



**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



Yüksek Lisans Tezi

**MARMARA DENİZİ İSTANBUL İLİ KIYISAL ALANINDA
İNDİKATÖR BAKTERİLERİN ANTİBİYOTİK DİRENÇLİLİK
FREKANSLARININ ARAŞTIRILMASI**

Rıza Can DOĞAN

Deniz ve İçsu Kaynakları Yönetimi Anabilim Dalı

Deniz Biyolojisi Programı

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Gülşen ALTUĞ**

Ocak, 2023

İSTANBUL

Bu çalışma, 20.01.2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Deniz ve İçsu Kaynakları Yönetimi Anabilim Dalı, Deniz Biyolojisi Programında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Prof. Dr. Gülşen ALTUĞ (Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Su Bilimleri Fakültesi

Doç. Dr. Pelin Saliha ÇİFTÇİ
TÜRETKEN
İstanbul Üniversitesi
Su Bilimleri Fakültesi

Doç. Dr. Pınar ÇAĞLAYAN
Marmara Üniversitesi
Fen Fakültesi

İntihal Programı Beyanı

20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi’nin aboneli olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

Proje Destekleri

Bu tez, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin **37692** numaralı projesi ile desteklenmiştir.

Tezden Üretilmiş Yayınların Künye Bilgileri

--	--

ÖNSÖZ

Çalışmanın bütün aşamalarında büyük emeği olan, yardımlarını esirgemeyen ve her zaman yanımda olan değerli arkadaşlarım Meryem ÖZTAŞ'a ve Buket ELÇİN'e çok teşekkür ederim.

Bütün üniversite hayatım boyunca bütün sorularıma cevap veren ve her anımda yanımda olduğunu hissettiren değerli hocam Doç. Dr. Pelin Saliha ÇİFTÇİ TÜRETKEN'e minnetlerimi ve teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma boyunca yardımlarından yararlandığım çalışma arkadaşım Selma Dilara KARAMAN BAŞ'a, değerli dostlarım Irmak DİNÇCAN'a ve Melih ÖZGÜN'e teşekkür ederim.

Son olarak yüksek lisans öğrenimim boyunca değerli tecrübelerinden ve bilgilerinden faydalandığım danışman hocam Prof. Dr. Gülşen ALTUĞ'a en içten dileklerle teşekkür ederim.

Ocak 2023

Rıza Can DOĞAN

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
TABLO LİSTESİ.....	vi
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ	vii
ÖZET	ix
SUMMARY	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL KISIMLAR.....	3
2.1. DÜNYADAKİ DENİZ SULARINDA BAKTERİYOLOJİK KİRLİLİK.....	3
2.2. TÜRKİYE’DEKİ DENİZ SULARINDA BAKTERİYOLOJİK KİRLİLİK	3
3. MALZEME VE YÖNTEM.....	6
3.1. ÖRNEKLEME İSTASYONLARI	6
3.2. DEĞİŞKEN ÇEVRESEL PARAMETRELER	9
3.3. BAKTERİYOLOJİK ANALİZLER	10
3.3.1 İndikatör Bakteri ve <i>E. coli</i> Tayini	10
3.3.2. Heterotrofik Aerobik Bakteri Analizleri.....	12
3.3.3. Antibiyotik Dirençlilik Testleri	12
4. BULGULAR.....	14
4.1. DEĞİŞKEN ÇEVRESEL PARAMETRE DEĞERLERİ.....	14
4.2. İNDİKATÖR BAKTERİ DÜZEYLERİ	22
4.3. HETEROTROFİK AEROBİK BAKTERİ (HAB) DÜZEYLERİ.....	30
4.4. ANTİBİYOTİK DİRENÇLİLİK FREKANSLARI	32
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	37
KAYNAKLAR.....	43
ÖZGEÇMİŞ	55

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 3.1.1: Örneklerin alındığı istasyonlar (Google Earth)	6
Şekil 3.1.2: Kartal İstasyonu (Orijinal Fotoğraf)	8
Şekil 3.2.1: YSI Multiparametre (Orijinal Fotoğraf)	9
Şekil 3.3.1.1: Sonbahar mevsimi örneklemesinde Kazlıçeşme istasyonuna ait örneğe ait m.FC-NKS'de gelişen şüpheli koloniler (Orijinal Fotoğraf).....	10
Şekil 3.3.1.2: İlkbahar mevsimi örneklemesinde Kartal istasyonuna ait örneğe ait Endo-NKS'de gelişen şüpheli koloniler (Orijinal Fotoğraf).....	11
Şekil 3.3.3.1: Kış mevsimi örneklemesinde Yenikapı istasyonundan izole edilen bakteriye ait antibiyotik dirençlilik testi.....	13
Şekil 4.1.1: İstasyonlara ait sıcaklık (°C) değerleri	15
Şekil 4.1.2: İstasyonlara ait çözünmüş oksijen (mg/l) değerleri	17
Şekil 4.1.3: İstasyonlara ait tuzluluk (%) değerleri	19
Şekil 4.1.4: İstasyonlara ait pH değerleri	21
Şekil 4.2.1: İstasyonlara ait toplam koliform değerleri (KOB/100 ml)	23
Şekil 4.2.2: İstasyonlara ait fekal koliform değerleri (KOB/100 ml)	25
Şekil 4.2.3: İstasyonlara ait intestinal enterokok (KOB/100 ml) değerleri.....	27
Şekil 4.2.4: İstasyonlara ait <i>E. coli</i> (KOB/100 ml) değerleri.....	29
Şekil 4.3.1: İstasyonlara ait HAB değerleri (KOB/100 ml –log10).....	31
Şekil 4.4.1: Yaz mevsimi örnekleşine ait antibiyotik dirençlilik frekansları.....	32
Şekil 4.4.2: Sonbahar mevsimi örnekleşine ait antibiyotik dirençlilik frekansları	33
Şekil 4.4.3: Kış mevsimi örnekleşine ait antibiyotik dirençlilik frekansları.....	34
Şekil 4.4.4: İlkbahar mevsimi örnekleşine ait antibiyotik dirençlilik frekansları.....	35
Şekil 4.4.5: Bütün izolatların (272 adet) ortalama antibiyotik dirençlilik frekansları	36

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 3.1.1: Örneklerin alındığı istasyonların isimleri.....	7
Tablo 3.1.2: İş Planı ve Dağılımı.....	8
Tablo 4.1.1: İstasyonlara ait sıcaklık (°C) değerleri.....	14
Tablo 4.1.2: İstasyonlara ait çözünmüş oksijen (mg/l) değerleri.....	16
Tablo 4.1.3: İstasyonlara ait tuzluluk (%) değerleri	18
Tablo 4.1.4: İstasyonlara ait pH değerleri	20
Tablo 4.2.1: İstasyonlara ait toplam koliform değerleri (KOB/100 ml).....	22
Tablo 4.2.2: İstasyonlara ait fekal koliform değerleri (KOB/100 ml).....	24
Tablo 4.2.3: İstasyonlara ait intestinal enterokok değerleri (KOB/100 ml)	26
Tablo 4.2.4: İstasyonlara ait E. coli değerleri (KOB/100 ml)	28
Tablo 4.3.1: İstasyonlara ait HAB değerleri (KOB/100 ml)..	30

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
----------	----------

°C	: Santigrat derece
g	: Gram
mg	: Miligram
‰	: Binde
µm	: Mikrometre
µl	: Mikrolitre

Kisaltmalar	Açıklama
-------------	----------

APHA	: Amerikan Halk Sağlığı Birliği
KOB	: Koloni Oluşturan Birim
CFU	: Colony Forming Unit
HAB	: Heterotrofik Aerobik Bakteri
<i>E. coli</i>	: <i>Escherichia coli</i>

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MARMARA DENİZİ İSTANBUL İLİ KIYISAL ALANINDA İNDİKATÖR BAKTERİLERİN ANTİBİYOTİK DİRENÇLİLİK FREKANSLARININ ARAŞTIRILMASI

Rıza Can DOĞAN

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Deniz ve İçsu Kaynakları Yönetimi Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Gülşen ALTUĞ

Marmara Denizi nüfus, balıkçılık faaliyetleri, evsel ve endüstriyel kirlilik girdilerine bağlı olarak kimyasal ve biyolojik kirlilik etkenlerinin baskısı altındadır. Kıyısız alanların aynı zamanda rekreasyonel amaçlı kullanılıyor olması, bu bölgelerin halk sağlığı ve ekosistem sağlığı bakımından izlenmesini gerekli kılmaktadır. Kıyısız alanlarda insan kaynaklı kirlilik göstergesi olan bakterilerin varlığı, karasal baskının etkisini göstermesinin yanında patojen bakteri varlığının da indikatörüdür. Bakteriyel enfeksiyonların tedavisinde kullanılan antibiyotikler evsel atık suların ve hastane atık sularının denizlere deşarj edilmesi ile birlikte deniz ortamına girerek bakteriyel dirençliliğinin daha geniş alanlara yayılmasına aracılık etmektedir. Bu durum enfeksiyon hastalıklarının tedavisini zorlaştırmakta ve bakteriyel dirençliliğin yayılması sonucunda insanoğlu, sürekli yeni antibiyotikler geliştirmek zorunda kalmaktadır. Gelişen dünya koşullarında Dünya Sağlık Teşkilatı, Tek Sağlık (One Health) yaklaşımı ile gezegen sağlığını bir bütün olarak ele almakta ve antibiyotik dirençliliğinin bölgesel kontrolü tüm dünyada önem kazanmaktadır.

Bu çalışmada Marmara Denizi İstanbul kıyısız alanında seçilen istasyonlarda deniz suyu örneklerinde indikatör bakterilerin ve yaygın kullanılan antibiyotiklere karşı dirençlilik frekansları ve istasyonlarda multiparametre ile yerinde yapıp, ölçümlerle deniz suyunda değişken çevresel parametreler (çözünmüş oksijen, tuzluluk pH, sıcaklık) araştırılmıştır. Mevsimsel örnekleme ile alınan deniz suyu örneklerinde heterotrofik aerobik bakteri sayısı; membran filtrasyon metodu ile toplam koliform, fekal koliform, *E coli* ve toplam intestinal

enterokok düzeyi; disk difüzyon metodu kullanılarak ise antibiyotik dirençlilik frekansı belirlenmiştir.

Çalışma boyunca en yüksek deniz suyu sıcaklık değeri 24,57 °C, en düşük deniz suyu sıcaklık değeri 4,72 °C; en yüksek çözünmüş oksijen değeri 20,8 mg/l, en düşük çözünmüş oksijen değeri 4,93 mg/l; en yüksek tuzluluk değeri 23,89‰, en düşük tuzluluk değeri 16,46‰; en yüksek pH değeri 8,15, en düşük pH değeri ise 6,76 olarak ölçülmüştür.

Çalışma süresince en yüksek toplam koliform düzeyi 240.648 KOB/100 ml (Yaz örnekleme) olarak tespit edilirken, en düşük toplam koliform düzeyi 10.987 KOB/100 ml (Kış örnekleme) olarak tespit edilmiştir.

En yüksek fekal koliform düzeyi 63.900 KOB/100 ml (Yaz örnekleme) olarak tespit edilirken, en düşük fekal koliform düzeyi 1.107 KOB/100 ml (Kış örnekleme) olarak tespit edilmiştir.

En yüksek intestinal enterokok düzeyi 25.610 KOB/100 ml (Yaz örnekleme) olarak tespit edilirken, en düşük intestinal enterokok düzeyi 2.442 KOB/100 ml (Kış örnekleme) olarak tespit edilmiştir.

En yüksek *E. coli* düzeyi 16.448 KOB/100 ml (Yaz örnekleme) olarak tespit edilirken, en düşük *E. coli* düzeyi 976 KOB/100 ml (Kış örnekleme) olarak tespit edilmiştir.

En yüksek heterotrofik aerobik bakteri düzeyi 875×10^{10} KOB/100 ml (Yaz örnekleme) olarak tespit edilirken, en düşük Heterotrofik Aerobik Bakteri düzeyi 1×10^{10} KOB/100 ml (Kış örnekleme) olarak tespit edilmiştir.

İzolatların, seçilen 10 antibiyotik çeşidinin 5'inde yüzde 30'un üzerinde dirençlilik göstermesi; Marmara Denizi'ne klinik, evsel ve hayvansal kaynaklı antibiyotik geçişlerinin olduğunu söylemektedir. Bu durum gün geçtikçe denizde bulunan bakterilerin antibiyotik direnç gelişimini artırmasını sağlamaktadır. Bu durum, yoğun ve yanlış antibiyotik kullanımının en kısa sürede önüne geçilmesi gerektiğini göstermektedir.

İstanbul ili kıyıs alanda insan kaynaklı kirlilik düzeyi ve denizel alanda yaşam bulan antibiyotiklere dirençli bakteri frekansına yönelik verilerin sağlanması, elde edilen verilerin değişken çevresel parametrelerle mevsimsel ilişkilerinin kurulması sonucunda halk sağlığı ve ekosistem sağlığı bakımından potansiyel risklere yönelik tehditler belirlenmiştir. Buna bağlı olarak gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

.Ocak 2023, 65 sayfa.

Anahtar kelimeler: İndikatör Bakteri, Antibiyotik Dirençliliği, Marmara Denizi, İstanbul, Kıyıs Alan, Bakteriyolojik Kirlilik |

SUMMARY

M.Sc. THESIS

**THE INVESTIGATION OF ANTIBIOTIC RESISTANCE FREQUENCIES
OF INDICATOR BACTERIA IN THE COASTAL AREAS OF THE SEA OF
MARMARA, İSTANBUL PROVINCE**

Rıza Can DOĞAN

İstanbul University

Institute of Graduate Studies in Sciences

Department of Marine and Freshwater Resources Management

Supervisor : Prof. Dr. Gülşen ALTUĞ

The Marmara Sea population is under pressure from the influences of chemical and biological pollution, depending on the introduction of fishing activities, domestic and industrial pollution. The use of coastal areas for recreational purposes also requires the monitoring of these areas in terms of public health and ecosystem health. The presence of bacteria, which is a sign of human contamination in the coastal areas, is also a indicator of the presence of pathogen bacteria, as well as the effect of terrestrial pressure. Antibiotics used to treat bacterial infections are used to interrose bacterial resistance to wider areas by entering the sea environment with the discharge of domestic wastewater and hospital wastewater into the sea. This makes it difficult to treat infectious diseases, and as a result of the spread of bacterial resistance, human beings have to constantly develop new antibiotics. In developing world conditions, the World Health Service takes the whole of planetary health with its “One Health” approach, and regional control of antibiotic resistance is important around the world.

In this study, seawater samples were conducted on site with indicator frequencies and multiparameter in stations and in marine water variable environmental parameters (dissolved oxygen, salinity pH, temperature) in stations selected in the Marmara Sea Istanbul coastal area. In seasonal sampling sea water samples, the total coliform, fecal streptococci, *E. coli* and total intestinal enterococci level were determined with the membrane filtration methods, antibiotic resistance frequency using the disc diffusion method and heterotrophic aerobic bacteria level.

Peak sea water temperature value during operation 24.57°C, lowest sea water temperature value 4.72°C; highest dissolved oxygen value 20.8 mg/L, lowest dissolved oxygen value 4.93 mg/L; highest salinity value 23.89‰, lowest salinity value 16.46‰; The highest pH is measured at 8.15 and the lowest pH is measured at 6.76.

During the study, the highest total coliform level is determined as 240.648 CFU/100 ml (Summer), while the lowest total coliform level is 10.987 CFU/100 ml (Winter).

The highest fecal streptococci level is 63.900 CFU/100 ml (Summer), while the lowest fecal streptococci level is 1.107 CFU/100 ml (Winter).

The highest intestinal enterococci level is 25.610 CFU/100 ml (Summer), while the lowest intestinal enterococci level is 2.442 CFU/100 ml (Winter).

Highest *E. Coli* level is 16.448 CFU/100 ml (Summer), while the lowest *E. Coli* level is 976 CFU/100 mL (Winter).

The highest heterotrophic aerobic bacteria level is 875×10^{10} CFU/100 ml (Summer), while the lowest total aerobic heterotrophic bacteria level is 1×10^{10} CFU/100 mL (Winter).

Bacteria show resistance of more than 30 per cent in 5 of the 10 selected antibiotic types; they tell the Marmara Sea that there are clinical, domestic and animal-induced antibiotic transitions. This makes it possible for bacteria in the sea to increase the development of antibiotic resistance. This indicates that intensive and inaccurate use of antibiotics should be avoided as soon as possible.

The provision of data for human-borne pollution levels and the frequency of bacteria resistant to antibiotics that find life in the marine field in the Istanbul province coastal area, and the establishment of seasonal relations with variable environmental parameters of the data

obtained, identified threats to potential risks in terms of public health and ecosystem health. Accordingly, the necessary measures must be taken.

January 2023, 65 pages.

Keywords: | Indicator bacteria, Antibiotic resistance, Marmara Sea, Istanbul, Coastal area, Bacteriological pollution |



1. GİRİŞ

Bakterilerin halk sağığı açısından sahip olduğı önem ile deniz bakteriyle alakalı çalışmaların bilimsel kayıtlara girişinin arasında bir ilişki vardır. Dünyada deniz bakteriyolojisi denildiğinde, mikrobiyal biyotransformasyon mekanizmaları, yeşil kimya olarak tanımlanan çalışmalar, biyolojik iyileştirme, besin zincirinde bakteri rollerinin ve ekosistem işleyişinin anlaşılmasına yönelik çalışmalar, mavi biyoteknoloji olarak tanımlanan biyoaktif bileşiklerin, enerji ve gıda başlıklarının öne çıktığı çalışmalar, anlaşılmaktadır. Kıyısız alanlarda tüm bunların temelini bir bölgede şekillenen bakteri kompozisyonunun antropojenik aktivite ile ilişkisini ortaya koymak oluşturmaktadır. Bu ilişkiyi belirlemenin tüm dünyada kabul edilen yolu indikatör bakteri düzeylerinin belirlenmesidir. Kıyısız alanlardan denizlere ulaşan atık suların bölgesel karakterine bağılı olarak bakterilerin antibiyotiklere dirençliliklerinin ortaya konması bölgenin bakteriyolojik risklerinin tanımlanması açısından önemlidir. Ayrıca çoklu antibiyotik dirençliliğı (Multiple Antibiotic Resistance: MAR) değerleri bölgenin insan kaynaklı girdilerine yönelik veriler sağılayarak bu riskin tanımlanmasına katkı sağılamaktadır. Bakterilerin antibiyotik dirençliliğinin küresel yayılımı halk sağığı bakımından endişeleri artırırken bölgesel dirençlilik düzeylerinin belirlenmesi önem taşımaktadır. Bu nedenlerle oluşturulan proje önerisinin konusu deniz kirliliğı etkisini ortaya koyan bakteriyolojik çalışmalar olup, kıyısız alanlarda bakteriyolojik kirlilik indikatörü bakteri düzeylerinin belirlenmesini ve antibiyotik dirençlilik frekanslarının araştırılmasını kapsamaktadır. Çalışma alanı olarak seçilen İstanbul gibi büyük bir kente ev sahipliğı yapan Marmara Denizi ve İstanbul Boğazı biyolojik ve kimyasal kirlilik girdilerinin etkisi altındadır. Nüfusa bağılı stres, endüstriyel ve evsel faaliyetler, avcılık ve deniz taşımacılığı başlıca etkenlerdendir. Marmara Denizi bir iç deniz olarak İstanbul Boğazı yoluyla Karadeniz, Çanakkale Boğazı yoluyla Akdeniz'i birbirine bağlamaktadır. Marmara Denizi ve İstanbul Boğazı sahip olduğı hidrografik özellikler ile bakteriyolojik çalışmalar için laboratuvar niteliğı taşımaktadır. Sağılık Bakanlığı ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı yönergesi: Yüzme Suyu Kalitesinin Yönetimine Dair Yönetmelik (2019) ve EU Bathing Water Directive (2006/7/EC) deniz sularında bakteriyolojik kirlilik tespitinde indikatör bakteriler olarak *Escherichia coli* ve intestinal enterokok düzeylerinin araştırılmasını önermektedir. Bu tez kapsamında İstanbul İli içerisinde yer alan Marmara Denizi'ne kıyısı olan bölgelerde ve İstanbul Boğazı kıyısız alanında indikatör bakterileri düzeyleri ve bu bakterilerin

antibiyotiklere karşı dirençlilikleri araştırılacaktır. Değişken çevresel parametreler olan deniz suyu sıcaklığı, çözünmüş oksijen, pH, tuzluluk değerleri ile bakteri dağılımı mevsimsel olarak karşılaştırılacak, bu durumun indikatör bakterilerde tespit edilecek antibiyotik dirençlilik frekansı ile ilişkisi araştırılacaktır. Elde edilecek verilerin bölgesel bakteriyel kirlilik ve antibiyotik dirençliliğine yönelik olası riskleri tanımlamasının yanında ulusal/uluslararası bilimsel literatüre katkı sunması ve Marmara Belediyeler Birliği, Sağlık Bakanlığı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı gibi ilgili kurum ve kuruluşlarla verilerin paylaşılması ile deniz ekosisteminin sürdürülebilir kullanımı konusunda yaygın etki oluşturmaları hedeflenmektedir.

Deniz suyunda tespit edilen biyo-indikatör bakteri sayısı, o ortamın aldığı çevresel kirlilik girdilerinin önemli bir ölçüsüdür. Patojen bakterileri tek tek tanımlamak analitik olarak zaman alan, ekonomik olmayan ve uzmanlık gerektiren bir yoldur. Bunun yerine ortamdaki potansiyel patojen bakteri varlığını gösteren indikatör (gösterge) bakteriler kullanılır (*APHA, 1998; Ashbolt, 2001; Altuğ, 2005*). İndikatör bakterilerin tercih edilmelerinin diğer nedenleri ise patojen bakterilerle aynı ortamı paylaşmaları, sayıca fazla olmaları ve hayatta kalma sürelerinin daha uzun olmasıdır (*Droste, 1997; APHA, 1998; Prescott ve diğ., 1999; Bitton, 2005; Altuğ, 2005*). |

2. GENEL KISIMLAR

2.1. DÜNYADAKİ DENİZ SULARINDA BAKTERİYOLOJİK KİRLİLİK

Dünyada kıyısız alanlarda yapılan çalışmalara bakıldığında, kıyısız alanlarda devamlı olarak mikrobiyal kirlilik unsurları bulunmuştur ve mikrobiyal kalite indikatörü bakterilerin mevsimlere bağlı olarak değiştiği ve bu durumda sıcaklık ve tuzluluğun da etkili olduğu belirlenmiştir (*Janelidze ve diğ., 2011*). Kıyısız alanlarda ve sığ deniz sularında organik madde miktarı, açık denize göre daha fazladır. Bu durum kendilerine daha uygun koşulları bulan bakterilerin gelişmesini kolaylaştırır (*Pomeroy ve diğ., 1984; Azam ve Cho, 1987; Heissenberger ve diğ., 1996; Altuğ ve Bayrak, 2003*).

Amerika Birleşik Devletleri'nin New York eyaletinde yapılan bir başka çalışmada kıyısız bölgelerde ve plajlarda denize giren insanlar ile denize girmeyen insanlar arasında karşılaştırma yapılmıştır. Suda bulunan bakterilerin neden olabileceği hastalıklara dair semptomların insanlar üzerinde görülüp görülmemesine dair yapılan incelemede belirlenen bölgelerde yüzen kişilerde semptomların görülme oranı denize girmeyen kişilere göre çok daha fazla çıkmıştır. Belirlenen beş semptomda da durum değişmemiştir (*Cabelli ve diğ., 1979*).

İtalya'nın başkenti Roma'da yapılan bir başka çalışmada klinik, insan ve çevresel kaynaklı izolatların belirlenen antibiyotiklere karşı dirençlilikleri incelendi. Yapılan araştırmalar sonucunda klinik izolatlar arasında yer alan enterokokların çoklu antibiyotik dirençliliğine sahip olduğu görüldü. Klinik izolatların sahip olduğu bu dirençliliğin, diğer kaynaklardan elde edilen izolatlara göre daha fazla olduğu tespit edildi (*Dicuonzo ve diğ., 2001*).

2.2. TÜRKİYE'DEKİ DENİZ SULARINDA BAKTERİYOLOJİK KİRLİLİK

Türkiye, denizel bölge açısından zengin bir ülkedir. Özellikle Marmara Denizi, Türkiye açısından büyük bir öneme sahiptir. Ancak özellikle son 20 yılda evsel, endüstriyel ve gemi suları nedeniyle bölgedeki kirlilik önlenemez bir şekilde artmıştır. Yapılan çalışmalarda *Escherichia coli*, *Enterobacter sp.*, *Klebsiella oxytoca*, *Pseudomonas aeruginosa* gibi gram-negatif patojen bakterilerin Marmara Denizi'nde yoğun olarak bulunduğu görülmüştür. Bu bakteriler üzerinde yapılan incelemeler sonucunda bakterilerde bulunan R-plasmidinin antibiyotiklere karşı dirençlilik sağladığı ortaya çıkmıştır. Seçilen 10 antibiyotik ile yapılan deneylerde en çok direncin ampisiline karşı (83,1%) olduğu görülmüştür (*Sivri, 2017*).

Denizlerde bulunan *Enterobacteriaceae* türlerinin antibiyotiklere karşı dirençli olabileceği kanıtlanmıştır. Antibiyotik direnci ile olan mücadelede evsel su arıtımı kontrolü önemlidir (Altuğ, Çardak, Çiftçi, 2009). Ambarlı Limanı ve Yenikapı Limanı arasındaki kıyısız alanda yapılan bakteriyolojik çalışmada indikatör bakteri düzeyi standartların üzerinde bulunmuştur (Altuğ ve İçöz, 2004). Güney Marmara ve Kuzey Ege, bakteriyolojik çeşitliliğin karşılaştırıldığı bir çalışmada ise Marmara Denizi'nde *Enterobacteriaceae* sayısı yüksek bulunmuştur (Altuğ ve diğ., 2013).

2005-2007 yılları arasında yapılan çalışmada, indikatör bakteri düzeyinin Marmara Denizi'nde, Kuzey Ege Denizi'ne göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Altuğ ve diğ., 2007). 2000-2010 tarihleri arasında Marmara Denizi, İstanbul-Çanakkale Boğazlarında kaydedilen heterotrofik ve indikatör bakteri düzeylerinde, Çanakkale Boğazı'ndaki heterotrofik ve indikatör bakteri bolluğunun, İstanbul Boğazı'na göre daha düşük olduğu belirlenmiştir (Altuğ ve diğ., 2007).

Güllük Körfezi'nde yapılan çalışmada deniz sularından izole edilen bakterilerin en çok rifampicin (98%), sulfonamide (98%) ve ampicilin (76%) antibiyotiklerine dirençli oldukları saptanmıştır. Deniz sularından izole edilip, antibiyotiklere en dirençli bakteriler ise *Raoultella oxytica*, *Staphylococcus xylosus*, *Kocuria kristinae*, *Aeromonas salmonicida* ve *Proteus vulgaris* olduğu görülmüştür. Sedimentlerden izole edilen bakteriler ise rifampicin, sulfonamide, ampicilin ve tetracycline antibiyotiklerine karşı 100% dirençli olduğu görülmüştür. Sedimentlerden izole bakteriler arasındaki en yüksek dirençlilik gösterenler *Aeromonas caviae*, *Alicyclobacillus acidoterrestris*, *Brevundimonas diminuta*, *Chryseobacterium indologenes*, *Lactococcus garvieae*, *Neisseria animaloris*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Serratia marcescens*, *Shewanella algae* ve *Vibrio parahaemolyticus* olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda sedimentlerden izole edilen bakteri türlerinin, deniz sularından izole edilen bakterilere göre antibiyotiklere karşı daha dirençli olduğu görülmüştür. Çoklu dirençlilik indeksi (MAR) konusunda yapılan çalışmalarda ise balık çiftliklerinin bulunduğu bölgelerdeki değerin, balık çiftliklerinin bulunmadığı bölgelerdeki değerin, 2.6 katı kadar fazla olduğu saptanmıştır (Altuğ ve diğ., 2020).

Marmara Denizi'nde ve farklı denizel alanlarda yapılan çalışmalar deniz bakteri izolatlarının antibiyotik dirençliliği sergilediğine yönelik veriler sunmaktadır. Deniz bakteri izolatlarında tespit edilen antibiyotik dirençliliği kullanılan antibiyotik türevlerine bağlı olarak değişiklikler

göstermektedir. Ayrıca küresel antibiyotik dirençliliğinin yayılımında bölgesel değişikliklerin bilinmesi önem taşımaktadır. Bu gerekçelerle bu çalışmada Marmara Denizi ve İstanbul Boğazı özelinde seçilen kıyısal istasyonlarda deniz kirliliğinin göstergesi olan indikatör bakteri düzeyleri ve denizel ortamda antibiyotik dirençliliğinin dağılımında indikatör bakterilerin etkisini/rolünü ortaya koyacak olan dirençlilik frekansı araştırmalarının yapılması hedeflenmiştir. Çalışma sonucunda bölgede bilinen verilere ilave olarak güncel bakteriyolojik kirlilik verilerine, bu kirliliği gösteren bakterilerin antibiyotik dirençlilik frekanslarına ve bu verilerin değişken çevresel parametrelerle ilişkilendirilmesi ile mevsimsel değişimlere yönelik veriler sağlanması, deniz ekosisteminin sürdürülebilir kullanımına yönelik "tek sağlık" yaklaşımı kapsamında verilere ulaşılması amaçlanmıştır. |



3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. ÖRNEKLEME İSTASYONLARI

İstanbul İli kıyısal alanında, çevresel faktörler göz önüne alınarak belirlenen istasyonlarda (Şekil 3.1.1-Şekil 3.1.2) sırasıyla yaz, sonbahar, kış ve ilkbahar mevsimlerinde birer kez olmak üzere mevsimsel örnekleme yapılmıştır. 22 istasyondan 0-30 cm yüzeyden aseptik koşullarda alınan deniz suyu örnekleri aynı gün soğuk zincir yöntemi ile İstanbul Üniversitesi Su Bilimleri Fakültesi Akuatik Mikrobiyal Ekoloji Laboratuvarına ulaştırılmıştır.

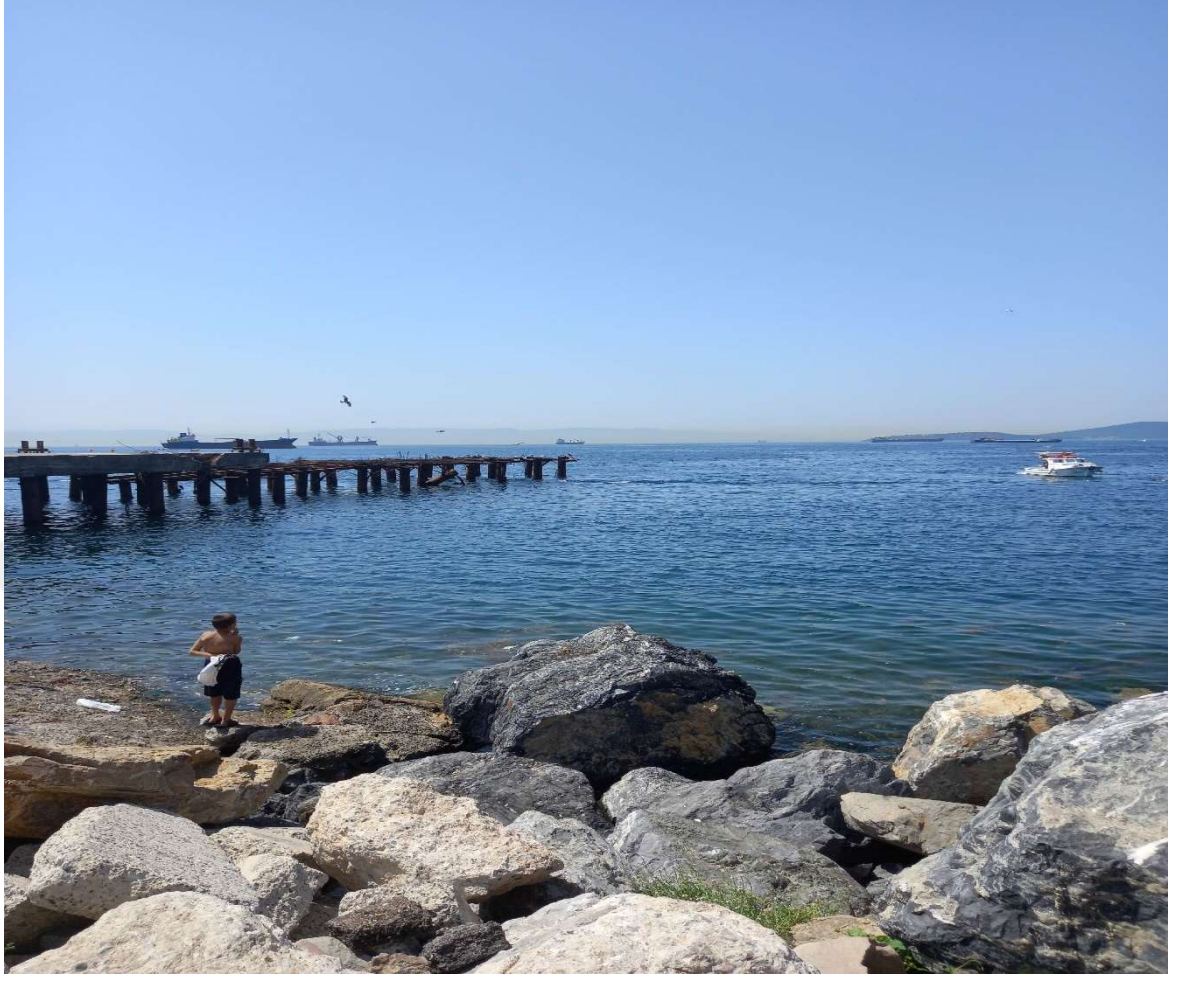
Örnekleme yapılan 22 istasyona ait bilgiler Tablo 3.1.1’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1.1: Örneklerin alındığı istasyonlar

Tablo 3.1.1: Örneklerin alındığı istasyonların isimleri

İstasyon Numarası	İstasyon İsmi
1	Büyükçekmece
2	Küçükçekmece
3	Ataköy
4	Bakırköy
5	Kazlıçeşme
6	Yenikapı
7	Galata Köprüsü
8	Beşiktaş
9	Ortaköy
10	Bebek
11	Sarıyer
12	Anadolu Kavağı
13	Beykoz
14	Kanlıca
15	Çubuklu
16	Üsküdar
17	Kadıköy
18	Caddebostan
19	Bostancı
20	Maltepe
21	Kartal
22	Pendik



Şekil 3.1.2: Kartal İstasyonu

(Orijinal Fotoğraf: Yaz mevsimi örnekleme – Kartal İstasyonu)

Belirlenen istasyonlarda ve bu istasyonlardan alınan örnekler üzerinde yapılan ölçüm türleri, analiz yerleri ve kullanılan yöntemler Tablo 3.1.2’de gösterilmiştir.

Tablo 3.1.2: İş Planı ve Dağılımı

Ölçüm Türü	Analiz Yeri	Yöntem
pH	Saha	YSI Multiparametre prop
Su Sıcaklığı	Saha	YSI Multiparametre prop
Tuzluluk	Saha	YSI Multiparametre prop

Tablo 3.1.2'nin devamı		
Çözünmüş Oksijen Miktarı	Saha	YSI Multiparametre prop
Toplam Koliform	Laboratuvar	Membran Filtrasyon Metodu
Fekal Koliform	Laboratuvar	Membran Filtrasyon Metodu
İntestinal Enterokok	Laboratuvar	Membran Filtrasyon Metodu
<i>E. coli</i>	Laboratuvar	Membran Filtrasyon Metodu
Antibiyotik Dirençlilik Testi	Laboratuvar	Disk Difüzyon Testi

3.2. DEĞİŞKEN ÇEVRESEL PARAMETRELER

Belirlenen 22 istasyonda, deniz suyundaki sıcaklık (°C), tuzluluk (‰), pH ve çözünmüş oksijen (mg/l) değerleri, örneklemenin yapıldığı esnada YSI multiparametre cihazı (YSI 556 MPS) ile ölçülerek yerinde belirlenmiş ve kaydedilmiştir. (Şekil 3.2.1).



Şekil 3.2.1: YSI Multiparametre

(Orijinal fotoğraf: Anadolu Kavağı İstasyonu)

3.3. BAKTERİYOLOJİK ANALİZLER

3.3.1 İndikatör Bakteri ve *E. coli* tayini

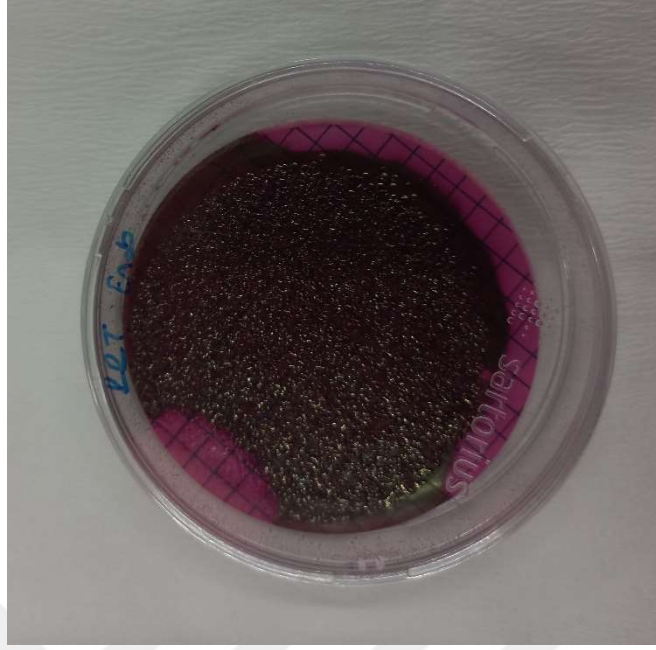
İndikatör bakteri olarak intestinal enterokok, fekal koliform ve total koliform analizleri membran filtrasyon metodu kullanılarak APHA 2000'e göre yapılmıştır. *E. coli* analizlerinde de aynı şekilde membran filtrasyon metodu kullanılmıştır.

Membran filtrasyon metodunda kullanılan cihaz 3 adet metal huni, vakum pompası, steril filtre bölümü ve motordan oluşmaktadır. Vakum pompasına bağlı steril filtre cihazına (Sartorius) aseptik olarak yerleştirilen 0.45 µm por çaplı membran filtrelerden süzülen numuneler, her biri 3 ml steril distile su ile ıslatılmış dehidre besiyerlerine hava kabarcığı kalmayacak şekilde yerleştirildi. Her örnek üç tekrarlı olarak süzüldü. Süzme işleminin ardından besiyeri olarak; intestinal enterokok grubu bakteriler için Azide-NKS (Sartorius), fekal koliform grubu bakteriler için m.FC-NKS (Sartorius-Şekil 3.3.1.1), total koliform grubu bakteriler için Endo-NKS (Sartorius-Şekil 3.3.1.2), *E. coli* için ise Kromojenik Agar kullanılmıştır.



Şekil 3.3.1.1: Sonbahar mevsimi örneklemesinde Kazlıçeşme istasyonuna ait örneğe ait m.FC-NKS'de gelişen şüpheli koloniler.

(Orijinal fotoğraf: İstanbul Üniversitesi Su Bilimleri Fakültesi Akuatik Mikrobiyal Ekoloji Laboratuvarı)



Şekil 3.3.1.2: İlkbahar mevsimi örneklemesinde Kartal istasyonuna ait örneğe ait Endo-NKS’de gelişen şüpheli koloniler.

(Orijinal Fotoğraf: İstanbul Üniversitesi Su Bilimleri Fakültesi Akuatik Mikrobiyal Ekoloji Laboratuvarı)

Filtre yerleştirilmiş olan steril petri kapları fekal koliform grubu bakteriler için 44.5 ± 0.1 °C’de 24 saat, intestinal enterokok grubu, total koliform grubu ve *E. coli* için 37 ± 0.1 °C’de 24 saat inkübe edilmiştir. Bekleme süresi sonunda m.FC-NKS besiyerinde üreyen mavi koloniler fekal koliform, Endo-NKS besiyerinde üreyen koyu kırmızı metalik yeşil koloniler total koliform, Azide-NKS besiyerinde üreyen kahverengi-kırmızı koloniler intestinal enterokok şüphelisi olarak kabul edildi ve doğrulama testlerinin yapıldıktan sonra kolonilerin sayısal taramaları yapılmıştır (APHA, 1998).

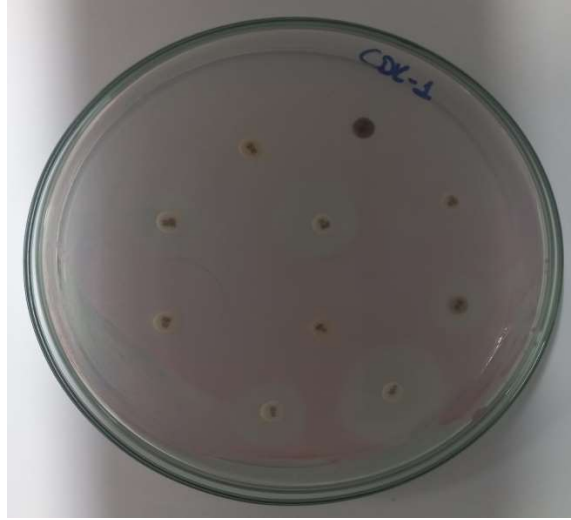
3.3.2. Heterotrofik Aerobik Bakteri Analizleri

Deniz suyu örneklerinin uygun dilüsyonları Marine Agar'a 100 µl yayma plak yöntemi ile steril petrilere ekilmiştir. Ekilen örnekler, 22 °C'de 72 saat inkübe edildikten sonra oluşan kolonilerin sayısal taraması, koloni sayıcı yardımıyla yapıldı.

Sayılan kolonilerin verileri KOB/100 ml (100 ml'de koloni oluşturan birim) olarak kaydedilmiştir.

3.3.3. Antibiyotik Dirençlilik Testleri

Disk difüzyon yöntemi, laboratuvarında antibiyotiklere karşı direnç ve duyarlılığın saptanmasında en fazla kullanılan yöntemdir. Disk difüzyon yöntemi adını kendisini geliştiren Kirby Bauer'den alır. Bu yöntemin daha fazla kullanılmasında en önemli sebeplerin başında uygulamasının basit ve ucuz olması gelmektedir. Bu test, kağıt disklere emdirilen antibiyotiğin, duyarlılığı araştırılan organizmanın inoküle edildiği besiyerine difüze olması temeline dayanmaktadır. Bu nedenle test edilecek olan mikroorganizmanın yoğun bir şekilde inoküle edildiği katı besiyerlerine, belli miktarlarda antibiyotik emdirilmiş kağıt diskler yerleştirilir. Diskler bir süre sonra çözünüp agara doğru difüze olurken, inoküle edilen mikroorganizma da çoğalmaya başlar. Mikroorganizmaların antibiyotik disklerle ne kadar duyarlı olduğu, diskin etrafındaki zonun ölçülmesiyle elde edilir. Zon ne kadar geniş ise, mikroorganizma da antibiyotiğe o kadar duyarlı anlamına gelmektedir. Elde edilen sonuçlara göre değerlendirmeler yapıldıktan sonra, mikroorganizmanın duyarlılık durumu saptanmış olur (Şekil 3.3.3.1).



Şekil 3.3.3.1: Kış mevsimi örneklemesinde Yenikapı istasyonundan izole edilen bakteriye ait antibiyotik dirençlilik testi

(Orijinal fotoğraf: İstanbul Üniversitesi Su Bilimleri Fakültesi Akuatik Mikrobiyal Ekoloji Laboratuvarı)

Seçilen izolatlar, trypticase soy buyyonda 37°C'de 2 saat süreyle inkübe edildi. Bulanıklık oluştuktan sonra McFarland 0.5'e (10^8 mikroorganizma/ml) göre ayarlanarak standart bir bulanıklık oluşturulmuştur. Sıvı besiyerlerinde bulunan bakteri miktarını öğrenebilmek için oluşturulan değerlere McFarland standartları adı verilmiştir. Bu işlem yapılırken, oluşacak zonların birbirine karışmaması için petri kenarlarından 14 mm uzaklık bırakılmıştır. Aynı zamanda antibiyotik diskleri arasına 22 mm boşluk konulmuştur. Daha sonra besiyerleri 18-24 saat süreyle 35 °C'de inkübe edildikten sonra oluşan inhibisyon zonları ölçüldü (ASM, 2009).

Çalışmada kullanılmak üzere Ampicilin (10 µg), Tetracycline (30 µg), Rifampicin (2 µg), Oxytetracycline (30 µg), Sulphonamide (3 µg), Imipenem (10 µg), Chorampenicol (30 µg), Streptomycin (10 µg), Amoxicilin (10 µg) ve Ceftazidime (10 µg) olmak üzere toplam 10 adet antibiyotik çeşidi seçilmiştir. |

4. BULGULAR

4.1. DEĞİŞKEN ÇEVRESEL PARAMETRE DEĞERLERİ

Belirlenen 22 istasyonda sırasıyla yaz, sonbahar, kış ve ilkbahar mevsimlerinde birer kez olmak şartıyla mevsimsel örnekleme yapılmıştır. Örnekleme esnasında YSI Parametre cihazı ile istasyonlardaki kıyusal deniz suyunun sıcaklık (°C), tuzluluk (‰), çözülmüş oksijen (mg/l) ve pH değerleri ölçülmüştür.

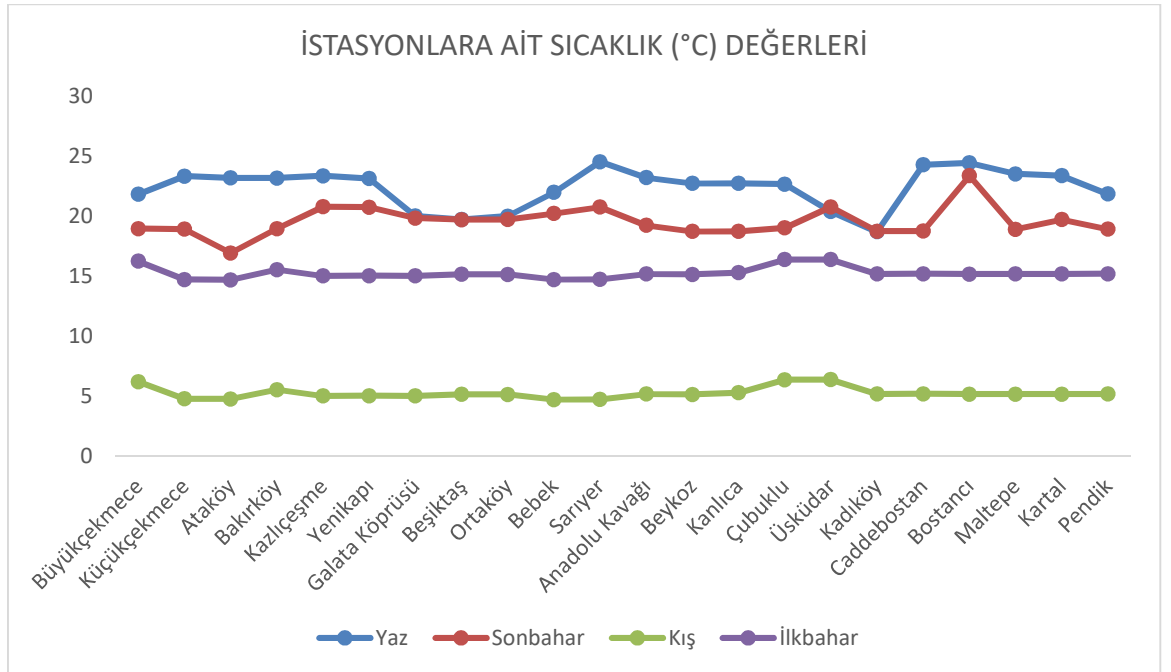
İstasyonlara ait kıyusal deniz sularının sıcaklık (°C) değerleri Tablo 4.1.1 ve Şekil 4.1.1’de gösterilmiştir.

Tablo 4.1.1: İstasyonlara ait sıcaklık (°C) değerleri

İstasyon İsmi	Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar
Büyükçekmece	21,86	18,98	6,21	16,27
Küçükçekmece	23,36	18,94	4,79	14,74
Ataköy	23,22	16,95	4,77	14,71
Bakırköy	23,20	18,98	5,54	15,56
Kazlıçeşme	23,39	20,81	5,03	15,05
Yenikapı	23,17	20,77	5,04	15,06
Galata Köprüsü	20,04	19,86	5,02	15,04
Beşiktaş	19,74	19,73	5,16	15,18
Ortaköy	20,02	19,74	5,15	15,17
Bebek	22,02	20,25	4,72	14,74
Sarıyer	24,57	20,79	4,73	14,75
Anadolu Kavağı	23,24	19,27	5,18	15,20

Tablo 4.1.1'in devamı

Beykoz	22,76	18,76	5,15	15,17
Kanlıca	22,76	18,76	5,29	15,31
Çubuklu	22,70	19,05	6,38	16,40
Üsküdar	20,41	20,80	6,39	16,41
Kadıköy	18,73	18,77	5,18	15,20
Caddebostan	24,31	18,78	5,20	15,22
Bostancı	24,48	23,40	5,17	15,19
Maltepe	23,55	18,93	5,17	15,20
Kartal	23,40	19,74	5,17	15,21
Pendik	21,88	18,95	5,19	15,22



Şekil 4.1.1: İstasyonlara ait sıcaklık (°C) değerleri

Çalışma boyunca en yüksek deniz suyu sıcaklık değeri yaz mevsimi örneklemeğinde Sarıyer istasyonunda 24,57 °C, en düşük deniz suyu sıcaklık değeri ise kış mevsimi örneklemeğinde Bebek istasyonunda 4,72 °C olarak ölçülmüştür.

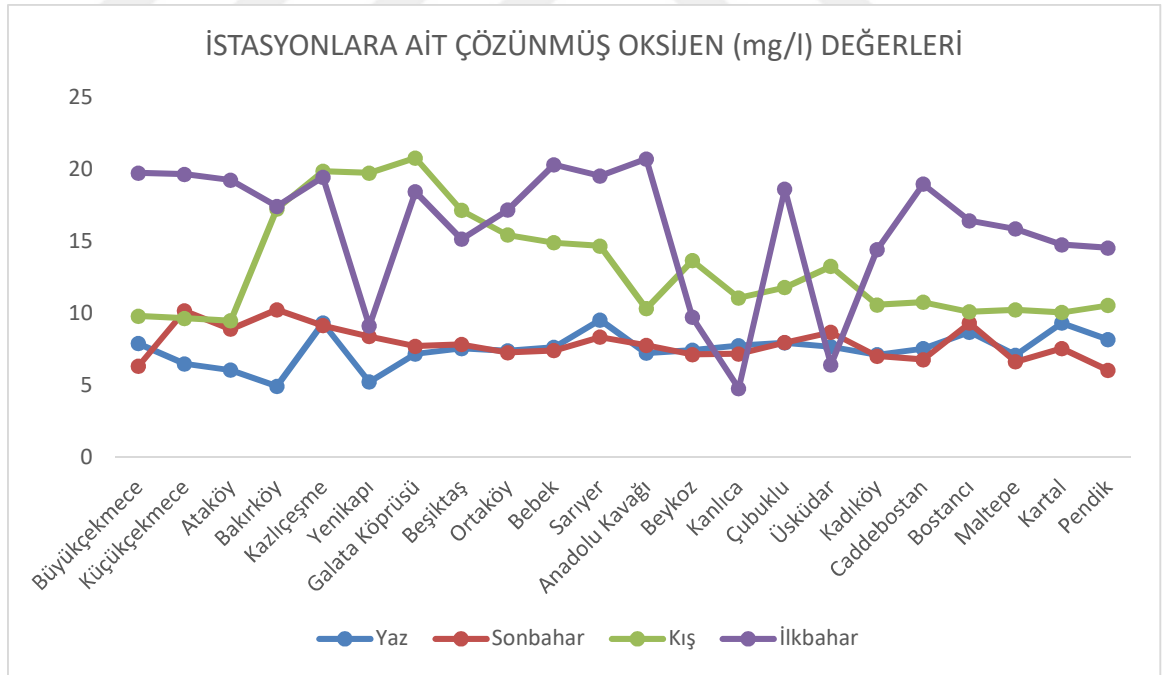
İstasyonlara ait kıyusal deniz sularının çözünmüş oksijen (mg/l) değerleri Tablo 4.1.2 ve Şekil 4.1.2’de gösterilmiştir.

Tablo 4.1.2: İstasyonlara ait çözünmüş oksijen (mg/l) değerleri

İstasyon İsmi	Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar
Büyükçekmece	7,90	6,32	9,80	19,75
Küçükçekmece	6,49	10,17	9,65	19,67
Ataköy	6,05	8,90	9,48	19,27
Bakırköy	4,93	10,25	17,26	17,44
Kazlıçeşme	9,32	9,15	19,98	19,47
Yenikapı	5,23	8,39	19,76	19,12
Galata Köprüsü	7,17	7,71	20,8	18,45
Beşiktaş	7,55	7,83	17,16	15,16
Ortaköy	7,39	7,26	15,45	17,18
Bebek	7,63	7,41	14,91	20,33
Sarıyer	9,54	8,34	14,68	19,55
Anadolu Kavağı	7,23	7,78	10,33	20,73
Beykoz	7,43	7,13	13,66	19,72
Kanlıca	7,75	7,17	11,07	14,77

Tablo 4.1.2'nin devamı

Çubuklu	7,94	7,97	11,8	18,64
Üsküdar	7,68	8,68	13,26	16,41
Kadıköy	7,12	7,02	10,58	14,42
Caddebostan	7,54	6,77	10,77	18,99
Bostancı	8,69	9,32	10,1	16,44
Maltepe	7,09	6,63	10,24	15,87
Kartal	9,32	7,55	10,06	14,77
Pendik	8,18	6,04	10,55	14,55



Şekil 4.1.2: İstasyonlara ait çözünmüş oksijen (mg/l) değerleri

Çalışma boyunca en yüksek çözünmüş oksijen değeri kış mevsimi örneklemeğinde Galata Köprüsü istasyonunda 20,8 mg/l, en düşük çözünmüş oksijen değeri ise yaz mevsimi örneklemeğinde Bakırköy istasyonunda 4,93 mg/l olarak ölçülmüştür.

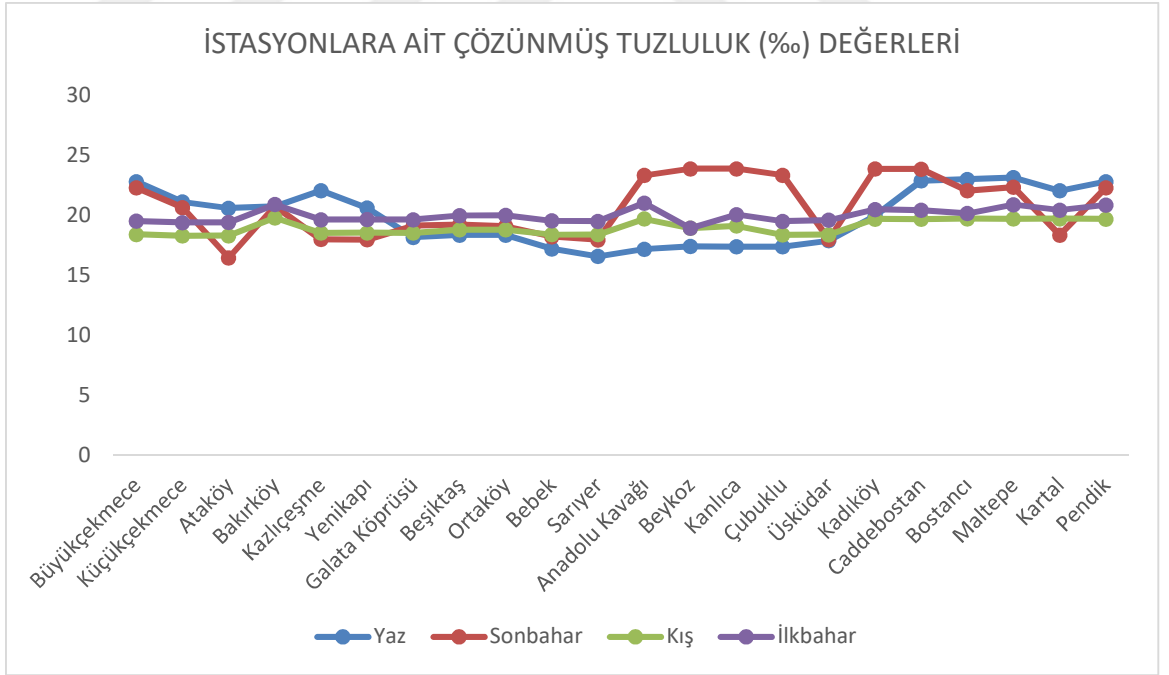
İstasyonlara ait kıyısız deniz sularının tuzluluk (‰) değerleri Tablo 4.1.3 ve Şekil 4.1.3’de gösterilmiştir.

Tablo 4.1.3: İstasyonlara ait tuzluluk (‰) değerleri

İstasyon İsmi	Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar
Büyükçekmece	22,82	22,32	18,42	19,53
Küçükçekmece	21,13	20,66	18,3	19,41
Ataköy	20,6	16,46	18,31	19,42
Bakırköy	20,75	20,77	19,8	20,91
Kazlıçeşme	22,07	18,00	18,54	19,65
Yenikapı	20,62	17,97	18,55	19,66
Galata Köprüsü	18,17	19,14	18,53	19,64
Beşiktaş	18,36	19,22	18,8	19,99
Ortaköy	18,39	19,10	18,8	20,01
Bebek	17,21	18,23	18,4	19,55
Sarıyer	16,58	17,96	18,4	19,51
Anadolu Kavağı	17,18	23,35	19,71	21,03
Beykoz	17,41	23,89	18,93	18,93
Kanlıca	17,39	23,89	19,13	20,07

Tablo 4.1.3'ün devamı

Çubuklu	17,39	23,36	18,38	19,51
Üsküdar	17,86	17,99	18,39	19,60
Kadıköy	19,97	23,88	19,7	20,5
Caddebostan	22,89	23,87	19,69	20,43
Bostancı	23,01	22,06	19,72	20,17
Maltepe	23,16	22,35	19,71	20,90
Kartal	22,06	18,36	19,72	20,44
Pendik	22,82	22,32	19,7	20,87



Şekil 4.1.3: İstasyonlara ait tuzluluk (‰) değerleri

Çalışma boyunca en yüksek tuzluluk değeri sonbahar mevsimi örneklemeğinde Beykoz ve Kanlıca istasyonlarında 23,89‰, en düşük tuzluluk değeri ise sonbahar mevsimi örneklemeğinde Ataköy istasyonunda 16,46‰ olarak ölçülmüştür.

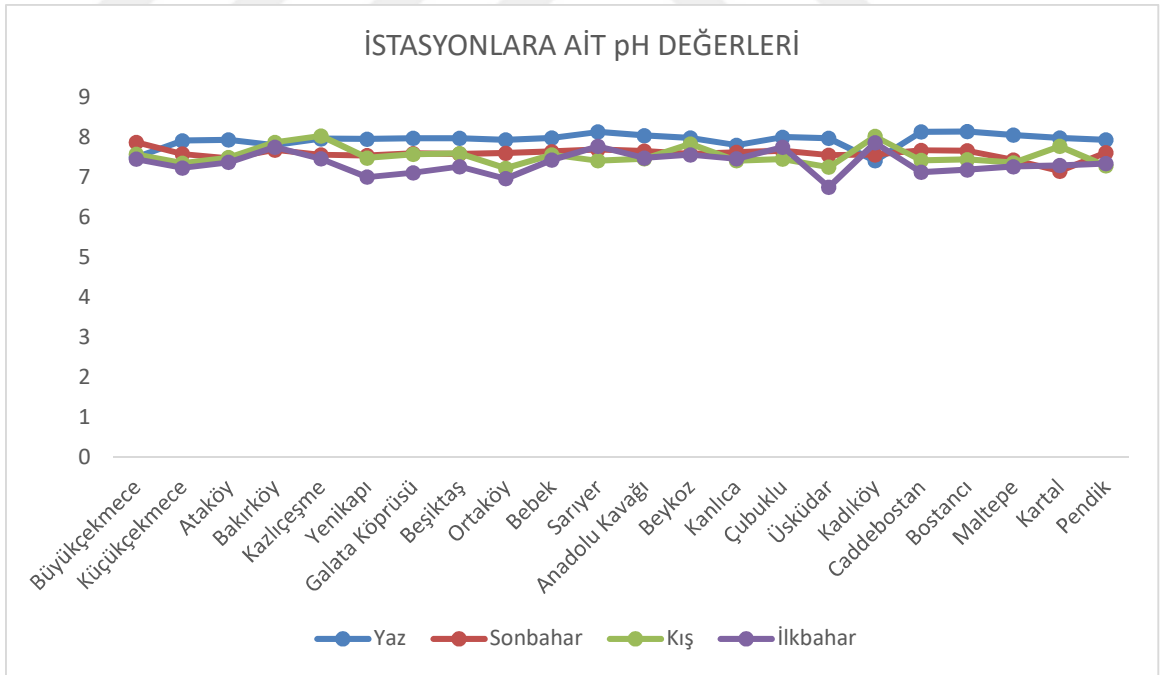
İstasyonlara ait kıyusal deniz sularının pH değerleri Tablo 4.1.4 ve Şekil 4.1.4’de gösterilmiştir.

Tablo 4.1.4: İstasyonlara ait pH değerleri

İstasyon İsmi	Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar
Büyükçekmece	7,51	7,88	7,58	7,46
Küçükçekmece	7,92	7,59	7,36	7,24
Ataköy	7,94	7,48	7,5	7,38
Bakırköy	7,81	7,69	7,88	7,76
Kazlıçeşme	7,97	7,57	8,04	7,47
Yenikapı	7,96	7,55	7,49	7,01
Galata Köprüsü	7,98	7,6	7,58	7,12
Beşiktaş	7,98	7,59	7,6	7,27
Ortaköy	7,94	7,61	7,23	6,97
Bebek	7,99	7,65	7,57	7,44
Sarıyer	8,14	7,7	7,42	7,78
Anadolu Kavağı	8,05	7,66	7,47	7,49
Beykoz	7,99	7,59	7,84	7,57
Kanlıca	7,81	7,63	7,42	7,47

Tablo 4.1.4'ün devamı

Çubuklu	8,01	7,67	7,46	7,76
Üsküdar	7,98	7,56	7,26	6,76
Kadıköy	7,42	7,57	8,03	7,87
Caddebostan	8,14	7,68	7,43	7,13
Bostancı	8,15	7,67	7,45	7,19
Maltepe	8,06	7,44	7,37	7,27
Kartal	7,99	7,16	7,78	7,30
Pendik	7,94	7,62	7,29	7,35



Şekil 4.1.4: İstasyonlara ait pH değerleri

Çalışma boyunca en yüksek pH değeri yaz mevsimi örneklemeğinde Bostancı istasyonunda 8,15, en düşük pH değeri ise ilkbahar mevsimi örneklemeğinde Üsküdar istasyonunda 6,76 olarak ölçülmüştür.

4.2. İNDİKATÖR BAKTERİ DÜZEYLERİ

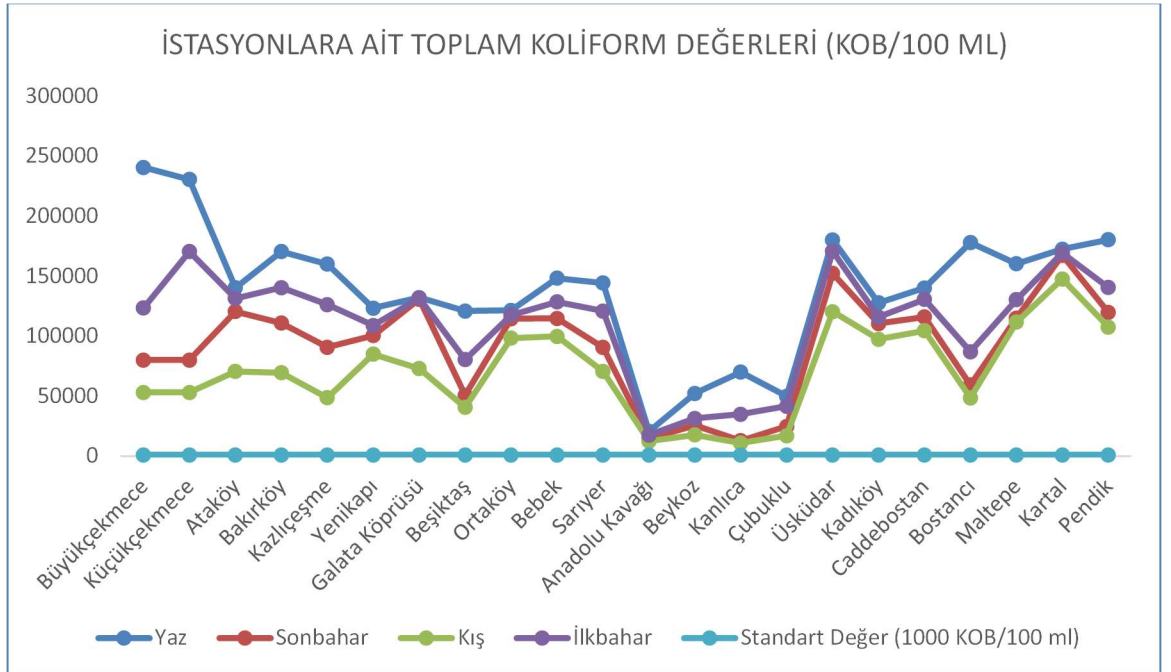
Belirlenen 22 istasyondan alınan deniz suyu örneklerinde mevsimsel olarak tespit edilen toplam koliform düzeyleri Tablo 4.2.1 ve Şekil 4.2.1’de gösterilmiştir.

Tablo 4.2.1: İstasyonlara ait toplam koliform değerleri (KOB/100 ml)

İstasyon İsmi	Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar
Büyükçekmece	240.648	80.118	53.118	132.579
Küçükçekmece	230.660	80.131	53.131	170.542
Ataköy	140.342	120.640	70.640	131.522
Bakırköy	170.525	110.964	69.640	140.450
Kazlıçeşme	160.097	90.871	48.710	126.321
Yenikapı	123.452	100.544	85.044	108.984
Galata Köprüsü	132.240	130.900	72.985	131.870
Beşiktaş	121.060	50.770	40.789	80.548
Ortaköy	121.554	114.628	98.445	117.698
Bebek	148.360	114.836	99.875	128.654
Sarıyer	144.330	90.637	70.657	120.980
Anadolu Kavağı	20.730	14.719	12.547	17.659
Beykoz	52.390	25.613	17.698	31.546

Tablo 4.2.1'in devamı

Kanlıca	70.098	12.914	10.987	34.976
Çubuklu	50.005	24.875	17.123	41.697
Üsküdar	180.356	152.457	120.475	170.846
Kadıköy	127.820	110.648	97.457	115.986
Caddebostan	140.300	116.019	104.574	130.784
Bostancı	178.106	59.447	48.659	87.143
Maltepe	160.450	115.161	111.851	130.479
Kartal	172.540	167.547	147.659	169.446
Pendik	180.463	119.741	107.654	140.698



Şekil 4.2.1: İstasyonlara ait toplam koliform değerleri (KOB/100 ml)

Çalışma boyunca en yüksek toplam koliform değeri yaz mevsimi örneklemeğinde Büyükçekmece istasyonunda 240.648 KOB/100 ml olarak, en düşük toplam koliform değeri kış mevsimi örneklemeğinde Kanlıca istasyonunda 10.987 KOB/100 ml olarak ölçülmüştür.

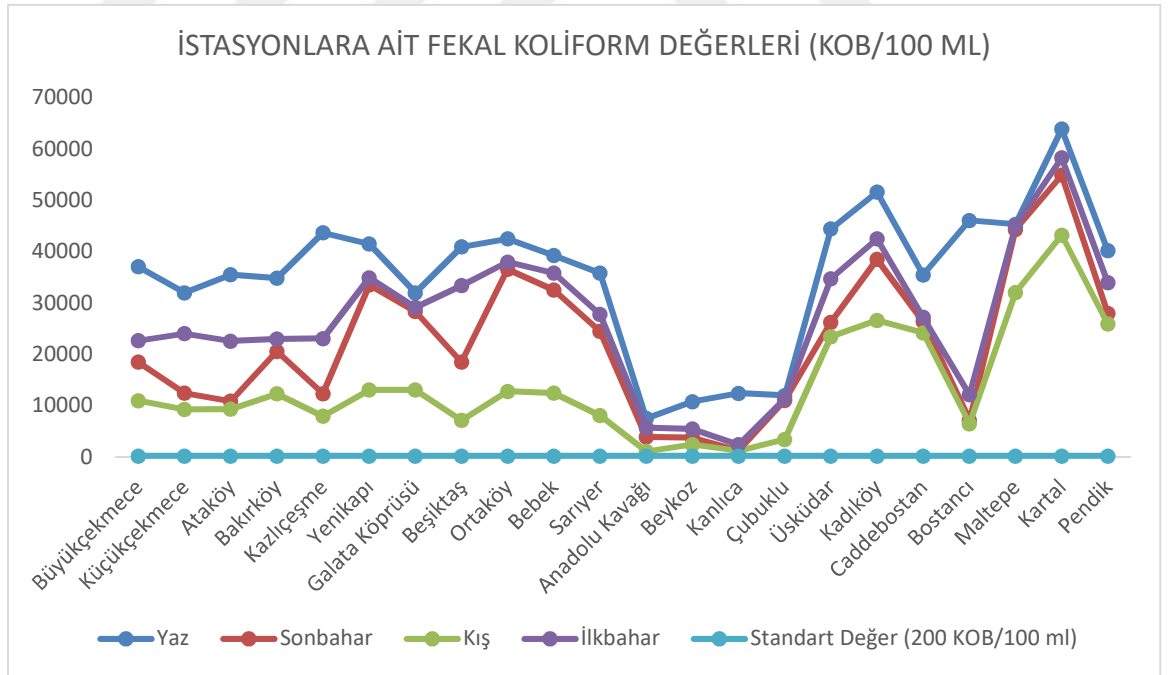
Belirlenen 22 istasyondan alınan deniz suyu örneklerinde mevsimsel olarak tespit edilen fekal koliform düzeyleri Tablo 4.2.2 ve Şekil 4.2.2’de gösterilmiştir.

Tablo 4.2.2: İstasyonlara ait fekal koliform değerleri (KOB/100 ml)

İstasyon İsmi	Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar
Büyükçekmece	37.069	18.510	10.988	22.669
Küçükçekmece	31.982	12.450	9.260	24.054
Ataköy	35.514	10.890	9.328	22.594
Bakırköy	34.830	20.600	12.340	22.987
Kazlıçeşme	43.685	12.366	7.975	23.081
Yenikapı	41.519	33.540	13.081	34.942
Galata Köprüsü	31.998	28.360	13.068	29.150
Beşiktaş	40.943	18.510	7.143	33.408
Ortaköy	42.499	36.570	12.808	37.969
Bebek	39.262	32.540	12.457	35.838
Sarıyer	35.836	24.480	8.104	27.789
Anadolu Kavağı	7.541	3.900	1.107	5.719
Beykoz	10.801	3.796	2.435	5.459
Kanlıca	12.420	1.270	1.212	2.408

Tablo 4.2.2'nin devamı

Çubuklu	11.988	11.056	3.433	11.320
Üsküdar	44.429	26.266	23.455	34.731
Kadıköy	51.610	38.510	26.626	42.494
Caddebostan	35.473	26.422	24.215	27.215
Bostancı	46.085	7.189	6.488	12.155
Maltepe	45.338	44.330	32.067	45.023
Kartal	63.900	54.900	43.221	58.265
Pendik	40.209	27.969	25.912	33.975



Şekil 4.2.2: İstasyonlara ait fekal koliform değerleri (KOB/100 ml)

Çalışma boyunca en yüksek fekal koliform değeri yaz mevsimi örneklemeğinde Kartal istasyonunda 63.900 KOB/100 ml olarak, en düşük fekal koliform değeri kış mevsimi örneklemeğinde Anadolu Kavağı istasyonunda 1.107 KOB/100 ml olarak ölçülmüştür.

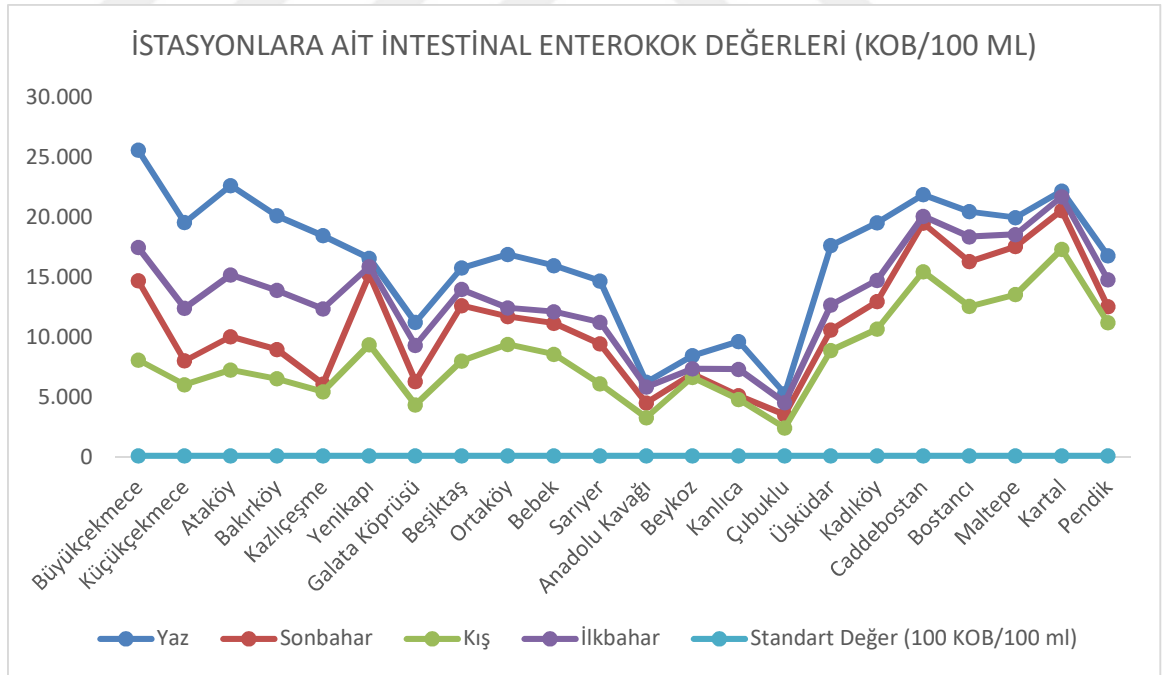
Belirlenen 22 istasyondan alınan deniz suyu örneklerinde mevsimsel olarak tespit edilen intestinal enterokok düzeyleri Tablo 4.2.3 ve Şekil 4.2.3'te gösterilmiştir.

Tablo 4.2.3: İstasyonlara ait intestinal enterokok değerleri (KOB/100 ml)

İstasyon İsmi	Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar
Büyükçekmece	25.610	14.710	8.104	17.487
Küçükçekmece	19.581	8.033	6.039	12.433
Ataköy	22.657	10.052	7.273	15.214
Bakırköy	20.145	8.984	6.533	13.911
Kazlıçeşme	18.478	6.104	5.156	12.375
Yenikapı	16.597	15.240	9.390	15.902
Galata Köprüsü	11.236	6.312	4.364	9.335
Beşiktaş	15.789	12.639	8.026	13.991
Ortaköy	16.923	11.733	9.416	12.458
Bebek	15.978	11.170	8.585	12.137
Sarıyer	14.698	9.457	6.117	11.256
Anadolu Kavağı	6.241	4.520	3.299	5.847
Beykoz	8.464	6.923	6.659	7.363
Kanlıca	9.657	5.130	4.819	7.327

Tablo 4.2.3'ün devamı

Çubuklu	5.302	3.530	2.442	4.551
Üsküdar	17.659	10.611	8.910	12.704
Kadıköy	19.548	12.975	10.677	14.757
Caddebostan	21.904	19.525	15.482	20.099
Bostancı	20.487	16.313	12.573	18.395
Maltepe	19.987	17.574	13.572	18.575
Kartal	22.210	20.585	17.353	21.733
Pendik	16.798	12.548	11.224	14.806



Şekil 4.2.3: İstasyonlara ait intestinal enterokok değerleri (KOB/100 ml)

Çalışma boyunca en yüksek intestinal enterokok değeri yaz mevsimi örneklemeğinde Büyükçekmece istasyonunda 25.610 KOB/100 ml olarak, en düşük intestinal enterokok değeri kış mevsimi örneklemeğinde Çubuklu istasyonunda 2.442 KOB/100 ml olarak ölçülmüştür.

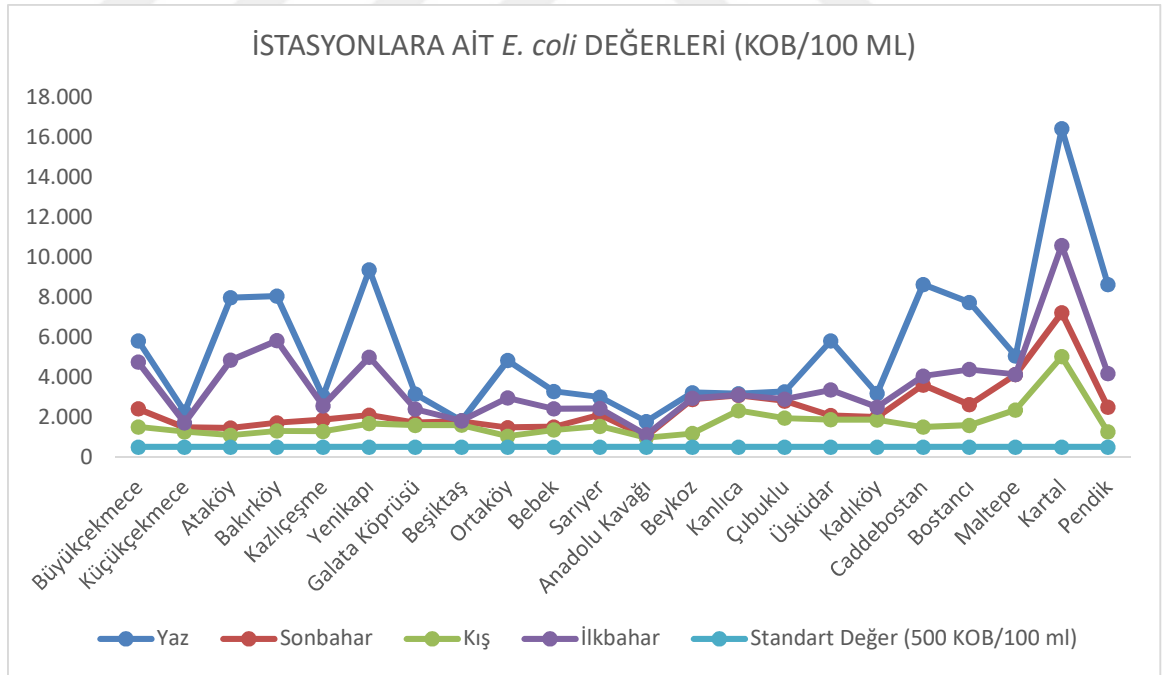
Belirlenen 22 istasyondan alınan deniz suyu örneklerinde mevsimsel olarak tespit edilen *E. coli* düzeyleri Tablo 4.2.4 ve Şekil 4.2.4'te gösterilmiştir.

Tablo 4.2.4: İstasyonlara ait *E. coli* değerleri (KOB/100 ml)

İstasyon İsmi	Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar
Büyükçekmece	5.824	2.418	1.508	4.756
Küçükçekmece	2.267	1.482	1.274	1.723
Ataköy	7.982	1.456	1.096	4.851
Bakırköy	8.060	1.716	1.312	5.828
Kazlıçeşme	3.043	1.872	1.288	2.567
Yenikapı	9.386	2.106	1.680	5.008
Galata Köprüsü	3.156	1.716	1.592	2.402
Beşiktaş	1.821	1.794	1.598	1.813
Ortaköy	4.836	1.482	1.048	2.961
Bebek	3.289	1.508	1.360	2.417
Sarıyer	3.004	2.132	1.546	2.434
Anadolu Kavağı	1.781	1.028	976	1.119
Beykoz	3.224	2.886	1.184	2.945
Kanlıca	3.174	3.094	2.328	3.109

Tablo 4.2.4'ün devamı

Çubuklu	3.271	2.808	1.952	2.902
Üsküdar	5.824	2.080	1.872	3.363
Kadıköy	3.187	2.002	1.864	2.504
Caddebostan	8.645	3.614	1.560	4.063
Bostancı	7.750	2.626	1.592	4.386
Maltepe	5.072	4.134	2.360	4.142
Kartal	16.448	7.228	5.032	10.599
Pendik	8.645	2.496	1.264	4.189

Şekil 4.2.4: İstasyonlara ait *E. coli* değerleri (KOB/100 ml)

Çalışma boyunca en yüksek *E. coli* değeri yaz mevsimi örneklemeğinde Kartal istasyonunda 16.448 KOB/100 ml olarak, en düşük *E. coli* değeri kış mevsimi örneklemeğinde Anadolu Kavağı istasyonunda 976 KOB/100 ml olarak ölçülmüştür.

4.3. HETEROTROFİK AEROBİK BAKTERİ (HAB) DÜZEYLERİ

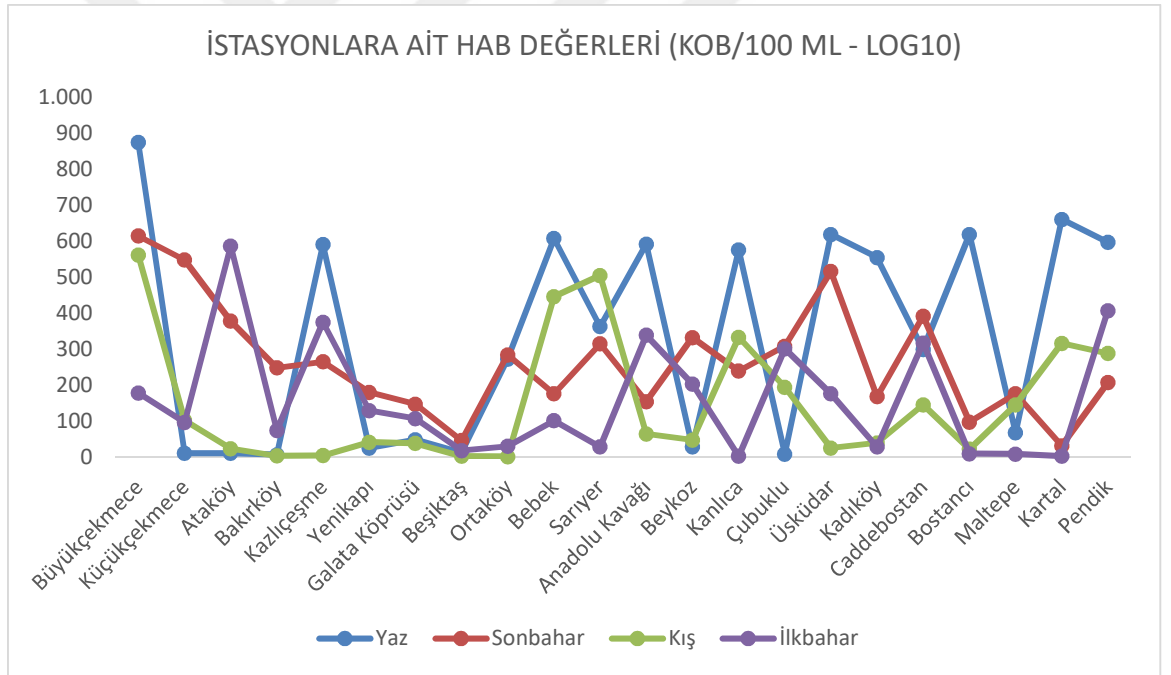
Belirlenen 22 istasyondan alınan deniz suyu örneklerinde mevsimsel olarak tespit edilen HAB düzeyleri Tablo 4.3.1 ve Şekil 4.3.1’de gösterilmiştir.

Tablo 4.3.1: İstasyonlara ait HAB değerleri (KOB/100 ml)

İstasyon İsmi	Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar
Büyükçekmece	875×10^{10}	615×10^{10}	562×10^{10}	178×10^{10}
Küçükçekmece	10×10^{10}	548×10^{10}	102×10^{10}	96×10^{10}
Ataköy	10×10^{10}	378×10^{10}	23×10^{10}	587×10^{10}
Bakırköy	6×10^{10}	248×10^{10}	3×10^{10}	74×10^{10}
Kazlıçeşme	591×10^{10}	265×10^{10}	4×10^{10}	375×10^{10}
Yenikapı	25×10^{10}	180×10^{10}	41×10^9	129×10^9
Galata Köprüsü	48×10^{10}	147×10^{10}	38×10^{10}	107×10^{10}
Beşiktaş	12×10^{10}	46×10^{10}	2×10^{10}	18×10^{10}
Ortaköy	272×10^{10}	284×10^{10}	1×10^{10}	30×10^{10}
Bebek	608×10^{10}	176×10^{10}	446×10^9	101×10^9
Sarıyer	363×10^{10}	315×10^{10}	505×10^{10}	28×10^{10}
Anadolu Kavağı	592×10^{10}	154×10^{10}	64×10^{10}	339×10^{10}
Beykoz	28×10^{10}	332×10^{10}	47×10^{10}	203×10^{10}
Kanlıca	576×10^{10}	239×10^{10}	333×10^{10}	2×10^{10}
Çubuklu	8×10^{10}	308×10^{10}	194×10^{10}	301×10^{10}
Üsküdar	619×10^{10}	516×10^{10}	25×10^{10}	176×10^{10}

Tablo 4.3.1'in devamı

Kadıköy	555×10^{10}	168×10^{10}	39×10^{10}	28×10^{10}
Caddebostan	299×10^{10}	392×10^{10}	145×10^{10}	317×10^{10}
Bostancı	619×10^{10}	97×10^{10}	22×10^{10}	9×10^{10}
Maltepe	67×10^{10}	179×10^{10}	145×10^{10}	8×10^{10}
Kartal	661×10^{10}	31×10^{10}	316×10^{10}	2×10^{10}
Pendik	597×10^{10}	207×10^{10}	288×10^9	407×10^9

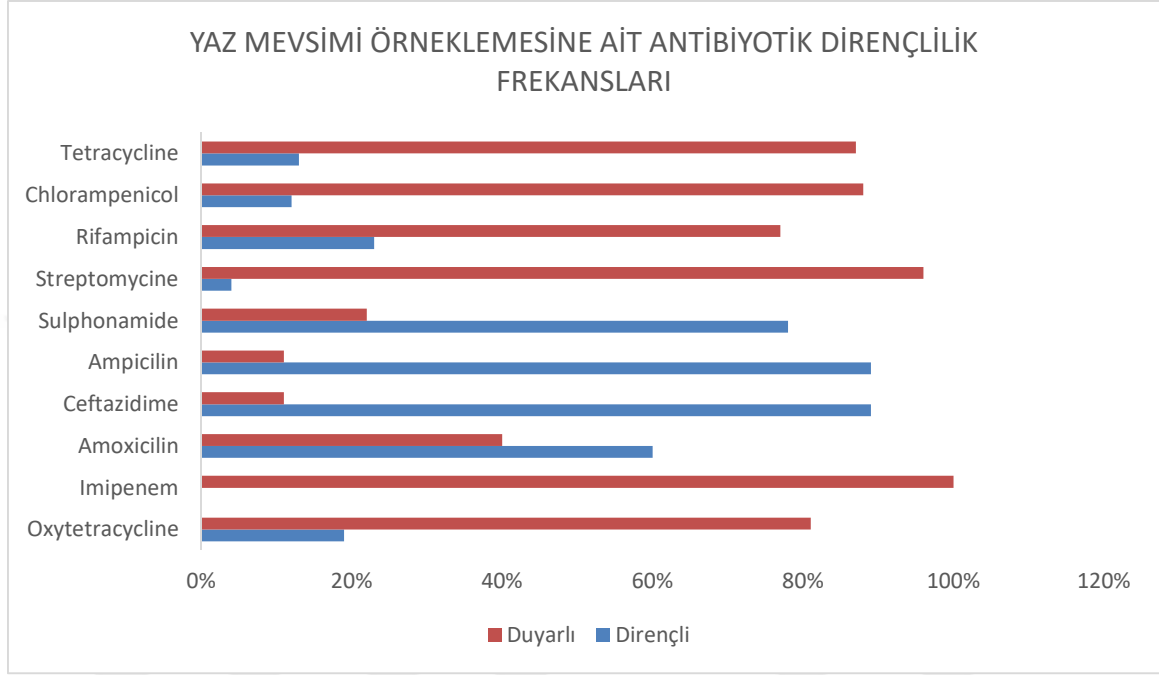


Şekil 4.3.1: İstasyonlara ait HAB değerleri (KOB/100 ml – log10)

Çalışma boyunca en yüksek HAB değeri yaz mevsimi örneklemeğinde Büyüçekmece istasyonunda 875×10^{10} KOB/100 ml olarak, en düşük HAB değeri kış mevsimi örneklemeğinde Ortaköy istasyonunda 1×10^{10} KOB/100 ml olarak ölçülmüştür.

4.4. ANTİBİYOTİK DİRENÇLİLİK FREKANSLARI

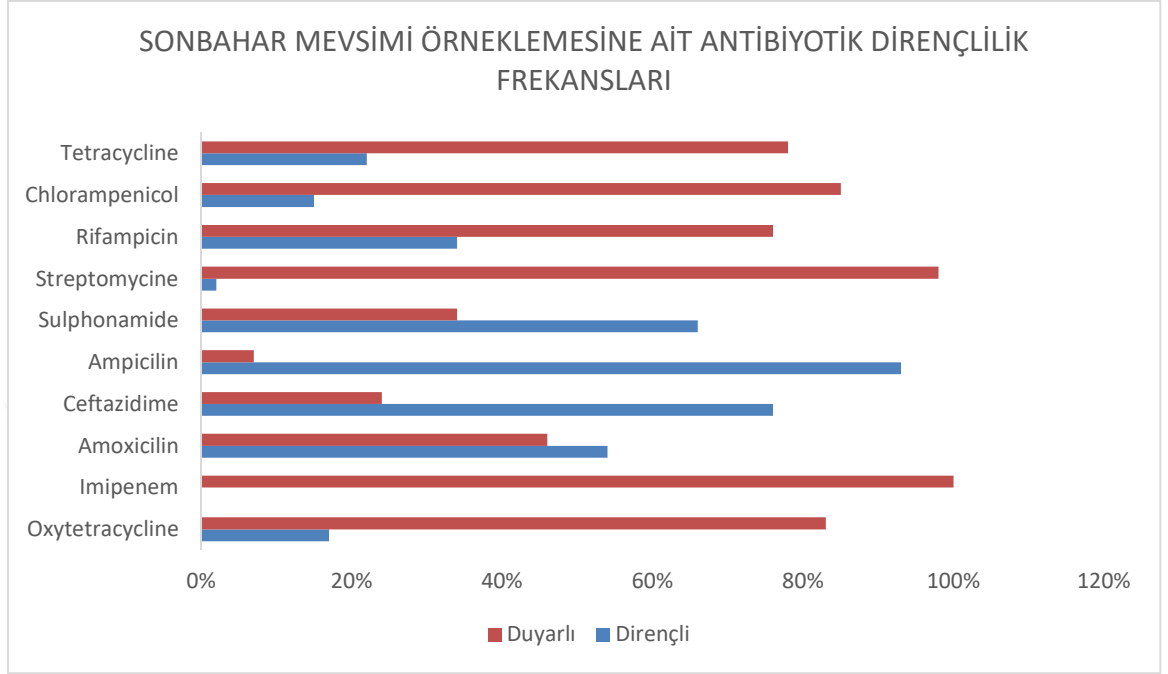
Yaz mevsiminde yapılan örnekleme sonucunda elde edilen izolatların, belirlenen antibiyotiklere karşı dirençlilik frekansları Şekil 4.4.1’de gösterilmiştir.



Şekil 4.4.1: Yaz mevsimi örneklemesine ait antibiyotik dirençlilik frekansları

Deniz suyundan elde edilen toplam 107 bakteri izolatına, disk difüzyon metodu ile yapılan testler sonucunda en yüksek dirençlilik oranları sırasıyla Ampicilin (89%), Ceftazidime (89%) ve Sulphonamide’e (78%) karşı; en düşük dirençlilik oranları ise sırasıyla Imipenem (0%), Streptomycine (4%) ve Chloramphenicol’e (12%) karşı saptanmıştır.

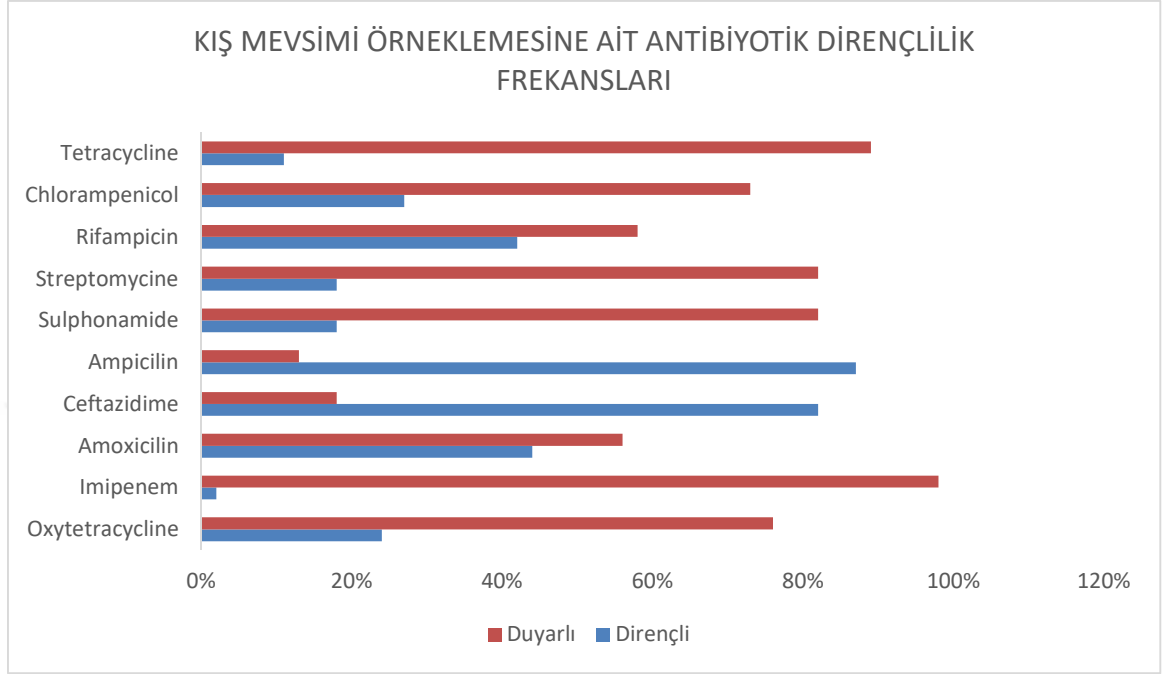
Sonbahar mevsiminde yapılan örnekleme sonucunda elde edilen izolatların, belirlenen antibiyotiklere karşı dirençlilik frekansları Şekil 4.4.2’de gösterilmiştir.



Şekil 4.4.2: Sonbahar mevsimi örneklemesine ait antibiyotik dirençlilik frekansları

Deniz suyundan elde edilen toplam 78 bakteri izolatına, disk difüzyon metodu ile yapılan testler sonucunda en yüksek dirençlilik oranları sırasıyla Ampicilin (93%), Ceftazidime (76%) ve Sulphonamide’e (66%) karşı; en düşük dirençlilik oranları ise sırasıyla Imipenem (0%), Streptomycine (2%) ve Chloramphenicol’e (15%) karşı saptanmıştır.

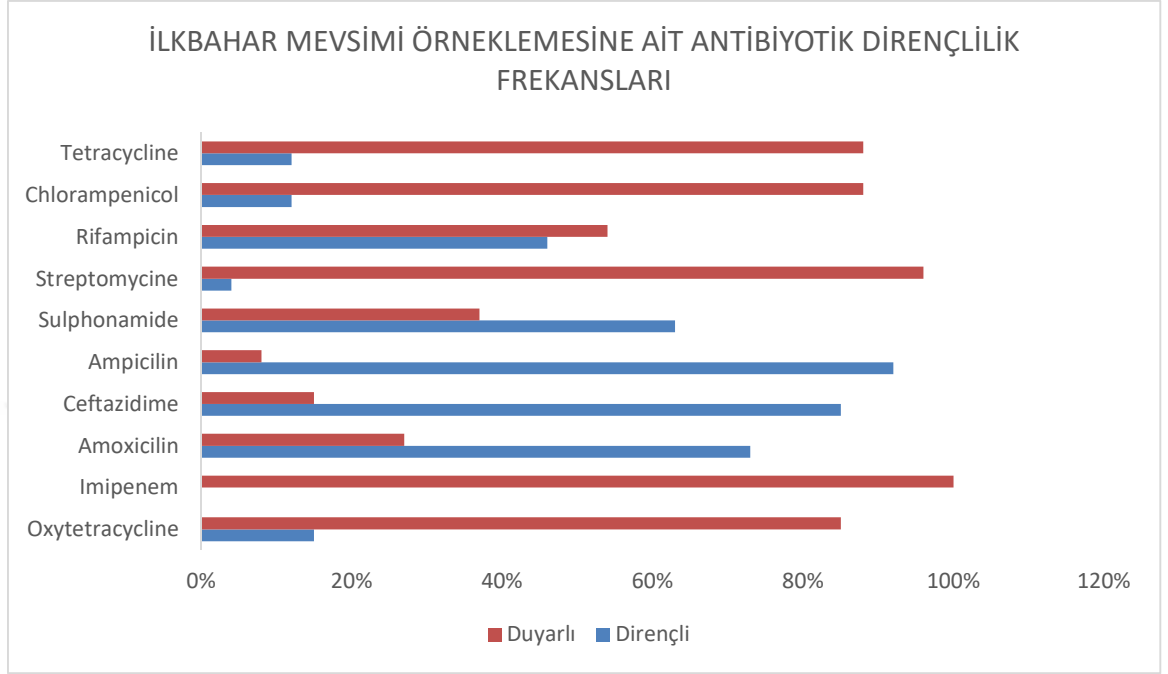
Kış mevsiminde yapılan örnekleme sonucunda elde edilen izolatların, belirlenen antibiyotiklere karşı dirençlilik frekansları Şekil 4.4.3'te gösterilmiştir.



Şekil 4.4.3: Kış mevsimi örneklemesine ait antibiyotik dirençlilik frekansları

Deniz suyundan elde edilen toplam 57 bakteri izolatına, disk difüzyon metodu ile yapılan testler sonucunda en yüksek dirençlilik oranları sırasıyla Ampicilin (87%), Ceftazidime (82%) ve Amoxicilin'e (44%) karşı; en düşük dirençlilik oranları ise sırasıyla Imipenem (2%), Tetracycline (11%), Sulphonamide (18%) ve Streptomycine'e (18%) karşı saptanmıştır.

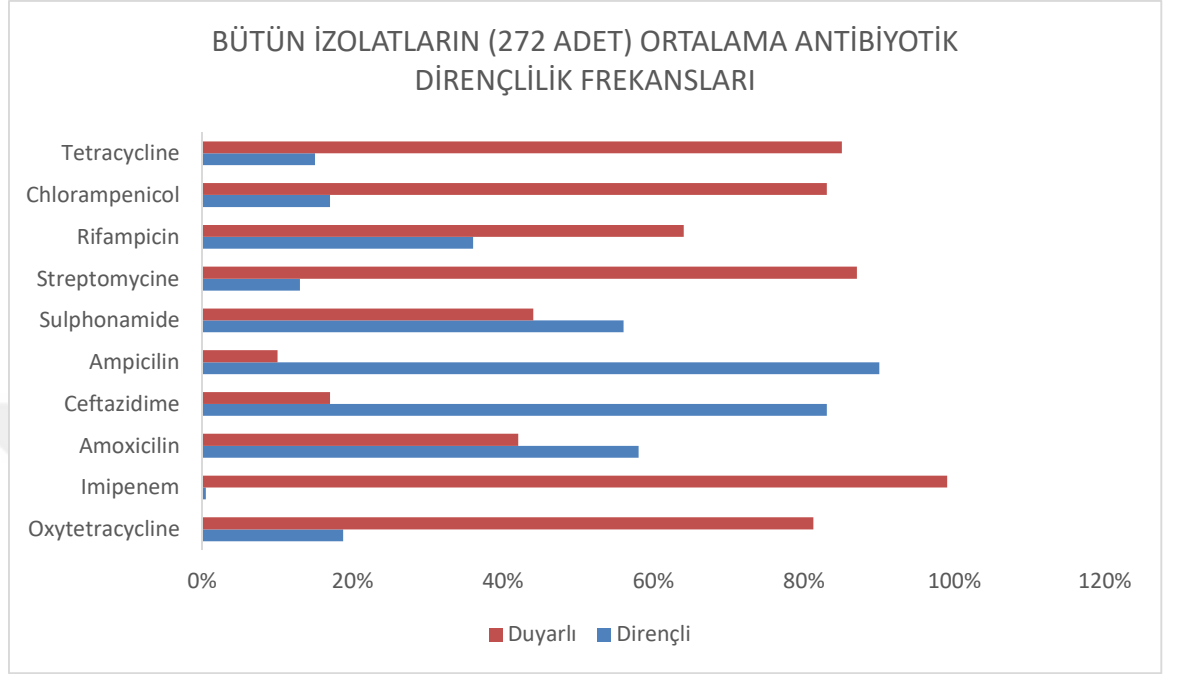
İlkbahar mevsiminde yapılan örnekleme sonucunda elde edilen izolatların, belirlenen antibiyotiklere karşı dirençlilik frekansları Şekil 4.4.4'te gösterilmiştir.



Şekil 4.4.4: İlkbahar mevsimi örneklemesine ait antibiyotik dirençlilik frekansları

Deniz suyundan elde edilen toplam 30 bakteri izolatına, disk difüzyon metodu ile yapılan testler sonucunda en yüksek dirençlilik oranları sırasıyla Ampicilin (92%), Ceftazidime (85%) ve Amoxicilin'e (73%) karşı; en düşük dirençlilik oranları ise sırasıyla Imipenem (0%), Streptomycine (4%), Tetracycline (12%) ve Sulphonamide'e (12%) karşı saptanmıştır.

Toplam 272 izolata yapılan disk difüzyon testleri sonucu ortaya çıkan dirençlilik frekanslarının ortalaması Şekil 4.4.5'te gösterilmiştir.



Şekil 4.4.5: Bütün izolatların (272 adet) ortalama antibiyotik dirençlilik frekansları

272 izolat üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda en yüksek dirençlilik frekansı 90,25% ile Ampicilin'e karşı olduğu görülmüştür. Ampicilin'i sırasıyla Ceftazidime (83%), Amoxicilin (57,75%), Sulphonamide (56,25%), Rifampicin (36,25%), Oxytetracycline (18,75%), Chloramphenicol (16,5%), Tetracycline (14,5%), Streptomycine (13%), Imipenem (0,5%) takip etmektedir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada Marmara Denizi İstanbul İli kıyısal alanında Haziran 2021 – Nisan 2022 tarihleri arasında bütün mevsimlerde birer kez olmak üzere mevsimlik örnekleme yapılmıştır. Belirlenen 22 istasyondan (Büyükçekmece, Küçükçekmece, Ataköy, Bakırköy, Kazlıçeşme, Yenikapı, Galata Köprüsü, Beşiktaş, Ortaköy, Bebek, Sarıyer, Anadolu Kavağı, Beykoz, Kanlıca, Çubuklu, Üsküdar, Kadıköy, Caddebostan, Bostancı, Maltepe, Kartal, Pendik) alınan yüzey suyu örneklerine ait değişken çevresel parametreler, indikatör bakteri düzeyleri, Heterotrofik Aerobik Bakteri düzeyleri ve bu örneklerden elde edilen izolatlara ait antibiyotik dirençlilik frekansları araştırılmış ve incelenmiştir.

Marmara Denizi, kendisine kıyısı olan iller (İstanbul, Kocaeli, Yalova, Bursa, Balıkesir, Çanakkale, Tekirdağ) dikkate alındığında, ciddi düzeyde kirliliğe ve organik-inorganik madde girişine maruz kalmaktadır. Türkiye’deki bütün şehirlerin nüfus yoğunluğunu incelediğimiz zaman Marmara Denizi’ne kıyısı olan illerden İstanbul birinci, Kocaeli ikinci, Yalova dördüncü, Bursa ise yedinci sırada yer almaktadır. Nüfus yoğunluğu açısından ülkedeki ilk 10 şehir arasında, Marmara Denizi’ne kıyısı olan 4 adet il olduğunu görmekteyiz. Bu durum Marmara Denizi’nin ne denli bir tehlikeyle karşı karşıya olduğunu anlamamızı sağlamamız için öne çıkan nedenlerden sadece bir tanesidir.

Bu tez çalışması döneminde elde edilen sonuçlar hem ulusal hem de uluslararası su kalitesi standartları ile karşılaştırılarak değerlendirmeye alınmıştır. Elde edilen sonuçlar 31 Aralık 2004 tarihinde yayınlanan Su Ürünleri Yönetmeliği’ne göre rekreasyon amacıyla kullanılan deniz ve kıyı sularının sağlanması zaruri olan standart değerler ile karşılaştırılmıştır. Bu değerler, fekal koliform değeri için 200 KOB/100 ml (log10 değerine göre 2.3/100 ml), intestinal enterokok değeri için 100 KOB/100 ml (log10 değerine göre 2.0/100 ml), toplam koliform değeri için ise 1000 KOB/100 ml (log10 değerine göre 3.0/100 ml) olarak belirlenmiştir (ANON,2004).

Bu konuda Avrupa Birliği standart değerleri ise fekal koliform değeri için 100 KOB/100 ml (log10 değerine göre 2.3/100 ml), intestinal enterokok değeri için 100 KOB/100 ml (log10 değerine göre 2.0/100 ml), toplam koliform değeri için 500 KOB/100 ml (log10 değerine göre 3.0/100 ml) olarak belirlenmiştir. Bu değerler uluslararası standartlar olarak kabul edilmiştir (European Parliament, 2006).

Yaz mevsiminde yapılan çalışmalar ve bu çalışmalardan elde edilen örnekler üzerine yapılan incelemeler sonucunda 22 istasyonun tamamında standartların çok üzerinde sonuçlar elde edilmiştir. Çalışma boyunca en yüksek toplam koliform değeri yaz mevsimi örneklemeğinde Büyükçekmece istasyonunda 240.648 KOB/100 ml olarak, en düşük toplam koliform değeri kış mevsimi örneklemeğinde Anadolu Kavağı istasyonunda 20.730 KOB/100 ml olarak ölçülmüştür. Avrupa Yakası istasyonlarında Büyükçekmece'nin yanı sıra Küçükçekmece (230.660 KOB/100 ml) ve Bakırköy (170.525 KOB/100 ml) istasyonlarından elde edilen sonuçlar endişe vermektedir. Anadolu Yakası istasyonlarında ise Pendik (180.463 KOB/100 ml), Üsküdar (180.356 KOB/100 ml), Bostancı (178.105 KOB/100 ml) ve Kartal (172.540 KOB/100 ml) istasyonları en fazla değerlerin karşımıza çıktığı istasyonlar olarak göze çarpmaktadır.

Fekal koliform değerlerini incelediğimizde ise bütün istasyonlar belirlenen ulusal ve uluslararası standartları üzerinde yer almaktadır. Kartal (63.900 KOB/100 ml) ve Kadıköy (51.610 KOB/100 m) istasyonları, 50.000 KOB/100 ml değerinin üzerinde yer alarak dikkat çekmiştir. 10.000 KOB/100 ml değerinin altında kalan tek istasyon ise Anadolu Kavağı (7.541 KOB/100 ml) olmuştur.

İstasyonlardan alınan örnekler üzerinde intestinal enterokok değerleri incelendiğinde standartların altında kalan bir istasyon bulunmamaktadır. Avrupa Yakası istasyonları arasında Büyükçekmece (25.610 KOB/100 ml), Anadolu Yakası istasyonları arasında ise Kartal (22.210 KOB/100 ml) en fazla değerinin karşımıza çıktığı istasyonlardır. En düşük değer ise Çubuklu istasyonunda (5.302 KOB/100 ml) görülmüştür.

E. coli sayımında ise bütün istasyonlarda elde edilen sonuçların belirlenen standardın (500 KOB/100 ml) üzerinde olduğu görülmüştür. Özellikle Kartal istasyonunda karşımıza çıkan değer (16.448 KOB/100 ml) ne denli büyük bir tehditle birlikte yaşadığımızı göstermektedir.

Sonbahar mevsimi örneklemesinden elde edilen sonuçlar incelendiğinde bütün istasyonlarda fekal koliform değerlerinin hem ulusal hem de uluslararası standartların üzerine çıktığı görülmüştür. İstasyonları teker teker ele aldığımız Kartal (54.900 KOB/100 ml) ve Maltepe (44.330 KOB/100 ml) istasyonlarında görülen değerler önlem alınması konusunda bir kez daha bizleri uyarmaktadır. En düşük değer ise Kanlıca istasyonunda (1.270 KOB/100 ml) ölçülmüştür.

Toplam koliform değerlerinde de fekal koliform değerlerinde karşılaştığımız durumun birebir aynısı karşımıza çıkmaktadır. 22 istasyonun hepsinde standartlar aşılrken, en fazla toplam koliform değeri Kartal (167.547 KOB/100 ml) istasyonunda saptanmıştır. Kanlıca istasyonundaki değeri (12.914 KOB/100 ml) ise en düşük değeri olarak elde edilmiştir.

İntestinal enterokok değerlerinde ise durum değişmemektedir. Yine Kartal (20.585 KOB/100 ml) istasyonu bu incelemede de en tepede yer almaktadır. En düşük değeri Anadolu Kavağı istasyonunda (4.520 KOB/100 ml) karşımıza çıkmaktadır.

E. coli değerleri araştırıldığında bütün istasyonlarda yine belirlenen standardın en az iki katı (Anadolu Kavağı – 1.028 KOB/100 ml), en fazla ise 14 katı (Kartal – 7.228 KOB/100 ml) civarında değeri elde edilmiştir.

Kış mevsimi değerlerini genel olarak incelediğimizde, sonbahar mevsimine göre daha düşük sayılar karşımıza çıkmıştır. Fekal koliform değerlerinde ulusal ve uluslararası standartların altında herhangi bir istasyon bulunmamaktadır. En yüksek değeri Kartal istasyonunda (43.221 KOB/100 ml), en düşük değeri ise Anadolu Kavağı istasyonunda (1.107 KOB/100 ml) karşımıza çıkmaktadır.

Toplam koliform değerlerinde bütün istasyonlar her iki standardın da üzerinde yer almaktadır. En fazla değeri, Kartal (147.659 KOB/100 ml) istasyonunda, en düşük değeri ise Kanlıca (10.987 KOB/100 ml) istasyonunda görülmüştür.

İntestinal enterokok değerlerini incelediğimizde Kartal (17.353 KOB/100 ml) ve Caddebostan (15.482 KOB/100 ml) istasyonları ön plana çıkmaktadır. Çubuklu (2.442 KOB/100 ml) istasyonu ise 3.000 KOB/100 ml değeri altındaki tek istasyondur.

E. coli değerlerinde ise bütün istasyonlar belirlenen standardın üzerinde bulunmaktadır. Kartal (5.032 KOB/100 ml) istasyonu, 5.000 KOB/100 ml değeri üstünde yer alırken, Anadolu Kavağı (976 KOB/100 ml) 1.000 KOB/100 ml değeri altındaki tek istasyon olarak saptanmıştır.

İlkbahar mevsiminde yapılan örnekleme sonucu elde edilen toplam koliform değerleri incelendiğinde, Küçükçekmece (170.542 KOB/100 ml) ve Kartal (169.446 KOB/100 ml) istasyonları zirvede yer almaktadır. Listenin en altında ise Anadolu Kavağı (17.659 KOB/100 ml) istasyonu bulunmaktadır.

Fekal koliform düzeylerinde ise ilk üç sırada Kartal (58.265 KOB/100 ml), Maltepe (45.023 KOB/100 ml, ve Kadıköy (42.194 KOB/100 ml) istasyonları bulunmaktadır. En düşük değerler ise sırasıyla Kanlıca (2.408 KOB/100 ml), Beykoz (5.459 KOB/100 ml) ve Anadolu Kavağı (5.719 KOB/100 ml) istasyonlarında karşımıza çıkmaktadır.

İntestinal enterokok düzeylerinde en yüksek değer Kartal (21.733 KOB/100 ml); en düşük değer ise Çubuklu (4.551 KOB/100 ml) istasyonlarında ölçülmüştür.

Kartal istasyonunda elde edilen 10.599 KOB/100 ml'lik *E. coli* düzeyi, ilkbahar mevsiminde bile durumun ne kadar korkutucu boyutlara ulaştığını göstermektedir. En düşük değer ise Anadolu Kavağı (1.119 KOB/100 ml) istasyonunda karşımıza çıkmaktadır.

Çalışma boyunca en yüksek HAB değeri yaz mevsimi örneklemeinde Büyükçekmece istasyonunda 875×10^{10} KOB/100 ml olarak, en düşük HAB değeri kış mevsimi örneklemeinde Ortaköy istasyonunda 1×10^{10} KOB/100 ml olarak ölçülmüştür.

Marmara Denizi'ne kıyısı olan illerin en önemli İstanbul'dur. Nüfus yoğunluğunun açık ara en fazla olduğu il olan İstanbul'un Marmara Denizi'ne endüstriyel ve evsel kaynaklı biyolojik ve kimyasal kirlilik etkisi çok büyüktür. Marmara Denizi'ne kıyısı olan diğer illerin de İstanbul kadar olmasa ülkenin geri kalanına oranla hatırı sayılır fabrika sayısı, ev sayısı, nüfus yoğunluğu vb. değişkenlere fazlasıyla sahip olması, Marmara Denizi'nde daha önceden yapılan çalışmalarda görüldüğü üzere bakteriyolojik kirliliğin varlığı görülmüştür (Çevikol, 1982; Unat ve diğ., 1986; Kaşgar, 1992; Çotuk ve Kimiran, 1998; Karabulut, 1999; Kimiran, 1999; Altuğ ve Filik, 2002; Altuğ, 2005; Altuğ ve Yardımcı, 2005; Altuğ ve diğ., 2007; Çiftçi, 2008; Altuğ ve diğ., 2009; Çiftçi ve Altuğ, 2009; Altuğ ve diğ., 2010 (a,b,c); Çardak ve Altuğ, 2010; Çiftçi ve Altuğ, 2010; Altuğ ve diğ., 2011; Gürün ve diğ., 2011; Altuğ ve diğ., 2013; Gürün ve diğ., 2013; Gürün ve Kimiran Erdem, 2013, Çardak ve Altuğ, 2014; Altuğ, 2016 (a,b); Altuğ ve diğ., 2016(a,b,c); Çardak ve diğ., 2016; Çardak ve Altuğ, 2016; Türetken ve Altuğ, 2016; Türetken ve diğ., 2016; Altuğ ve diğ., 2017). İstanbul İli kıyısında yapılan bu güncel çalışmada da önceki çalışmalarda olduğu gibi bakteriyolojik kirlilik varlığını sürdürdüğü tespit edilmiştir.

Mevsimsel açıdan bakacak olursak, yaz mevsimi örnekleme sonucunda elde edilen değerlerin diğer mevsimlere göre daha yüksek çıkması, bu çalışma özelinde genel ve deniz suyu sıcaklığı ile ortamdaki bakteriyolojik kirlilik arasında doğrusal bir korelasyon olduğunu göstermektedir. Yaz mevsiminin bizlere gösterdiği bir diğer tehlike ise örnekleme yapıldığı esnada gidilen 22 istasyonun tamamında denize giren insanların olduğunun görülmesidir. Gerek alışkanlık gerek ekonomik nedenler yüzünden bu yola başvuran insanların sağlığının kısa ve uzun vadede tehlike altında olduğu düşünülmektedir.

İstasyon bazında incelersek Kartal, Maltepe, Caddebostan, Pendik, Büyükçekmece, Küçükçekmece, Bakırköy, Ataköy, Kadıköy, Bostancı, Üsküdar istasyonlarında elde edilen değer endişe vericidir. Nüfusun giderek arttığı bu ilçelerde alınacak önlemler, orada yaşayan veya o istasyonlara ziyarette bulunan insanların sağlığını korumak için hayati önem taşımaktadır. Bu istasyonlara göre nispeten daha bakir ve daha az insanın bulunduğu Anadolu Kavağı, Kanlıca ve Çubuklu istasyonlarındaki değerler daha düşük görünse de, değerlerin standartların üzerinde olduğu unutulmamalı ve ulusal-uluslararası standartların altında değerlere ulaşmak için en kısa sürede çalışmalara başlanmalıdır.

Mevsimsel örnekleme sonucunda elde edilecek izolatların yapılacak antibiyotik dirençlilik testleri için ticari antibiyotikler arasında bulunan Oxytetracycline, Imipenem, Amoxicilin, Ceftazidime, Ampicilin, Sulphonamide, Streptomycine, Rifampicin, Chloramphenicol ve Tetracycline olmak üzere 10 adet antibiyotik seçilmiştir.

Örnekleme sonucu bütün mevsimlerde bütün istasyonlardan elde edilen toplam 272 izolata yapılan disk difüzyon testleri sonucu ortaya çıkan dirençlilik frekanslarının ortalaması alındığında en yüksek dirençlilik frekansı 90,25% ile Ampicilin'e karşı olduğu görülmüştür. Ampicilin'i sırasıyla Ceftazidime (83%), Amoxicilin (57,75%), Sulphonamide (56,25%), Rifampicin (36,25%), Oxytetracycline (18,75%), Chloramphenicol (16,5%), Tetracycline (14,5%), Streptomycine (13%), Imipenem (0,5%) takip etmektedir.

İzolatların, seçilen 10 antibiyotik çeşidinin 5'inde yüzde 30'un üzerinde dirençlilik göstermesi; Marmara Denizi'ne klinik, evsel ve hayvansal kaynaklı antibiyotik geçişlerinin olduğunu söylemektedir. Bu durum gün geçtikçe denizde bulunan bakterilerin antibiyotik direnç gelişimini artırmasını sağlamaktadır. Bu durum, yoğun ve yanlış antibiyotik kullanımının en kısa sürede önüne geçilmesi gerektiğini göstermektedir.

Bütün veriler ışığında gerek önceki çalışmaların, gerek bu çalışmanın, gerekse gelecekte yapılacak çalışmaların sonunda elde edilen veri havuzunun ilgili kurumlara ulaştırılması gerekmektedir. Çarpık kentleşme, kontrolsüz nüfus artışı, aşırı sanayileşme sorunlarının gün geçtikçe korkutucu boyutlara ulaşması sonucunda Marmara Denizi'nde kirlilik ve antibiyotik dirençlilik frekansları gün geçtikçe artmaktadır. Bu nedenle, küresel antibiyotik dirençliliğinin yayılmasında rezervuar olan denizel alanların korunması ve kontrolüne yönelik ivedilikle etkili çözümler bulmak kaçınılmaz görülmektedir. |



KAYNAKLAR

- Akgul, S. N., Sumerkan, B., 1999. Identification of enterococci isolated from various clinical specimens based on biochemical characteristics. *Turkish Journal of Infection*, 13(3), 399–402.
- Allen, H. K., Donato, J., Wang, H. H., Cloud-Hansen, K. A., Davies, J., Handelsman, J., 2010. Call of the wild: antibiotic resistance genes in natural environments. *Nature Reviews Microbiology*, 8(4), 251-259.
- Altuğ, G. 2005. Ölüdeniz Lagün’ü ve Çevresinde Enterobacteriaceae Üyelerinin Beta-Laktam Antibiyotik Türevlerine Dirençliliği. Ölüdeniz Lagünü Sürdürülebilir Yönetim Sempozyumu , (Antalya, Turkey), 49-60.
- Altuğ, G., İçöz, I., 2005. Antibiotic Resistant Strains and Bacterial Metabolic Activity in the Western Black Sea, Turkey. 1st Biannual Scientific Conference Black Sea Ecosystem 2005 and Beyond. , (İstanbul, Turkey), 32.
- Altuğ G., Çardak M., Çiftçi P.S., 2009. Marmara Denizi ve İstanbul Boğazından İzole Edilen Enterobacteriaceae Üyelerinin Ağır Metal, Antibiyotik Dirençliliği ve PAH Parçalama Etkileri, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri, 588/1408, Sonuç Raporu.
- Altuğ G., Çiftçi P., Topaloğlu B., Gürün S., Kalkan S., 2013a. “Gökçeada (Ege Denizi) ve Marmara Denizi Süngerlerinin Metanolik Ekstraktlarının Anti-Bakteriyel Aktivitelerinin Karşılaştırılması”, 17. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, İstanbul, 3-6 Eylül 2013, ss.52.
- Altuğ G., Çiftçi P., Topaloğlu B., Kalkan S., Gürün S., 2013b. “Marmara Denizi’nden Toplanan Süngerlerin Anti-Bakteriyel Aktivitelerinin Araştırılması”, Fisheries and Aquatic Sciences - Balıkçılık ve Akuatik Bilimler Sempozyumu, Erzurum, 30 Mayıs – 1 Haziran 2013, ss.429-430.
- Altuğ G., Çiftçi Türetken P. S Gürün S., Kalkan S. 2016a. Türkiye Denizlerinden İzole Edilen Bakterilerin Çeşitliliği. Türkiye Denizleri Bakterilerinin Biyoteknolojik Kullanımı Proje Çalıştayı Bildiriler Kitabı Ed. G. Altuğ s. 41-52.

Altuğ, G. Et Al., 2007. Frequency Of Heavy Metals And Beta-Lactam Antibiotic Resistance Of Enterobacteriaceae Members Isolated From Different Aquatic Environments. 38. CIESM , (İstanbul, Turkey), 341.

Altuğ, G. ve diğ., 2013. Güllük Körfezi'nden İzole Edilen Bakterilerin Antibiyotiklere Dirençlilik Frekansları. Güllük Körfezi Bakteriyolojisi , (Muğla, Turkey), 7-9.

Altuğ, G. Et Al., 2009. The Levels of Indicator Bacteria and Antibiotic Resistance Strains of the Western Black Sea Region, Turkey. Climate change in the Black Sea - hypothesis, observations, trends, scenarios and mitigation strategy for the ecosystem, BS-HOT , (Sofija, Bulgaria), 43.

Altuğ G., Gürün S., Kalkan S., Çiftçi Türetken P. S., 2016b. Türkiye Denizlerinden İzole Edilen Bakterilerin Petrol Hidrokarbonlarını Parçalama Yeteneklerinin Araştırılması. Türkiye Denizleri Bakterilerinin Biyoteknolojik Kullanımı Proje Çalıştayı Bildiriler Kitabı Ed. G. Altuğ s.52-67

Altuğ G., Yardimci C.H., 2005. Marmara Denizi Kıyısı Alanında (Avcılar-Sarıyer) Bakteriyolojik Kirlilik Düzeyi Ve Enterobacteriaceae Üyelerinin Bazı Beta Laktam Antibiyotiklerine Dirençlilik Frekansı, XIII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Çanakkale, Türkiye, 1-4 Eylül 2005, ss.67-67.

Altuğ, G., 2016. Türkiye Denizlerinden İzole Edilen Bakterilerin Biyoteknolojik Potansiyelleri. Türkiye Denizleri Bakterilerinin Biyoteknolojik Kullanımı Çalıştayı Bildiriler Kitabı Ed. G. Altuğ s 7-20.

Altuğ, G., Balkıs, N., 2009a. Metal Resistance of Members of Enterobacteriaceae & Some Toxic Elements in Sediment: An Example of a Heavily Polluted Estuary, Turkey. Environmental Monitoring and Assessment, 149: 61–69.

Altuğ, G., Balkıs, N., 2009b. Levels of some toxic elements and frequency of bacterial heavy metal resistance in sediment and sea water. Environmental Monitoring and Assessment. February 2009, Volume 149, Issue 1–4, pp 61–69.

Altuğ, G., Çardak, M., Çiftçi, P.S., Gürün, S., 2007. Petrol Hidrokarbonlarının Ölüdeniz Lagünü ve Marmara Denizi'nden İzole Edilen Bazı Bakteriler Üzerinde Minimum İnhibisyon Konsantrasyonları (MIC). Ulusal Su Günleri 2007, Antalya, Türkiye.

Altuğ G., Filik H., 2002. Marmara Denizi'nde Bölgesel Bazı Toksik Element Ve Bakteriyolojik Kirlilik Düzeyleri, *Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları IV. Ulusal Konferansı*, İzmir, Türkiye, 5-8 Kasım 2002, ss.903-913.

Altuğ, G., Gurun, S., Cardak, M., Ciftci, P.S. and Kalkan, S., 2012. 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.

Altuğ, G., Gurun, S., Yüksel, B., Memon, A.R., 2011. The Investigation of Oil Degrading Capacity of Bacterial Strains Isolated From Different Environments in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin* 20: 886-893.

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

APHA, 1998. Standard methods for the examination of water and wastewater, 18th Edi., American Public Health Association, Washington, DC, 087-5532-357.

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 Washington, D.C.

APHA, 2006. 134th APHA annual meeting and exposition in Boston, MA on November 4-8.

APHA, 2012. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 22th Edition, American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation, Washington, D.C. United States. ISBN: 978-0875530130.

Ashbolt, N. J., Grabow, W. O. K., Snozzi, M., 2001, Indicators of microbial water quality, In: World Health Organization (WHO), *Water quality: Guidelines*, Edited by Lorna Fewtrell and Jamie Bartram, IWA, London, UK. *Standarts*.

Aslan-Yılmaz, A., Okuş. E., 2002. Distribution of Heterotrophic Bacteria in Southwestern Black Sea and the Sea of Marmara. Second International Conference on Oceanography of the Eastern Mediterranean and Black Sea: Similarities and Differences of Two Interconnected Basins, Ankara, Turkey.

Aslan-Yılmaz, A., Okus, E., Ovez, S., 2004. Bacteriological Indicators of Anthropogenic Impact Prior to and During the Recovery of Water Quality in an Extremely Polluted Estuary, Golden Horn, Turkey. *Marine Pollution Bulletin*, 49:951-958.

Atlas, R. M., 1981. Microbial degradation of petroleum hydrocarbons: an environmental perspective. *Microbiological reviews*, 45(1), 180-209.

Aviles, M., De Vicente, A., Codina, J. C., Romero, P., 1988. Antibiotic resistance of bacterial strains isolated from the marine environment. *Rapport Commission Internationale Pour L'Exploration Scientifique De La Mer Méditerranée*, 31, 173–174.

Balkıs, N., Sivri, N., Fraim, N.L., Balcı, M., Durmus, T., Sukatar, A., 2013. Excessive growth of *Cladophora laetevirens* (Dillwyn) Kutzing and enteric bacteria in mats in the Southwestern Istanbul coast, Sea of Marmara. *IUFS Journal of Biology* 72 (2): 41-48.

Barisic, Z., & Punda-Polić, V., 2000. Antibiotic resistance among enterococcal strains isolated from clinical specimens. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 16, 65–68.

Bayır-Demircioğlu, S., 2011. Determination of PAH Pollution and Anaerobic PAH Degradation Activity in Marmara Sea Sediments . Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 151s. <http://hdl.handle.net/11527/8874>

Bilgin, S., 1982. Su muayenelerinde Enterokok incelemesi için besiyerleri, İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Uzmanlık tezi.

Borja A, Elliott M, Andersen JH., Cardoso AC, Carstensen J, Ferreira JG, Heiskanen A-S, Marques JC., Neto JM, Teixeira H, Uusitalo L, Uyarra MC, Zampoukas N, Prins T, Simboura N, Berg T, Papadopoulou N, Reker J, Menchaca I., 2015. Report on potential Definition of Good Environmental Status Deliverable 6.2, DEVOTES Project. 62pp.

Cabelli, V. J., Dufour, P. A., Levin, M. A., McCabe L. J., Haberman, P. W., 1979. Relationship of microbial indicators to health effects at marine bathing beaches. *American Journal of Public Health*, 69(7), 690–696.

Choi, S., Chu, W., Brown, J., Becker, S. J., Harwood, V. J., Jiang, S. C., 2003. Application of enterococci antibiotic resistance patterns for contamination source identification at Huntington Beach, California. *Marine Pollution Bulletin*, 46, 748–755.

Çardak, M., Altug G., Ciftci P.S., Gurun S., 2007. PAH Degradation Effects of Some Bacteria Isolated from the Istanbul Strait and Soil of Batman Oil Refinery, 38th CIESM Congress, Volume 38, p. 358.

Chianelli RR, Aczel T, Bare RE, et al., 1991. Bioremediation technology development and application to the Alaskan Spill. *International Oil Spill Conference Proceedings* 1991;1991(1):549-58. <https://doi.org/10.7901/2169-3358-1991-1-549>

Çardak M., Altuğ G., 2016. Türkiye Denizlerinde Ağır Metal Tuzlarına Dirençli Bakteriler, Türkiye Denizleri Bakterilerinin Biyoteknolojik Kullanımı Proje Çalıştayı Bildiriler Kitabı Editör G. Altuğ s 88-99.

Çardak M., Altuğ G., 2014. Species Distribution and Heavy Metal Resistance of Enterobacteriaceae Members Isolated From Istanbul Strait. *Fresenius Environmental Bulletin*, 23:10, 2620-2626.

Çardak, M., 2009. İstanbul Boğazı'ndan İzole Edilen Enterobacteriaceae Üyelerinin Dağılımı ve Ağır Metal Dirençliğinin Araştırılması, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi, syf. 207.

Çardak, M. Et Al. 2016. Distribution of antibiotic resistance and the presence of vancomycin resistance genes (vanA and vanB) in Enterobacteriaceae isolated from the Sea of Marmara, the Canakkale Strait and the Istanbul Strait, Turkey. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, vol.45 , 182-190.

Çevikol, E., 1982. İstanbul'u çeviren deniz sularında yaz mevsimi başında ve sonunda yapılan bakteriyolojik incelemeler, İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Uzmanlık tezi.

Çiftçi, P.S., 2008. Marmara Denizi'nden izole edilen bakterilerin polisiklik aromatik hidrokarbonları (PAH) parçalama yeteneklerinin araştırılması, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, syf. 76.

Çiftçi P.S., Altuğ G., 2009. Marmara Denizi Kıyısı Alanında Besin Tuzu Ve İndikatör Bakteri Dağılımı, 15. *Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu*, Rize, Türkiye, 1-4 Temmuz 2009, ss.335-335

Çiftçi Türetken P.S., Altuğ G., 2010. Marmara Denizi Yenikapı-Yeşilköy Kıyısı Alanında Besin Tuzu ve Bakteri Dağılımı, *Marmara Denizi 2010 Sempozyumu*, İstanbul, Türkiye, 25-26 Eylül 2010, no.32, ss.415-421

Çotuk, A. and Kimiran, A., 1998. Seasonal distribution of indicator bacteria in seawater from Bosphorus. 35th CIESM Congress Proceedings, 35, 346-347.

Deredjian, A, Colinon C., Brothier,E., Favre-Bonte,S., Cournover B., Nazaret S., 2011. Antibiotic and metal resistance among hospital and outdoor strains of *Pseudomonas aeruginosa*, *Research in Microbiology*, 162, 689–700.

De Vicente, A., Avilés, M., Codina, J. C., Borrego J. J., Romero, P., 1990. Resistance to antibiotics and heavy metals of *Pseudomonas aeruginosa* isolated from natural waters. *Journal of Applied Bacteriology*, 68, 625–632.

Dicuonzo, G., Gherardi, G., Lorino, G., Angeletti, S., Battistoni, F., Bertuccini, L., et al., 2001. Antibiotic resistance and genotypic characterization by PFGE of clinical and environmental isolates of enterococci. *FEMS Microbiology Letters*, 201, 205–211.

Droste, R.L., 1997. *Theory and practice of water and wastewater treatment*, Willey and Sons, New York, 0471153573, 978-0471153573.

European Parlament, 2006. Directive 2006/7/EC of the European parliament and of the council *analysis of water*. Second Edition. Blackwell Sci. Publisher, Oxford, U. K., 315pp.

Floodgate, GD, Atlas, RM. (Ed.), 1984. The fate of petroleum in marine environment. In: *Petroleum Microbiology*. New York: MacMillan Publishing Co. 1984:355-97.

Geiselbrecht, A.D., Heerwig, R.P., Deming, J.W., Staley, J.T., 1996. Enumeration and phylogenetic analysis of polycyclic aromatic hydrocarbon-degrading marine bacteria from Puget sound sediments, *Appl. Environ. Microbiology*, 62, 93344-3349.

Giuliano, L., 2003. Bacterial Diversity in the Mediterranean and Black Seas: A Comparative Approach. International Conference on the Sustainable Development of the Mediterranean and Black Sea Environment. 1-3, Greece.

Grewal, J. S., & Tiwari, R. P., 1990. Resistance to metal ions and antibiotics in *Escherichia coli* isolated from foodstuffs. *Journal of Medical Microbiology*, 32, 223–236.

Gurun, S. and Kimiran-Erdem, A., 2013. Examination of the Level of Bacteriological Pollution in the Discharge Area of the Ayamama Stream to the Marmara Sea, *Ekoloji*, 22(86): 48-57 (In Turkish).

Hara, A., Syutsubo, K., Harayama, S., 2003. *Alcanivorax* which prevails in oil-contaminated seawater exhibits broad substrate specificity for alkane degradation. *Environmental Microbiology*, 5(9), 746-753.

Ince, O., Kolukırmık, M. and Ince, B. K., 2010. Molecular Microbial Ecology of Marmara Sea Sediments, In A.Mendez-ilas (Ed), Current Research, Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology, Formatex Research Center, Badajoz, Spain.

Junco, M. T. T., Martín, M. G., Toledo, M. L. P., Gómez, P. L., Barrasa, J. L. M., 2001. Identification and antibiotic resistance of faecal enterococci isolated from water samples. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 203, 363–368.

Kaçar, A., 2009. Anti-fouling boyaların denizdeki bakteriyal biyofilm gelişimi üzerine etkisi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.

Kaçmaz, B., & Aksoy, A., 2005. Antimicrobial resistance of enterococci in Turkey. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 25, 535–538.

Karabulut, E., 1999. İstanbul metropolü kıyılarında mikrobiyolojik kirlilik yükü dağılımı üzerine araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü.

Karayakar, F., Ay, Ö., Cıık, B., 2004. Mersin kıyı şeridinden alınan su örneklerinden izole edilen *Escherichia coli* suşlarının bazı antibiyotiklere karşı plasmid kökenli dirençliliğın saptanması. *Ekoloji*, 13(52), 28-32.

Kasai, Y., Kishira, H., Sasaki, T., Syutsubo, K., Watanabe, K., Harayama, S., 2002. Predominant growth of *Alcanivorax* strains in oil-contaminated and nutrient-supplemented sea water. *Environmental Microbiology*, 4(3), 141-147.

Kasai, Y., Kishira, H., Harayama, S., 2002. Bacteria belonging to the genus *cycloclasticus* play a primary role in the degradation of aromatic hydrocarbons released in a marine environment. *Applied and Environmental Microbiology*, 68(11), 5625–5633. <https://doi.org/10.1128/AEM.68.11.5625-5633.2002>.

Kim, J., Lee, G., Kim, Y., Kim, S., Kim, Y. H., 2004. In vitro antibacterial activity of echinomycin and a novel analogue, YK2000, against vancomycin-resistant enterococci. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 24, 613–615.

Kaşgar, S., 1992. İstanbul Boğazı'nın deniz suyu ve midyelerinin fekal Koliform bakteriler tarafından incelenmesi, İ.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi

Kimiran, A., 1999, İstanbul deniz suyu örneklerinin kirlilik indikatörü bakteriler yönünden incelenmesi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

Kimiran-Erdem, A., Arslan, E.O., Sanlı Yurudu, N.O., Zeybek, Z., Dogruoz, N., Cotuk, A. 2007. Isolation and Identification of Enterococci from Seawater Samples: Assessment of Their Resistance to Antibiotics and Heavy Metals. *Environmental Monitoring Assessment*, 125(1): 219–228.

Klare, I., Konstabel, C., Badstübner, D., Werner, G., Witte, W., 2003. Occurrence and spread of antibiotic resistances in *Enterococcus faecium*. *International Journal of Food Microbiology*, 88, 269–290.

Kolukirik, M., Ince, O., Cetecioglu, Z., Celikkol, S., Ince, B.K., 2011. Spatial and temporal changes in microbial diversity of the Marmara Sea sediments. *Marine Pollution Bulletin*, 62(11): 2384–2394

Korda, A., Santas, P., Tenente, A. and Santas, R., 1997. Petroleum Hydrocarbon Bioremediation: Sampling and Analytical Techniques, in Situ Treatments and Commercial Microorganisms Currently Used. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 48, 677-686. <https://doi.org/10.1007/s002530051115>

MacFaddin, J.F., 1980. Hippurate hydrolysis test. In *Biochemical Tests for the Identification of Medical Bacteria* 2nd edn. pp. 141– 162. Baltimore, MD: Williams and Wilkins.

MacNaughton, S. J., Stephen, J. R., Venosa, A. D., Davis, G. A., Chang, Y. J., White, D. C., 1999. Microbial population changes during bioremediation of an experimental oil spill. *Applied and Environmental Microbiology*, 65(8), 3566-3574.

Mashreghi, M., & Marialigeti, K., 2005. Characterization of bacteria degrading petroleum derivatives isolated from contaminated soil and water.

Mater, Y., Taşdan, S., 2018. Petrol ve Petrol Türevlerinin Gideriminde Marmara Denizi ve Karadeniz'den İzole Edilen Bakterilerin Biyolojik İyileştirme Potansiyelinin Değerlendirilmesi. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*, 48(2), 100-111.

Matyar, F., Akkan, T., Uçak, Y., Eraslan, B., 2010. *Aeromonas* and *Pseudomonas*: antibiotic and heavy metal resistance species from Iskenderun Bay, Turkey (Northeast Mediterranean Sea). *Environmental Monitoring and Assessment*, 167(1), 309-320.

Meintanis, C., Chalkou, K.I., Kormas, K.A., Karagouni, A.D., 2006. Biodegradation of crude oil by thermophilic bacteria isolated from volcano island, *Biodegradation*, DOI 10.1007/s10532-005-6495- 6.

Morozzi, G., Cenci, G., Caldini, G., Losito, G., Morosi, A., 1986. Relationship between environment spread and presence in hosts of *Escherichia coli* strains resistant to antibiotics and metals. *Zentralblatt für Bakteriologie, Mikrobiologie und Hygiene. Serie B*, 182, 393–400.

Nakahara, H., Ishikawa, T., Sarai, Y., Kondo, I., 1977. Distribution of resistance to metals and antibiotics of staphylococcal strains in Japan. *Zentralblatt für Bakteriologie, Mikrobiologie und Hygiene*, 237, 470–476. National Committee for Clinical Laboratory Standards (2001).

Performance standards for antimicrobial susceptibility testing. Eleventh International Supplement. Disk diffusion. M100-S 11. NCCLS, Villanova, Pennsylvania, USA.

Peters, J., Mac, Kiem, Wichmann-Schauer, H., Klein, G., Ellerbroek, L., 2003. Species distribution and antibiotic resistance patterns of enterococci isolated from food of animal origin in Germany. *International Journal of Food Microbiology*, 88, 311–314.

Pomeroy, I. 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, *Bulletin of Marine Science*, 35:426-439.

Rahman, K. S., Banat, I. M., Thahira, J., Thayumanavan, T., Lakshmanaperumalsamy, P., 2002. Bioremediation of gasoline contaminated soil by a bacterial consortium amended with poultry litter, coir pith and rhamnolipid biosurfactant. *Bioresource Technology*, 81(1), 25–32. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(01\)00105-5](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00105-5)

Rahman, K. S., Rahman, T. J., Kourkoutas, Y., Petsas, I., Marchant, R., Banat, I. M., 2003. Enhanced bioremediation of n-alkane in petroleum sludge using bacterial consortium amended with rhamnolipid and micronutrients. *Bioresource Technology*, 90(2), 159–168. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(03\)00114-7](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(03)00114-7)

Rouch, D. A., Lee, B. T., Morby, A. P., 1995. Understanding cellular responses to toxic agents: a model for mechanism-choice in bacterial metal resistance. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 14(2), 132-141.

Sarkar, P., Roy, A., Pal, S., Mohapatra, B., Kazy, S. K., Maiti, M. K., Sar, P., 2017. Enrichment and characterization of hydrocarbon-degrading bacteria from petroleum refinery waste as potent bioaugmentation agent for in situ bioremediation. *Bioresource Technology*, 242, 15-27.

Sivri, N., 2017. Antibiotic Resistance (AR) Among Enteric Bacteria in Marine Environments of Marmara Sea. *Advances in Biotechnology & Microbiology*, cilt.6, no.555694, ss.1-4, 2017 (ESCI İndekslerine Giren Dergi).

Sivri, N. and Akbulut, V., 2016. Antimicrobial Susceptibility of Escherichia coli Strains Collected from the Southwestern Coast of Istanbul. *Biosciences Biotechnology Research Asia* 13(2): 785-793.

Sivri, N., Seker, D.Z. 2010. Investigation of Enteric Bacteria of Surface Waters in the Southwestern Istanbul Coast by Means of GIS. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 10 (4): 505- 511.

Sivri, N., Allen, M.J., Jones, M., Akbulut, V., 2014. Potential Public Health Significance of Faecal Contamination in South-western Coastal Area in Istanbul, Turkey. *Journal of Pure and Applied Microbiology* 8 (5): 3789-3796.

Sivri, N., Balci, M., Balkis, N., Jones, M., Allen, M.J., 2013. Detection of *Escherichia coli* with *UidA* Gene in Marine Environment of Kapıdağ Peninsula (Marmara Sea). 40th CIESM Congress Proceedings, 40: 413.

Sivri, N., Balci, M., Durmus, T., Seker, D.Z., Balkis, N., 2012a. Analysis of Enteric Bacteria Distribution in the Gulf Of Gemlik (Marmara Sea) by Means of GIS”, *Fresenius Environmental Bulletin (FEB)*, 21 (11): 3224-3232.

Sivri, N., Sandalli, C., Ozgumus, O.B., Colakoglu, F., Dogan, D. 2012b. Antibiotic Resistance Profiles of Enteric Bacteria Isolated from Kucukcekmece Lagoon (Istanbul–Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science* 12: 699-707.

Sivri, N., Ozbayram, G. and Karatut, Z., 2010. Antibiotic Resistance of Enteric Bacteria Isolated From South-Western Istanbul Coast (Turkey). 39th CIESM Congress Proceedings, 39: 402.

Sivri, N., Sisli, N.S., Algur, D., Akbulut, V., 2011. Multiple Antibiotic Resistance Indexing of *E.coli* in the Southwest Coast of Istanbul. *International Symposium on Marine Ecosystems, Natural Products and their Bioactive Metabolites*, 25 – 27 October 2011, Bogor, Indonesia.

Sjogren, R. E., Port, J., 1981. Heavy metal-antibiotic resistant bacteria in a lake recreational area. *Water, Air, and Soil Pollution*, 15, 29–44.

Sorokin, Y.I., Tarkan, A.N., Ozturk, B., Albay, M. 1995. Primary production, bacterioplankton and planktonic protozoa in the Marmara Sea. *Turkish Journal of Marine Science* 1: 37–55.

Torabi, S.,F., 2013. Ağır Metal Dirençli Bakteri İzolasyonu ve Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 81s.

- Turetken, P. S. C. ve diğ., 2019. Bacteriological quality, heavy metal and antibiotic resistance in Sapanca Lake, Turkey. *Environmental Monitoring to Assessment*, vol.191.
- Unat, E.K., Ulusoy, M., Öztürk, M., 1986. İstanbul boğazı ve Haliç sularının 1986 Mayısındaki koliform bakteriler bakımından durumu, *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*, 16 (2-3), 45-49.
- Wang, H. H., Schaffner, D. W., 2011. Antibiotic resistance: how much do we know and where do we go from here?. *Applied and Environmental Microbiology*, 77(20), 7093-7095.
- Yamahara, K. M., Layton, B. A., Santoro, A. E., Boehm, A. B., 2007. Beach sands along the California coast are diffuse sources of fecal bacteria to coastal waters, *Environmental Science & Technology*, 41, 4515-4521.
- Yardımcı, C. H., Altuğ, G. 2010. Sapanca Gölü Enterobacteriaceae Üyelerinde β -Laktam Antibiyotik Dirençlilik Frekansı. 4. Ulusal Limnoloji Sempozyumu , (Bolu, Turkey), 1. |

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Rıza Can DOĞAN
Doğum Yeri	
Doğum Tarihi	Tarih girmek için tıklayın veya dokununuz.
Uyruğu	☒ T.C. ☐ Diğer:
E-Posta Adresi	
Web Adresi	

Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Fakülte	Su Ürünleri Fakültesi
Bölümü	Su Ürünleri Mühendisliği
Mezuniyet Yılı	2013

Yüksek Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Deniz ve İçsu Kaynakları Yönetimi Anabilim Dalı
Programı	Deniz Biyolojisi

Doktora	
Üniversite	
Enstitü Adı	
Anabilim Dalı	
Programı	

Makale ve Bildiriler	