Zaitsev, Y.U., Mamaev, V., 1997, Marine Biological Diversity in the Black Sea: A Study of Change and Decline. United Nations Publ., New York, 208.

GÜLLÜK KÖRFEZİ'NDEN İZOLE EDİLEN BAKTERİLERİN ANTİBİYOTİKLERE DİRENÇLİLİK FREKANSLARI

¹Gülşen ALTUĞ, ²Mine ÇARDAK, ¹Pelin Saliha ÇİFTÇİ TÜRETKEN, ¹Sevan GÜRÜN, ¹Samet KALKAN, ¹Onnocan HULYAR

*¹İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü,
Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı, İstanbul*
*²Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi,
Temel Bilimler Bölümü, Çanakkale
galtug@istanbul.edu.tr*

ÖZET

Bakterilerin deniz ortamında antibiyotiklere direnç geliştirmeleri o ortamın insan kaynaklı kirlenmesinin dolaylı etkilerinden biridir. Bu çalışmada Güllük Körfezi sediment ve deniz suyundan izole edilen bakterilerde antibiyotiklere dirençlilik frekansını araştırarak hem enfeksiyon hastalıklarının tedavisinde yaygın olarak kullanılan antibiyotik türevleri hem de balık çiftliklerinde kullanılan antibiyotik türevlerine karşı bakterilerin hassasiyetini tespit etmek ve olası faydasız antibiyotik kullanımını engellemek için temel verilere ulaşmak amaçlanmıştır.

GİRİŞ

Günümüzde birçok gram negatif (*Escherichia coli*, *Klebsiella* spp, *Enterobacter* spp, *Serratia* spp, *Pseudomonas* spp, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Acinetobacter baumannii*, penisilin dirençli *meningokoklar*, kinolon dirençli *gonokoklar*), gram pozitif (Metisilin dirençli *Staphylococcus aureus* ve koagülaz negatif *stafilokoklar*, vankomisin dirençli *enterokoklar* penisilin dirençli *pnomokoklar*, makrolid dirençli *streptokoklar*) ve aside dirençli (*Mycobacterium tuberculosis* ve *M. avium complex*) mikroorganizmalarda gözlenen antibiyotiklere direnç, enfeksiyonların tedavisinde büyük güçlükler neden olmaktadır

Beta-laktam antibiyotikler günümüzde en yaygın kullanılan antibiyotik türevleridir. *Enterobacteriaceae* üyelerinde beta-laktam antibiyotik türevlerine karşı gösterilen direncin en önemli kaynağı bakterilerin salgıladığı beta-laktamaz enzimleridir. Beta-laktamazlar en çok gram negatif bakteriler tarafından sentezlenen, dizi analizleri benzediği için penisilin bağlayıcı proteinlerden türediğine inanılan ve beta-laktam halkası taşıyan antibiyotiklere karşı dirence neden olan enzimlerdir

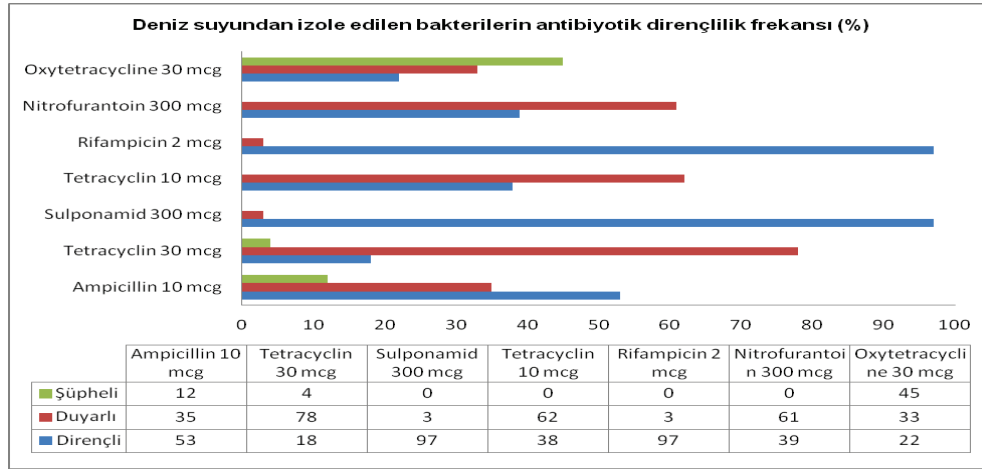
Bu çalışmada Güllük Körfezi sediment ve deniz suyundan izole edilen bakterilerde antibiyotiklere dirençlilik frekansı araştırılmıştır.

MATERYAL ve METOT

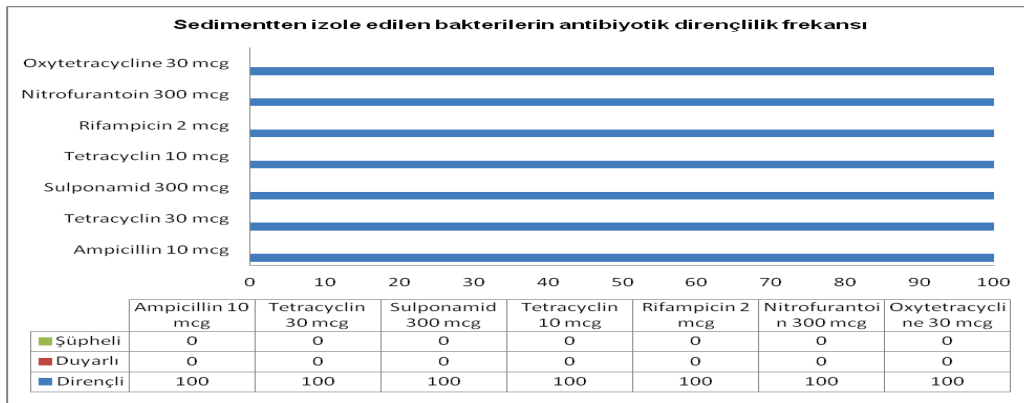
Saflaştırılmış izolatların (APHA, 2000) yayıldığı besiyerine yerleştirilmiş olan Ampicillin, Nitrofurantoin, Oxytetracycline, Sülphanamides, Rifampicin, Tetracycline antibiyotik disklerinin çevresinde görülen üreme zonlarına göre inkübasyon sonrası hassas, şüpheli ve dirençli suşlar kaydedilmiştir (NCCLS, 1999).

BULGULAR ve TARTIŞMA

İlkbahar ve yaz (Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos 2011) örneklemelerinde deniz suyundan izole edilen 69 izolatın ve sedimentten izole edilen 25 izolatın ve indikatör bakterilerin test edilen antibiyotik türevlerine karşı dirençlilik frekansları Şekil 1,2 ve 3' de özetlenmiştir.

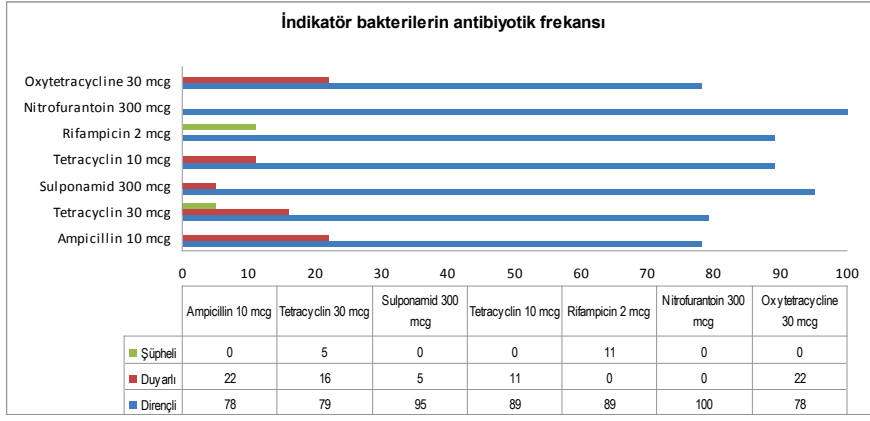


Şekil 1 İlkbahar ve yaz aylarında deniz suyundan izole edilen bakterilerin antibiyotik dirençlilik frekansı



Şekil 2 İlkbahar ve yaz aylarında sedimentten izole edilen bakterilerin antibiyotik dirençlilik frekansı

İlkbahar ve yaz örneklemelerinde sedimentten izole edilen bakterilerin tamamı test edilen antibiyotiklere karşı dirençlilik göstermişlerdir (Şekil 3).



Şekil 3 İlkbahar ve yaz aylarında indikatör bakterilerin antibiyotik dirençlilik düzeyleri

Sonbahar ve kış döneminde deniz suyundan izole edilen bakterilerin antibiyotiklere dirençlilik frekansı maksimum % 97 olarak Sulponamid ve Rifamicin'e karşı bulunmuştur. İndikatör bakteriler arasında en yüksek dirençlilik frekansı Nitrofurantoin (%100) ve Sulponamid'e (% 95) karşı bulunmuştur. Tüm örneklemelerde (ilkbahar, yaz, sonbahar, kış) sedimentten izole edilen bakteriler deniz suyundan izole edilen bakterilere göre daha yüksek dirençlilik oranı göstermişlerdir. Sediment izolatlarının dirençlilik yüzdeleri antibiyotiklerin tamamına karşı %100 olarak kaydedilmiştir. Dirençlilik düzeyinin sedimentten izole edilen bakterilerde daha fazla bulunması sedimentte bakterinin maruz kaldığı antibiyotik oranının artışı düşündürmüştür.

Kültür balıkçılığında verimi ve karlılığı etkileyen önemli faktörlerin başında hastalıklarla ilgili sorunlar yer almaktadır. Balıklarda en yaygın görülen hastalıklar ise bakteriyel kökenli hastalıklardır. Gerek balıkları bakteriyel hastalıklardan korumak, gerekse hasta olanları tedavi etmek amacıyla yoğun miktarda antibiyotik kullanılmaktadır. Yanlış antibiyotik uygulamaları, balık patojenleriyle birlikte zoonotik balık bakterilerinin de antibiyotiklere direnç kazanmasına sebep olmaktadır.

Bu çalışmada tespit edilen yüksek bakteriyel dirençlilik düzeyleri Güllük Körfezi'nde insan kaynaklı kirlilik girdilerinin varlığını bir kez daha gösterirken, ayrıca bakteriyel izolatların akuakültürde kullanılan antibiyotiklere gösterdikleri dirençlilik de test edilen antibiyotiklerin kullanımında faydasız antibiyotik kullanımı potansiyelinin olduğunu göstermiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenen proje (Proje No 110Y243) kapsamında yürütülmüştür. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- APHA., 2000, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20th Edition, In: Clesceri, L.S., A.E Greenberg and A.D Eaton (eds), *American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation*. Washington, D.C.
- NCCLS. 1999, National Committee for Clinical Laboratory Standards Performance standards for antimicrobial susceptibility testing, Ninth Informational Supplement, M100-S9, Wayne.

GÜLLÜK KÖRFEZİ'NDE BAKTERİYOLOJİK KİRLİLİK VE METABOLİK OLARAK AKTİF BAKTERİ DÜZEYİ

Sevan GÜRÜN, Gülşen ALTUĞ

*İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü,
Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı, İstanbul
sevangurun@hotmail.com*

ÖZET

Güllük Körfezinin çevresel kirlilik girdileri göz önüne alındığında, su kolonu ve sedimentte indikatör bakterilerin ve metabolik olarak aktif yani kirlilik faktörleri ile mücadele edebilecek bakteri miktarının belirlenmesi bölgedeki kirlilik kaynaklarının etkisi ile deniz ekosistemindeki mikro değişimleri ilişkilendirebilmemizi sağlamaktadır. Bu amaçla bu çalışmada Mayıs 2011 – Şubat 2013 tarihleri arasında heterotrofik aktivitenin yoğun olduğu Mayıs-Ağustos ayları arasında aylık diğer zamanlarda mevsimlik olarak alınan deniz suyu (0-30 cm - 65 metre) ve sediment örneklerinde indikatör bakteri (toplam koliform, fekal koliform ve fekal streptokok) ve metabolik olarak aktif bakteri analizleri yapılmıştır. İndikatör bakteri analizlerinde Membran Filtrasyon Tekniği, metabolik olarak aktif bakteri tespitinde ise Epifloresan mikroskopta modifiye kapsül boyama tekniği kullanılmıştır. Sonuç olarak Temmuz Ağustos ve Eylül aylarında sınır değerlerin çok üstünde indikatör bakteri tespit edilmesi bölgede insan kaynaklı kirlilik baskısı olduğunu göstermiştir. Referans istasyonda bile zaman zaman kaydedilen yüksek indikatör bakteri düzeyi gemi kaynaklı yani noktasal olmayan kirlilik kaynaklarının da körfezi ayrıca etkilediğini göstermiştir. Sarıçay Deresi (9 no'lu istasyon) ve Güllük Limanı (8 no'lu istasyon) örnekleri diğer istasyonlara göre farklılıklar göstermiş ve yine körfezi etkileyen önemli kirlilik kaynakları arasında öne çıkmıştır

GİRİŞ

Uluslararası Oşinografi Komisyonu (IOC); su kirliliğini, "canlı kaynaklara zararlı, insan sağlığı için tehlikeli, balıkçılıkta dahil olmak üzere denizlerdeki aktiviteleri engelleyici, su kalitesini zedeleyici etkiler yapabilecek maddelerin insanoğlu tarafından doğrudan ya da dolaylı olarak suya karışması" şeklinde tanımlamaktadır (IOC, 2008). Evsel ve endüstriyel atıkların kontrolsüz bir şekilde denizlere deşarjı yoluyla, bazı karasal kökenli ve patojen bakteriler denizel ekosisteme sızar ve bakteriyolojik kirlilik başlar (Altuğ, 2005).

Kanalizasyon suları, büyük ölçüde, toplumun sağlık durumuna, atık arıtım derecesine ve diğer faktörlere bağlı olarak patojen mikroorganizmaları içerebilmektedir (Coler ve Litsky, 1976; Pelczar ve ark. 1986). Evsel ve endüstriyel atık sulardaki bakterilerin çoğunu dışkı veya toprak kökenli saprofit

bakteriler oluşturur. Bunların dışında hasta insanların dışkıyla bağırsaktan atılan *Salmonella*, *Shigella*, *Brucella*, *Mycobacterium*, *Escherichia coli*, *Leptospira*, *Campylobacter*, *Vibrio* ve *Yersinia* gibi hastalık yapıcı olan bakteriler de atık sular ile denize karışabilir (Lynch ve Hobbie, 1988; Westwood, 1994; Black, 1996).

Bu çalışmada Mayıs 2011 – Şubat 2013 tarihleri arasında yapılan örnekleme ile deniz suyu ve sedimentte indikatör bakteri ve metabolik olarak aktif bakteri düzeyleri araştırılmıştır..

MATERYAL ve METOT

Güllük Körfezi'nde belirtilen istasyonlarda (Bkz. Ek3, Şekil 1) yüzey, orta nokta ve dip noktadan alınan deniz suyu örnekleri NANSEN şişesi ile dip sediment örneklemeleri ise Ekman Grab ile Mayıs 2011 ve Şubat 2013 tarihleri arasında yapılmıştır.

Örnekleme istasyonlarına ait maksimum derinlikler, orta su örneklemesinin yapıldığı derinlikler ve koordinatlar Tablo 1'de (Bkz. Ek1) gösterilmiştir.

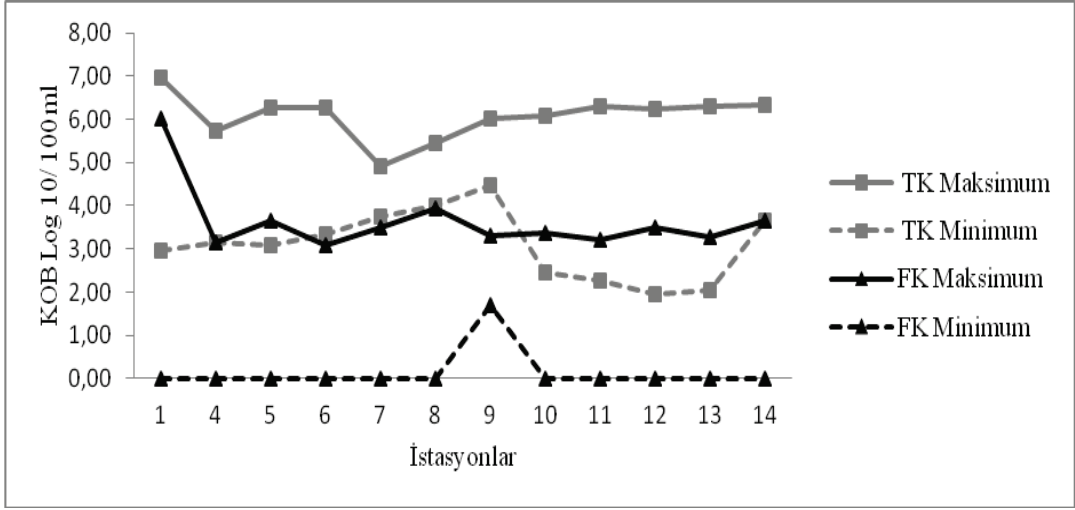
Deniz suyu örnekleri uygun oranda sulandırıldıktan sonra, her örnek üç tekrarlı olmak üzere, membran filtrasyon tekniğine göre, 0.45 µm gözenek çaplı steril filtrelerden (Sartorius) vakum altında süzülerek, m- Endo-NKS, m- FC-NKS ve Azide-NKS besiyerlerine alınarak inkübe edilmiştir. 24 saat inkübasyon sonrası üreyen şüpheli kolonilerin, doğrulama testleri yapıldıktan sonra, üç tekrarın ortalaması alınarak indikatör bakterilerin sayısal tanımlamaları yapılmıştır (KOB/100 mL: 100 mL' de koloni oluşturan birim) (MacFaddin 1980, APHA 1998).

Toplam bakteri tayininde alınan deniz suyu örneklerinin uygun dilüsyonlarından CTC ve DAPI boyama yapılmış, inkübasyon sonrası 22 µm por çaplı filtrelerden süzülerek epifloresan mikroskopta (Olympus) incelenmiştir. Sediment örneklerinde toplam bakteri tayininde Marine Broth'da zenginleştirme sonrası hazırlanan dilüsyonlar kullanılmıştır (APHA 1998).

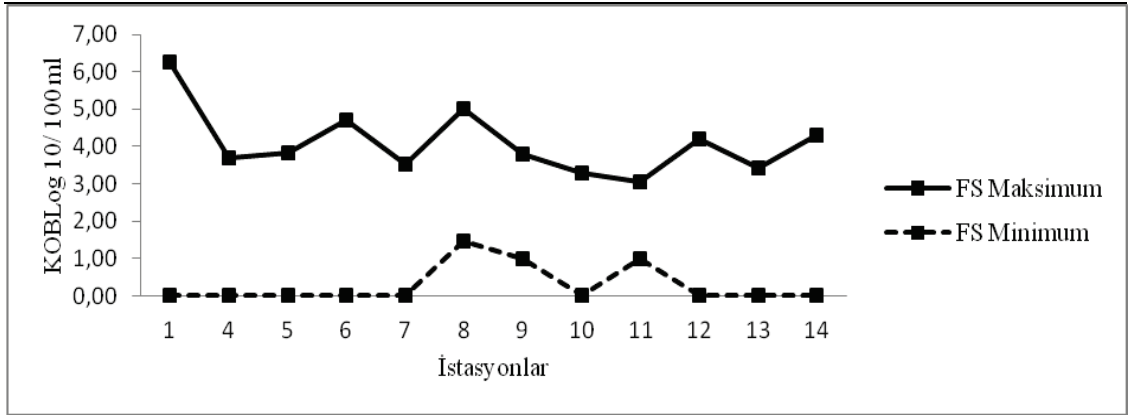
Sağlıklı bir kapsül (kapsül ifadesi tam bir ekzopolisakkarit tabakayı ifade etmek için kullanılmıştır) tabakasına sahip bakterilerin toplam bakteriye oranının bulunması ile potansiyel olarak aktif bakteri sayısının bulunması prensibine dayanan metot uygulanarak, kapsüllü bakteri sayımında kullanılacak lamalar jelatin ile kaplanmış, örnekler 25 mm çapında membran filtreden (0.2 µm) süzülerek 0.5 ml distile su ile durulandıktan sonra, jelatin kaplı lama yerleştirilmiş, Congo Red (% 0.25) ve Maneval boya kullanılarak boyanmış ve epifloresans mikroskopta incelenerek kapsüllü ve kapsülsüz bakteriler sayılmıştır (Plante ve Shriwer 1998, Stoderegger ve ark. 2001).

BULGULAR

Mayıs 2011 ve Şubat 2013 tarihleri arasında yapılan örnekleme sonucunda istasyonlara ait en yüksek ve en düşük indikatör bakteri düzeyleri Şekil 1 ve Şekil 2'de verilmiştir.

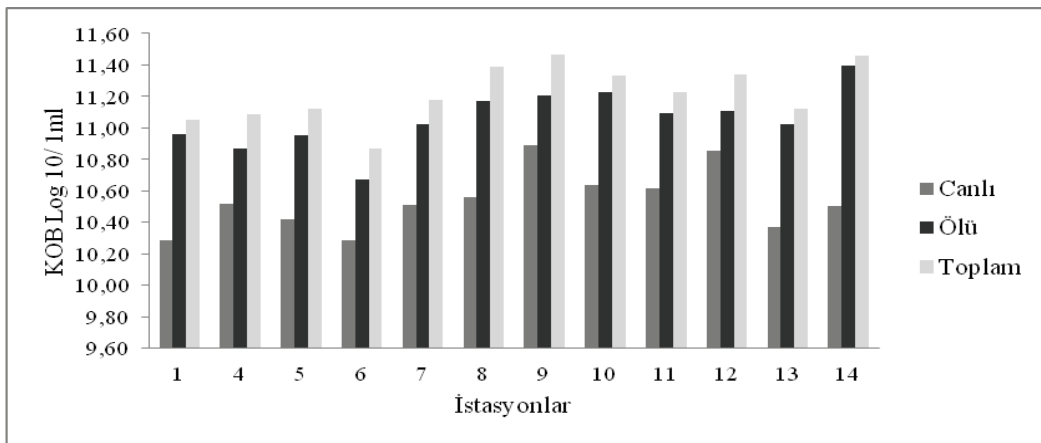


Şekil 1 Maksimum ve minimum toplam koliform ve fekal koliform değerleri (KOB Log₁₀/100 ml).

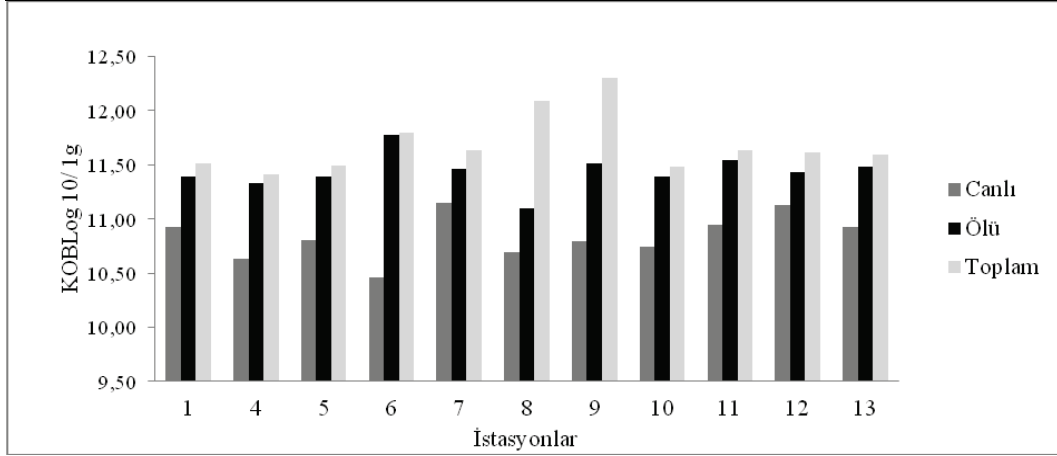


Şekil 2 Maksimum ve minimum fekal streptokok değerleri (KOB Log₁₀/100 ml).

Deniz suyu ve sediment örneklerinden yapılan inceleme sonucunda su ve sediment örneklerinde bulunan toplam bakteri (canlı + ölü) düzeylerine ait yıllık ortalama değerler Şekil 3 ve 4'de verilmiştir.

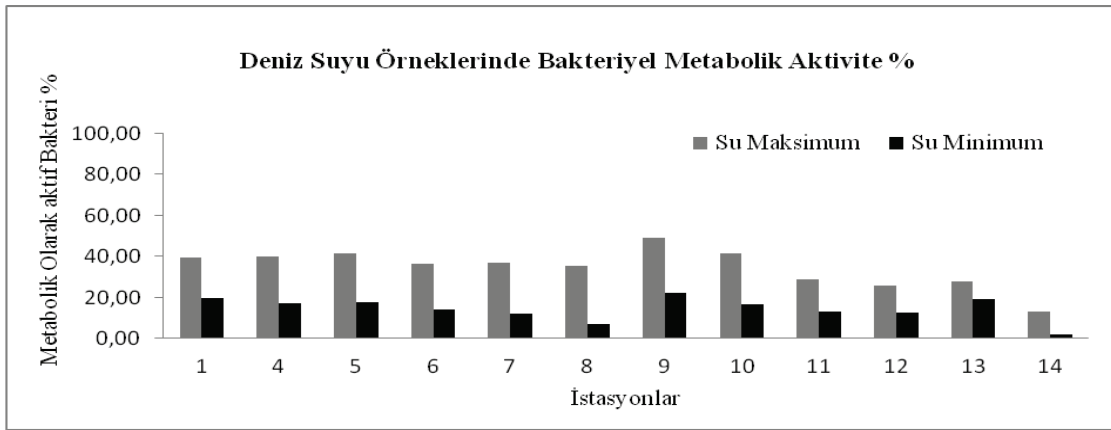


Şekil 3 Deniz suyu örneklerinde bulunan toplam bakteri (canlı + ölü) düzeyleri (KOB Log₁₀/1ml)

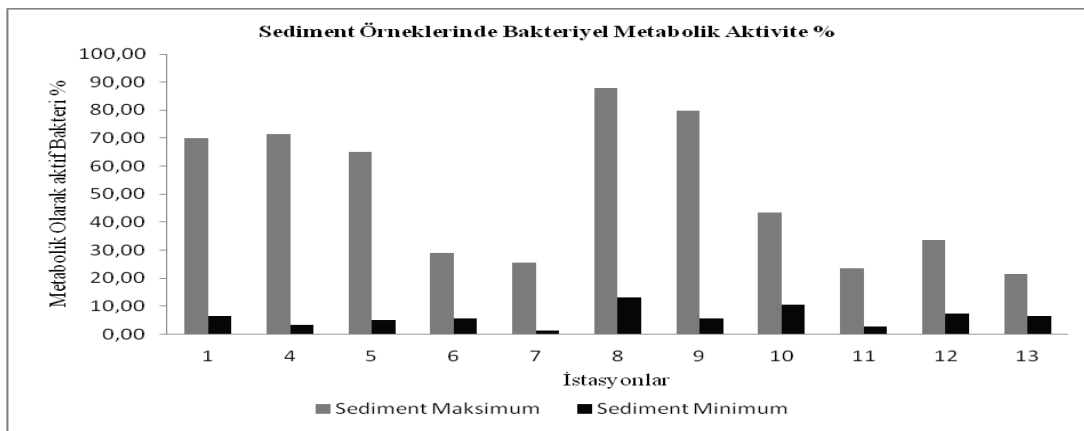


Şekil 4 Sediment örneklerinde bulunan toplam bakteri (canlı + ölü) düzeyleri ($\log_{10}/1\text{ml}$)

Su ve sediment örneklerinden yapılan analizler sonucunda istasyonlara ait en yüksek ve en düşük metabolik aktivite oranları Şekil 5 ve Şekil 6'da % olarak verilmiştir.



Şekil 5 Deniz suyu örneklerinde bakteriyel metabolik aktivite oranları (%).



Şekil 6 Sediment örneklerinde bakteriyel metabolik aktivite oranları (%).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Deniz suyu ve sedimentte bakterilerin varlığı ve düzeyleri incelenen alan ve süre için çevresel faktörlere bağlı olarak değişir. Son derece dinamik olan bu yapı bakteri gelişmesine uygun şartlar devam ettiği sürece yerine yeni bakterilerin gelmesi ile devam eder. Bu çalışmada elde edilen veriler daha önce bu bölgede yapılan çalışmalarda tespit edilen insan kaynaklı kirlilik baskısı olduğu tezini doğrular niteliktedir. 2006 ve 2007 yılında bu bölgede yapılan ve projemize temel oluşturan çalışmamızda (Altuğ ve ark. 2008) Güllük Körfezi'nde tespit edilen fekal kaynaklı kirliliğin fekal koliform ve fekal streptokok oranlarına göre ($FC/FS > 0.7$) insan kaynaklı kirliliğe işaret etmekte olduğu, aynı şekilde balık çiftliklerinin yer aldığı çevrelerde tespit edilen fekal kirlilik oranı da ($FK/FS > 0.7$) fekal kirliliğin muhtemel kaynağının insan olduğunu göstermiş idi.

Bu proje çalışmasında kış aylarında neredeyse sınır değerlerin altında indikatör bakteri tespit edilmesine rağmen Temmuz Ağustos ve Eylül gibi bölgede nüfus yoğunluğunun en yüksek olduğu aylarda sınır değerlerin çok üstünde indikatör bakteri tespit edilmiştir. İndikatör bakteri değerlerinde gözle görülür artış Mayıs ayı ile başlamaktadır. Bu durum yaz aylarında alt yapı ve arıtma tesislerinin turizm faaliyetleri nedeniyle bölgede yaşanan ciddi nüfus artışı karşısında yetersiz kaldığını ve körfezin bu mevsimlerde ciddi bir kirlilik baskısı altında olduğunu göstermiştir.

Bodrum'un nüfusunun yaz aylarında zaman zaman 1 milyonun üzerine çıktığı kış nüfusuna göre yapılan altyapının (93.000), yaz aylarında artan nüfusa yetmez hale geldiği bilinmektedir. Bölgede karasal kaynaklı kirliliğin etkisinde olmadığı öngörülerek seçilen referans istasyonda (14) ve yine kıyısız alandan açıkta olan 4, 5 ve 6 numaralı istasyonlarda da (Bkz. Ekler, Şekil 1) limitlerin üzerinde indikatör bakteri bulunması körfezin aynı zamanda insan kaynaklı fakat karasal olmayan kirlilik kaynaklarının (deniz taşımacılığı gibi) etkisinde olduğunu göstermiştir.

Güllük Limanı ve Sarıçay Deresi'nde çalışma boyunca yüksek oranda bakteriyolojik kirliliğin kaydedilmesi bu iki alanın körfezin en önemli kirleticileri arasında olduğunu göstermiştir. Mayıs 2011-Şubat 2013 döneminde deniz suyu ve sediment örneklerinde metabolik olarak aktif bakteri sayısı yaz örneklemede 8. ve 9. istasyonlarda % 90'a yakın oranlarda kaydedilmiştir. Bakteriyolojik kirlilik girdileri ile paralel bulunan metabolik aktivite ölçümleri heterotrofik bakteriyel aktivitenin artışı ile oksijen tüketiminin hızlandığı ve özellikle sığ ve girdinin fazla olduğu alanlarda ortamda oksijen azalmasına bağlı olarak anaerobik bakterilerin yerleşmesi, kokuşma gibi değişikliklerin olmasına zemin hazırlayarak özellikle bentik canlılar için risk oluşturabileceğini düşündürmüştür. Bu durumda arıtımların gözden geçirilmesi Sarıçay Deresinin ve Güllük Limanının kirlilik yükünün kontrol altına alınması gerekmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenen proje (Proje No 110Y243) ve İÜ BAP (Proje No 19347) kapsamında yürütülmüştür. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a ve İÜ BAP Birimine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Altuğ, G., Çardak, M., Çiftçi, P. S., 2008, Kültür Balıkçılığı ve Turistik Faaliyetlerin Besin Tuzları ve Bakteriyolojik Kirlilik Dağılımına Etkisi, *İ.Ü Su Ürünleri Dergisi*,26,45, İstanbul.
- APHA. 1998, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20th Edition. Clesceri, L.S., A.E Greenberg and A.D Eaton (EDS). American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation, Washington, D.C
- Black, J.G., 1996, Microbiology: Principles and Application, 3rd Ed., Prentice-Hall, Oxford, 0132300044, 987-0132300049.
- Coler, R.A., Litsky, W., 1976, Industrial Microbiology, Mc Graw-Hill, Inc., New York.
- Lynch, E., Hobbie, J.E., 1988, Principles Of Microbial Behavior in Ecosystems. In: J.M. Lynch and J.E. Hobbie, (Eds), Microorganisms in Actions: Concepts and Applications in Microbial Ecology, Blackwell, Oxford, PP. 0-632-01652-31
- Macfaddin JF., 1980, Biochemical Tests for Identification of Medical Bacteria, 2nd ed., Williams and Wilkins, Baltimore MD, , p249-260 .
- Pelczar, M.J., Chan, E.C.S., Krieg, N.R., 1986, Microbiology, 5th Ed., Mc Graw-Hill, Inc., New York.
- Plante, C.J., Shriwer, A.G., 1998, Differential lysis of sedimentary bacteria by *Arenicola marina* L., examination of cell wall structure and exopolymeric capsules as correlates. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 229: 35-52.
- Stoderegger, K.E., Herndl, G.J., 2001, Visualization of the exopolysaccharide bacterial capsule and its distribution in oceanic environments. *Aquat. Microb. Ecol.* 26: 195-199.
- Westwood, D., 1994, The Microbiology of Water, Methods for the Examination and Association Materials, Report on Public Health and Medical Subjects No:71, Hmso, London

GÜLLÜK KÖRFEZİ'NDE BESİN TUZU VE DEĞİŞKEN ÇEVRESEL PARAMETRELER

¹Pelin Saliha ÇİFTÇİ TÜRETKEN, ¹Gülşen ALTUĞ, ²Mine ÇARDAK,

¹Sevan GÜRÜN, ¹Samet KALKAN

*¹İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü,
Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı, İstanbul*

*²Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü,
Çanakkale
pciftci@istanbul.edu.tr*

ÖZET

Bu çalışmada; Güllük Körfezi'nden seçilen 12 istasyondan Mayıs 2011- Şubat 2013 tarihleri arasında alınan yüzey, orta ve dip suyu örneklerine ait fiziko-kimyasal parametre değerleri kaydedilerek besin tuzu, klorofil-*a* analizleri yapılması amaçlanmıştır. Çalışma dönemi boyunca; nitrit azotu 0,112-0,001 mg/l, nitrat azotu 18,8-0,83 mg/l, amonyum azotu 2,79-0,01 mg/l, toplam fosfor 1,744-0,004 mg/l değerleri arasında kaydedilmiştir. Klorofil-*a* değerleri 1,65-0,004 µg/l arasında değişiklik göstermiştir. Çalışma dönemi boyunca Güllük Körfezi'nin 1. ve 3. sınıf su kalite değerlerine sahip olduğu gözlemlenmiştir.

GİRİŞ

Güllük Körfezi Ege Denizi'nde yer alan karasal ve gemi taşımacılığı kaynaklı kirliliğin etkisinde kalan, yoğun yetiştiricilik faaliyetlerinin yapıldığı ve turizm aktivitelerinin yoğun olduğu bir körfezdır. Bu faaliyetler deniz ekosisteminde su kolonunda doğal yapının bozulmasına dolayısıyla ortamın verimliliğinin ve kullanımının olumsuz yönde etkilenmesine sebep olmaktadır.

Deniz suyunun fiziksel ve kimyasal özelliklerinde zaman içerisinde oluşan değişimler ve bu değişimlere sebep olan faktörler su kalitesinin belirlenmesinde önemli bir yer tutmaktadır. Su kolonunda bulunan fosfor ve azot tuzlarının miktarlarının belirlenmesi ortamın trofik düzeyi ve sistem işleyişi hakkında bilgi sağlar.

Bu çalışmada Güllük Körfezi'nden seçilen istasyonlarda su kolonunda fiziko-kimyasal parametrelerin belirlenmesi, besin tuzu ve klorofil-*a* analizleri yapılarak iki sene içerisinde değerlerin değişiminin incelenmesi ve su kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Güllük Körfezi'nde seçilen 12 istasyonda Mayıs 2011-Şubat 2013 tarihleri arasında sonbahar, kış ve ilkbahar dönemlerinde mevsimlik, yaz döneminde aylık örneklemeler yapılmıştır. Toplamda 12 örnekleme gerçekleştirilmiştir.

Nansen (Hydrobios) örnekleme şişesi kullanılarak her istasyonda yüzey, orta ve dip suyu örnekleme yapılmıştır. Örnekler 1L'lik polietilen örnekleme şişelerine konularak soğuk zincir bozulmadan İstanbul Üniversitesi Deniz Biyolojisi Laboratuvarında analize alınmıştır (APHA, 2000).

Faklı derinliklerden alınan deniz suyu örneklerinde nitrat azotu (mg NO₃-N/L) 4500 N03-E metodu ile nitrit azotu (mg NO₂-N/L) 4500 N02-B metodu ile amonyum azotu (mg NH₃-N/L) 4500 NH3-F metodu ile belirlenmiştir. Toplam fosfor (mg P/L) 4500-P E metodu ile klorofil-*a* 10200 H 2 metodu ile belirlenmiştir. Analizlerde spektrofotometrik yöntemler kullanılmıştır (APHA 2000). Deniz suyundaki nitrat ve nitrit azotu miktar tayinlerinde azot bileşeni ile deniz suyundaki klor etkileşimini azaltmak için sodyum tiyosülfat çözeltisi kullanılmıştır.

Deniz suyunda pH, çözülmüş oksijen, iletkenlik, tuzluluk ve sıcaklık ölçümleri deniz suyu örnekleme yerlerinde yapıldığı noktalarda taşınabilir Multi-parametre Prob (Hache Lange HQ40d) kullanılarak sahada ölçülmüş ve kaydedilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışma dönemi boyunca; nitrit azotu en yüksek 0,112 mg/l olarak 8. İstasyon dip suyu örneğinde Şubat 2013 örnekleme kaydedilirken, en düşük değer 4. İstasyon yüzey suyu örneğinde 0,001 mg/l olarak belirlenmiştir. En yüksek nitrat azotu değeri 18,8 mg/l olarak 9. İstasyon yüzey suyu örneğinde Şubat 2013 örnekleme, en düşük nitrat azotu değeri 8. istasyonda yüzey suyu örneğinde Mayıs 2011 örnekleme döneminde 0,83 mg/l olarak kaydedilmiştir. Amonyum azotu değeri en yüksek 2,79 mg/l olarak 11. İstasyon yüzey suyunda Şubat 2012 örnekleme kaydedilirken, en düşük değer 10. İstasyon yüzey suyu örneğinde 0,01 mg/l olarak Şubat 2012 örnekleme belirlenmiştir. Toplam fosfor değerleri en yüksek 1,74 mg/l olarak 1. İstasyon yüzey suyu örneğinde Eylül 2012 örnekleme kaydedilirken, en düşük değer 0,004 mg/l 1. İstasyon dip suyu örneğinde Mayıs 2012 örnekleme elde edilmiştir. Klorofil-*a* düzeyi 1,659 – 0,004 µg/l değerleri arasında değişiklik göstermiştir.

Örnekleme dönemi boyunca sıcaklık değerleri 30,5–13,3 °C arasında değişiklik göstermiştir. Temmuz 2012 örnekleme, en düşük sıcaklık değeri Şubat 2013 örnekleme kaydedilmiştir. En yüksek sıcaklık değeri pH değerleri 8,86–6,59 arasında kaydedilmiştir. Güllük Körfezi pH değerleri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde belirtilen değer aralığında (6.0-9.0) yer aldığı gözlemlenmiştir. Çözülmüş oksijen değerleri 10,3–4,5 mg/l olarak kaydedilmiştir. Düşük oksijen değerleri dip suyu örneklerinde kaydedilirken, yüksek oksijen değerleri yüzey suyu örneklerinde kaydedilmiştir. Tuzluluk değerleri ‰42,7 ile ‰ 13,63 değerleri arasında değişmiştir. En düşük değer 8. İstasyon yüzey suyu örneğinde bahar örnekleme kaydedilmiştir. Çalışma süresince en yüksek iletkenlik değeri 40,9 – 36,5 mS/cm olarak kaydedilmiştir. İletkenlik değerleri deniz suyundaki çözülmüş madde miktarına

bağlı olarak değişim göstermektedir. Yaz dönemi örneklemelerinde deniz suyunda çözülmüş madde miktarının artmasına bağlı olarak iletkenlik değerleri de artış göstermiştir.

Sonuç olarak; Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine (2004) göre çalışma dönemi boyunca Güllük Körfezi'nden elde edilen besin tuzu değerleri incelendiğinde I. ve III. sınıf su kalitesi değerlerine sahip olduğu ve yaz döneminde nüfus artışı ve artan insan aktivitelerinin su kalitesi üzerinde olumsuz etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenen proje (Proje No 110Y243) kapsamında yürütülmüştür. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

ANON, 2004, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği, 31 Aralık Cuma 2004, 25687 Sayılı Resmi Gazete.

APHA (2000). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20th Edition. Clesceri, L.S., A.E Greenberg and A.D Eaton (eds). *American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation*. Washington, D.C.

GÜLLÜK KÖRFEZİ KIYISAL ALANINDA BİYO-İNDİKATÖR BAKTERİLERİN ÇEVRESEL PARAMETRELERLE İLİŞKİLERİ

Samet KALKAN, Gülşen ALTUĞ

*İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü,
Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı, İstanbul
sametkalkann@gmail.com*

ÖZET

Güllük Körfezi kıyısız alanı evsel, endüstriyel ve tarımsal aktivitelerin yanında bahar ve yaz aylarında yoğun olarak yüzme maksatlı turistik kullanıma ve tekne turizmine ev sahipliği yapmaktadır. Bu çalışmada çevresel faktörler dikkate alınarak Güllük Körfezi kıyısız alanında belirlenen istasyonlardan alınan yüzey sularında bakteriyolojik kirlilik indikatörü bakteri düzeyini tespit ederek kirlilik kaynaklarının kıyısız alanlardaki bakteriyolojik etkisini ortaya koymak amaçlanmıştır. Aynı zamanda ortamın besin tuzları açısından ötrofik değerlerinin ortaya konması halk sağlığı, ekosistem sağlığı ve canlı kaynakların sürdürülebilir kullanımına yönelik bilgilere ulaşmak amacı ile değişken parametreler (çözünmüş oksijen, pH, sıcaklık, tuzluluk) ve besin tuzları (nitrit azotu, nitrat azotu, amonyum azotu, fosfat fosforu) düzeyinin indikatör bakteri düzeyi ile ilişkilendirilmesi amaçlanmıştır.

GİRİŞ

Güllük Körfezi, liman faaliyetleri, deniz taşımacılığı, evsel ve endüstriyel atıklar nedeni ile kirlilik girdilerinin etkisine açıktır. Güllük Körfezi kıyısız alanında Sarıçay Deresi körfeze evsel ve endüstriyel kaynaklı atıkların girdiği ayrı bir kirlilik kaynağıdır. Güllük Körfezi'nde kafes çiftlikler Göl Limanı, Salih Adası çevresi, Asin Körfezi batısındaki Ziraat Adası yine Çam Limanı batı kıyısı ve Kazıklı Limanı batı kıyısında yoğunlaşmış olarak 15 yıldan fazla faaliyet göstermişlerdir. Bu çiftliklerin açığa taşınması sonrasında kıyısız alanda (Asin Körfezi- Dalyan) toprak havuzlarda yavru balık üretimi yapılmasının etkileri henüz bilinmemektedir. Güllük Körfezi içinde yer alan Güllük Limanından limana gelen gemilerin balast suları kaynaklı körfezin yaşadığı baskı (Yıldız ve ark. 2002) Güllük Körfezini etkileyen unsurlar arasındadır. Güllük Körfezi'nde daha önce yapılan çalışmalarda muhtemel fekal kaynak analizleri, tespit edilen bakteriyolojik kirliliğin primer kaynağının insan olduğunu göstermiştir (Altuğ ve ark. 2008).

Bu çalışmada kıyısız alanlardan alınan deniz suyu örneklerinde insan kaynaklı bakteriyolojik kirlilik göstergesi olan biyo-indikatör bakteriler, (toplam koliform, fekal koliform, fekal streptokok), değişken parametreler (çözünmüş oksijen, pH, sıcaklık, tuzluluk), besin tuzları (nitrit azotu, nitrat

azotu, amonyum azotu, fosfat fosforu) ve klorofil-a analizleri yapılarak, bölgenin bakteriyolojik kirlilik düzeyi ve çevresel parametrelerle ilişkisi ortaya konmuştur.

MATERYAL ve METOT

Güllük Körfezi kıyısız alanında çevresel faktörler dikkate alınarak seçilen, istasyonlarda (Bkz. Ek2 Tablo 2, ve Ek4 Şekil 2), bir yıl boyunca Mayıs-Ağustos ayları arasında aylık, diğer zamanlarda mevsimlik olarak yüzey suyu örneklemeleri yapılmıştır.

Deniz suyunun pH, çözülmüş oksijen, tuzluluk ve sıcaklık ölçümleri Multiparametre (YSI 556) cihazı ile yapılmıştır.

Nitrat azotu (mg NO₃⁻ N/L) analizi APHA 2000, nitrit azotu (mg NO₂⁻ N/L) analizi 4500 N02-B, toplam fosfor analizi 4500-PE, klorofil-a tayini 10200 H2, amonyum azotu tayini 4500 NH₃-F, APHA 2000'e göre yapılmıştır.

İndikatör bakteri analizlerinde deniz suyu örnekleri sulandırıldıktan sonra, her örnek üç tekrarlı olmak üzere, membran filtrasyon tekniğine göre, 0.45 µm gözenek çaplı steril filtrelerden (Sartorius) vakum altında süzülerek, m- Endo-NKS, m- FC-NKS ve Azide-NKS besiyerlerine alınarak inkübe edilmiştir.. 24 saat inkübasyon sonrası üreyen şüpheli kolonilerin, doğrulama testleri yapıldıktan sonra, üç tekrarın ortalaması alınarak sayısal tanımlamaları (KOB/100 mL: 100 mL' de koloni oluşturan birim) yapılmıştır (MacFaddin 1980, APHA 2000).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Yaz aylarında değişken parametrelerdeki değişime paralel olarak indikatör bakteri sayısı artış göstermiş ve limit değerlerin çok üzerinde bulunmuştur. Kıyısız alanda tespit edilen yüksek indikatör bakteri düzeyi bölgenin karasal kaynaklı kirlilikten etkilendiğini göstermiştir. İndikatör bakteri sayısı yaz aylarında en yüksek değerlere çıkmıştır.

Güllük Körfezi'nde evsel, endüstriyel ve tarımsal kirleticiler, yüzme maksatlı turistik kullanım ve tekne turizmi, Sarıçay Deresi'nin körfeze evsel ve endüstriyel kaynaklı atıkları taşınması kıyısız alandaki kirliliğin ana etkenleridir. Daha önce yapılan çalışmalarda muhtemel fekal kaynak analizleri, tespit edilen bakteriyolojik kirliliğin primer kaynağının insan olduğunu göstermiştir (Altuğ ve ark. 2008). Bu alanlar aynı zamanda yerleşim yerlerinin kanalizasyon deşarj sistemi eksikliklerinden dolayı patojen bakterilerin oluşabildiği alanlardır.

Dinamik koşullara sahip deniz ortamında bakteriler sığ ve kıyıya yakın alanlarda, açık deniz alanlarına göre organik madde girdisi nedeni ile gelişmeleri için daha uygun koşulları bulurlar (Pomeroy ve ark., 1984). Bu çalışmanın bulguları da körfezin kıyısız alanında bakteriyolojik kirlilik girdilerinin olduğunu göstermiştir. Bu nedenle Güllük Körfezi kıyısız alanı bu etkenlere maruz kalan en kırılgan bölgeyi oluşturmaktadır. Yaz aylarında yüksek bulunan fekal bakteri düzeyi artırımların yetersizliği ve mevsimsel nüfus artışı ile ilişkilendirilmiştir.

Değişken parametrelerin (Çözünmüş oksijen, pH, sıcaklık, tuzluluk) ve besin tuzları (nitrit azotu, nitrat azotu, amonyum azotu, fosfat fosforu) düzeyinin indikatör bakteri düzeyi ile ilişkilendirilmesi ile kıyusal alanda bakteri düzeyinin değişimleri gözlenmiştir. Yaz aylarında bakteriyolojik kirlilik düzeyinde görülen artış Güllük Körfezi kıyusal alanında güncel fekal kirlilik kaynaklarının ve ortamın besin tuzları açısından ötrofik değerlerinin ortaya konması bakımından halk sağlığı, ekosistem sağlığı ve canlı kaynakların sürdürülebilir kullanımını açısından önem taşımaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenen proje (Proje No 110Y243) ve İÜ BAP (Proje No 22927) kapsamında yürütülmüştür. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a ve İÜ BAP Birimine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Altuğ, G., Çardak, M., Çiftçi, P. S., 2008, Kültür Balıkçılığı ve Turistik Faaliyetlerin Besin Tuzları ve Bakteriyolojik Kirlilik Dağılımına Etkisi, *Su Ürünleri Dergisi*, 26,45, İstanbul.

Amann, R. I., W. Ludwig, K. H. Schleifer., 1995, Phylogenetic identification and in situ detection of individual microbial cells without cultivation. *Microbiol. rev.* 59:143-169.(1995)

APHA. 2000, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20th Edition. Clesceri, L.S., A.E Greenberg and A.D Eaton (eds). American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation, Washington, D.C.

NCCLS. 1999, National Committee for Clinical Laboratory Standards Performance standards for antimicrobial susceptibility testing, Ninth Informational Supplement, M100-S9, Wayne.

MacFaddin JF., 1980, Biochemical Tests for Identification of Medical Bacteria, 2nd ed., Williams and Wilkins, Baltimore MD, p249-260.

Pomeroy, L. R., Hanson, R. B., McGillivray, P. A., Sherr, B. F., Kirchman, D., Deibel, D., 1984, Microbiology and chemistry of fecal products of pelagic tunicates: rates and fates. *Bull. Mar. Sci.* 35:426-439.

Yıldız , H., Doğan H. M., 2002, Urla Ö. Muğla İli Güllük Körfezinde Deniz Suyu Kirliliğinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Sistemleri İle İzlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*. 11(1-2): 142-149.

GÜLLÜK KÖRFEZİ'NDE SEDİMENT VE SU KOLONUNDA HETEROTROFİK BAKTERİ BOLLUĞU VE TOPLAM ORGANİK KARBON DÜZEYİ

**Gülşen ALTUĞ, Mine ÇARDAK, Pelin Saliha ÇİFTÇİ TÜRETKEN,
Sevan GÜRÜN, Samet KALKAN, Onnocan HULYAR**

*İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü,
Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı, İstanbul
onnocan.h@gmail.com*

GİRİŞ

Güllük körfezi, çevreden çıkarılan boksit ve feldspat rezervlerinin sevk noktası olmasından dolayı hayli işlek bir limana sahiptir. Özellikle yaz aylarında nüfusta ve turizm faaliyetlerinde artış gözlenmektedir. Taşımacılık, karasal kaynaklı evsel atıklar ve körfezdeki üretimden dolayı oluşan hareketlilikten körfez ekosistemi olumsuz etkilenmektedir. Heterotrofik bakteriler hem enerji üretmek hem de sentez yapmak için organik maddeleri kullanırlar. Toplam organik karbon (TOK), organik maddelere kovalent olarak bağlanmış tüm karbon atomlarıdır. Bütün organizmalar ve metabolitleri organik karbon içerirler. Bu nedenle ortamdaki TOK düzeyini bilmek önem taşımaktadır. Bu çalışmada Güllük Körfezi'nde belirlenen istasyonlarda sediment ve su kolonunda TOK düzeyi ve heterotrofik aerobik bakteri bolluğu (HPC) düzeyini bulmak amaçlanmıştır. Heterotrofik aerobik bakteri bolluğu ve TOK düzeyi arasındaki ilişki araştırılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Güllük Körfez'inde belirlenen 20 istasyondan Mayıs 2011 ve Şubat 2013 tarihleri arasında örnekleme yapılmıştır. İstasyonlar Şekil 1 de (Bkz Ek 3) gösterilmiştir. Örnekleme sonbahar, kış ve ilkbahar dönemlerinde mevsimsel, heterotrofik faaliyetin yoğun olduğu Mayıs ve Ağustos aylarında ise aylık olarak yapılmıştır. İstasyonlarda su örnekleri aseptik koşullarda su kolonundan NANSEN (Hydrobios) şişesi ile dip sediment örnekleri ise Ekman Grab (Hydrobios 15x15) ile alınmıştır. Su örnekleri steril ışık geçirmeyen kahverengi cam şişelerde alınmış ve analizlerin yapılması için laboratuara soğuk zinciri ile getirilmiştir.

Heterotrofik bakteri sayısı (HPC) analizleri APHA (1998)'e göre yapılmıştır. Laboratuarda deniz suyu örnekleri fosfat tamponu ile seyreltmeleri yapıldıktan sonra Marine Agar (DİFCO) besi yerine 100 µl yayma plak yöntemi ile ekilmiştir. Örnekler 22 ±1°C'de 72 saat inkübe edilip sonuçlar koloni sayım cihazı ile tespit edilmiştir. Deneyler çift tekrarlı yapılmıştır.

Sedimentte toplam organik karbon (TOK) tayini: Örnekler 40°C'de kurutulmuş ve agat bir havanda öğütülmüştür. Bu örnekten yaklaşık 1-2 gr tartılarak üzerine 2 M HCl asit ilave edilerek inorganik karbonu uzaklaştırılmıştır. Örnek distile su ile santrifüjde birkaç kez yıkanarak

kurutulmuştur. TOK ölçümünde Carlo ERBA NC2500 CHN elementel analiz cihazı kullanılmıştır (Wilkinson, 1991).

Suda toplam organik karbon (TOK) tayini: Ölçümler Standart Metot yüksek-sıcaklıkta yakma metoduna uygun olarak (5310 B, 2005) yapılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Su kolonunda en yüksek heterotrofik bakteri düzeyi Temmuz ve Ağustos aylarında bulunmuştur. Maksimum değer Ağustos 2012 örneklemeinde 13. (Türkbükü) istasyonda 20×10^4 KOB/100 ml olarak kaydedilmiştir. Minimum değer ise Şubat 2011 örneklemeinde 13. (Türkbükü) istasyonda 220 KOB/100 ml olarak kaydedilmiştir.

Heterotrofik bakteri sayısı su kolonunda, yüzey suyu > dip suyu > orta su olarak sıralanmıştır.

Toplam organik karbon (TOK) düzeyi deniz suyunda maksimum Mayıs 2011 örneklemeinde 15. (Güllük-Dalyan) istasyondan 18 mg/L olarak elde edilmiştir. Minimum değer ise Şubat 2013 örneklemeinde 0,1849 mg/L olarak 8. (Asım Körfezi) istasyonda dip suyu örneğinden elde edilmiştir.

Deniz suyu örneklerinde TOK ölçümleri dip suyu TOK> yüzey suyu TOK> orta su TOK şeklinde sıralanmıştır. Heterotrofik aerobik bakteri bolluğu yüzey sularında dip ve orta su örneklerine oranla daha yüksek bulunmuştur. Bu durum çevresel girdilere bağlı olarak heterotrofik aerobik bakteri bolluğunun yüzey suyunda yüksek olduğunu, TOK'un zamana bağlı olarak su hareketleri ile dip suyunda yoğunlaştığını göstermiştir.

HPC düzeyinde 2012 yılında 2011 yılına göre artış tespit edilmiştir. Yaz aylarında yükselen su sıcaklığı yükselen HPC ve yükselen TOK değerleri birbirlerine paralellik göstermiştir. Yaz döneminde artan karasal kaynaklı girdilerin bu durumu etkilediği düşünülmektedir. Heterotrofik aerobik bakteri bolluğu sediment örneklerinde su kolonu örneklerinden daha yüksek düzeylerde bulunmuştur. Bu durum bakterilerin partiküle bağlı yaşam eğilimleri nedeniyle besin elementi ve organik madde girdisinin biriktiği sedimentte yoğunlaşmasını açıklamaktadır. TOK değerlerinin yüksek olduğu noktalarda HPC düzeyinin de yüksek bulunması TOK ve HPC arasında doğru orantılı bir ilişki olduğunu özellikle yaz aylarında artan heterotrofik aktivitenin TOK girdisi ile de ilişkilendirilebileceğini göstermiştir. Bu durum Güllük Körfezi örneğinde görüldüğü gibi ortama giren girdilere bağlı olarak artış gösteren organik maddelerin aynı zamanda heterotrofik bakteriyel aktiviteyi arttırdığını, zamanla bakterilere bağlı olarak ortam şartlarında oksijen azalması, pH değişimi gibi olumsuz değişikliklerin yaşanmaması için girdilerin kontrol altına alınmasının önemini göstermektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenen proje (Proje No 110Y243) kapsamında yürütülmüştür. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

APHA, 1998, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20th Edition. Clesceri, L.S., A.E Greenberg and A.D Eaton (eds). American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation, Washington, D.C

APHA, 2005, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20th Edition. Clesceri, L.S., A.E Greenberg and A.D Eaton (eds). American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation, Washington, D.C

Wilkinson, J. J., 1991, Volatile production during contact metamorphism: the role of organic matter in pelites. J. Geol. Soc. London., (1991) 148: 731-736.

GÜLLÜK KÖRFEZİ YÜZEY SEDİMENTLERİNDE METAL BİRİKİMİ

**Nuray BALKIS^{1*}, Abdullah AKSU¹, Gülşen ALTUĞ², Mine ÇARDAK³,
Pelin Saliha ÇİFTÇİ TÜRETKEN², Sevan GÜRÜN², Samet KALKAN²**

¹*İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Fatih, İstanbul*

²*İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı, İstanbul*

³*Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi,
Temel Bilimler Bölümü, Çanakkale
nbal@istanbul.edu.tr*

ÖZET

Çalışma alanımızı oluşturan Güllük Körfezi, Torba, Güvercinlik ve Güllük gibi küçük yerleşim yerlerine sahip olup, çevresinde endüstriyel faaliyetler bulunmamaktadır. Buna karşılık Güllük Limanı, özellikle çevredeki boksit ve feldspat rezervlerinin sevk noktası olması sebebiyle hayli işlek ve gelişmiştir. Limanın dışında balıkçılık ve turizm önemli faaliyet alanları ve geçim kaynaklarıdır. Kentin kuzeyine kurulu dalyanda ve denizde iyi balık çıkmakta, en çok, çipura, levrek, sargoz, mercan, lüfer, kefal, dil balığı, istavrit, palamut, yılanbalığı ve daha birçok türde balık avlanmaktadır. Ayrıca çevredeki koyların çoğunda kültür balıkçılığı da yapılmakta, çipura ve levrek yetiştirilmektedir. Ancak, körfez tarım ve turizme ait aktiviteler, evsel atıklar, limanlardaki özellikle de Güllük Limanındaki yoğun maden taşımacılığı ve Saray deresinin getirdiği karasal girdiler sonucunda son yıllarda kirlenme tehlikesiyle karşı karşıyadır. Bu çalışmada Güllük Körfezi'ndeki güncel metal kirliliğini belirlemek amacı ile yüzey sedimentlerinde toplam kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), krom (Cr), bakır (Cu), çinko (Zn), arsenik (As) ve alüminyum (Al) içerikleri incelenmiştir

GİRİŞ

Metaller deniz suyunun yapıtaşlarını oluştururlar. Maden cevherlerinin erozyonu, volkanik aktiviteler, toz bulutları, orman yangınları ve tarım gibi doğal kaynakların ve insan aktiviteleri sonucu oluşan girdilerin etkileri değerlendirildiğinde metal girdileri karmaşık bir hal alır. Bunun yanı sıra nehirler bünyelerinde metal ve maden cevheri bulunması halinde bu metallerin denizlere taşınmasında ve burada depolanmasında önemli ölçüde katkıda bulunurlar. Ayrıca nehirler kentsel ve endüstriyel bölgelerden geçmesi durumunda da buralardan oluşan atıkların deşarjı sonucu metalleri bünyesine alır. Bir diğer metal kaynağı ise atmosferik girdilerdir. Metalleri diğer toksik maddelerden ayıran en önemli özellikleri ise insanlar tarafından ne oluşturulabilir ne de yok edilebilir olmalarıdır. Tüm canlılar hayatsal etkinliklerini normal olarak sürdürebilmeleri için, ortamlarında bulunan Cu, Zn, Mn ve diğer metallere ve ametallere (Fe, Cd, Cr, Mo, V, Se, Ni, Sn) belirli düzeylerde gereksinim duymaktadır. Bu metaller organik moleküllerle ve daha çok proteinlerle birleşerek metal-protein komplekslerini

oluştururlar. Bunun yanında, birçok enzimin yapılarına katılırlar. Örneğin, Fe kanı kırmızı olan canlılarda, Cu ise renksiz kan sıvısı olan omurgasızlarda ve deniz organizmalarında oksijen taşımaları ve bunların yanında diğer birçok enzim aktivitelere direkt olarak metalloprotein olarak katılırlar. Bununla beraber, bazı metaller de vitaminlerin yapı taşlarını oluştururlar (Güler ve Çobanoğlu, 1994). Esansiyel olan metaller, eksikliklerinde olduğu gibi fazla miktarlarda alındıklarında da toksik etki oluşturabilmektedirler. Toksiklik düzeyi her metalde farklılık göstermektedir. Metallerin toksiklik düzeyleri çoktan aza doğru As, Hg, Ag, Cu, Cd, Zn, Pb, Cr, Ni ve Co şeklinde olmakla beraber bu sıralama kesin değildir. Yüksek konsantrasyonlardaki metaller organizma için faydalı olsun olmasın toksiktir (Brayn, 1971 ve 1976). Bu nedenle hızla gelişen endüstrileşme ve artan nüfusla birlikte özellikle kıyısularda ve körfezlerde oluşan ağır metal kirlenmesi dünyanın çeşitli bölgelerinde önemli halk sağlığı sorunları yaratmıştır. ,

Bu çalışmada Güllük Körfezi'ndeki güncel kirlenmeyi belirlemek amacıyla yüzey sedimentlerinde metal içerikleri incelenmiştir

MATERYAL VE METOT

Yüzey sediment örnekleri Ekman Grab (Hydrobios 15x15) ile 2011–2012 yılları arasında Mayıs, Haziran, Temmuz ve Eylül dönemlerinde Şekil 1 (Bkz Ek 3) de gösterilen örnekleme istasyonlarından alınmıştır. Liyoflizatörde kurutulmuş örnekler mikrodalgada kuvvetli asit (HNO_3 , HF ve HClO_4) çözünürleştirilmesi uygulanmıştır (Loring ve Rantala, 1992; Li ve ark. 2000). Elde edilen örnekler 1 M HCL ile 10 ml' ye tamamlandıktan sonra Pb, Zn, Cu ve Cr, Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresinde (SHIMADZU AA–6701-F model) hava-asetilen alevinde, Al N_2O -asetilen alevinde, As alevli Hidrür Ünitesi'nde ölçülmüştür.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Analizler sonucunda Güllük Körfezi yüzey sedimentlerinde toplam içeriklerin Pb için 1 ile 209 $\mu\text{g/g}$; Zn için 10 ile 259 $\mu\text{g/g}$; Cu için 1 ile 59 $\mu\text{g/g}$; Cr için 0,1 ile 46 $\mu\text{g/g}$; Cd için <0,01 ile 2,8 $\mu\text{g/g}$, As için <0,01 ile 0,4 $\mu\text{g/g}$ ve Al için % 0,6 ile % 5,9 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Yapılan literatür incelemesinde sedimentlerin KF (Kirlenme Faktörü) = $C_{\text{ölçülen}} / C_{\text{şeyl ortalaması}}$ değerine göre sınıflandırıldığı ve eğer $\text{KF} < 1$ ise kirlenmemiş; $1 < \text{KF} < 3$ ise orta derecede; $3 < \text{KF} < 6$ ise önemli derecede ve $\text{KF} > 6$ ise oldukça yüksek derecede o metal için kirlendiği şeklinde yorumlandığı görülmüştür (Pekey v.d., 2004). Buna göre; tüm ölçüm dönemlerinde bütün istasyonlarda yüzey sedimentlerinin Cu, Cr ve As elementleri yönünden kirlenmemiş olduğu tespit edilmiştir. Başka bir deyişle, aynı elementlerin toplam içeriklerinin de şeyl ortalamasının altında olduğu görülmüştür (Krauskopf, 1979). Buna karşılık, Pb yönünden ilkbahar döneminde Çam Limanı'nın orta, Sarıçay deresi ağzının oldukça yüksek ve yaz döneminde ise yine Sarıçay deresi

ağzının orta derecede kirlenmiş olduğu belirlenmiştir. Cd yönünden Kazıklı açığı, Kazıklı ve Çam limanlarının, yaz döneminde Asım Körfezi ve Sarıçay deresi ağzının, sonbaharda ise Panayır Adası Kuzeyi ve Sarıçay deresi ağzının orta derecede kirlenmiş olduğu görülmüştür. Zn yönünden ise ilkbahar döneminde Teke Burnu ve referans istasyonu dışında orta derece bir kirlenme belirlenirken, yaz döneminde İncegöl Burnu, Güvercinlik ve Büyük Tavşan Adası güneyinde ve sonbaharda Yük Limanı'nda orta derecede kirlenme tespit edilmiştir. Pb, Cd ve Zn metalleri yönünden kirlenmelerin görüldüğü aynı dönemlerde toplam metal içerikleri de şeyl ortalamasının üzerinde bulunmuştur.

Bu çalışma, Dalman ve ark. (2006) tarafından yapılan çalışma ile karşılaştırıldığında sonuçların genel olarak uyumlu olduğu; farklı olarak ise Sarıçay Deresi ağzındaki örneklerde özellikle Pb, Cd ve Zn değerlerinin yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca Gökova Körfezi ve Muğla ve çevresinde yapılan kirlilik izleme çalışmalarında metal birikimlerinde termik santrallerinin de etkili olduğu dikkati çekmektedir (Baba ve ark., 2003; Tuna ve ark., 2005; Balkıs ve ark., 2009).

Sonuç olarak, yüzey sedimentlerindeki yüksek metal (Pb, Cd ve Zn) değerleri Güllük Körfezi'ne özellikle Sarıçay Deresi ile ulaşan karasal kaynaklı antropojenik girdilere, limanlardaki deniz taşımacılığına ve turizm aktivitelerine işaret etmektedir. Buna karşılık, körfez sedimentlerinde şeyl ortalaması altındaki alüminyum içerikleri ise yüzey sediment örneklerinin kaba taneli yani karbonatça zengin olmasından kaynaklanmakta olup, körfez gerisindeki mermer yatakları ile ilişkilidir (MTA, maden yatakları haritası, 1/2,000,000) (Şekil 1).

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenen proje (Proje No 110Y243) kapsamında yürütülmüştür. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Baba, A., Kaya, A., Birsoy, Y.K., 2003, The effect of Yatağan thermal power plant (Muğla, Turkey) on the quality of surface and ground waters. *Water air and soil pollut.* 149 (1-4), 93-111.

Balkıs, N., Aksu, A., Okuş, E., Apak, R., 2009, Heavy metal concentrations in water, suspended matter and sediment from Gökova Bay, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 167: 359-370.

Brayn, G.W., 1971, The Effects of Heavy Metals on Marine and Estuarine Organisms Proc. R. Soc. Cond. 389-410.

Brayn, G.W., 1976, Heavy metal contamination in the sea in Marine Pollution Jhontson R.(ed) London Academic Pres. 185-302.

Dalman, Ö., Demirak, Balcı, A., 2006, Determination of heavy metals (Cd, Pb) and trace elements (Cu, Zn) in sediments and fish of the Southeastern Aegean Sea (Turkey) by atomic absorption spectrometry. *Food Chemistry*, 95: 157-162.

Güler Ç., Çobanoğlu Z., 1994, *Çocuk ve Çevre*, T.C. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara, 1994ara.

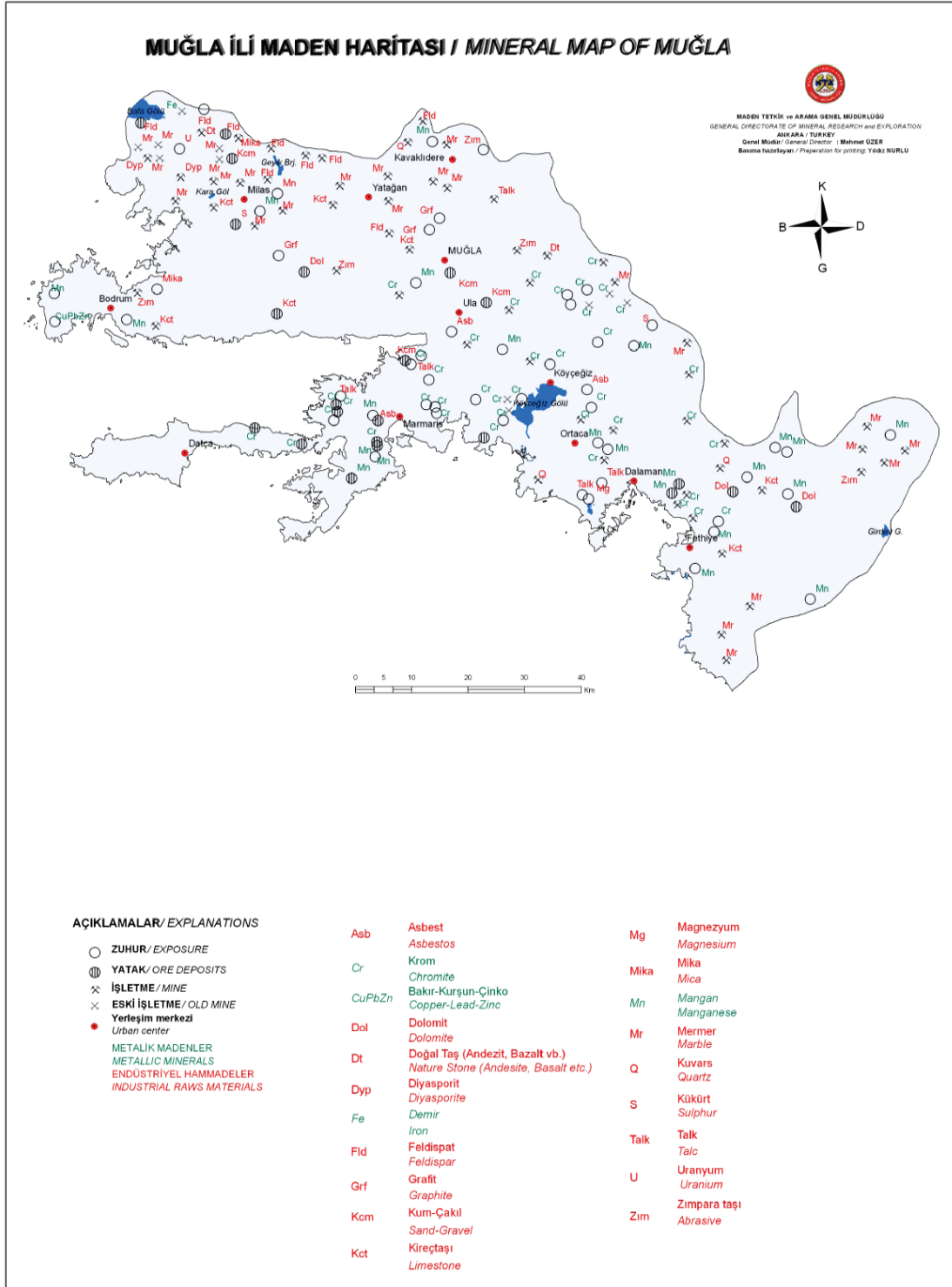
Krauskopf, K. B., 1979, Introduction to Geochemistry. 2nd.edition, McGraw-Hill Kogakusha, Ltd. Tokyo, 617 p.

Li, X., Shen, Z., Wai, O. W. H., Li, Y., 2000, Chemical partitioning of heavy metal contaminants in sediments of the Pearl River Estuary, *Chemical Speciation and Bioavailability*, 12, 17–25.

Loring, D. H., Rantala, R. T. T., 1992. Manual for the geochemical analyses of marine sediments and suspended particulate matter. *Earth-Science Reviews*, 32: 235-283.

Pekey H., Karakaş D., Ayberk S., Tolun L., Bakoğlu M., 2004, Ecological risk assessment using trace elements from surface sediments of Izmit Bay (Northeastern Marmara Sea) Turkey, *Marine Pollution Bulletin*, 48:946–953.

Tuna, L.A., Yağmur, B., Hakerlerler, H., Kılınç, R., Yokas, İ., Bürün, B., 2005, Muğla Bölgesi'ndeki Termik Santrallerinden Kaynaklanan Kirlilik Üzerine Araştırmalar. Muğla Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projesi-Kesin Raporu.



Şekil 1 Muğla ili maden yatakları haritası

GÜLLÜK KÖRFEZİ'NDE SEDİMENT VE DENİZ SUYUNDAN İZOLE EDİLEN BAKTERİLERİN AĞIR METAL DİRENÇLİLİK FREKANSLARI

**Mine ÇARDAK¹, Gülşen ALTUĞ², PELİN Saliha ÇİFTÇİ TÜRETKEN²
Sevan GÜRÜN², Samet KALKAN²**

¹*Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi,
Temel Bilimler Bölümü, Çanakkale*

²*İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü,
Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı, İstanbul
mine_bio98@hotmail.com*

ÖZET

Bu çalışmada Güllük Körfezi'nde Mayıs 2011-Şubat 2013 tarihleri arasında kıyısal ve denizel ekosistemden olmak üzere 22 istasyondan örneklemeler yapılmıştır. Yüzey sediment örneklerinden ve su kolonundan farklı derinliklerinden izole edilen bakterilerin VITEK 30 Compact otomatik mikro tanımlama sistemi ile tanımlamaları yapılmıştır. Daha sonra izolatların Çinko (ZnSO₄), kurşun (Pb (NO₃)₂), bakır (CuSO₄), krom (Cr₂(SO₄)₃) ve demir (FeSO₄) tuzlarına karşı dirençlilikleri mikro dilüsyon testi ile belirlenerek minimum inhibe edici konsantrasyonları (MIC) tespit edilmiştir.

GİRİŞ

Son yıllarda, denizel alanlarda ağır metaller gibi kirletici etkisi yüksek toksik bileşiklerin artması bu bileşiklerin bakteriler aracılığı ile farklı formlara dönüşmesine yönelik çalışmaları ilginç kılarken, toksik maddelerin ortamdaki uzaklaştırılmasında bakteriyel metabolik işleyişin tam olarak tanımlanamaması, bakteriler ile toksik bileşiklerin ilişkilerini ortaya koyan çalışmaların önemini arttırmaktadır (Altuğ, 2005).

Deniz çevrelerinde karasal ortama göre son derece dinamik olan koşullar, bakterilerin çevre şartlarına adapte olurken geliştirdikleri direnç mekanizmalarını da beraberinde getirmektedir. Bu durumda ortam kirliliğini oluşturan bakterileri ve bu kirliliğin uzaklaştırılmasında metabolik yollarla çözüm sunabilecek bakterileri aynı ortamdaki izole etmek mümkün olmaktadır (Cole ve ark., 1988).

Bu çalışmada Güllük Körfezi'nde sediment ve deniz suyundan izole edilen bakterilerin ağır metallere dirençlilik frekansını araştırmak amacı ile çalışmalar yapılmıştır.

MATERYAL ve METOT

Güllük Körfezi'nde GPS ile belirlenen 22 istasyonda Mayıs 2011-Şubat 2013 tarihleri arasında su kolonunda yüzey, orta nokta ve dip deniz suyu örneklemeleri yapılmıştır (Şekil 1, Ek 3). Deniz suyu örnekleri Nansen şişesi ile dip sediment örnekleri ise Ekman Grab (Hydrobios 15x15) ile gerçekleştirilmiştir. İzole edilen bakterilerin VITEK 30 Compact otomatik mikro tanımlama sistemi ile

tanımlamaları yapılmıştır. Zn, Pb, Cu ve Fe tuzlarının 50 µl'den başlayarak 0.004 µl'ye kadar azalan oranlarına 0.5 Mac Farland bulanıklık testine göre dilüsyonları hazırlanan izolatlarda mikro dilüsyon testi yapılarak minimum inhibe edici konsantrasyonları bulunmuştur (Geiselbreth ve ark. 1996).

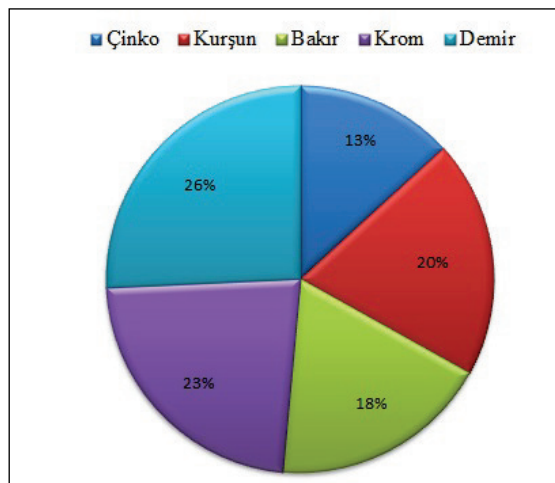
Ağır metal dirençlilik testlerinde referans olarak standart *E.coli* ATCC 35218, *S. epidermidis* ATCC 12228 ve *Salmonella enterica* ATCC 2577 suşları kullanılmıştır (NCCLS,1999).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Güllük Körfezi'nde 22 farklı istasyonda deniz suyundan ve sedimentten alınan ve tanımlanan izolatlara çinko ($ZnSO_4$), kurşun ($Pb(NO_3)_2$), bakır ($CuSO_4$), krom ($Cr_2(SO_4)_3$) ve demir ($FeSO_4$) metal tuzlarına karşı dirençlilikleri belirlenmiştir. Deniz suyundan izole edilen 35 bakteri izolatında en fazla dirençliliğin demire karşı olduğu bunu sırasıyla, krom, kurşun, bakır ve çinkonun izlediği belirlenmiştir.

Mayıs 2011-Şubat 2012 örneklemelelerinde su kolonundan izole edilen 35 adet izolata Zn, Pb, Cu, Cr ve Fe tuzlarının etkisi referans suş olarak seçilen *E. coli* ATCC 35218, *S. epidermidis* ATCC 12228 ve *S. enteridis* ATCC 2577'in aynı ağır metal tuzlarına karşı gösterdiği dirençlilik ile karşılaştırılmış, referans suşların hiçbiri test edilen ağır metal tuzlarına karşı dirençlilik göstermemiştir. Bu durum bize deniz ortamından ve sedimentten izole edilen bakterilerin referans suşlara göre sonradan farklı özellikler kazandığını göstermektedir.

Güllük Körfezi'nde deniz suyu ve sediment örneklerinden izole edilen 69 bakteriyel suş farklı metal tuzlarına karşı dirençlilik frekansları Şekil 1'de özetlenmiştir. Bakterilerin tür dağılımına bu makalede yer verilmemiş sadece izolatların toplam dirençlilik frekansları verilmiştir .



Şekil 1 Güllük Körfezi'nde sediment ve su kolonundan izole edilen suşların farklı metal tuzlarına göre dirençlilik frekansları

İstanbul Boğazı ve Marmara Denizi'nde yapılan çalışmada su kolonundan izole edilen *Enterobacteriaceae* familyası üyesi bakterilerde en fazla dirençlilik nikel tuzuna ve sırasıyla çinko,

bakır, kadmiyum ve cıvaya karşı bulunmuştur (Çardak ve Altuğ, 2009). Yunanistan'da balık çiftliklerinde sedimentten izole edilen 81 bakteriyel izolatta en fazla dirençlilik kurşuna daha sonra sırasıyla nikel, bakır, çinko ve cıva'ya gösterilmiştir.

Dirençlilik düzeyinin sedimentten izole edilen bakterilerde daha fazla bulunması hem ağır metal tuzlarının deniz suyunda çözünmeden kalması ve sedimentte birikimi ile bakterinin maruz kaldığı oranın artışı ile hem de antibiyotiklere dirençlilik kazanmış bakterilerin aynı mekanizma ile ağır metal tuzlarına dirençlilik gösterebiliyor olması düşüncemizi kuvvetlendirmiştir.

Bir bakterinin ağır metal tuzlarının zararsız formlara dönüşümünde rol alması için öncelikle o bakterinin o ağır metale dirençli olması gerektiği düşünüldüğünde dirençlilik frekansı bize ortamdaki ağır metallerin ortamda birikmesi ile ilgili bilgi sağlayabilecektir.

Güllük Körfezi'nde yapılan bu çalışma ile körfezin ağır metal tuzlarına dirençli bakteriyel izolatları hakkında ilk temel bilgilere ulaşılmıştır. Kirletilmiş alanlara adapte olarak yaşamlarını farklı dirençlilikler göstererek sürdüren bakterilerin dirençlilik özelliklerinden yararlanarak laboratuvar ortamında adaptasyonlarının geliştirilmesi ve adapte bakteri türlerinin ürüne dönüştürülerek kirlenmiş alanların temizlenmesinde kullanılabilir aday türlere ulaşılması için ağır metal tuzlarına dirençli bakterilerin bilinmesi önem taşımaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenen proje (Proje No 110Y243) kapsamında yürütülmüştür. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Akinbowale OL, Peng H, Grant P, Barton MD., 2007, Antibiotic and heavy metal resistance in motile Aeromonads and pseudomonads from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) farms in Australia. Int J Antimicrob Agents. 2007 Aug;30(2):177-82.
- Altuğ, G., 2005, Deniz Kirliliği, Temel Kirleticiler ve Analiz Yöntemleri: Bakteriyolojik Deniz Kirliliği, TÜDAV, İstanbul, 225- 275.
- Cardak, M., 2009, İstanbul Boğazı'ndan İzole Edilen *Enterobacteriaceae* Üyelerinin Dağılımı Ve Ağır Metal Dirençliliğinin Araştırılması, Doktora tezi,
- Cole, J.J., Findlay, S., Pace, M. L., 1988, Bacterioplankton production in fresh and saltwater ecosystems: a cross-system overview, Marine Ecology Progress Series, 43, 1-10.
- Geiselbrecht, A.D., Herwig, R.P., Deming, J.W, Staley, J.T., 1996, Enumeration and phlogenetic analyses PAH degrading marine bacteria from Pudget Sound sediments. Appl. Environ. Microbiol. 62: 3344-3349.
- NCCLS.,1999. National Committee for Clinical Laboratory Standards Performance standards for antimicrobial susceptibility testing, Ninth Informational Supplement, M100-S9, Wayne

GÜLLÜK KÖRFEZİNE GİRİŞ YAPAN GEMİLER VE BALAST SULARI AÇISINDAN DEĞERLENDİRME

Arzu OLGUN, Aslı Süha GÜNAY, Gülsen AVAZ

*TÜBİTAK, Marmara Araştırma Merkezi, Çevre Enstitüsü, GEBZE-KOCAELİ
arzu.olgun@tubitak.gov.tr*

ÖZET

Günümüzde gerçekleşen Denizcilik faaliyetlerinin, ekosistem üzerindeki en ciddi tehditlerinden biri, işgalci tür denilen zararlı sucul organizma ve patojenlerin gemilerin balast suları ile limanlar, denizler ve kıtalar arasında taşınımıdır. Türk deniz alanları ulusal limanlarda gerçekleşen ithalat ve ihracattan kaynaklanan yoğun gemi trafiğinin çevresel risklerinin etkisi altındadır. Bu risklerin en önemlilerinden biri gemilerin balast sularında taşınan zararlı sucul organizma ve patojenlerin taşındıkları yeni deniz alanlarında neden oldukları tahribattır. İşgalci tür de denilen bu canlıların etkilerinin geri dönüşümü olmayıp çevre, insan sağlığı ve doğal kaynaklar ve biyolojik çeşitlilik üzerinde önemli kayıplara neden olurlar. Balıkçılığın çökmesine, kültür balıkçılığı ile ilgili stokların bozulmasına, üretim maliyetlerinin artmasına, insan sağlığının etkilemesine ve biyolojik çeşitliliğin bozulmasına neden olurlar. Bu çalışmada, 2007-2012 yılları arasında Güllük Limanı'nda yapılan balast suyu risk analizi ile Güllük Körfezi için riskli liman ve rotalar belirlenmiştir.

GİRİŞ

Bugün dünya literatüründe balast suyu ile ilişkili tür işgallerinin en popüler örnekleri *Dreissena polymorpha* ve *Mnemiopsis leidyi* türlerine ait işgallerdir. 1989 ve 2000 yılları arasında Amerika Birleşik Devletleri'nde özellikle iç sularda işgalci olan Avrupa Zebra midyesi *Dreissena polymorpha* ile ilgili alınan kontrol önlemlerinin maliyeti 750 milyon- 1 milyar USD arasında olmuştur. Bilinen diğer örnek Kuzey Amerika kıyılarından tankerlerin balast suyunda Karadeniz'e taşınarak işgalci olan *Mnemiopsis leidyi*'dir. Karadeniz'de ilk kez 1982 yılında kaydedilen bu türün toplam yoğunluğu 1989 yılı yaz döneminde 1 kg/m² ye ulaşmıştır. Karadeniz'deki plankton stoklarını tüketen *M. leidyi*'nin Türkiye kıyılarındaki balıkçılığa verdiği zararın yüzlerce milyon dolar olduğu tahmin edilmektedir (Kıdeyş, 2002).

1991 yılında Peru'da *Vibrio cholerae*'ya ait bir suşun neden olduğu kolera salgını balast suyunda patojen taşınımı tehlikesini ortaya koyan en önemli örnektir. 10000 fazla insanın ölümü ile sonuçlanan bu salgının etmeninin Asya orijinli olduğu ev Bangladeş'ten Peru'ya gemilerin balast suyunda taşındığı belirlenmiştir. Salgını izleyen 4 yıl süresince Latin Amerika hükümeti içme sularının ve kanalizasyon sistemlerinin iyileştirilmesi için yaklaşık 200 milyar dolar harcamıştır. Peru, deniz ürünleri ihracatından ve turizm gelirinden yaklaşık 1 milyar dolar zarara uğramıştır (Low, 2003).

Akdeniz ve Ege Denizi, kıyılarında yer alan çok sayıda limanla oldukça hareketli ve yoğun bir deniz trafiğine sahiptir. Ege Denizi'nde gerçekleşen yabancı tür işgallerinin nedenleri arasında birinci sırada Süveyş kanalı geçişleri (Lessepsian taşınım), ikinci sırada ise gemicilik faaliyetleri bulunmaktadır. Çınar ve ark. (2011) tarafından yapılan envanter çalışmasında Türkiye kıyılarında yaklaşık 400 yabancı tür kaydı verilmiş olup bu türlerin yaklaşık 122'sini gemi kökenli türler oluşturduğu rapor edilmiştir³. Aynı çalışmada Ege denizi kıyılarımız için toplam 165 yabancı tür kaydı verilmiş olup bu türlerden 59'unun muhtemel vektörlerinin gemicilik faaliyetleri olduğu rapor edilmiştir.

Altuğ ve ark. (2012), İstanbul Ambarlı limanında farklı ülke limanlarından gelen 21 geminin balast suyunda patojenik bakterilerin belirlenmesine yönelik yapmış oldukları çalışmada 38 bakteri türü tespit etmişlerdir. Bu bakterilerin 27'si patojenik bakteri olup çalışma ülkemiz denizlerinin balast suları ile taşınan patojenlere ait riskini göstermektedir⁴.

Güllük Körfezi'nde yer alan Güllük Limanının 2006 yılından sonra yenilenen altyapısı ile çalışmaya başlaması Körfez'deki gemi trafiğinin artmasına neden olmuştur. Liman, özellikle yakın çevresindeki boksit ve feldspat rezervlerinin sevk noktası olup 50.000 DWT tona kadar olan gemilere hizmet verebilmektedir. Limanda 2006 yılında gemilere yüklenen yük miktarı 2.500000 ton iken bu miktar 2011 yılında 4.400000 tona yükselmiştir (Gökçe ve ark. 2012). Liman başlıca, kuru yük gemileri ve kargo tipi gemiler tarafından kullanılmaktadır. Son yıllarda bu bölge artan balast suyu taşınımı ile Ege kıyılarımız içerisinde işgalci tür taşınımına en açık alanlardan biri konumuna gelmiştir.

Körfez zengin tür çeşitliliği içerisinde endemik ve uluslararası anlaşmalar kapsamında koruma altında olan çok sayıda canlıyı barındırmaktadır. Türkiye'nin taraf olduğu 1995 Barselona konvansiyonunda koruma altına alınan türlerden olan ve Akdeniz'in ciğerleri olarak kabul edilen *Posidonia oceanica* çayırları Körfez'de önemli bir dağılıma sahiptir. Körfezde hâlihazırda mevcut olan ötrofikasyon riski taşınan işgalci canlıların bu alanda tutunabilme/yerleşebilme şanslarını artırmakta olup bu durum Güllük Körfezi biyolojik çeşitliliğini tehlikeye sokmaktadır.

Yapılan çalışmada, 2007-2012 yılları arasında Güllük limanında gerçekleşen gemi trafiği, taşınan balast suyu miktarı, orijin denizler ve donör limanlar çerçevesinde değerlendirilerek gerçekleştirilen balast suyu risk analizi ile Güllük Körfezi için riskli liman ve rotalar belirlenmiştir.

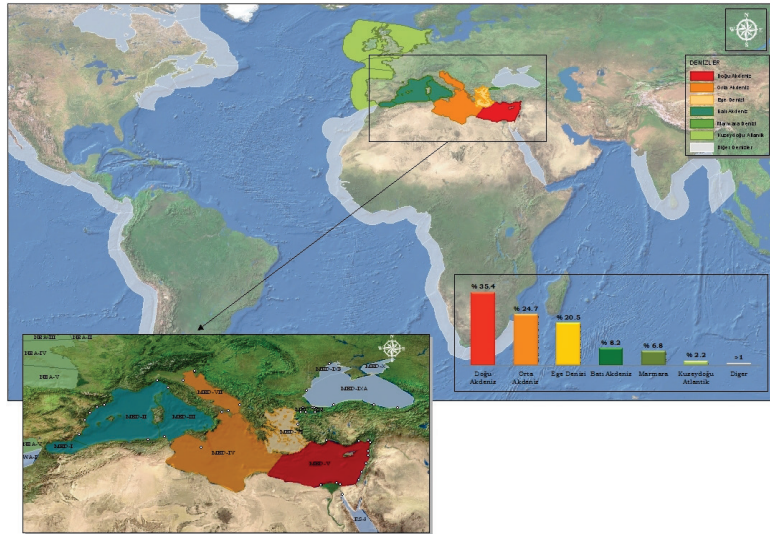
METOT

Çalışmada kullanılan veriler, 2007 yılından sonra ulusal limanlarda kullanılmaya başlanan Balast Suyu Raporlama Form (BSRF) Sisteminden sağlanmıştır. Sistem limanlara yanaşan her bir geminin balast suyu operasyonlarına yönelik; geminin kalkış limanı, balast suyu alım limanı (donör liman), balast suyu alım ve basım miktarları gibi önemli bilgilerini içermektedir.

2007-2012 yıllarına ait yaklaşık 5.5 yıllık bir döneme ait olan veriler değerlendirilerek limana taşınan balast suyu miktarı orijin liman ve denizlere göre hesaplanmıştır. Yine aynı veriler yardımı ile Güllük Limanı için IMO- GloBallast-BSRD Metodolojisine uygun olarak Balast Suyu Risk Değerlendirilmesi (BSRD) gerçekleştirilmiştir (Hillhard ve ark., 2003). GloBallast-BSRD metodolojisi, risk değerlendirmesi yapılan balast suyu basım limanına balast suyu donör limanlarının göreceli risklerinin değerlendirildiği yarı-kantitatif bir risk değerlendirme yöntemidir. Bu yöntemle balast suyu basım limanlarına yüksek riskli olan donör limanlar ve rotalar belirlenebilmektedir. BSRD, GloBallast proje ekibi tarafından geliştirilmiş bir veritabanı ile çalışmaktadır. Söz konusu veritabanı, kalkış limanına ulaşan türlerin göreceli riskini hesaplamak için gerekli olan balast suyu boşaltımı, balast suyu alım ve basım limanların çevresel benzerlikleri, biyo-bölgelerde bulunan türlerin dağılımı, etki ve zararlarını içeren verileri kapsamaktadır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

BSRF sisteminden sağlanan veriler üzerinde yapılan hesaplamalara göre; 2007- 2012 yılları arasında Güllük limanında yaklaşık 2862 gemi ziyareti gerçekleşmiş olup toplam 157 farklı limandan yaklaşık 4.8 milyon ton (yıllık ort. 800 bin) balast suyu taşınmıştır. Şekil 1’de, Güllük Limanına taşınan balast sularının orijin denizleri hacimsel oranlarına göre görüntülenmektedir. Buna göre taşınan balast suyunun %68’i Akdeniz, %21’i Ege Denizi, %7’si Marmara Denizi, % 2’si Atlantik Okyanusuna aittir. Karadeniz ve Kızıldeniz %1’lik oranlarda bir paya sahiptir. En yüksek balast suyu hacmi yaklaşık 1,5 milyon tonla Doğu Akdeniz’e aittir. Bunu yaklaşık 1.1 milyon tonla Orta Akdeniz (öz. Adriyatik Denizi Limanları), 920 bin tonla Ege Denizi ve 365 bin tonla Batı Akdeniz izlemektedir. Pasifik Okyanusu da Güllük limanının balast suyu orijin denizleri arasında olmakla birlikte taşınan balast suyu miktarı düşüktür.



Şekil 1 Güllük Limanı – orijin denizlerden taşınan balast suyu oranları



Şekil 4 Güllük Limanı, balast suyu risk analizi sonucu, donör limanlar risk kategorileri

KAYNAKLAR

- Altug, G., Gurun, S., Cardak, M., Ciftci, P.S. ve S. Kalkan, 2012, The occurrence of pathogenic bacteria in some ships' ballast water incoming from various marine regions to the Sea of Marmara, Turkey, *Marine Environmental Research* 81; 35-42.
- Çınar, M.E., Bilecenoğlu M., Öztürk, B., Katağan, T., Yokeş, M.B., Aysel, V., Dağlı, E. Açık, S., Özcan, T. ve H. Erdoğan, 2011, An updated review of alien species on the coasts of Turkey, *Medit. Mar. Sci.*, 12/2, 2011, 257-316.
- Gökçe, M. A., Öner, E. ve Z. Sargut, 2012, Milas OSB-Güllük Limanı Demiryolu Hattı Proje Fizibilitesi Raporu, İzmir Ekonomi Üniversitesi.
- Hilliard, Rob., Clarke, C., Stevens, C., Polglaze, J. and C. T. Hayes, 2003, Ballast Water Risk Assessment (Activity 3.1), User Guide (v1.4), GEF/UNDP/IMO, Global Ballast Water Management Programme (GloBallast), for the BWRA Database/ GIS System.
- Kıdeys, A. E., 2002, Assessing extend and impact of ship transported alien species in the Black Sea, CIESM Workshop Monographs, İstanbul.
- Low, T., 2003, Ballast invaders: the problem and response, Invasive Species Council, Australia.

GÜLLÜK LAGÜNÜ ve KÖRFEZİNİ BESLEYEN ACI SU KAYNAKLARI

Selçuk ALTINSAÇLI

*İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü,
Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı, İstanbul
selcuk.altinsacli@gmail.com*

ÖZET

Bu çalışmada, Milas İlçesi sınırları içerisinde yer alan ve Güllük Lagünü ile Güllük Körfezini besleyen karstik acı su kaynaklarında 2009 yılında yapılan fiziko-kimyasal ölçümlerden, incelemelerden ve daha önce bu kaynaklarda gerçekleştirilmiş olan çalışmalardan elde edilen veriler kullanılarak bu kaynaklar hakkında değerlendirmeler yapılmıştır.

GİRİŞ

Milas'taki acı su kaynaklarını ilginç kılan özellik bu kaynakların acı su özelliği gösteren kaynaklar olmasıdır. Bu kaynaklardan çıkan sular günümüzde seddelenmiş kanallardan akarak Güllük Lagünü ve Güllük Körfezini beslemektedir. Sarıçay, Hamzabey Deresi ve acı su kaynaklarından akan suların taşımış olduğu alüvyonlar, Büyük Menderes Ovası, Küçük Menderes Ovası ve Bakırçay Ovasına benzer fakat boyutu daha küçük olan bir ova oluşturmuştur. Bu ovaların önünde oluşmuş olan lagünler gibi, bu ova ile deniz arasında da Güllük Lagünü oluşmuştur. Ovanın Kuzeyinde ve Güneyinde uzunluğu çok fazla olmayan faylar mevcuttur. Acı su kaynakları alüvyal ovayı çevreleyen kayalarla alüvyon tabakanın sınırındaki dokanıklardan yeryüzüne çıkmaktadır. Maden Tetkik Arama kurumunun 1:500.000 ölçekli Denizli Jeolojik haritasına göre (MTA, 1964), çalışma alanı Paleozoik, (Permiyen), Mezozoik (Triyas), Senozoik (Tersiyer, Neojen, Kuvaterner) kökenli kayalardan oluşmuştur Alüvyal ovanın Güllük Körfezi'ne yakın olan kısmında sazlıklarla kaplı ve sığ suları olan Güllük Lagünü bulunur. Alüvyal ovada Ovakişlacık Köyü'nün yakınında yaz aylarında tamamen kuruyan Karagöl bulunmaktadır. Son 8 yılda yağış azlığından dolayı bu göl oluşmamıştır. Güllük Lagünü'nün bir bölümünü oluşturan ve Muhal Denizi olarak da adlandırılan kısmında Karya'lının Mylasa (Milas) Antik kentinin (Kuruluşu İ.Ö. 680 yılı) limanı olan Passala bulunmaktadır. Milas civarında tabaka kaynağı (yamaç), vadi kaynağı, karstik kaynak ve artezyen kaynağı tipindeki soğuk su kaynakları bulunmaktadır. Ülkemizde bu tip kaynaklarda çalışmalar (Filiz ve ark., 2005, Barut ve Gürpınar, 2005, Somay, 2006) yapılmıştır.

Ülkemizdeki birçok su kaynağının fiziko-kimyasal özelliklerine ait olan ölçümler bu sulardan sorumlu kurum olan Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından sürekli olarak yapılmaktadır. Su kaynaklarının zarar görmesi doğal ve hassas olan ekosistemlerindeki dengeleri bozmaktadır.

Milas civarında bulunan acı su kaynakları “acı su ekosisteminin” önemli örneklerindedir. Kayaçların kimyası kaynak sularının iyon yoğunluğunu belirleyen en önemli etkenlerdendir. Kaynaktan yaşayıp öldükten sonra subfosil ve fosilleşmiş kavkı bırakan bazı canlıların (salyangozlar, midyeler, ostrakotlar, diyatomeleler ve foraminiferler) oluşturduğu thatosönozün incelenmesi de kaynakların *palaeoekolojik* özelliklerinin anlaşılmasını sağlamaktadır (Pokorný, 1998).

Bu çalışmada Güllük Lagünü’nü ve Güllük Körfezi’ni besleyen acı su kaynakları fiziko - kimyasal verilerle ilişkilendirilerek değerlendirilmiştir.

MATERYAL ve METOT

2009 yılının Mayıs ve Eylül Ayları arasında 6 karstik acı su kaynağı, bir kuyu ve bir artezyen kaynağındaki (Şekil 1) sulara ait fiziko-kimyasal parametreler [su sıcaklığı (°C), çözünmüş oksijen (mg/L), oksijen doygunluğu (%), elektriksel iletkenlik (EC), tuzluluk (‰), pH ve redoks potansiyeli (mV)] WTW 340i marka portatif ölçüm cihazı ile yerinde ölçülmüştür.



Şekil 1. Milas ilçesi sınırlarında bulunan karstik acı su kaynakları haritası (Google Earth)

Kaynakların önünde birikmiş olan Holosen (güncel) yaşlı yüzey sediman örnekleri Ekman Grab (225 cm²) ile toplanmıştır. Toplanan sedimanlar polietilen kaplara konulduktan sonra içindeki canlı omurgasızlar % 4'lük formalinde tespit edilmiştir. Laboratuvarında eleklerde yıkanan materyalin içindeki canlılara ait olan güncel örnekler ve subfosil materyal formaldehitten arındırılarak %70'lik etil alkol içeren başka bir kaba alınmıştır. Numuneler üstten aydınlatmalı stereo mikroskopta incelenmiş ve içindeki Ostracoda ve Foraminifera grubuna ait kabuklar ayıklanmıştır.

Güllük Lagünü'ne yakın olan kısımlarda yüzeyinde tuz kalıntıları bulunan topraklar bulunmasının yanı sıra Savranköy ve Ekinanbarı Köyleri arasındaki bir bölgede ise toprak yüzeyi tamamen tuz ile kaplanmış durumdadır. Bu alandan alınan toprak numuneleri 1:1 oranında saf su ile iyice karıştırılmış ve WTW 340i cihazı ile tuzluluğu, pH'sı ve elektriksel iletkenliği ölçülmüştür.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Acı Suların Sınıflandırılması Sempozyumu (1958) sonuçlarına göre sekiz istasyondaki tuzluluk oranları ‰ 3,5 (α - Oligosalin ve Oligosalin) - ‰ 15,1 (α - Mesosalin ve Mesosalin) arasında değişmektedir. En düşük tuzluluk (‰ 3,5) oranının ölçüldüğü Avşar Köyü yakınındaki Akarca (Mengiç) Kaynağı, Karstik İlbir Dağındaki akiferlerden tatlı su girişinin en fazla olduğu kaynaktır.

Kaynak sularının hepsi alkalın pH'ye sahiptir.

Su yönetiminde söz sahibi olan kurumlar tarafından alınan yanlış kararların bir sonucu olarak topraktaki ikincil tuzluluk ve yer altı sularındaki tuzluluk artmaktadır. Bundan dolayı ancak yüksek tuzluluk riski olan toprakların saptanmış olması, buradaki su yönetiminin acilen yeniden planlanmasını gerektirmektedir.

Fiziko-kimyasal ölçümü yapılan toprağın pH'sı 7,6, Elektriksel iletkenliği 10 mS/cm, tuzluluğu ise ‰ 64 olarak ölçülmüştür. Toprakların elektrik iletkenliğine ve tuzluluk oranına göre yapılan sınıflandırılma kıstasları (Richards, 1954) ile bu çalışma da elde edilen bu sonuçların karşılaştırılması sonucunda, tuzlanan bölgedeki toprakların çok tuzlu-sodik (8-12 mS/cm) ve sadece tuzluluğa toleranslı bitkilerden normal verim alınabilecek topraklar olduğu saptanmıştır.

Acı su kaynaklarının bulunduğu bölgede 130 adet toprak havuz da çipura-levrek balığı yetiştiriciliği yapan işletme bulunmakta olup bu çiftliklerin kapasitesi 5.541 tondur (Çakar et al. 2011). Her ne kadar acı su kaynaklarından çıkan sular karadaki balık çiftliklerinde kullanılsa da bu çiftliklerin artezyen kaynaklarından elde ettikleri sular dolaylı olarak toprak tuzlanmasına ve tarımsal verimliliğin azalmasına sebebiyet vermektedir.

Güllük Körfezi'nin kuzey kısmının alüvyonlar ile dolmamasının sebebi İlbir Dağı ile Güllük Beldesi'nin bulunduğu kısımda dar bir alanın bulunmasıdır.

Sarıçay'ın önüne yapılan barajlar ve kenarına yapılan seddeler, Sarıçay'ın getirdiği alüvyon miktarını azaltmıştır. Hamzabey Deresi'ni besleyen kaynakların insani amaçlı kullanımı, bölgedeki yağışların azalması ve bu derenin kenarına da seddelerin yapılmış olması Hamzabey Deresi'nin taşıdığı su ve alüvyon miktarını azaltmıştır. Bundan dolayı bu akarsuların getirdiği alüvyonların Güllük Körfezi'nin kuzey kısmını doldurarak büyük bir delta oluşturması ihtimali oldukça azalmıştır.

Acı su kaynaklarındaki thatosönoz ostrakod tür olarak kıyısız acı sularda yaygın olarak bulunan *Cyprideis torosa* (Jones, 1850) türü ve *Ammonia beccari tepida* (Cushman, 1926) bulunmuştur. Bu türlerden *Cyprideis torosa* tuzluluk için gösterge organizmadır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Kaynakların hepsi önemli birer acı su ekosistemidir.

Kaynakların bulunduğu alanda yoğun tarımsal ve turistik faaliyet sürmektedir. Buna karşın kaynakların koruma statüsü hala belirsiz bir durumdadır.

Kaynakların suları karada kurulmuş olan balık çiftlikleri tarafından yoğun bir biçimde kullanılmaktadır.

Balık çiftliklerinden drene edilen sular arıtılmadan kanallar aracılığı ile Güllük Lagünü'ne ulaşmaktadır.

Yeraltı sularının aşırı kullanımı neticesinde deniz suyu, deniz kıyısından 11 km kadar içeriye girmektedir. Ağaçlıhüyük civarındaki derin sondajlarda bu durum açıkça görülmektedir.

Yöredeki bazı bölgelerde topraklar sodik toprak özelliği göstermektedir.

Kaynakların tümü NaCl tipi karstik soğuksu kaynaklarıdır.

Bölgede faylanma mevcut olup mevcut faylar ise uzun olmayan faylardır. Bundan dolayı buradaki faylar çok büyük depremler üretememektedirler.

Kaynakların suları alüvyon tabaka ile karstik tabakaların dokanak yaptığı bölgelerden yeryüzüne çıkmaktadır. Tatlı su girişinin en fazla olduğu kaynak Avşar Kaynağıdır.

Kaynaklarda bulunan ostrakod türü *Cyprideis torosa* kabukları kaynaklardaki tuzluluk değişimleri hakkında önemli ipuçları vermektedir.

Sarıçay insani yerleşimlerden ve zeytinyağı fabrikalarından gelen kirleticilerle ve atıklarla kirlenmektedir.

Hamzabey Deresi'nin oluşturduğu özel habitat turizm baskısı altındadır. Hamzabey Deresi'nin ve Sarıçay'ın oluşturduğu ovada yapılacak çalışmalar Holosen dönemine ait önemli veriler sunacaktır.

Kaynaklardaki hayvan varlığı tipik acı su formlarından oluşmaktadır.

Kaynakların debisi mevsimlere bağlı olarak değişmektedir.

Güllük Limanının faaliyetleri, maden şirketlerinin depolama alanlarının Güllük Lagünü kenarında kurulu olması ve Milas-Bodrum havalimanının bu bölgede bulunması Güllük Lagününün yaban hayatını olumsuz etkilemektedir.

Turizm dışında tarımdan elde edilen ekonomik gelirlerin sürdürülebilir olması için yöredeki tatlı ve acı su kaynaklarının planlı bir şekilde kullanılması gerekmektedir.

Karadaki balık çiftliklerinin faaliyetlerinin binlerce yılda oluşmuş olan verimli tarım arazilerine ve bölgedeki hidrolojik dengeler üzerine olan etkisi mutlaka araştırılmalıdır.

Acı su kaynaklarının bulunduğu bölgede tarımın ve doğal hayatın büyük bir tahribata uğramaması için bölgedeki yer altı su kaynaklarının kullanımının planlı bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Barut, İ.F., Gürpınar, O., 2005, Milas (Muğla) Havzasının Tuzlu Karst Kaynaklarının Hidrojeolojik Dolaşım Modeline Bir Yaklaşım. *İstanbul Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi*, 18 (1), 1-22.
- Filiz, S., Somay, M., Gemici, U., 2005, Investigation of Şaşal Village and Bozdoğan Spring by Environmental Isotopes, *Geosound*, Vol.46: 1-11,
- Çakar, Ö., Durmuş E., Arslan, H., 2011, The Place of Olive Production in Milas County Muğla *Firat University Journal of Social Science* Vol. 21/1: 1-26
- MTA., 1964, 1:500.000 ölçekli Denizli Haritasından Jeolojik Haritası.
- Pokorný, V., 1998, Ostracodes Introduction to Marine Micropaleontology (Second Edition) 1998, 109–149
- Richards, L., 1954,. Agriculture Handbook No. 60, US Department of Agriculture, USA.
- Somay, M., 2006, Aşağı Küçük Menderes Nehri Kıyı Sulak Alanının Hidrojeolojisi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Doktora Tezi.
- Symposium on the Classification of Brackish Waters, 1958, The Venice System for the Classification of marine waters according to salinity. *Oikos* 9: 311–312.

GÜNÜMÜZDE GÜLLÜK LAGÜNÜ'NDE YAŞANAN ÇEVRESEL SORUNLAR ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Nedim ÖZDEMİR, A. Serhan TARKAN, Nil Deniz TOP

*Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Temel Bilimler Bölümü
onedim@mu.edu.tr*

ÖZET

Araştırma alanı olarak belirlenen Güllük Lagünü, Ege Denizi'nin güneyinde yer almaktadır. Güllük Lagünü, denizel bölge içerisinde bulunan Güllük Körfezi ile su girişlerinin bulunduğu tatlı su bölgesidir. Ege Bölgesi'nin hassas sulak alanlarından birisi olan Güllük Lagünü, Güllük Körfezi'nin doğal güzelliklerinin yanı sıra, turizm, havacılık ve deniz ticareti açısından önemli oluşu, bu lagüne ulaşan bir kirlilik unsurunun olup olmayışının araştırılarak, bölgenin gelecek nesiller için korunup, sürdürülebilirliğinin devam ettirilmesi açısından bu çalışma önem taşımaktadır. Güllük Lagünü ve çevresindeki ikincil konutların her geçen gün artması, Güllük limanının, şehir merkezinden alınarak Güllük Lagünü'nün yakınına inşa edilmesi, Bodrum-Milas Havalimanının varlığı, Milas yerleşim biriminin evsel atık sularının arıtımından sonra Sarıçay vasıtasıyla Güllük Lagünü'ne deşarj edilmesi, balık yetiştiriciliği yapılan toprak havuzların çıkış suları, Güllük Limanına maden taşımacılığı yapan kamyonların oluşturduğu toz bulutları ve balıkçılık anlamında yapılan kaçak avcılıkların etkisi ve tüm bu olumsuz faaliyetlerin günümüzde hala devam etmesinin Güllük Lagünü'nü geleceği açısından birer tehdit unsuru oluşturduğu yapılan bu çalışma sonucunda tespit edilmiştir.

GİRİŞ

Türkiye'nin kıyı bölgeleri ve denizleri bir yandan kirlilik bir yandan da plansız kullanım ve yapılaşma sonucu doğal kaynak zenginliğini kaybettiği ve Türkiye'nin pek çok bölgesinde kıyı sularının, özellikle körfezlerin ve lagünlerin uluslar arası standartlara göre, kirlilik oranının yüksek olduğu ifade edilmektedir (TBMM Çevre Komisyonu Raporu, 1999). Bunun nedeni; kıyı alanlarımızdaki sağlıksız ve plansız yapılaşmalar, ulaşım yetersizliği, kentte oluşan atık suların arıtılmadan denize boşaltımı sonucu ortaya çıkan su kirliliği, katı atıkların denize dökülmesi ve su ortamlarında meydana gelen değişimlerden en önemlisi; kara kökenli materyallerin kıyısal alanlara taşınması, yani ötrofikasyon gibi pek çok sorunla karşı karşıya kalınmasıdır (Egemen ve Sunlu, 1996; Sesli ve ark., 2006).

Türkiye'de özellikle Ege ve Akdeniz'in önemli balık üretim sahaları lagünlerdir. Lagünler, denizle bir ya da birkaç sınırlı bağlantıları bulunan haliçlerdir. Denizlere göre daha verimli sahalar

olmanın yanında su kalitesi açısından geniş bir spektruma sahip olmaları nedeniyle tür çeşitliliği açısından da zengin biyotop'lardır. Bunun yanında hidrodinamik nedenlerden dolayı çok duyarlı yaşam alanları olarak bilinirler.

Türkiye'de kıyı bölgelerinde bulunan lagünlerin kapladığı alan 60 000 ha'dan fazla olup, bunun %50'si Akdeniz ve % 35'i ise Ege kıyılarında yer almıştır (Yerli, 1989). Bilindiği gibi lagünler çeşitli balık türlerinin yılın belirli zamanlarında büyük gruplar halinde gelip geçtikleri göç yolları üzerine kurulmuşlardır. Geçmiş kayıtlarda 36 adet olan bu lagünlerin günümüzde 12 adedinden lagün olarak yararlanılmaktadır. Aşırı sığlaşma ve boğazların kapanması sonucu 24 tanesi özelliğini tamamen kaybetmiştir. Faaliyetlerini sürdüren lagünlerin verimli toplam su alanı 25 000 ha civarındadır. Bu lagünlerden yılda toplam 2000-2500 ton ekonomik değere sahip balık avlanmaktadır. Ege Bölgesi kıyı şeridinde 8 adet lagün mevcut olup bunlar arasında Homa, Sakızburnu, Karine, Güllük ve Köyceğiz Lagünleri çeşitli su ürünlerinin yıllık verimlilikleri açısından önem arz etmektedir. Diğer 3 lagün; Çalıburnu, Ragıp-Paşa ve Akköy'ün ise yıllık verimliliği nispeten düşüktür (Kocataş ve Bilecik, 1992; Balık ve Ustaoglu, 1984).

Çalışmanın yapıldığı Güllük Lagünü, denizel bölge içerisinde bulunan Güllük Körfezi ile su girişlerinin bulunduğu tatlı su bölgesidir. Güllük Körfezi' nin doğal güzelliklerinin yanı sıra, turizm ve deniz ticareti açısından önemli oluşu, bu lagüne ulaşan çevresel anlamda bir kirlilik unsurunun olup olmayışının araştırılarak, bölgenin gelecek nesiller için korunup, sürdürülebilirliğinin devam ettirilmesi açısından bu çalışma önem taşımaktadır.

MATERYAL ve METOT

Araştırma Alanı: Ege Denizi'nin güneyinde Güllük Körfezi'nin doğusunda bulunan Güllük Lagünü, 37⁰15' K ve 27⁰38' D koordinatları (Şekil 1 ve 2) arasında yer almaktadır. Güllük Körfezi'nin doğusunda bulunan ve beldenin kuzey batısında yer alan Güllük Lagünü 250 hektarlık bataklık bir alan içinde yaklaşık 800 dönüm göl alanından oluşmaktadır. Güllük Lagünü Bodrum'a 42 km uzaklıkta olup, Güllük Beldesi'nden lagüne kara yoluyla ulaşım 4 km, deniz yoluyla ulaşım 15 dakika kadar sürmektedir. Güllük Lagünü'nün etrafı hazine, vakıf, orman ve şahıs arazileri ile çevrilidir. Milas İlçesi'nin yaklaşık 14 km batısında yer almakta olup, en yakın yerleşim birimleri yaklaşık 2,5 km batısında yer alan Kıyıkışlacık Köyü, 1 km güneyinde yer alan Güllük Beldesi yaklaşık 5 km güneydoğuda yer alan Ekinanbarı Köyüdür (Özdemir ve Türker, 2008).

Güllük Lagünü sahasında tarıma elverişli olmayan fazla miktarda bataklık ve boş arazi bulunmaktadır. Buralar gelecekte, ekstansif balık yetiştiriciliğine uygun yeni sahalar olarak kullanılabilir. Güllük aynı zamanda her geçen gün önemi giderek artan ithalat ve ihracat limanıdır. Milas-Bodrum Havalimanı'nın 1997 yılında Güllük Lagünü yakınında faaliyete geçmesiyle yaz aylarında bölge turizm açısından daha da hareketli hale gelmiştir. Bu nedenle bölgeye hava, kara ve

deniz yoluyla ulaşım daha da kolaylaşmıştır. Lagünü denize bağlayan ve kuzulukların kurulduğu 2 boğaz bulunmaktadır. Boğazların ortalama derinliği 2,5-3,0 m'dir (Egemen, 1999).

Güllük Lagünü'nde yapılan bilimsel çalışmada lagünün en derin yerinin 150 cm ile 1,214 m² alana sahip, en geniş alanın ise 70-80 cm ile 668,176 m² alana sahip olduğunu ifade etmiştir. Lagün alanını oluşturan Limni ve Karakemer Gölleri'nden Limni Gölü, DSİ drenaj kanalı ile yılın büyük bir kısmında kuru olan küçük bir çay ile beslenmektedir. Drenaj kanalının taşıdığı materyal Limni Gölü'nün hızla sığlaşmasına neden olmaktadır. Ekinambarı köyü yakınlarından çıkan yer altı kaynaklarının oluşturduğu tatlı sular bir kanalda toplanarak dalyan gölü olan Limni Gölü'ne taşınmaktadır. Bu sayede dalyan gölü az miktarda tuzlu su içermekte ve balıklar için gerekli olan zengin besin maddesine sahip bulunmaktadır. Bu nedenle Limni Gölü'nde bazı tatlı su ve deniz balıkları aynı ortamda yaşama olanağı bulabilmişlerdir (Egemen, 1999).

Güllük Lagünü'nü besleyen bir diğer besleyici kol olarak araştırma alanının kuzeyinde Yaykin Gölü'nün sularıyla birleşen Sarıçay bulunmaktadır. Sarıçay Milas Ovasını doğu-batı yönünde geçtikten sonra Karagöl seddesi vasıtasıyla Karagöle girmektedir. Bu regülatörden bir kanal halinde çıkarak Tekfur ambarı ovasına girer. Burada Sepetçiler ve Savran köyü önünden gelen Acıçay ile birleşerek Güllük Lagünü'ne dökülür (Şekil 1).



Şekil 1 Araştırma alanının hava fotoğrafı.



Şekil 2 Araştırma alanının uydu görüntüsü (Google Earth, 2010).

Araştırma alanı, karakteristik olarak Akdeniz iklimine sahiptir (Anonymous, 2011). Araştırma alanı birinci derece deprem kuşağında yer almaktadır (Anonymous, 1992).

Araştırma alanının jeolojik özellikleri açısından temeli, konglomera-kumtaşı-şeyldetriti kardalanmasından oluşmuş ve hafif metamorfizma geçirmiş bir birim oluşturur. Çoğu kuvars, yer yer gnays ve şist çakıllarından oluşan konglomeralarda çakıllar 6-7 cm iriliğe erişmekte olup, yuvarlak ve yarı yuvarlaktır. Meta kumtaşları daha belirgin şistozite gösterirler ve kuvars, muskovit, biyotit, klorit tanecikleri içerirler (Anonymous, 1992).

Araştırma Alanının Fauna ve Flora Durumu: Güllük Körfezi’ni besleyen Güllük Lagünü su ürünleri bakımından sahip olduğu ekonomik değerinin yanında aynı zamanda önemli kuş alanlarından biridir. Önemli kuş türlerinden bazıları; Mahmuzlu Kız Kuşu, Uzunbacak, İzmir Yalıçapkını, Alaca Yalıçapkını, Yeşil Arı Kuşu, Çulha Kuşu bu bölgede kuluçkaya yatmaktadırlar (Ertan vd., 1989). Balıkçılık açısından ekonomik öneme sahip balık türleri; *Mugil cephalus* (has, topan, paçoz), *Mugil capito* (ceran, plutarina, ince dudaklı), *Chelon labrosus* (mavraki, kalın dudaklı), *Liza saliens* (kastros, ilarya, mavraki), *Sparus aurata* (çipura), *Dicentrarchus labrax* (levrek), *Solea solea* (dil balığı), *Anguilla anguilla* (yılan balığı) ve *Cyprinus carpio* (sazan)’dır (Atılğan ve Egemen, 2001).

Araştırma alanı maki bitki örtüsü kaplıdır ile yer yer frigana-garik formasyonları da gözlenmektedir.

Araştırma Alanının Tarımsal Yapısı: Araştırma alanında tarım ürünü olarak öncelikle zeytin ve mısır ön planda yer almaktadır. Bunun yanında buğday, arpa, yulaf, narenciye, karışık meyvelik, karışık sebzelik, nar ve az da olsa pamuk yetiştirilmektedir. Yörede yılda iki kez ürün alma yoluna

gidilmektedir. Arıcılık yapılmakta olup, bal ve bal ürünlerinin yanı sıra narenciye, sebze ve meyveler kendi pazarı içinde değerlendirilip ihtiyaç fazlası çevre ilçelerdeki pazarlarda satılmaktadır (Tablo 2-3 ve 4).

Araştırma alanı içerisinde hayvancılıkta önemli bir yere sahiptir. Bölgenin zengin meralık alanlarında büyükbaş ve küçükbaş hayvancılık yapılmaktadır. Yerel ihtiyacı karşılamak adına az da olsa kanatlı hayvan yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ürünlerin yerel tüketiciye, çevre ilçe ve illere ticareti yapılmaktadır (Anonymous, 2012a).

Araştırma Alanının Nüfus Hareketliliği, Sosyo-Ekonomik ve Turizm Yapısı: Araştırma alanının dahil olduğu Güllük Belediyesi Osmanlı döneminde Rum tacirler tarafından ticaret limanı olarak kurulmuş bir köyüdür. 1923 yılında Lozan Antlaşması'na ek protokol uyarınca Türkiye ve Yunanistan'ın kendi yurttaşlarını zorunlu göçe tabi tuttuğu mübadele yıllarında Girit, İstanköy ve Mora'dan gelen aileler Güllük Beldesine yerleşmişlerdir. 1935 yılında belde olan yerleşim yeri 1986 yılında belediye olmuştur. Adrese dayalı nüfus kayıt sistemi dinamik ölçümlerine göre 2011 yılı nüfusu 4429 olarak belirlenmiştir (Anonymous, 2012b). Turizm dönemlerinde nüfus yoğunluğunun on bin kişinin üstünde olduğu düşünülmektedir. Bölge iç ve dış göç almaktadır. Tüm sahil kesimlerinde olduğu gibi sezonluk çalışan iş gücü yüksektir.

Araştırma alanının temel geçim kaynakları turizm, balıkçılık, tarım, maden ihracatı ve zeytinciliktir. Araştırma alanı olan Güllük Dalyanı birkaç yıl öncesine kadar S.S Güllük Balık Satış ve Üretim Kooperatifi tarafından işletilmekte idi. Bu dönemde dalyan içinde üretilen balık ve balık yumurtaları iç ve dış pazarlara satılmaktadır. Ayrıca dalyan içinde çok miktarda toprak havuz bulunmaktadır. 2011 verilerine göre bölge ve civarında 250 den fazla toprak havuz bulunmaktadır. Daha çok levrek üretimi yapılan toprak havuzların tahliye suları araştırma alanına herhangi bir arıtım yapılmadan deşarj edilmektedir. Genellikle 2 yıl boyunca havuzlarda bekletilen balıklar yaklaşık yarım kilo olduktan sonra piyasaya sürülürler.

Araştırma alanının doğusunda 1997 yılında iç hat 1998 yılında da dış hat uçuşlara açılmış olan Bodrum-Milas havalimanı bulunur. Bölge halkı için özellikle yaz aylarında yüksek uçuş sayısına sahip havalimanı büyük bir istihdam kapısıdır. Devlet Hava Meydanları tarafından işletilen havalimanı mevcut dış hatlar kapasitesini arttırmak üzere yeni dış hatlar terminali projesi ihaleye açılmış ve 2012 sezonunda teslim edilmek üzere inşaatına başlanmıştır. Mevcut durumda iki büyük yer işletme şirketinin görev yaptığı havalimanı yaz aylarında Türkiye genelinde en yoğun 3. havalimanı olarak bilinmektedir.

Araştırma alanı yakınında yer alan 2006 yılında hizmet vermeye başlayan Güllük Limanı bölgede üretilen feldspat ve boksit madeninin ihracatında önemli rol oynamaktadır. Limanda 4 gemiye aynı anda yükleme yapılabilenekte olup, bölge ekonomisinin gelişmesinde büyük rol üstlenmektedir.

Mermer yüklemesi de yapılan limanda mermer ihracatının neredeyse tamamı Arap ülkelerine yapılmaktadır. Yükleme yapılan ülkelerin başında İtalya, İspanya ve Rusya gelmektedir.

Turizm yapısı olarak da son yıllarda Güllük Beldesi'nde pansiyon ve otel sayılarının artması sosyal medyada yoğun reklamının yapılması, Bodrum Milas Havalimanının kapasitesinin artması, yöreyi cazip hale getirmiş, ve turizm yatırımları artmıştır.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Güllük Lagünü ve çevresini ele aldığımızda ikincil konutların her geçen gün artması, Güllük limanın, şehir merkezinden alınarak Güllük Lagünü'nün yakınına inşa edilmesi, Bodrum-Milas Havalimanının varlığı, Milas yerleşim biriminin evsel atık sularının Güllük Lagünü'ne deşarj edilmesi, Sarıçayın getirdiği mandıra suları, zeytin işleme tesislerinin çıkış suları, balık yetiştiriciliği yapılan toprak havuzların çıkış suları, maden taşımacılığı yapan kamyonların oluşturduğu toz bulutları, balıkçılık anlamında yapılan kaçak avcılıkların etkisi altında olması gibi etkenleri ele aldığımızda Güllük Lagünü'nü kirleten kaynakların birden fazla olması dikkat çekicidir.

Ayrıca Güllük Lagünü'nün çevresinde yaklaşık 133 adet toprak havuzda çipura-levrek balığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Faaliyette olan bu balık çiftliklerinin çoğu Güllük Lagünü'nü suyunu kendi işletmelerinde kullandıkları gibi işletmelerin çıkış sularını da Güllük Lagünü'ne deşarj etmektedirler. Dolaylı olarak yukarıda ifade etmeye çalıştığım birden fazla faktörün Güllük Lagünü'nün geleceği için bir tehlike oluşturacağı görülmektedir.

Güllük Körfezi sınırları içinde bulunan Güllük Limanı'ndan Avrupa'nın çeşitli ülkelerine boksit ve feldspat madeni, özellikle mermer ve balık gibi ürünler ihracatı yoğun olarak yapılmaktadır. Madenlerin kamyonlarla taşınması sırasında uçuşan feldspat madenin oluşturduğu tozlar Güllük Lagünü çevresindeki floraya ve faunaya olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Liman iskelesi üzerinde bulunan partiküllerin rüzgarlar ile tozuşmasına karşın belirli aralıklarda zemin yıkanmaktadır. Limana yapılan giriş çıkışlarda yükleme yapan taşıyıcı araçların damperi kapalı yada örtülü olması gerekiyor. Ancak araştırma alanı çevresinde kalan liman yolunun kenarlarında taşıyıcı araçların damperlerinden dökülen veya sızan partiküller bulunmaktadır. Bu partiküllerin de oluşun rüzgarlar ile lagüne doğru uçtuğu gözlenmiştir.

Diğer yandan kıyı boyunca gün geçtikçe artan yerleşim yerlerinden, bölgedeki tarımsal ve endüstriyel faaliyetlerden karasal kökenli kirleticiler doğrudan veya dolaylı olarak Güllük Körfezi'ne ulaşmaktadır. Güllük Limanının hemen yanında bulunan Bodrum Havalimanı'nın özellikle aktif olduğu yaz aylarında Güllük Lagünü çevresinde yaşayan flora ve faunaya olumsuz etkileri de kaçınılmazdır. Yaz aylarında turizm faaliyetlerinde olan günlük tur teknelerinin kış bakımlarının Güllük Lagünü'ne yakın sahada, yapılması ve bunların oluşturduğu çevresel olumsuzlukların lagüne ulaşması sonucunda lagünde su kalitesine olumsuz etki yapmaktadır.

Bölge için önemli bir sulak alan olan bu lagünün daha uzun yıllar bölgemize hizmet etmesi için ilgili kurumların bir araya gelerek çözüm önerileri adı altında projeler yapması ve daha da önemlisi insanların eğitilmesinin şart olduğu görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonymous, 1992, Güllük Limanı ÇED Raporu. İzmir.
- Anonymous, 2011, Milas İlçesi Meteoroloji İstasyonu Verileri, Milas.
- Anonymous, 2012a, Milas Tarım İlçe Müdürlüğü Tarımsal ve Hayvansal Bilgiler.
- Anonymous , 2012b, Milas İlçesi Nüfus Verileri.
- Atılgan, İ., Egemen, Ö., 2001, Güllük ve Homa Lagünü Sedimentlerinde Karbon, Yanabilen Madde ve Bazı Ağır Metal (Cu, Zn) Düzeylerinin Karşılaştırmalı Olarak Araştırılması. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi* 2001, Cilt: 18, Sayı: (1-2): 225-232. İzmir
- Balık, S., Ustaoglu, M. R., 1984, Ege Bölgesi Dalyanlarında Balıkçılık faaliyetleri ve Tesir eden faktörler. *Ege Denizi ve Civarı Kıyı Sorunları Sempozyumu*. pp 28-29, İzmir
- Egemen, Ö., 1999, *Çevre ve Su Kirliliği*, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:42, Bornova, İzmir.
- Egemen, Ö., Sunlu, U., 1996, *Su Kalitesi Ders Kitabı*, Ege Üniversitesi Yayınevi, İzmir, 153s.
- Ertan, A., Kılıç A., Kasperek, M., 1989, Türkiye'nin Önemli Kuş Alanları. Doğal Hayatı Koruma Derneği ve International Council for Bird Preservation Yayını s 156.
- Kocataş, A., Bilecik, N., 1992, Ege Denizi ve Canlı Kaynakları. T.C. Tarım ve Köyüşleri Bakanlığı, Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü, Bodrum.
- Özdemir, N., Türker A., 2008, Milas İlçesi Güllük Körfezi'ndeki Mevcut Çevresel Sorunlar ve Çözüm Önerileri Üzerine Bir Araştırma. Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları VII. Ulusal Kongresi 27–30 Mayıs 2008, 170–176, Ankara.
- TBMM Çevre Komisyonu Raporu, 1999, 79 sayfa, Ankara.
- Sesli, F.A., Karşlı, F., Akyol, N., 2006, Kıyı Alanlarındaki Değişimlerin Dijital Fotogrametri Yöntemiyle İzlenmesi, Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları VI. Ulusal Konferansı Bildiriler Kitabı, 7–11 Kasım 2006, Muğla, 885–894.
- Yerli, S., 1989, Köyceğiz Lagün Sistemimi Ekonomik Balık Popülasyonları Üzerine İncelemeler, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

2000'Lİ YILLARDA GÜLLÜK KÖRFEZİ'NDE SU KALİTESİ NASILDI? ŞİMDİ NE YAPILMALI?

Ahmet DEMİRAK

*Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Kötekli-MUĞLA
ademirak@mu.edu.tr*

ÖZET

Ege Denizinin Güney Doğusunda yer alan Güllük Körfezi, canlı kaynaklı potansiyeli ile Ege Denizi'nde önemli bir yere sahiptir. Ancak, Güllük Körfezi çok değişik kirletici unsurların getirdiği kirlilik yükleri ile kirletilmektedir. Bunlar; evsel atıklar, turizm aktivitelerden kaynaklanan kirlilikler, Sarıçay'ın getirdiği kirlilik yükleri, balıkçılık kaynaklı kirlilik yükleri ve Güllük Limanı'ndaki aktivitelerden ve feldspat mineralinin Güllük Limanı'ndan taşınmasından kaynaklanan kirliliklerdir.

Bu çalışmada, Güllük Körfezi'nde koordinatları Küresel Konumlama Sistemi (CPS) ile tespit edilmiş, 35 değişik noktadan toplanan yüzey ve 10 m derinliklerdeki su örneklerinde, Ağustos, Eylül 2001 ve Mart, Haziran 2002 dönemlerinde fizikokimyasal analizler yapılmıştır. Bu kapsamda, sıcaklık, pH, iletkenlik, görünürlük, bulanıklık, çözülmüş oksijen, hidrokarbon, klorofil-a, NH₄-N, NO₂-N, NO₃-N ve PO₄-P parametrelerin ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen değerlerin dağılımlarını körfezdeki kirlilik unsurları ile olan ilişkileri araştırılmıştır. Sonuçları, "Bağlı Değişim" metodu kullanılarak yorumlanmıştır. Çalışma sonucunda, Güllük Körfezinin deniz suyu kalitesine etki eden en önemli unsurların balık çiftliklerinin ve evsel atıkların olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışma sadece 2001–2002 yıllarının su kalite değerlerini kapsamaktadır. Oysaki yapılacak çalışmalar, bölgenin yalnızca mevcut durumu değil, bu durumun nasıl değiştiği ve gelecekte nasıl bir değişkenlik göstereceğidir. Bu kapsamda, su kalitesinde meydana gelebilecek olan değişimlerin olumlu mu yoksa olumsuz yönde mi olacağını tahmin edilmesi, sürdürülebilir bir çevre ve ekonomik kalkınma açısından büyük önem arz etmektedir. Bu yüzden, bölgede mevcut sektörlerin körfezin kirliliğine olan etkileri konusunda elde uzun süreli ve güvenilir verilerin olmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

GİRİŞ

Muğla İli sınırları içerisinde bulunan Mandalya Körfezi, Kuzeyde Kazıklıbucağ, Güneyde Bodrum yarımadası, Batıda Ege Denizi ve Doğuda Güllük Körfezi ile çevrili alan olup, ülkemizde su ürünleri yetiştiriciliğinin en yoğun yapıldığı bölgedir. Körfezin mevcut kirlilik durumu ve hangi kirletici unsurlardan tam olarak ne oranlarda etkilendiği bilinmemektedir. Ancak bölgede giderek artan

balıkçılık, turizm ve denizcilik faaliyetlerinin yanı sıra Sarıçay üzerinde bulunan zeytinyağı fabrikalarının atık suları ile Milas kent merkezinin evsel atık sularının Sarıçay'a deşarj edilmesinin, körfezin kirlenmesinde önemli rol oynadığı tahmin edilmektedir. Bu sebeplerden dolayı Güllük ve Bodrum kıyılarının kirliliği özellikle son yıllarda bölgenin gündeminde olan bir konudur. Bölgede mevcut sektörlerin körfezin kirliliğine olan etkileri konusunda elde uzun süreli ve güvenilir verilerin olmaması, kirlenmenin kontrol altına alınmasını güçleştirmektedir. Dolayısıyla bu yörelerde kıyıların korunması, sürdürülebilir yetiştiricilik ve kıyı turizmi için su kalite eğilimlerinin sürekli izlenmesi ve bir kayıt sisteminin oluşturulması vazgeçilmez bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır.

MATERYAL ve METOT

2001–2002 yılında yapılan çalışmada, bölgedeki su kalitesinin değerlendirilmesi amacının yanında gözlenen kirlenme olaylarının nedenlerini saptayabilmek ve kirlenmeye karşı etkili önlemler alabilmek için, kirlenmeyi yaratan kaynaklara göre 35 adet istasyon seçilmiştir. Bu istasyonlardan alınan su örneklerinde fizikokimyasal analizler yapılmıştır.

TARTIŞMA ve SONUÇ

2001–2002 yılında yapılan çalışmaya göre; Güllük Körfezinin deniz suyu kalitesine etki eden en önemli unsurların balık çiftlikleri ve evsel atıklar olduğu tespit edilmiştir.

Bölgede şu ana kadar çeşitli kurum ve kuruluşlar tarafından su ve sediment kalitesi verileri toplanmıştır. Özellikle yetiştiricilik yapılan bölgelerde bazı su kalitesi parametreleri (klorofil-a,% çözülmüş oksijen, toplam inorganik azot ve toplam fosfor) ölçülerek, bu dört parametreye bağlı TRIX indeksi hesaplanmakta ve yalnızca ötrofik durum belirlenmeye çalışılmaktadır. Ancak toplanan bu verilerin yeterliliği ve mevcut ölçüm sistemlerinin performansı halen sorgulanmaktadır. Çünkü bu tip çalışmalar;

1. Sistematik olmaktan uzak, amaçları önceden net bir şekilde saptanmamış çalışmalardır.
2. Su kalitesi yönetimine de temel teşkil edecek belli verimlilik derecesine sahip bir bilgi sistemine sahip değildirler.
3. Ölçümler mali kaynaklar, örnekleme ve laboratuvar koşulları ve işgücü gibi çoğu zaman sınırlı nitelikte bulunan olanaklarla gerçekleştirilme zorunluluğu içinde çalışılmıştır.

Ölçüm sistemlerinde gözlenen bu problemler çözülmediği sürece bu konuda yapılacak olan çalışmalardan beklenen faydaların elde edilmeyeceği, yalnızca zaman ve maliyet kaybına neden olacağı düşünülmektedir. Yapılacak yeni bir çalışmada, sözü edilen problemleri çözmek amacıyla güden bir ölçüm tasarım çalışması olacaktır.

Yapılacak çalışmada şu amaçlar güdülmelidir.

- a) Bölgenin kirliliğini temsil edebilecek optimum istasyon sayısını belirlemek.

- b) Örnekleme pratiği açısından optimum güzergah seçimi yapmak; istasyon yerlerini kesin olarak belirlemek,
- c) Bölgenin kirliliğinde etkin rol oynayan parametreleri tespit etmek ve parametrelerin ölçüm amaçlarının global değil bu bölge için spesifik olarak tanımlanmasını yapmak,
- d) Bölgede ölçülen kirlilik parametrelerinin aylara ve mevsimlere bağlı olarak zamansal değişimlerini inceleyerek optimum ölçüm sıklığı belirlemek,
- e) Sonuçta bölge için etkin ve ekonomik bir ölçüm-izleme sisteminin oluşturulmasını ve bölgede uzun yıllar izleme çalışması (monitoring) yaparak, sürdürülebilir bir çevre ve ekonomik kalkınmayı sağlamaktır.

Körfezde su kalitesinin mevcut durumunun belirlenmesi ve bu durumun zaman içinde değişkenlik gösterip göstermediği ve değişkenlik varsa bu değişimin hangi yönde ve ne derecede olduğunu istatistiksel analiz yöntemleriyle ortaya konması ve sürdürülebilir bir çevre ve ekonomik kalkınma için kıyı yönetim sisteminin ve etkin ölçüm-izleme sisteminin oluşturulması planlanmalıdır. Böylece bölgenin uzun yıllar su kalite eğilimlerinin etkin bir şekilde izlenmesi sonucu elde edilecek olan uzun süreli bilgi üreticilerin, turizmcilerin veya diğer deniz faaliyetleri içerisinde olanların bilgilendirilmesini de sağlayacaktır. Muğla ili kıyıların özelliğiyle yoğun kafes balıkçılığı yapılan Güllük Körfezinde kirliliğin önlenmesi ve korunmasını sağlamak amacıyla oluşturulacak olan yönetim sisteminin kurulmasına ilişkin altyapı oluşması sağlanacaktır. Muğla İli kıyı alanlarını kullanan farklı grupların bir araya gelerek kıyı alanının yönetiminde katılımcı bir yönetim anlayışının oluşması için çalışmalar yapılacaktır. Böylece bölgedeki balık yetiştiriciliği faaliyetleri üretim alanlarının kontrolü devamlı olarak sağlanmış olacaktır. Olası bir olumsuzluğu (ürünlerin ihracat ağırlıklı satışından dolayı) en kısa zamanda öğrenip önlem alma imkânı sağlanmış olacaktır.

KAYNAKLAR

- Demirak A., 2013, Mandalya Körfezi'nde Su ve Sediment Kalitesinin Belirlenmesi, Etkin Bir Ölçüm-İzleme Sisteminin Oluşturulması Konulu Proje Taslağı (Proje Yürütücüsü, Ahmet DEMİRAK)
- Demirak, A., 2003, Muğla İli Güllük Körfezindeki Kirliliğin Araştırılması, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.

GÜLLÜK LAGÜNÜ'NÜN SU KALİTESİ YÖNÜNDE İNCELENMESİ

Nedim ÖZDEMİR, Engin ALPARSLAN

*Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Temel Bilimler Bölümü
onedim@mu.edu.tr*

ÖZET

Güllük Lagünü'nde seçilmiş istasyonlarda, Haziran 2011-Mayıs 2012 tarihlerinde su kalitesi yönünden gerçekleştirilmiş bu çalışmada, araştırma sahasının tanıtılmasının yanı sıra, stratejik noktalardan seçilmiş 8 istasyondan alınan su numunelerinde bazı fiziko-kimyasal parametreler araştırılmıştır. Yapılan bu çalışmada ölçülen bazı su kalite parametreleri olarak; su sıcaklığı 6,71-29,76 °C, pH 6,03-8,34 çözülmüş oksijen miktarı 1,38-11,42 mgL⁻¹, doymuş oksijen % 19,80-130,40, elektriksel iletkenlik 418-58710 µScm⁻¹ tuzluluk ölçümleri değeri ‰ 2,78-39,98, nitrit azotu ALA-0,78 mgL⁻¹ nitrat azotu 1,01-22,08 mgL⁻¹ amonyum azotu 0,09-2,47 mgL⁻¹ ve fosfat iyonu ALA-1,99 mgL⁻¹ tespit edilmiştir. Yapılan bir yıllık bu çalışma sonucunda, özellikle yaz aylarında; turizm sezonuna, Güllük Limanı'ndan yapılan maden ihracatı, toprak havuzlarda yapılan kültür balıkçılığı, tarımsal faaliyetler, ikincil konutlar gibi çevresel faktörlere bağlı olarak bazı istasyonlarda su kalitesi ve çevresel anlamda kirlenmeler olduğu tespit edilmiştir.

GİRİŞ

Su kaynaklarının yönetiminde ve geliştirilmesinde yüzeysel su kalitesinin belirlenmesi, kalitenin kullanılabilir su miktarını sınırlayıcı özelliğinden dolayı büyük önem taşımaktadır. Suyun çeşitli amaçlar için kullanımı göz önüne alındığında, kirli bir su kaynağının tüm ekosisteme zarar vereceği açıktır. Bu nedenle su kalitesinin gözlem yaparak tanımlanması ve kaliteyi en iyi şekilde temsil edecek ölçüm yerlerinin, sıklıklarının, süresinin ve gözlemlenecek su kalitesi değişkenlerinin iyi belirlenmesi gerekir. Günümüzde su kaynaklarının gözlem çalışmalarının sistematik bir yaklaşım ile gerçekleştirilmesi, bu kaynakların optimum yönetimi açısından gerekli hale gelmiştir. Türkiye' de bugüne kadar toplanmış su kalite verilerinin yeterliliği ve mevcut ölçüm sistemleri artık sorgulanmaya başlanmıştır (Gündoğdu ve Özkan, 2006).

Çalışmanın yapıldığı Güllük Lagünü, denizel bölge içerisinde bulunan Güllük Körfezi ile su girişlerinin bulunduğu tatlısu bölgesidir. Güllük Körfezi'nin doğal güzelliklerinin yanı sıra, turizm ve deniz ticareti açısından önemli oluşu ve bu lagüne ulaşan çevresel anlamda bir kirlilik unsurunun olup olmayışının araştırılarak, bölgenin gelecek nesiller için korunup, sürdürülebilirliğinin devam ettirilmesi açısından bu çalışma önem taşımaktadır. Aynı zamanda seçilen istasyonlarda kirlilik unsuru

olabilecek bir durumun söz konusu olup olmadığı suyun fiziko-kimyasal bakımdan aylık ve mevsimsel verilerin sonucuna göre incelenmeye çalışılmış ve lagüner sistemin mevcut durumu hakkında bilgi edinilmeye çalışılmıştır. Araştırma sahasında yapılmış olan bilimsel çalışmalar, yıllar bazında; FAO (1981), Alpbaz (1985), Anonim (1989), Atılgan ve Egemen (1995), Gökpınar vd. (1996) Egemen vd. (1999), Balcı vd. (2001), Barlas vd. (2001), Demirak vd. (2001), Hoşsucu (2001), Demirak (2003), Erdem ve Özdemir (2004), Özdemir ve Türker (2008), Kalkan vd. (2012) olarak sıralanmaktadır.

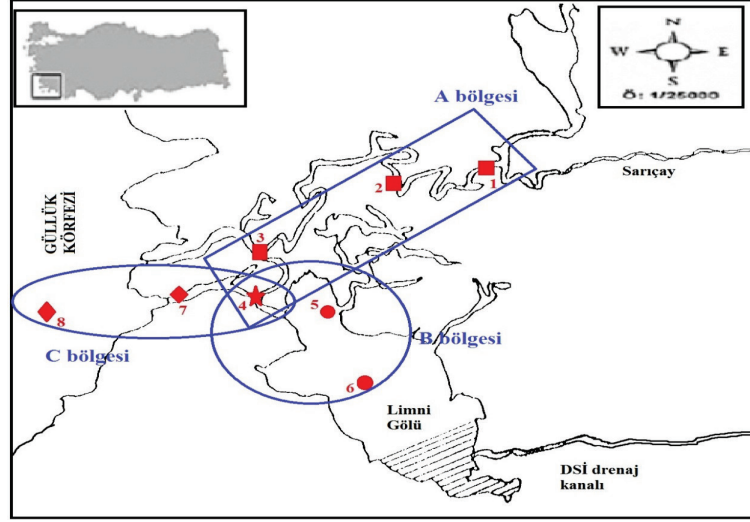
Bu çalışmada seçilmiş istasyonlardan alınan su numuneleri Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Temel Bilimler Laboratuvarı'nda analizleri yapılarak su kalitesi yönünden değerlendirilmiştir.

MATERYAL ve METOT

Araştırma alanı olan Güllük Lagünü'nde Haziran 2011-Mayıs 2012 aylarında seçilen 8 istasyonda su analizleri çalışması gerçekleştirilmiştir (Şekil 1).

Araştırma Alanı Ege Denizi'nin güneyinde Güllük Körfezi'nin doğusunda bulunan Güllük Lagünü, 37°15' K ve 27°38' D koordinatları arasında yer almaktadır. Güllük Körfezi'nin doğusunda bulunan ve beldenin kuzey batısında yer alan Güllük Lagünü 250 hektarlık bataklık bir alan içinde yaklaşık 800 dönüm göl alanından oluşmaktadır. (Özdemir ve Türker, 2008). Güllük Lagünü sahasında tarıma elverişli olmayan fazla miktarda bataklık ve boş arazi bulunmaktadır. Buralar gelecekte, ekstansif balık yetiştiriciliğine uygun yeni sahalar olarak kullanılabilir. Güllük aynı zamanda her geçen gün önemi giderek artan ithalat ve ihracat limanıdır. Milas-Bodrum Havalimanı'nın 1997 yılında Güllük Lagünü yakınında faaliyete geçmesiyle yaz aylarında bölge turizm açısından daha da hareketli hale gelmiştir. Bu nedenle bölgeye hava, kara ve deniz yoluyla ulaşım daha da kolaylaşmıştır. Lagünü denize bağlayan ve kuzulukların kurulduğu 2 boğaz bulunmaktadır. Boğazların ortalama derinliği 2,5-3,0 m'dir (Egemen vd., 1999). Güllük Lagünü'nde yapılan bilimsel çalışmada lagünün en derin yerinin 150 cm ile 1,214 m² alana sahip, en geniş alanın ise 70-80 cm ile 668,176 m² alana sahip olduğunu ifade etmiştir. Lagün alanını oluşturan Limni ve Karakemer Gölleri'nden Limni Gölü, DSİ drenaj kanalı ile yılın büyük bir kısmında kuru olan küçük bir çay ile beslenmektedir. Drenaj kanalının taşıdığı materyal Limni Gölü'nün hızla sığlaşmasına neden olmaktadır. Ekinambarı köyü yakınlarından çıkan yer altı kaynaklarının oluşturduğu tatlı sular bir kanalda toplanarak dalyan gölü olan Limni Gölü'ne taşınmaktadır. Bu sayede dalyan gölü az miktarda tuzlu su içermekte ve balıklar için gerekli olan zengin besin maddesine sahip bulunmaktadır. Bu nedenle Limni Gölü'nde bazı tatlı su ve deniz balıkları aynı ortamda yaşama olanağı bulabilmişlerdir (Egemen vd., 1999). Güllük Lagünü'nü besleyen bir diğer besleyici kol olarak araştırma alanının kuzeyinde Yaykin Gölü'nün sularıyla birleşen Sarıçay bulunmaktadır. Sarıçay Milas Ovasını doğu-batı yönünde geçtikten sonra Karagöl seddesi vasıtasıyla Karagöle girmektedir. Bu regülatörden bir kanal halinde çıkarak Tekfur

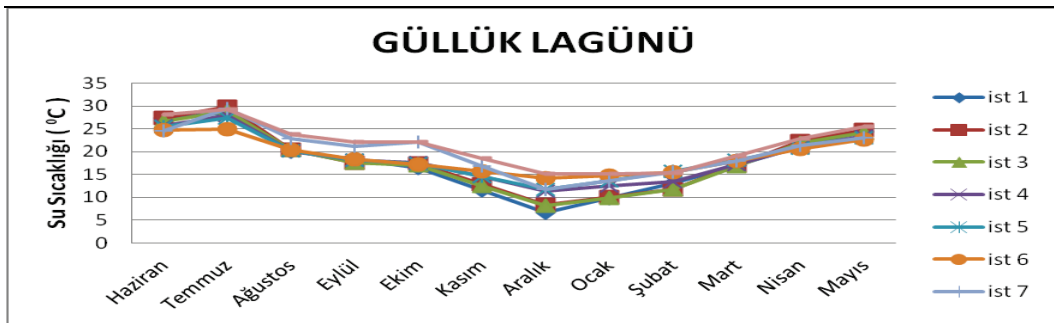
ambarı ovasına girer. Burada Sepetçiler ve Savran köyü önünden gelen Acıçay ile birleşerek Güllük Lagünü'ne dökülür (Şekil 1.).



Şekil 1 Araştırma alanında seçilmiş istasyonlar.

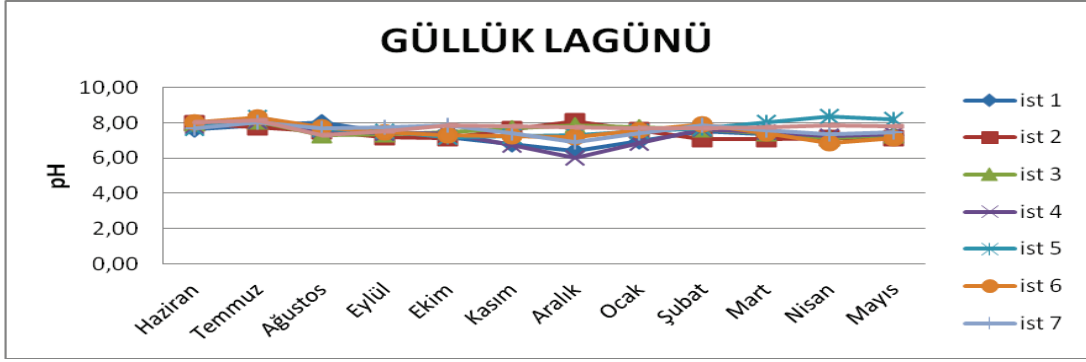
BULGULAR

Fiziko - Kimyasal Analiz Sonuçları: Haziran 2011-Mayıs 2012 tarihlerinde yapılan bu çalışmada stratejik noktalar dikkate alınarak seçilmiş 8 istasyon (Şekil 1.)'de gösterildiği gibi A bölgesi (1,2,3 ve 4 nolu istasyonlar), B bölgesi (4,5 ve 6 nolu istasyonlar) ve C bölgesi (4,7 ve 8 nolu istasyonlar) şeklinde 3 ana grup içinde ayrı ayrı ve bir bütün olarak incelenmiştir. 4 nolu istasyon her üç bölgenin kesişim noktası olmasından dolayı hassas bir istasyon konumundadır. Güllük Lagünü'nün 12 aylık ortalama su sıcaklığı 19,01 °C, olup, en düşük değer Aralık ayında 1. istasyonda 6,71 °C, en yüksek değer Temmuz ayında 2. istasyonda 29,76 °C'dir (Şekil 2).



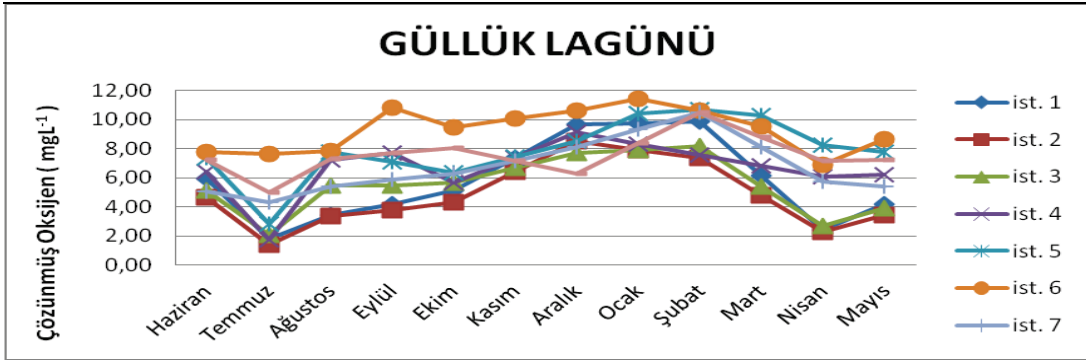
Şekil 2 Seçilen istasyonlardaki su sıcaklığının aylara göre değişimi.

Lagünün bir yıllık ortalama pH değeri 7,52 olarak saptanmıştır. En düşük değer Aralık ayında 4. istasyonda 6,03 olarak, en yüksek değer Nisan ayında 5. istasyonda 8,34 olarak ölçülmüştür (Şekil 3).



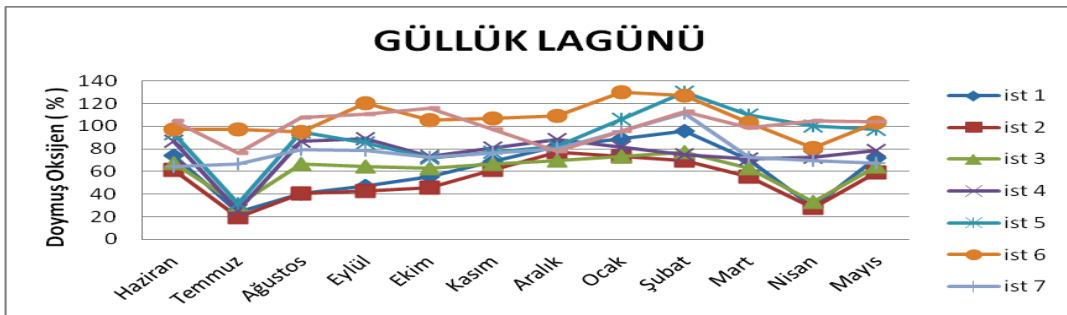
Şekil 3 Seçilen istasyonlardaki pH'nın aylara göre değişimi.

İstasyonlardaki çözülmüş oksijen değerlerinin yıllık ortalaması 6,80 mg L-1, en düşük değer 1,38 mg L-1 ile 2 nolu istasyonda Temmuz ayında 11,42 mg L-1, en yüksek değer Ocak ayında 6. istasyonda ölçülmüştür (Şekil 4).



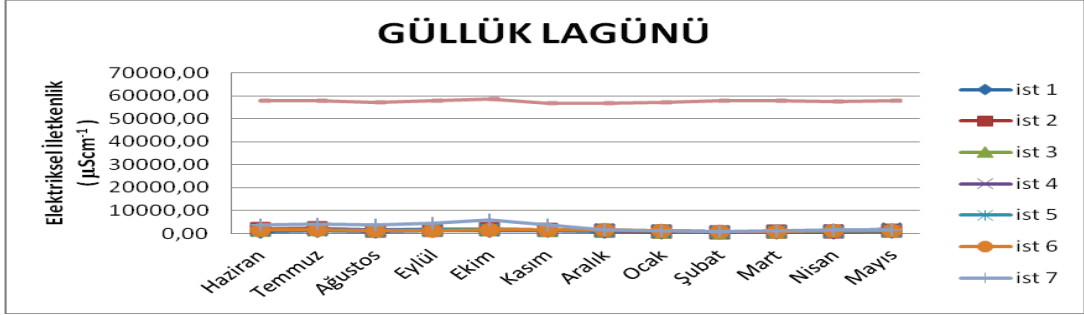
Şekil 4 Seçilen istasyonlardaki çözülmüş oksijenin aylara göre değişimi.

Seçilmiş istasyonlardaki doymuş oksijen değerlerinin yıllık ortalaması % 78,40 olup, en düşük değer % 19,8 ile 2 nolu istasyonda Temmuz ayında % 130,40 ile en yüksek değer ile Ocak ayında 6. istasyonda ölçülmüştür (Şekil 5).



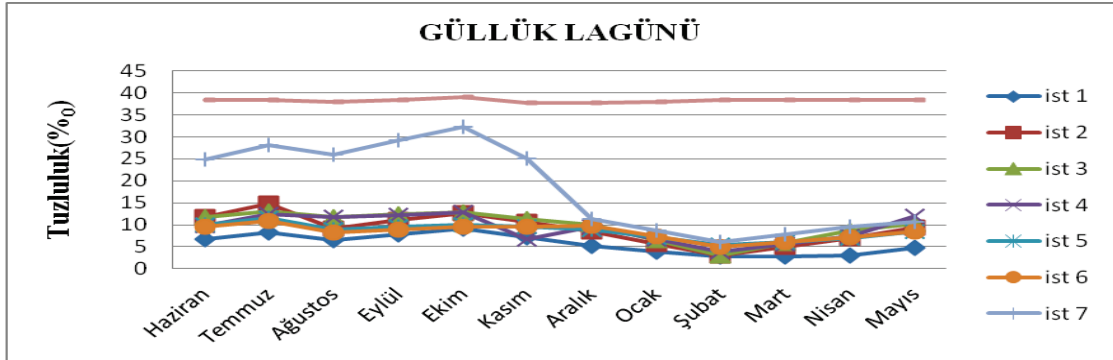
Şekil 5 Seçilen istasyonlardaki doymuş oksijenin aylara göre değişimi.

Seçilmiş istasyonlardaki elektriksel iletkenlik değerlerinin yıllık ortalaması $10967 \mu\text{Scm}^{-1}$, en düşük değer $418 \mu\text{Scm}^{-1}$ ile 1 nolu istasyonda Şubat ayında, $58710 \mu\text{Scm}^{-1}$ en yüksek değer ile Ekim ayında 8. istasyonda ölçülmüştür (Şekil 6).



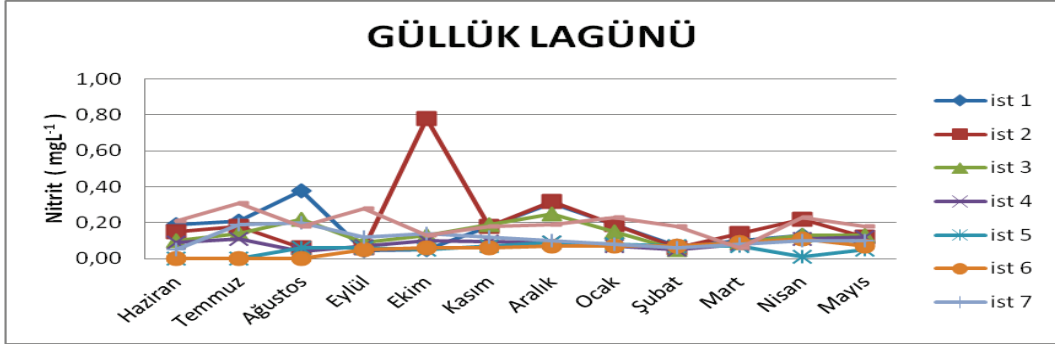
Şekil 6. Seçilen istasyonlardaki elektriksel iletkenliğin aylara göre değişimi.

Seçilen istasyonlarda 12 aylık ortalama tuzluluk değeri %013,41 olarak saptanmış olup, en düşük değer Şubat ayında 1. istasyonda %02,78, en yüksek değer Ekim ayında 8. istasyonda %038,98 olarak ölçülmüştür. Lagüne gelen tatlı su girdileri tuzluluk değerlerinde düzensiz değişimlere neden olmaktadır (Şekil 7).



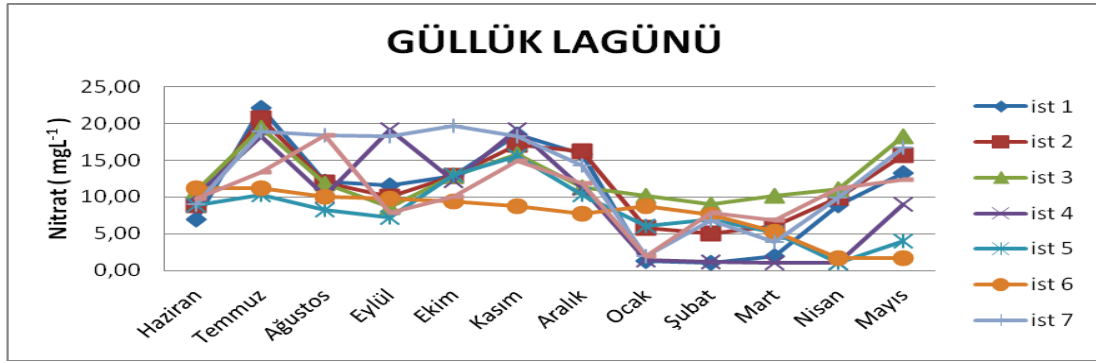
Şekil 7 Seçilen istasyonlardaki tuzluluğun aylara göre değişimi.

İstasyonlarda 12 aylık ortalama nitrit azotu değeri $0,13 \text{ mg L}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Bazı aylarda 5 ve 6. istasyonlarda hiçbir değer tespit edilmemişken, en yüksek değer Ekim ayında 2. istasyonda $0,78 \text{ mg L}^{-1}$ olarak ölçülmüştür (Şekil 8)



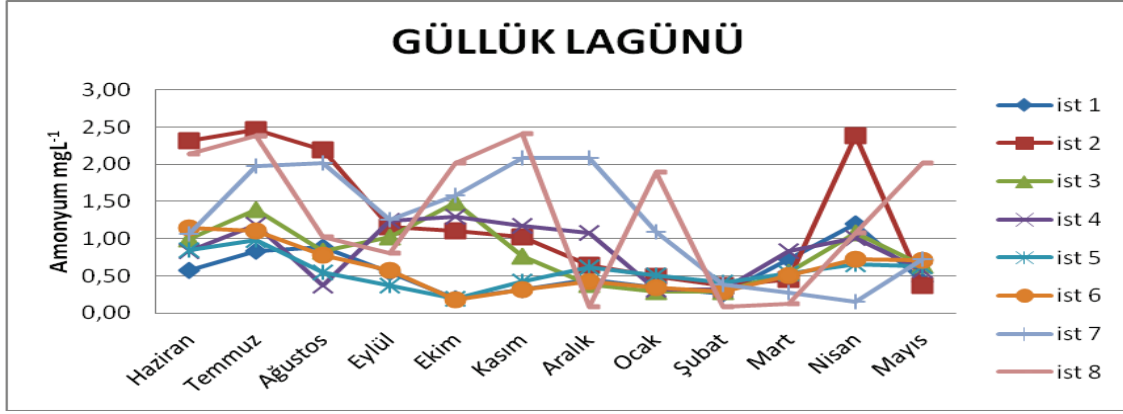
Şekil 8. Seçilen istasyonlardaki nitrit azotunun aylara göre değişimi.

İstasyonlardaki 12 aylık ortalama nitrat azotu değeri $10,44 \text{ mg L}^{-1}$ olup, en düşük değer $1,01 \text{ mg L}^{-1}$ Şubat ayında 1. istasyonda ve Mart ayında 4. istasyonda olup, en yüksek değer Temmuz ayında 1. istasyonda $22,08 \text{ mg L}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Nitrat azotu düzeyindeki artışlar yağışlarla ilgilidir. Lagün çevresindeki tarım faaliyetlerinin ve kültür balıkçılığının nitrat girişini önemli derecede etkilediği sanılmaktadır (Şekil 9).



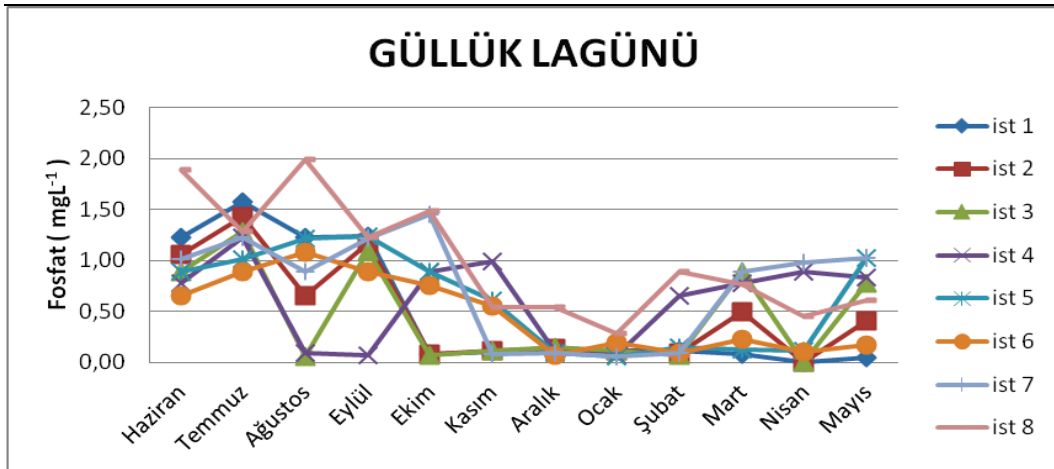
Şekil 9. Seçilen istasyonlardaki nitrat azotunun aylara göre değişimi

Lagünün 12 aylık ortalama amonyum azotu değeri $0,91 \text{ mg L}^{-1}$ olup, en düşük değer Şubat ayında 8. istasyonda $0,09 \text{ mg L}^{-1}$, en yüksek değer Temmuz ayında 2. istasyonda $2,47 \text{ mg L}^{-1}$ olarak ölçülmüştür (Şekil 10.).



Şekil 10. Seçilen istasyonlardaki amonyum azotunun aylara göre değişimi.

Lagünde 12 aylık ortalama fosfat değeri $0,61 \text{ mg L}^{-1}$ olup, bazı aylarda 1.,2. ve 3 istasyonlarda hiç değer tespit edilmemişken en yüksek değer Ağustos ayında 8. istasyonda $1,99 \text{ mg L}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Ekim ve Kasım aylarında gözlenen ani yükselmeler lagün çevresinde yapılan tarımsal faaliyetlerde kullanılan fosfatlı gübrelerin yağışlarla lagüne ulaşmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu nedenle aylık fosfat değerleri düzensiz değişim gösterebilir (Şekil 11).



Şekil 11 Seçilen istasyonlardaki fosfatın aylara göre değişimi.

Bir yıllık yapılan su kalitesi parametrelerinin analiz sonuçları minimum, maksimum ve ortalama değerleri olarak Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1 Araştırma Alanındaki İstasyonlarda Ölçülen Fiziko-Kimyasal Parametrelerin 12 Aylık Verileri.

İstasyonlar	1	2	3	4	5	6	7	8
	(Min-Max)	(Min-Max)	(Min-Max)	(Min-Max)	(Min-Max)	(Min-Max)	(Min-Max)	(Min-Max)
Parametreler	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama
S	6,71-28,48	8,37-29,76	8,12-28,95	11,43-27,99	11,67-27,37	14,14-24,91	11,71-29,51	15,13-29,29
(°C)	17,88	18,32	18,02	18,60	18,85	18,92	20,05	21,44
pH	6,42-8,02	7,09-8,10	7,14-8,09	6,03-8,07	7,18-8,34	6,85-8,28	6,92-8,03	7,32-8,15
	7,31	7,44	7,58	7,29	7,72	7,51	7,58	7,76
ÇO (mgL ⁻¹)	1,79-9,86	1,38-8,52	2,11-8,15	1,73-9,10	2,81-10,71	6,86-11,42	4,35-10,51	5,02-10,48
	5,83	4,85	5,53	6,68	7,89	9,27	6,78	7,57
DO	24,31-96	19,80-73,30	30,72-77,04	25,32-89,32	31,6-130,40	80,72-130,40	64,42-111,60	76,42-115,78
(%)	62,41	52,87	61,48	75,71	90,13	112,62	77,91	100,40
Eİ	418-1387	442-2220	471-1956	600-1857	810-1722	746-1642	911-5871	56655-58710
(µScm ⁻¹)	862	1359	1475	1365	1290,88	1263	2837	57600
T	2,78-9,21	2,94-14,75	3,13-12,99	3,97-12,82	5,38-11,44	5,01-10,92	6,05-32,34	37,62-38,98
(‰)	5,73	9,03	9,80	9,24	8,57	8,41	18,29	38,25

S: Sıcaklık Ç.O: Çözünmüş Oksijen, DO: Doymuş Oksijen, Eİ: Elektriksel İletkenlik, T:Tuzluluk

Tablo 1'in Devamı

İstasyonlar Parametreler	1	2	3	4	5	6	7	8
	(Min-Max) Ortalama	(Min-Max) Ortalama	(Min-Max) Ortalama	(Min-Max) Ortalama	(Min-Max) Ortalama	(Min-Max) Ortalama	(Min-Max) Ortalama	(Min-Max) Ortalama
Nitrit azotu (mgL ⁻¹)	0,05-0,38	0,06-0,78	0,05-0,25	0,05-0,12	0,00-0,09	0,00-0,11	0,05-0,20	0,06-0,31
	0,16	0,21	0,14	0,09	0,05	0,05	0,11	0,20
Nitrat azotu (mgL ⁻¹)	1,01-22,08	5,01-20,74	8,59-19,39	1,01-19,23	1,09-15,58	1,72-11,24	1,99-19,65	1,89-18,45
	10,52	11,70	12,44	9,51	8,06	7,77	13,01	10,54
Amonyum azotu (mgL ⁻¹)	0,20-1,20	0,37-2,47	0,29-1,48	0,32-1,29	0,19-0,98	0,18-1,14	0,16-2,09	0,09-2,41
	0,57	1,25	0,81	0,86	0,56	0,59	1,22	1,34
Fosfat (mg L ⁻¹)	0-1,57	0-1,43	0-1,28	0,07-1,23	0,06-1,24	0,07-1,08	0,06-1,45	0,28-1,99
	0,49	0,48	0,46	0,61	0,62	0,60	0,75	0,99

TARTIŞMA ve SONUÇ

Güllük Lagünü sahip olduğu özel konumundan dolayı, A, B ve C bölgesi olarak ele alınmış (Şekil 2.2.) ve bölgede yapılan benzer çalışmalarla kıyaslanarak değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Güllük Lagünü'nde ölçülen en yüksek su sıcaklık değeri 2 nolu istasyonda 29,76 °C olarak Temmuz ayında, en düşük su sıcaklığı değeri ise 6,71 °C olarak 1 nolu istasyonda Aralık ayında tespit edilmiştir. 7 ve 8 nolu istasyonlardaki su sıcaklık değerlerinin, diğer istasyonlara kıyasla yüksek çıkmasının nedeni ise, denizden lagüne tuzlu su girişiyle ilişkilendirilebilir. 7 ve 8 nolu istasyonlarda yıllık ortalama su sıcaklığı değeri 20°C üstünde ölçülürken diğer 6 istasyonda yıllık ortalama 17-18°C arasında değişmektedir. Türkiye'nin farklı lagüner alanlarında yapılan ortalama su sıcaklığı ölçümlerinde Buhan ve ark. (1998), Köyceğiz Lagünün'de 19,60 °C, Çevik ve ark. (2008), Akyatan Lagünü'nde 22,61 °C Tuzla Lagünü'nde 21,15°C olarak hesaplamış olup, bu çalışmadaki ortalama 19,01°C olan su sıcaklığı ile, paralellik göstermektedir.

Su sıcaklığı için ölçülen değerler mevsimsel olarak hava sıcaklığı değerleri ile paralel seyretmiştir. Kış aylarında azalan hava sıcaklığı ile su sıcaklığı da azalmış, bahar ve yaz aylarında ise hava sıcaklığının artmasına paralel olarak su sıcaklığında da bir artış gözlenmiştir (Tablo 1). Lagün içinde özellikle kanal sisteminde derinliğin fazla olmaması nedeni ile bölgesel olarak aynı ay içinde farklı istasyonlarda ölçülen su sıcaklığı değerleri değişkenlik göstermiştir. Sığ olan bölgelerde güneş ışınları tabana daha kolay ulaşabildiğinden su sıcaklığında farklılıklar oluşabilmektedir.

Yapılan pH ölçümleri sonucunda seçilen istasyonlarda ölçülen en yüksek pH değeri 8,34 ile 5 nolu istasyonda Nisan ayında, en düşük pH değeri ise 6,03 değeri ile 4 nolu istasyonda Aralık ayında ölçülmüştür. Türkiye'nin farklı lagüner alanlarında yapılan ortalama pH ölçümlerinde Buhan ve ark.(1998), Köyceğiz Lagünün'de 8,16, Çevik ve ark. (2008), Akyatan Lagünü'nde 7,35 Tuzla Lagünü'nde 7,26 olarak hesaplamış olup, bu çalışmadaki ortalama 7,52 olan pH ile paralellik göstermektedir.

Genel olarak bakıldığında su sıcaklığının artışına paralel olarak pH'ın arttığı görülmüştür. Bunun nedeni su sıcaklığında gerçekleşen artışın su içerisindeki bitkilerin fotosentetik aktivitelerinin artması olarak düşünülebilir. Ayrıca aynı mevsim içinde yaşanan dalgalanmaların yağışlar, sulama ya da toprak havuz yetiştiriciliği gibi çevresel faaliyetler sonucu artan organik madde girişi ile bu maddelerin canlılar tarafından organik oksidasyonu sonucu olduğu düşünülebilir.

İstasyonlarda çalışma süresince ölçtüğümüz en yüksek çözünmüş oksijen değeri 11,42 mgL⁻¹ ile 6 nolu istasyonda Ocak ayında, en düşük çözünmüş oksijen değeri 1,38 mgL⁻¹ ile 2 nolu istasyonda Temmuz ayında ölçülmüştür. Canlıların yaşamı için güçlük oluşturabilecek en düşük değer 2 nolu istasyonda 1,38 mgL⁻¹ ile görülmüştür. Özellikle 2 nolu istasyonda görülen düşük değerdeki çözünmüş oksijen ölçümleri sudaki hareketsizliğe ve sudaki organik madde birikimine bağlanabilmektedir. Bunun yanında balık yetiştiriciliğinin yapıldığı toprak havuzların çıkış sularının 2 nolu istasyon bölgesine

deşarjları sonucunda çözünmüş oksijenin ölçümlerinin düşük çıkmasının etkisi olduğu görülmektedir. Türkiye'nin farklı lagüner alanlarında yapılan ortalama çözünmüş oksijen ölçümlerinde; Buhan ve ark. (1998), Köyceğiz Lagünü'nde $9,0 \text{ mgL}^{-1}$, Çevik ve ark. (2008), Akyatan Lagünü'nde $6,83 \text{ mgL}^{-1}$ Tuzla Lagünü'nde $7,11 \text{ mgL}^{-1}$ olarak hesaplamış olup, bu çalışmadaki ortalama $6,80 \text{ mgL}^{-1}$ olan çözünmüş oksijen değerleri ile farklılık göstermektedir. Genel olarak baktığımızda yaz aylarında kış aylarına göre çözünmüş oksijen değerinin azaldığını görüyoruz; buna neden olarak artan su sıcaklığına paralel olarak artan biyolojik aktivitelerde kullanılmak üzere sucul canlıların çözünmüş oksijene ihtiyaç duymasındır. Çözünmüş oksijen değerinde noktasal dalgalanmaların sebebi olarak bölgeye giriş yapan su kaynaklarındaki organik madde miktarındaki hızlı artışların olduğu düşünülmüştür.

İstasyonlarda çalışma süresince ölçülen en yüksek elektriksel iletkenlik değeri $58710 \mu\text{Scm}^{-1}$ ile 8 nolu istasyonda (denizel bölge) Ekim ayında, en düşük elektriksel iletkenlik değeri ise $418 \mu\text{Scm}^{-1}$ ile 1 nolu istasyonda Şubat ayında ölçülmüştür. Türkiye'nin farklı lagüner alanlarında yapılan ortalama elektriksel iletkenlik ölçümlerinde; Çevik vd. (2008), Akyatan Lagünü'nde $766 \mu\text{Scm}^{-1}$ Tuzla Lagünü'nde $764,2 \mu\text{Scm}^{-1}$ olarak hesaplamış olup, bu çalışmadaki ortalama $10967 \mu\text{Scm}^{-1}$ olan elektriksel iletkenlik değerleri ile, oldukça farklılık göstermektedir. Bu farklılıkta Güllük Körfezi'nin Güllük Lagüne olan etkisinin önemli olduğu görülmektedir. Bütün istasyonlarda ölçülen elektriksel iletkenlik değeri tuzluluk değeri ile paralellik göstermiştir. Kışa aylarında artan yağış miktarı elektriksel iletkenlik değerleri ve tuzluluğun azalmasına neden olurken yaz aylarında azalan yağışlar ve artan buharlaşma nedeni ile elektriksel iletkenlik değeri artış göstermiştir.

Yapılan tuzluluk ölçümleri sonucunda Güllük Lagünü'nde denizel kısımda ölçülen en yüksek tuzluluk değeri $\% 38,98$ ile 8 nolu istasyonda Ekim ayında, en düşük tuzluluk değeri ise $\% 2,78$ ile 1 nolu istasyonda Şubat ayında belirlenmiştir. Seçilen istasyonlarda yıllık ortalama tuzluluk $\% 13,41$ olarak hesaplanmıştır. Güllük Lagünü'nde Güllük Körfezi'nden lagüne giriş ve çıkış yapan anadrom ve katadrom balıklar için tuzluluk değerleri normaldir. Türkiye'nin farklı lagüner alanlarında yapılan ortalama tuzluluk ölçümlerinde; Buhan vd.(1998), $\% 9,10$ ve Çevik ve ark. (2008), Akyatan Lagünü'nde $\% 54,40$ Tuzla Lagünü'nde $\% 56,31 \mu\text{Scm}^{-1}$ olarak hesaplamış olup, bu çalışmadaki ortalama $\% 13,41$ tuzluluk değerleri ile, Buhan ve ark. (1998) ile paralellik gösterirken, Çevik ve ark. (2008), ile oldukça farklılık göstermektedir.

Nitrit azotu değerleri çalışma süresi boyunca seçilen istasyonlarda değişim göstermektedir. Analizi yapılan numunelerde bazı aylarda 5 ve 6. istasyonlarda değer tespit edilmemişken, en yüksek değer Ekim ayında $0,78 \text{ mgL}^{-1}$ olarak 2 nolu istasyonda ölçülmüştür. 2 nolu istasyondaki nitrit azotu değerinin yüksek ölçülmesinin sebebini bu istasyona yakın yerde faaliyet gösteren toprak havuzlarının çıkış sularının lagüne karışmasıyla açıklayabiliriz. Ayrıca nitrit azotunun tüm istasyonlarda çalışma boyunca gösterdiği aylık dalgalanmaların nedeni olarak nitritin ara ürün olması gösterilebilmektedir.

İstasyonlardaki nitrit azotunun yıllık ortalama değeri olarak nitrit azotu miktarı $0,13 \text{ mgL}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır.

Nitrat azotu değerleri çalışma süresi boyunca Güllük Lagünü'nde seçilen istasyonlarda $1,01-22,08 \text{ mgL}^{-1}$ aralığında tespit edilmiştir. Analizi yapılan numunelerde belirlenen istasyonlarda yıllık en yüksek nitrat azotu miktarı $22,08 \text{ mgL}^{-1}$ ile 1 nolu istasyonda Temmuz ayında, en düşük ise $1,01 \text{ mgL}^{-1}$ 1 nolu istasyonda Şubat ayında, 4 nolu istasyonda ise Mart ayında ölçülmüştür. Güllük Lagünü'nde seçilen istasyonlardaki ölçülen yıllık ortalama nitrat azotu miktarı ise $10,44 \text{ mgL}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Nitrat değişimini tek bir nedene bağlamak doğru değildir. Ama yaz aylarında kış aylarına oranla daha fazla değerlerde olmasının nedeni olarak lagüner alan etrafında bulunan zirai faaliyetlerde kullanılan azotlu gübreler ve tarımsal ilaçların ekinlerin sulama suyunun lagüne azotlu bileşikleri taşımasından kaynaklandığı düşünülebilir.

Amonyum azotu değerleri çalışma süresi boyunca Güllük Lagünü'nde seçilen istasyonlarda $0,09-2,47 \text{ mgL}^{-1}$ arasında değişim göstermektedir. Analizi yapılan numunelerde belirlenen istasyonlarda yıllık en yüksek amonyum azotu miktarı $2,47 \text{ mgL}^{-1}$ ile 2 nolu istasyonda Temmuz ayında, $0,09$ olarak 8 nolu istasyonda Şubat ayında tespit edilmiştir. Amonyum azotu, seçilen istasyonlarda yıllık ortalama olarak $0,90 \text{ mgL}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Sulardaki amonyum, genel olarak azot içeren organik maddelerin parçalanması sonucu meydana gelen bir ara ürün olup insan veya hayvan kaynaklı olabilir.

Yüzey veya çiftlik gübrelerinin yağmurla yıkanması, pH ve sıcaklıkla, alglerin aşırı çoğalması ve ölümleri gibi çeşitli nedenlerle sudaki konsantrasyonları değişmektedir. Belirlenen istasyonlarda en yüksek değer $2,47 \text{ mgL}^{-1}$ ile 2 nolu istasyonda görülmesiyle bu istasyonlardaki diğer değerlerin $0,09-2,47 \text{ mgL}^{-1}$ arasında değişim göstermesi, bölgedeki amonyum azotunun kimyasal özelliklerinin yanında sürekli olmayan dağınık nokta kaynaklı kirleticilerin etkisinde olduğunu açıklayabilmektedir.

Belirlenen istasyonlarda yıllık en yüksek fosfat miktarı $1,99 \text{ mgL}^{-1}$ ile 8 nolu istasyonda Ağustos ayında, en düşük değer ise 1, 2 ve 3 nolu istasyonlarda Nisan ayında tespit edilememiştir. İstasyonlardaki yıllık ortalama fosfat miktarı ise $0,61 \text{ mgL}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Fosfor, doğal sularda ve atık sularda fosfat iyonları halinde bulunur. Doğal sularda toplam fosfor yoğunluğu; havzanın morfometresine, bölgenin jeolojik yapısının kimyasal içeriğine, suya karışan organik madde olup olmadığına ve sudaki organik metabolizmaya bağlıdır. En yüksek fosfat değerinin 8 nolu istasyonlarda görülmesi, çevresinde bulunan Güllük Limanı, balıkçı barınağı ve yerleşim birimlerinden, evsel katı ve sıvı atıkların körfeze ve lagüne deşarj edilebilme olasılığıyla arttığı sonucunu doğurabilmektedir. Bunun yanında çevredeki tarım arazilerinde kullanılan kimyasal gübrelerin yağmur sularıyla buraya karışmasıyla artabileceği düşünülebilmektedir.

Güllük Lagünü ve çevresini genel olarak değerlendirdiğimizde; ikincil konutların her geçen gün artması, Güllük limanın, şehir merkezinden alınarak Güllük Lagünü'nün yakınına inşa edilmesi, Bodrum-Milas Havalimanının varlığı, Milas yerleşim biriminin evsel atık sularının Güllük Lagünü'ne deşarj

edilmesi, Sarıçayın getirdiği mandıra suları, zeytin işleme tesislerinin çıkış suları, balık yetiştiriciliği yapılan toprak havuzların çıkış suları, maden taşımacılığı yapan kamyonların oluşturduğu toz bulutları, balıkçılık anlamında yapılan kaçak avcılıkların etkisi altında olması gibi birçok faktör Güllük Lagünü'nü kirleten kaynaklar olarak dikkat çekmektedir.

Güllük Lagünü'nün çevresinde yaklaşık 133 adet toprak havuzda çipura-levrek balığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Faaliyette olan bu balık çiftliklerinin çoğu Güllük Lagünü'nü suyunu kendi işletmelerinde kullandıkları gibi işletmelerin çıkış sularını da Güllük Lagünü'ne deşarj etmektedirler.

Güllük Körfezi sınırları içinde bulunan Güllük Limanı'ndan Avrupa'nın çeşitli ülkelerine boksit ve feldspat madeni, mermer ve balık gibi ürünlerin ihracatı yoğun olarak yapılmaktadır. Madenlerin kamyonlarla taşınması sırasında uçuşan feldspat madenin oluşturduğu tozlar Güllük Lagünü çevresindeki flora ve fauna için olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Belirli aralıklarda liman iskelesinin zemini yıkanmasına rağmen yükleme sırasında yayılan partiküller rüzgârlar ile uçuşmaktadır. Yükleme yapan taşıyıcı araçların damperinin kapalı yada örtülü olması gerekmektedir. Ancak araştırma alanı çevresinde kalan liman yolunun kenarlarında taşıyıcı araçların damperlerinden dökülen veya sızan partiküller bulunmaktadır. Bu partiküllerin de oluşun rüzgârlar ile lagüne doğru uçuştuğu gözlenmiştir.

Diğer yandan kıyı boyunca gün geçtikçe artan yerleşim yerlerinden, bölgedeki tarımsal ve endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan karasal kökenli kirleticiler doğrudan veya dolaylı olarak Güllük Lagünü'ne ulaşmaktadır. Lagüner saha kapsamında yer alan Bodrum Havalimanı'nın özellikle aktif olduğu yaz aylarında Güllük Lagünü çevresinde yaşayan flora ve fauna için olumsuz etkileri de kaçınılmazdır. Atılgan ve Egemen (1995); Özdemir ve Türker (2008), araştırma sahasında yaptıkları çalışmalarla aynı çevresel problemlere değinmişlerdir. Egemen vd. (1999), Güllük Lagünü çevresinde bundan sonra yeni yerleşim birimlerin yapımına izin verilmemesini ve lagünün kurumlar arası işbirliği kapsamında akılcı yönetilmesinin önemini vurgulamıştır.

Aynı bölge içerisinde Güllük Lagününe yaklaşık 166 km uzaklıkta bulunan Köyceğiz Lagün sisteminde (Buhan ve ark. 1998; Gönenç ve ark. 1999; Hepsağ 2003), tarafından yapılan bilimsel çalışmalarda Güllük Lagünün de yaşanan benzer çevresel problemlere vurgu yapmışlardır. Türkiye'nin ve Dünyanın farklı lagüner sahalarında yapılan bilimsel çalışmalarda da çevresel sorunların benzer olduğu ifade edilmiştir (Souza ve ark. 2003; Alvarez-Rogel ve ark. 2006; Matthew 2006; Ruiz ve ark. 2006; Demir 2008).

Güllük Lagünü'nün anadrom ve katadrom balıklar açısından önemli bir geçiş noktasındadır. Bu bağlamda araştırma sahasında yapılan balıkçılık çalışmalarında (Alpbaz 1985; Egemen vd. 1999; Hoşsucu 2001) Güllük Lagününün geleceği ve sürdürülebilirliği açısından balıkçılığın önemine değinerek, kaçak avcılığın engellenmesinin ve balık neslinin devamı için kurumlar arası işbirliğinin sağlanması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Bölge için önemli bir sulak alan olan Güllük Lagünü'nün mevcut durumunun korunması ve gelecek nesillere bir miras olarak bırakılabilmesi için ilgili kurumların bir araya gelerek çözüm önerileri adı altında projeler yapması ve daha da önemlisi insanların eğitilmesinin şart olduğu görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Alpbaz, A. G., 1985, Dalyanlarımız ve Çalışma Prensipleri, *Su Ürünleri Dergisi*, Ege Üniversitesi, Cilt 2, Sayı:5-6, 19-22s.
- Alvarez-Rogel, J., Jimenez-Carceles F. J., Egea Nicolas C., 2006, Phosphorus and Nitrogen Content in the Water of a Coastal Wetland in the Mar Meno Lagoon, Relationships With Effluents From Urban and Agricultural Areas, *Water, Air, and Soil Pollution* 173: 21–38.
- Anonim, 1998, *Lagün gölleri araştırma projesi sonuç raporu*, Tarım Orman Köyişleri Bakanlığı, Ankara.
- Atılğan, İ., Egemen, Ö., 2001, Güllük ve Homa Lagünü Sedimentlerinde Karbon, Yanabilen Madde ve Bazı Ağır Metal (Cu, Zn) Düzeylerinin Karşılaştırmalı Olarak Araştırılması, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, Cilt 18, Sayı 225-232, İzmir.
- Balcı, A., Doğan, H.M., Demirak, A., Demirhan. H., 2001, Muğla İli Güllük Körfezi'nde Deniz Suyu Kirliliğinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Sistemleri ile İzlenmesi, *IV. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi*, 5-8 Ekim 2001, Bodrum.
- Barlas, M., Mumcu, M.F., Dirican, S., Solak, C., 2001, Sarıçay(Muğla-Milas)'Da Yaşayan Epilitik Diatomların Su Kalitesine Bağlı Olarak İncelenmesi, *IV. Ulusal Ekoloji Ve Çevre Kongresi*, Bodrum.
- Buhan E., Yılmaz, H., Çirik, Ş., Morkan, Y., 1998, Köyceğiz Lagün Ekosistemi Balık Verimliliği Ve Sorunları, *Doğu Anadolu Bölgesi III. Su Ürünleri Sempozyumu*, 10-12 Haziran 1998, Erzurum.
- Çevik, F., Polat, S., Dural, M., 2008, Akyatan ve Tuzla Lagünlerinin (Adana, Türkiye) Fitoplanktonu ve Mevsimsel Değişimi, *Journal of Fisheries Sciences*, 2, 19-29s.
- Demir, A., 2008, *Akyatan Lagününde Tuzluluk Ve Bazı Kirlilik Düzeylerinin Saptanarak Coğrafi Bilgi Sistemi Destekli Dağılımlarının Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 194s.
- Demirak, A., 2003, *Muğla İli Güllük Körfezi' ndeki Kirliliğin Araştırılması*, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 162s.
- Demirak, A., Balcı, A., Demirhan, H., Tüfekçi, M., 2001, Güllük Körfezinin Kirlenmesini Etkileyen Faktörler, *IV. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi*, 2001, Bodrum.
- Egemen, Ö., Önen M., Büyükişık, B., Hoşsucu, B., Sunlu, U., Gökpınar, Ş., Çirik, S., 1999, *Güllük Lagünü (Ege Denizi ,Türkiye) Ekosistemi*, Tübitak, 3,927 947, Ankara.

- Erdem, M., Özdemir, N., 2004, Güney Ege Bölgesi Dalyanlarında Üretimin Meteorolojik Veriler İle Karşılaştırılması, *Türkiye'nin Kıyı Ve Deniz Alanları V. Ulusal Koferansı*, Adana, 2004.
- FAO. 1981, Studies and Reviews, Management of Living Resources in the Mediterranean Coastal Area. No:58.
- Gökpınar, Ş., Cirik, S., Sunlu, U., Metin, C., 1996, Karine Dalyan Gölü fitoplanktonu ve balıkçılığı, *Journal of Biology*, 20: 87-97.
- Gönenç, E., Gürel, M., Tanık, A., Polat Beken, Ç., Okuş, E., 1999, *İstanbul Teknik Üniversitesi Araştırma Bildirisi*,.
- Gündoğdu, V., Özkan, E. Y., 2006, Küçük Menderes Nehri Ölçüm Ağı Tasarımı ve Su Kalite Değişkenlerinin İrdelenmesi Çalışması, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 23, (3-4): 361–369ss.
- Hepsağ, E., 2003, *Köyceğiz-Dalyan Lagün Havzası Su Kaynaklarının Su Kalitesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 212s.
- Hoşsucu, B., 2001, Güllük Lagünü (Ege Denizi) Kefal Türlerinin Üreme Zamanlarının Tesbiti, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 2001, 349-355s.
- Kalkan, S., Altuğ, G., Cardak, M., Gürün, S., Çiftçi Türetken, P. S., 2012, Güllük Körfezi (Ege Denizi) Kıyusal Alanında Biyo-İndikatör Bakterilerin Çevresel Parametrelerle İlişkilerinin Araştırılması, *Fisheries and Aquatic Sciences Balıkçılık ve Akuatik Bilimler Sempozyumu*, Eskişehir, 2012.
- Matthew C. Peros, 2006, *6000-Year Record Of Ecological and Hydrological Changes From Laguna De La Leche*, North Coastal Cuba, Ontario, Canada.
- Özdemir, N., Türker A., 2008, Milas İlçesi Güllük Körfezi'ndeki Mevcut Çevresel Sorunlar ve Çözüm Önerileri Üzerine Bir Araştırma. Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları VII. Ulusal Kongresi 27-30 Mayıs 2008, 170-176, Ankara.
- Ruiz, F., Abad, M., Olias, M., Galan, E., Gonzales, I., Aguila, E., Hamoumi, N., Pulido, I., Cantano, M., 2006, The Present Environmental Scenario of The Nodor Lagoon (Morocco). *Environmental Research*, 102, 215-229.
- Souza, M.F.L., Kjerfve, B., Knoppers, B., Souzaa, W.F.L Damasceno, R.N., 2003, Nutrient Budgets and Trophic State in a Hypersaline Coastal Lagoon, Lagoa De Araruam,

EKLER

EK 1**Tablo 1** Yüzeý, orta nokta ve dip suyu örneklemelelerinin yapıldığı istasyonlarda derinlikler (m) ve koordinatlar

	İstasyon	Orta su	Maksimum Derinlik	Enlem	Boylam
1	Panayır Adası Kuzeyi	25	50	N37° 20.151'	E27°20.204'
4	Kazıklı Liman	25	50	N37° 18.086'	E27°27.966'
5	Teke Burnu	10	20	N37°15.378'	E27°27.016'
6	Çam Limanı	11	22	N37° 15.081'	E27°29.677'
7	İncegöl Burnu	14	28	N37° 13.735'	E27°29.962'
8	Asım Körfezi	8	16	N37° 14.361'	E27°33.543'
9	Sarıçay Deresi Ağızı	4	8	N37° 12.843'	E27°34.161'
10	Salih Adası Doğusu	18	37	N37° 10.182'	E27°31.832'
11	Güvercinlik	5	10	N37° 08.163'	E27°12.038'
12	İkizadalar	25	50	N37° 06.817'	E27°27.238'
13	Büyük Tavşan Adası Güneyi	12	25	N37° 09.630'	E27°22.865'
14	Referans Nokta	33	66	N37° 15.409'	E27°13.360'

EK 2**Tablo 2 Kıyusal Alan Yüzey Suyu (0-30 cm) Örnekleme İstasyonları**

İstasyon	İstasyon Mevkii	Enlem	Boylam
G15	Güllük-Dalyan	N37°14' 518"	E27°35' 942"
G16	Yük Limanı	N37°14' 274"	E27°35' 783"
G17	Halk Plajı	N37°14' 268"	E27°35' 770"
G18	Halk Plajı	N37°14' 260"	E27°35'753"
G19	Halk Plajı	N37°14' 257"	E27°35' 716"
G20	Liman 2	N37°14' 274"	E27°35' 717"
G21	Otel Önü	N37°14' 263"	E27°35' 339"
G22	Mavi Tatil Köyü	N37°14' 103"	E27°35' 364"
G23	Güvercinlik	N37°08' 006"	E27°34' 038"
G24	Torba	N37°04' 055"	E27°27' 035"
G25	Türkbükü	N37°07.053'	E27°22' 036"

EK 3



Şekil 1 Yüzeş, dip, orta su ve sediment örneklemelerinin yapıldığı çalışma alanı (Google Earth)

EK 4



Şekil 2 Yüzey suyu örneklemelerinin yapıldığı kıyusal alan örnekleme alanları (Google Earth)