

TC

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇANAKKALE İLİ KIYI SULARINDA BAZI KİRLİLİK PARAMETRELERİNİN VE MİKROBİYAL BİYOFİLM OLUŞUMUNUN İNCELENMESİ

Buket ONAT

Biyoloji Anabilim Dalı

ÇANAKKALE

TC
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇANAKKALE İLİ KIYI SULARINDA BAZI KİRLİLİK PARAMETRELERİNİN VE MİKROBİYAL BİYOFİLM OLUŞUMUNUN İNCELENMESİ

Buket ONAT
Biyoloji Anabilim Dalı
Tezin Sunulduğu Tarih: **03/01/2020**

Tez Danışmanı:
Doç. Dr. Nurcihan HACIOĞLU DOĞRU

ÇANAKKALE

Buket ONAT tarafından Doç. Dr. Nurcihan HACIOĞLU DOĞRU yönetiminde hazırlanan ve **03/01/2020** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan "**Çanakkale İli Kıyı Sularında Bazı Kirlilik Parametrelerinin ve Mikrobiyal Biyofilm Oluşumunun İncelenmesi**" başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Biyoloji Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

JÜRİ

Doç. Dr. Nurcihan HACIOĞLU DOĞRU ……
Başkan

Dr. Öğr. Üyesi Neslihan DEMİR ……
Üye

Dr. Öğr. Üyesi Derya DOĞANAY …….
Üye

Prof. Dr. Levent GENÇ
Müdür
Fen Bilimleri Enstitüsü

Sıra No: …… *(Enstitü tarafından doldurulacak)*

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince Desteklenmiştir. Proje Numarası: FYL-2019-2919

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Buket ONAT

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleştirilmesinde, çalışmam boyunca benden yardımlarını esirgemeyen saygı değer danışman hocam Doç. Dr. Nurcihan HACIOĞLU DOĞRU'na, tez çalışmamı destekleyen Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu'na ve çalışma süresince bana inanan, destek olan eşime ve aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Buket ONAT

Çanakkale, Ocak 2020

SİMGELER VE KISALTMALAR

atm	Atmosfer
dk	Dakika
g	Gram
%	Yüzde oranı
°	Derece
ºC	Santigrat derece
cm	Santimetre
ÇAD	Çoklu antibiyotik direnç
EMS	En muhtemel sayı
EMB	Eosin metylene agar
GSP	Glutamate starch phenol red agar
kob	Koloni oluşturan birim
L	Litre
LB	Luria bertani broth
m	Metre
MHA	Mueller hinton agar
MHB	Mueller hinton broth
MİK	Minimal inhibisyon konsantrasyonu
mg	Miligram
mL	Mililitre
µL	Mikrolitre
µg	Mikrogram
NA	Nutrient agar
NB	Nutrient broth
Ppm	Milyonda bir
TCBS	Thiosulfate citrate bile salts sucrose
TSA	Tryptic soya agar
TSI	Triple sugar iron

ÖZET

ÇANAKKALE İLİ KIYI SULARINDA BAZI KİRLİLİK PARAMETRELERİNİN VE MİKROBİYAL BİYOFİLM OLUŞUMUNUN İNCELENMESİ

Buket ONAT
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi
Danışman: Doç. Dr. Nurcihan HACIOĞLU DOĞRU
03/01/2020, 109

Çanakkale Kıyı şeridi deniz suyu rekreasyon, balıkçılık vb. pek çok faaliyet için yoğun kullanıma açık bir alandır. Bu durum beraberinde deniz suyunda yoğun antrapojenik kirlilik baskısını da getirmektedir. Bu çalışmada, Çanakkale kıyı şeridinde belirlenen 4 farklı istasyondan alınan su numunelerinin bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik parametreleri irdelenmiş ve beraberinde izole edilen farklı bakteri gruplarında antibiyotik ve ağır metal dirençliliği, enzim ve biyofilm aktiviteleri ile bakteriyal karakterizasyonlarının yapılmasına çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar genel sanitasyon değerleri bakımından istasyonların kabul edilebilir sınır değerler içerisinde olduğunu bununla birlikte izole edilen bakterilerin yüksek antibiyotik ve ağır metal dirençliliği gösterdiğini ayrıca önemli virülans faktörler olan enzim aktivitesi ve biyofilm oluşturma kapasitelerinin yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Bu çalışmanın bölgede deniz suyu ve deniz ürünlerinde halk sağlığı yönünden mikrobiyal kalitenin irdelenmesi için yapılacak daha kapsamlı çalışmalara da öncülük etmesi beklenmektedir.

Anahtar sözcükler: Deniz Suyu, Fizikokimyasal Parametre, Bakteri, Antibiyotik – Ağır Metal Dirençliliği, Biyofilm

ABSTRACT

INVESTIGATION OF ÇANAKKALE COASTAL WATERS SOME POLLUTION PARAMETERS AND MICROBIAL BIOFILM FORMATION

Buket ONAT

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Master of Science Thesis in Biology Science

Advisor: Assocc. Prof. Dr. Nurcihan HACIOĞLU DOĞRU

01/03/2020, 109

Çanakkale coastline marine water is an open area for recreation, fishing etc. many activities. This condition also brings intense anthropogenic pollution pressure in marine water. In this study, some physicochemical and microbiological parameters of water samples which taken from 4 different stations determined in Çanakkale coastline were investigated and antibiotic and heavy metal resistance, enzyme and biofilm activities and bacterial characterization of different bacteria groups were tried to make. The results showed that the stations were within acceptable limit values in terms of general sanitation values, however, the isolated bacteria showed high antibiotic and heavy metal resistance and high virulence factors, enzyme activity and biofilm formation capacity. It is expected that this study will lead to more comprehensive studies to investigate microbial quality in terms of public health in marine water and seafood in the region.

Keywords: Marine Water, Physicochemical Parameter, Bacteria, Antibiotic – Heavy Metal Resistance, Biofilm

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ SINAVI SONUÇ FORMU ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI ii
TEŞEKKÜR iv
SİMGELER VE KISALTMALAR v
ÖZET vi
ABSTRACT vii
ŞEKİLLER DİZİNİ x
TABLOLAR DİZİNİ xi
BÖLÜM 1
GİRİŞ 1
BÖLÜM 2
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 3
2.1. Çalışma Alanı 3
2.1.1. Çanakkale İli Kirletici Kaynakları 4
2.2. Deniz Suyu Kirliliğinin Belirlenmesinde Kullanılan Bazı Fizikokimyasal ve Bakteriyolojik Parametreler 6
2.2.1. Sıcaklık ve Deniz Kirliliği Açısından Önemi 11
2.2.2. Çözünmüş Oksijen ve Deniz Kirliliği Açısından Önemi 11
2.2.3. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı ($BOİ_5$) ve Deniz Kirliliği Açısından Önemi 11
2.2.4. pH ve Deniz Kirliliği Açısından Önemi 11
2.2.5. Elektrik İletkenliği ve Deniz Kirliliği Açısından Önemi 11
2.2.6. Askıda Katı Madde (AKM) ve Deniz Kirliliği Açısından Önemi 11
2.2.7. Ağır Metaller ve Deniz Kirliliği Açısından Önemi 11
2.2.8. İndikatör Mikroorganizmalar ve Deniz Kirliliği Açısından Önemi 11
2.3. Dünyada ve Ülkemizde Deniz Suyu Kirliliği Sorunu 16
BÖLÜM 3
MATERYAL VE YÖNTEM 25
3.1. Çalışma Alanının Tanıtımı ve Örneklerin Tedarik Edilmesi 25
3.2. Deniz Suyu Örneklerinin Toplanması 27
3.2.1. Fizikokimyasal Değişimlerin Analizi 28
3.2.2. Mikrobiyolojik Analizler 30
3.2.3. Gram (-) Bakteri Gruplarının İzolasyonu ve Tanımlanması 30
3.2.4. Biyokimyasal Testler 31

3.2.5. İzolatların Tuz Toleransları 32
3.2.6. İzolatların pH Toleransları 32
3.2.7. İzolatların Sıcaklık Toleransları 32
3.2.8. İzolatların Farklı Karbon Kaynaklarını Kullanma Durumu 32
3.2.9. Antibiyotik Direnç Profilleri 33
3.2.10. Ağır Metallere Direnç Özelliklerinin Belirlenmesi 33
3.2.11. İzolatların Enzimatik Aktivitelerinin Belirlenmesi 34
3.2.12. İzolatların Biyofilm Oluşturma Kapasitelerinin Belirlenmesi 34
3.3. Araştırmada Kullanılan İstatiksel Yöntemler 35
BÖLÜM 4
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA 36
4.1. Fizikokimyasal ve Bakteriyolojik Parametre Bulgularına Göre Genel Değerlendirme 36
4.2. Çanakkale İli Kıyı Şeridinde Belirlenen İstasyonlara ait Ağır Metal Analizi Bulguları 50
4.3. Çanakkale İli Kıyı Şeridinde Belirlenen İstasyonlardan İzolatların Elde Edilmesi 51
4.3.1. İzolatların Morfolojik ve Biyokimyasal Karakteristikleri 52
4.3.2. İzolatların Çevresel İstekleri 68
4.3.3. İzolatların Antibiyotik Direnç Profilleri 75
4.3.4. İzolatların Ağır Metal Direnci Bulguları 80
4.3.5. İzolatların Enzimatik Aktivite Bulguları 87
4.3.6. İzolatların Biyofilm Oluşturma Kapasitesi Bulguları 90
BÖLÜM 5
SONUÇ VE ÖNERİLER 92
KAYNAKLAR 93
ÖZGEÇMİŞ I

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Çanakkale ili fiziki haritası (http://www.canakkaleili.com/canakkale-fiziki-haritasi.html) (20.08.2019) 3
Şekil 2. Bir akarsuda kirlenme ve çözünür oksijen düzeyi arasındaki ilişkiler 11
Şekil 3. Çanakkale kıyı şeridi örnek alım istasyonları 25
Şekil 4. I. İstasyon Güzelyalı köyü kıyı şeridi genel görünüm (Özgün) 26
Şekil 5. II. İstasyon Çınarlı köyü (Dardanos mah.) kıyı şeridi genel görünüm (Özgün) 26
Şekil 6. III. İstasyon Kepez beldesi kıyı şeridi genel görünüm (Özgün) 27
Şekil 7. IV. İstasyon Çanakkale-Merkez kordon boyu kıyı şeridi genel görünüm (Özgün) 27
Şekil 8. Çanakkale kıyı şeridi istasyonları sıcaklık değişimi 39
Şekil 9. Çanakkale kıyı şeridi istasyonları çözünmüş oksijen değişimi 40
Şekil 10. Çanakkale kıyı şeridi istasyonları biyokimyasal oksijen ihtiyacı değişimi 40
Şekil 11. Çanakkale kıyı şeridi istasyonları pH değişimi 40
Şekil 12. Çanakkale kıyı şeridi istasyonları elektrik iletkenliği değişimi 41
Şekil 13. Çanakkale kıyı şeridi istasyonları askıda katı madde değişimi 41
Şekil 14. Çanakkale kıyı şeridi istasyonları toplam canlı sayımı (22°C) değişimi 41
Şekil 15. Çanakkale kıyı şeridi istasyonları toplam canlı sayımı (37°C) değişimi 42
Şekil 16. Çanakkale kıyı şeridi istasyonları toplam koliform değişimi 42
Şekil 17. Çanakkale kıyı şeridi istasyonları fekal koliform değişimi 42
Şekil 18. Çanakkale kıyı şeridi istasyonları fekal streptokok değişimi 43
Şekil 19. C4 numaralı izolatın ait EMB agar besiyerindeki görüntüsü 52
Şekil 20. A4 numaralı izolatın ait GSP agar besiyerindeki görüntüsü 52
Şekil 21. B3 numaralı izolatın ait Aero-Pseudo Selective agar besiyerindeki görüntüsü 52
Şekil 22. D15 numaralı izolatın ait TCBS agar besiyerindeki görüntüsü 53
Şekil 23. A1 numaralı izolatın gram boyama görüntüsü 53
Şekil 24. B5 ve B10 numaralı izolatların VP testi görüntüsü 54
Şekil 25. B1, C7, D3 ve C10 numaralı izolatların H_2S üretimi testi görüntüsü 54
Şekil 26. C12 ve C8 numaralı izolatların indol testi görüntüsü 55
Şekil 27. C4 ve C1 numaralı izolatların sitrat testi görüntüsü 55

TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Denizel kirliliğin küresel durumu 7
Tablo 2. Rekreasyon amacıyla kullanılan kıyı ve deniz sularının sağlaması gereken standart değerler (Anonim, 2017'den değiştirilerek) 8
Tablo 3. Deniz suyunun genel kalite kriterleri 9
Tablo 4. Kıtaiçi yerüstü su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri 10
Tablo 5. Mikrobiyal indikatör grupları 14
Tablo 6. I. istasyondan (Çanakkale-Merkez Güzelyalı köyü) alınan numunelere ait kirlilik parametre değerleri 36
Tablo 7. II. İstasyondan **(**Çanakkale- Merkez Çınarlı köyü) alınan numunelere ait kirlilik parametre değerleri 37
Tablo 8. III. İstasyondan (Çanakkale-Merkez Kepez beldesi) alınan numunelere ait kirlilik parametre değerleri 38
Tablo 9. IV. İstasyonundan (Çanakkale-Merkez kordon boyu) alınan numunelere ait kirlilik parametre değerleri 39
Tablo 10. Çanakkale kıyı şeridi istasyonlarında saptanan kirlilik parametrelerinin istasyonlara göre Tukey ve LSD testlerine ait fark grupları 46
Tablo 11. Çanakkale kıyı şeridi istasyonlarına ait korelasyon değerleri 47
Tablo 12. Çanakkale kıyı şeridi su kalite sınıfları 50
Tablo 13. Çanakkale kıyı şeridi istasyonlarına ait ağır metal değerleri 51
Tablo 14. İzolatların ve izole edildikleri istasyonlar 51
Tablo 15. I. istasyondan elde edilen izolatların kültürel karakteristikleri 56
Tablo 16. II. istasyondan elde edilen izolatların kültürel karakteristikleri 57
Tablo 17. III. istasyondan elde edilen izolatların kültürel karakteristikleri 58
Tablo 18. IV. istasyondan elde edilen izolatların kültürel karakteristikleri 59
Tablo 19. Microgen^{TM} GnA+B-ID tanımlama sistemi reaksiyon içerikleri 62
Tablo 20. İzolatların GNA+B biyokimyasal test kiti sonuçları 63
Tablo 21. İzolatların tuz, pH, sıcaklık toleransları 69
Tablo 22. İzolatların karbohidrat fermentasyonu bulguları 72
Tablo 23. İzolatlarının antibiyotik direnç profilleri 77
Tablo 24. İzolatların ağır metal direnç profilleri 82
Tablo 25. İzolatların bazı enzimatik aktiviteleri 88
Tablo 26. İzolatların biyofilm oluşturma kapasiteleri 91

BÖLÜM 1
GİRİŞ

Su, insan yaşamı için olduğu kadar doğa ve diğer canlı formları için de en önemli ihtiyaçtır. İnsanlar ihtiyaçlarını karşılayabilmek için suyu kullandıktan sonra doğaya geri vermektedir. Bu dönüşüm boyunca suya bulaşan çeşitli zararlı maddeler suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini farklılaştırarak su kirliliğine neden olmaktadır.

Dünya su kütlesinin yaklaşık %96'sını oluşturan Deniz ve Okyanuslar kirlilik etmenlerine maruz kalmakta ve sahip oldukları doğal ekosistemleri büyük oranda zarar görmektedir (Külköylüoğlu, 2009). İnsanoğlu çeşitli gereksinimler, ekonomik, ekolojik ve rekreasyonel amaçlarla deniz ve okyanusların özellikle kıyı şeridini ve haliçlerini yoğun şekilde kullanmaktadır. Ancak bu durum deniz kıyı bölgelerini, planlı veya plansız kentleşme, nüfus artışı ve iklim değişikliği nedeniyle giderek daha fazla baskı altına almaktadır. İnsan varlığının neden olduğu deniz kirliliği çevre, sağlık ve sosyal refah ile ilgili küresel sorunları arttırmaktadır (Kalkan ve Altuğ, 2015). Çevre kirliliğinin potansiyel bir küresel sorun olduğu bilinen bir gerçektir ve deniz ortamının mikroorganizmalar tarafından giderek daha fazla kirlendiği bilinmektedir. Bu durum, rekreasyonel faaliyetlerin, atık su deşarjlarının, drenajların sayısının ve noktasal veya noktasal olmayan kirlilik kaynaklarının kıyı şehir suları üzerindeki etkilerinden dolayıdır. Mikroorganizmalar ve özellikle bakteriler çevresel değişimlere verdikleri hızlı cevaplar nedeniyle su ekosistemi izleme çalışmaları için temel indikatör organizmalar konumundadır. Son yıllarda yapılan çevre kirliliği ve özellikle su kirliliği çalışmalarında su kalitesindeki değişimleri hızlı şekilde ortaya koymasıyla bakteriler kayda değer sonuçlar vermişlerdir.

Deniz kirliği çalışmalarında özellikle sanayi, tarım ve antropojenik nedenlerle ortama katılan antibiyotik ve ağır metal varlığının irdelenmesinde bakteriler önemli araçlar olmuştur. Ekolojik çalışmalar, antibiyotik ve metal dirençliliğinin global bir sorun olması bakımından öneme sahip olduğunu göstermiştir. Akuatik bakterilerin pek çok besin zincirinde antibiyotik ve ağır metalleri absorbe ettikten sonra akümüle ederek transforme ettikleri bilinmektedir. Bu nedenle su kirliliği çalışmalarında özellikle patojen bakterilerin, antibiyotik ve ağır metal dirençleri ile virülanslarının belirlenmesine katkı sağlayan enzim aktiviteleri ve biyofilm oluşturma kapasitelerinin belirlenmesi son derece önemle hale gelmiştir.

Yukarıda bahsedilen sebepler ışığında çalışmanın temel amacını Çanakkale kıyı şeridini temsil eden 4 farklı istasyonda mevsimsel olarak fizikokimyasal ve mikrobiyolojik

değişimleri ortaya koymak; ayrıca izole edilecek bakterilerde önemli virülans faktörler olan antibiyotik ve ağır metal dirençliliği, biyofilm oluşumu ve enzimatik aktivite oranlarını belirlemek oluşturmaktadır. Elde edilecek veriler Çanakkale kıyı şeridi su kalitesini ortaya koymasının yanı sıra patojen bakteri tür çeşitliliği, virülans faktörleri hakkında da bilgi sahibi olmamızı sağlayacaktır. Ortaya konacak sonuçların halk sağlığı açısından Çanakkale kıyı şeridi kirletici faktörlerinin kaynaklarına dikkat çekmesi ve muhtemel rehabilitasyon süreçlerinin belirlenmesini sağlamada ana rol üstleneceği düşünülmektedir. Ayrıca bölgede deniz suyu ve deniz ürünlerinde halk sağlığı yönünden mikrobiyal kalitenin irdelenmesi için yapılacak daha kapsamlı çalışmalara da öncülük etmesi beklenmektedir.

BÖLÜM 2
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Çalışma Alanı

Türkiye, sınırları içinde bulunan Akdeniz, Karadeniz, Ege ve Marmara denizleriyle jeopolitik önem, deniz ticaretinin yoğunluğu, mevcut/potansiyel enerji rezervleri, denizel kaynaklı besinler vb. pek çok açıdan yüksek kritik öneme sahip ülke konumundadır. Bu alanlar diğer ekosistemlerde yaşanan çevre problemlerinin benzerlerine de maruzdur.

Jeopolitik ve coğrafi açıdan önemli olan Çanakkale ise Balkan Yarımadası'nın Doğu Trakya topraklarına bir kıstakla bağlanmış Gelibolu Yarımadası ile Anadolu'nun batı uzantısı olan Biga Yarımadası üzerinde toprakları bulunan bir ilimizdir (Şekil 1).



Şekil 1. Çanakkale ili fiziki haritası (http://www.canakkaleili.com/canakkale-fiziki-haritasi.html) (20.08.2019)

Edirne, Tekirdağ ve Balıkesir illeri ile komşu olan Çanakkale, Avrupa ve Asya'da topraklara sahiptir. Bununla birlikte Ege Denizinde yer alan Gökçeada ve Bozcaada ile Tavşan adasını da il sınırları içinde barındırmaktadır. 9.933 km^2'lik bir alanı içine alan il, 25° 40′-27°30′ doğu boylamları ve 39°27′-40°45′ kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Topraklarının bir bölümü Güney Marmara ve bir kısmı da Ege Bölgesi içinde yer alır. Kıyı uzunluğu 671 km'dir.

En yüksek dağı 1767 metre ile Kaz Dağı olup, Gelibolu Yarımadası'nda Tekir Dağlarının uzantısı olan Koru Dağı 726 metre yüksekliktedir. İl sınırları içinde Ezine Ovası, Bayramiç Ovası, Kumkale Ovası, Biga ve Karabiga Ovaları, Agonya (Yenice-

Hamdibey- Kalkım) Ovası, Umurbey ve Sarıçay Ovaları, Kavak Ovası, Cumalı Ovası, Yalova Ovası, Kilye ve Piren Ovaları yer almaktadır.

Çanakkale ilinde gerçekleştirilen ekonomik faaliyetler sanayi, tarım ve turizm alanlarında yoğunlaşmıştır. İl genelinde madencilik ve enerji sektörlerinde faaliyette olan çok sayıda linyit, termik santral, seramik, çimento tesisleri bulunmaktadır. İl genelinde yapılan tarımsal faaliyetlerin sonucu olarak çok sayıda balık, peynir, süt ürünleri ve zeytinyağı işleme tesisleri bulunmaktadır. Turizm alanında özellikle deniz turizmi için uygun konumda olan Lapseki-Dalyan ve Çardak Beldesi kumsalı, Çanakkale Merkez İlçe güneyinde yapılaşmanın yoğunlaştığı Güzelyalı ve Dardanos kıyısı ile yine merkezde yer alan Kepez belde kıyıları ile merkez ilçede bulunan kıyısal alanlar ve boğazın batısında Seddülbahir Köyü, Ertuğrul ve Morto koyları, Kilitbahir Zargana plajı ve Gelibolu Hamzakoy gibi kıyısal alanlar bulunmaktadır. Bu koylar turizm tarihlerinde güneşlenme, yüzme, su sporları gibi çeşitli rekreasyonel faaliyetler için uygun konumdadır. Ayrıca Saroz Körfezi kıyıları (Kum Limanı, Anafarta Limanı, Ece Limanı ve Yıldız Koyu) ile Ege Denizi kıyılarında bulunan Geyikli Beldesi ve Dalyan Köy kıyıları, Gülpınar Beldesi sahil kıyıları, Bozcaada ve Gökçeada ilin diğer önemli rekreasyonel alanların arasındadır (Anonim, 2018). Çanakkale ili nüfusu ise Çanakkale Valiliği 2016 yılı verilerine göre toplam 519983 kişidir (http://www.canakkale.gov.tr/nufusu- 20.08.2019).

Marmara denizinin iki önemli boğaz sisteminden biri olan Çanakkale Boğazı, 3. jeolojik zamanın sonunda meydana gelen bir çöküntü ile oluşmuştur ve 65 km uzunluğa sahiptir. Çanakkale Boğazı, ters akıntı sistemine sahip olup; Marmara Denizi'nden Ege Denizi'ne doğru akan yüzey akıntısı ile Ege Denizi'nden Marmara Denizi'ne doğru yönelen dip akıntısı olmak üzere iki yönlü bir akıntı sistemi içeren bir sistemdir. Böylelikle Çanakkale Boğazı'ndan yüzey akıntı yardımıyla Ege Denizi'ne akan ve besleyici elementler, oksijen ve plankton açısından zengin olan Karadeniz suları, özellikle, Kuzey Ege Denizi'ndeki balık faunasını olumlu yönde etkileyen etmenlerden birisidir. Kuzey Ege Deniz sistemi içinde yer alan Çanakkale Boğazı, çamurlu ve kumlu düz bir dip yapısı ve beraberinde içerdiği yüksek orandaki besleyici elementler sebebiyle Güney Ege Denizine nazaran fitoplankton ve zooplankton yönünden oldukça zengindir. Bu durum beraberinde bölgenin biyolojik çeşitlilik açısından zengin olmasını ve beraberinde önemli bir balıkçılık faaliyet alanı olmasını sağlamıştır (Cengiz ve diğerleri, 2012).

2.1.1. Çanakkale İli Kirletici Kaynakları

Çanakkale ili kıyı şeridi, 1960-1970'li yıllardan sonra sahil bölümlerinde turizm hareketleri ve beraberinde sahil boyunca gerçekleşen yapılaşma ile artan nüfus oranı, endüstriyel ve evsel kaynaklı atık deşarjı nedeniyle önemli kirlilik tehdidiyle karşı karşıyadır. Antropojenik ve sanayi üretimi sonucu oluşan atıkların arıtılmadan doğrudan ya da dolaylı yollarla tatlı su kaynakları ve denizlere bırakılması 671 km'lik kıyı uzunluğuna sahip Çanakkale denizleri için oldukça önemli bir sorun niteliğindedir (Anonim, 2007).

Sanayi Kaynaklı Atıklar

Çanakkale ili önemli ekonomik girdilerin kaynağı olan sanayi madencilik, enerji termik santral, seramik, çimento kollarında yoğunlaşmakla birlikte bölgede küçük sanayi işletmelerinin oranları da yadsınamayacak konumdadır. Endüstriyel atıkların temizlenmesi ya da en azından indirgenebilmesi için işletmelerde arıtma tesislerine yer verilmiştir (Anonim, 2007).

Tarım Kaynaklı Atıklar

İl genelinde yetiştiriciliği yapılan çok çeşitli sebze-meyve potansiyeli önemli bir tarım ili olmasını ve beraberinde önemli derecede gübre kullanımını da getirmiştir. Bununla birlikte bölgede yer alan çok sayıdaki hayvan ve tavuk çiftlikleri kökenli katı atıklar önemli derecede hayvansal gübre olarak kullanılmaktadır. Bu durum yüksek oranda azot içeren suni ve hayvansal gübrenin toprağa beraberinde yer altı sularına karışmasına sebep olmakta ve insan ve çevre sağlığı açısından problem yaratmaktadır. İlde bulunan yaklaşık 338094 ha tarım arazisinde önemli oranda gübre kullanıldığı düşünülmektedir (Anonim, 2007).

Tarımsal üretim süreçleri sonucu su kaynaklarına karışan azotlu ve fosforlu bileşenler aynı zamanda temiz su kaynakları ve bu sulardaki canlılık için önemli tehdit konumunda olan ötrofikasyon oluşumunu da teşvik etmektedir. Ayrıca tarımsal faaliyetlerde yüksek oranda kullanılan pestisitlerde tarım toprakları ve dolayısıyla su kaynakları için sorun teşkil etmektedir.

Evsel atıklar yönünden incelendiğinde ise Çanakkale kent merkezinde, Eceabat, Lapseki, Gelibolu ilçelerinde antropojenik kökenli atık sular kanalizasyon sistemi ile toplanıp, derin deniz deşarjı sistemi ile Çanakkale Boğazı'na, diğer yerleşim yerlerinde ise dere yataklarına deşarj edilmekte ya da fosseptiklerde toplanmaktadır (Anonim, 2007).

Askıda Katı Maddeler (AKM)

Su kaynaklarında askıda bulunan katımaddeler mineral veya organik kökenli olabilmektedir. Mineral kaynaklı olanlar toprak zemin kökenli iken; organik kökenli olanlar ise antropojenikl atık sulardan meydana gelir. Suda canlı yaşamı açısından AKM, bulanıklığı arttırıp suyun ışık geçirgenliği azaltması ve beraberinde fotosentez sonucu oksijen üretimini azaltacağı için önemli bir tehdit niteliği taşımaktadır. AKM oluşturan maddelerin tamamı yüzeyde kalmayıp bir kısmı da dip çamuru olarak çökerek deniz diplerini doldurmaktadır. Çanakkale ili sınırlarında bulunan su kaynakları açısından da bu durum önemli bir sorun oluşturmaktadır.

2.2. Deniz Suyu Kirliliğinin Belirlenmesinde Kullanılan Bazı Fizikokimyasal ve Bakteriyolojik Parametreler

Su, tüm yaşam formlarını sürdürmek, gıda üretimi, ekonomik ve genel kalkınma için gerekli olan yenilenebilir kaynaklardan biridir. Kullanımından vazgeçmenin mümkün olmadığı, kirletilmesi zor, taşınması pahalı doğanın insanlığa önemli bir armağanı konumundadır. Su ayrıca, taşıma, depolama ve geri dönüşümü mümkün kıldığı için yönetilebilir en doğal kaynaklardan biridir. Yüzeysel ve yeraltı suyu kaynakları tarım, hidroelektrik üretimi, hayvancılık üretimi, endüstriyel faaliyetler, ormancılık, balıkçılık, rekreasyon gibi faaliyetlerde büyük rol oynamaktadır (Sing ve Gupta, 2016).

Okyanuslar, dünya yüzeyinin %71'ini biyosferin ise yaklaşık %90'ını kapsar. Dünya'nın hidrosferinin ana bileşeni olması nedeniyle dünya okyanusları bilinen tüm yaşamın, karbon döngüsünün bir parçası olup iklim ve hava modellerini etkiler. Bununla birlikte hayvansal protein ve balık yetiştiriciliğinin de önemli merkezleridir. Ayrıca dünyanın 2,5 milyondan fazla nüfusu olan mega kentlerinin çoğu kıyı bölgelerde konumlanmıştır. Bu durum beraberinde çarpık kentleşme, kontrolsüz kirletici aktiviteler gibi okyanus kirlenmesine sebep olan sorunları da getirmektedir.

Kirlilik, okyanuslar dahil tüm gezegenin ekosistemleri üzerinde olumsuz etkileri olan önemli bir sorundur. Dünyanın birçok yerinde, ekonomik gelişme en çok kıyı bölgelerinde aktif olmuş ve kıyı ekosistemleri üzerinde büyük baskılar yaratmıştır. Dünyadaki kıyı ve deniz suyu kirliliği, özellikle nehirlerden kaynaklanan doğrudan deşarjlar, artan liman alanlarından, petrol sızıntılarından ve deniz taşımacılığından kaynaklanan diğer kirleticilerden ve evsel ve endüstriyel atıklardan kaynaklanan drenajlar nedeniyle dünya genelinde artmıştır. Dünyadaki atıkların çoğu - yılda yaklaşık 20 milyar ton, genellikle ön işlem yapmadan denizde sona ermektedir.

Deniz kirliliğinin en yaygın kabul gören tanımı, Birleşmiş Milletler Deniz Kirliliğinin Bilimsel Yönleri Ortak Grubu (GESAMP) tarafından tasarlanan tanımdır. Buna göre, deniz kirliliği; "İnsan tarafından doğrudan veya dolaylı olarak deniz ortamına (haliç dahil) madde veya enerjinin girmesi ve bunun sonucunda canlı kaynaklara, insan sağlığına zarar verme ve avlanma, deniz suyunun kullanımında kalite kalitesinin düşmesi ve olanakların azaltılması gibi deniz faaliyetlerine engel gibi zararlı etkilerle sonuçlanan durum" olarak ifade edilir. Deniz ortamında deniz yaşamını tehdit eden farklı türlerde toksik atık kirleticileri vardır. Deniz kirliliği, işlenmemiş kanalizasyon, ağır siltasyon, ötrofikasyon (besin zenginleştirmesi), istilacı türler, kalıcı organik kirleticiler, maden atıklarından ve diğer kaynaklardan gelen ağır metaller, asitlenme, radyoaktif maddeler, deniz çöpü, aşırı avlanma ile kıyı ve deniz yaşam alanlarının tahrip edilmesi, petrol sızıntıları dahil bir dizi tehdit içermektedir (Tablo 1). Bunun sonucu olarak mercan resifleri, deniz çayırları ve mangrovlar gibi hassas deniz habitatları, deniz kirliliğinden kaynaklanan büyük tehditlerle karşı karşıya kalmaktadır (Krishnakumar ve Asokan, 2017).

Tablo 1
Denizel kirliliğin küresel durumu

Kirletici	**Tanımı**
Petrol hidrokarbonları	Ham petrol ve bazı rafine ürünler
Kanalizasyon	Kanalizasyon kirliliğinin etkileri genellikle yereldir ancak kanalizasyon diğer toksik kimyasalların bazılarını içerebilir
Halojenli hidrokarbonlar	DDT ve PCB'ler gibi bileşiklerin bozunma ve yanma ürünleri ile birlikte dahil edilmesi (örneğin, poliklorlu dioksinler ve dibenzofuranlar)
Diğer organik bileşikler	Endokrin bozucu kimyasallar (ayrıca östrojenik kimyasallar olarak da bilinir)
İz metaller	Özellikle civa, kadmiyum ve kurşun
Radyonüklidler	Özellikle Sezyum-137, stronsiyum-90 ve plütonyum izotopları
Çöp (Katı atık)	Özellikle kalıcı plastikler ve kayıp balık ağları dahil

Yukarıda bahsedilen kirletici faktörlere, denizel bölgelerin kara ve deniz etkileşimin en üst seviyede olduğu bölgeleri olan kıyı denilen bölgeler yüksek oranda maruz kalmaktadır. Bu bölgeler daha içeride kalan karasal coğrafyanın sahip olduğu toprak yapısı ve bitki çeşitliliğinden farklılık gösteren ve ekolojik yönden önemli doğal habitat alanlarıdır (Doğan ve Erginöz, 1997). Kıyının yasal tanımı (Yılmaz, 2007); 3621 Sayılı Kıyı Kanunu'nun 4. Maddesi'ne göre kıyı çizgisi ile kıyı kenar çizgisi arasında kalan alana kıyı denilmektedir. Ayrıca Kıyı, "Denizlerin, göllerin ve akarsuların başladıkları yer ile tarım toprağı arasında kalan kumsal, taşlık ve sazlık alanlar" olarak tanımlanmaktadır

(Keleş, 2002).

Son yıllarda özellikle liman içi ve yakınlarındaki endüstriyel ve zirai faaliyetler, deniz trafiği ve deniz taşıtlarına ait atıklar, sucul ortamda ve su ürünlerinde rastlanan bakır, kurşun, demir, çinko ve kadmiyum gibi ağır metallerin birikimi, insan sağlığı üzerinde ciddi riskler oluşturmakta, yapısal morfolojik anormalliklere, nörofizyolojik rahatsızlıklara, hücrelerde genetik değişimlere ve kanser gelişimine yol açmaktadır. Bu tip kontaminasyonların zararlı etkilerinden dolayı oluşan riskler, metal kirliliği araştırmaları ve gözlemlerinin artmasına neden olmuştur (Tunçer ve Yılmaz, 2016).

Yukarıdaki bilgiler ışığında rekreasyon amacıyla kullanılan kıyı ve deniz sularının sahip olması gereken standart değerler ve deniz suyunun genel kalite kriterleri Tablo 2 ve 3'de verilmiştir.

Tablo 2
Rekreasyon amacıyla kullanılan kıyı ve deniz sularının sağlaması gereken standart değerler (Anonim, 2017'den değiştirilerek)

Parametre	**Standart**
Renk	Doğal
Koku ve tat	Doğal
Işık geçirgenliği	2 metreden fazla
pH	6-9
Toplam koliform (EMS/100 mL)	1000
Fekal streptokok (EMS/100 mL)	100
Enterovirus (PSU/10 L)	0
Fekal koliform (EMS/100 mL)	200
Çözünmüş oksijen	Doygunluğu % 80'den az olmayacaktır

Tablo 3
Deniz suyunun genel kalite kriterleri (Anonim, 2017'den değiştirilerek)

Parametre	**Kriter**
pH	6-9
Renk	Doğal
Çözünmüş oksijen	Doygunluğu % 90'nından fazla
Çeşitli ağır metaller	
Bakır (mg/L)	0,01
Kadmiyum (mg/L)	0,01
Krom (mg/L)	0,1
Kurşun (mg/L)	0,1
Nikel (mg/L)	0,1
Çinko (mg/L)	0,1
Civa (mg/L)	0,004
Arsenik (mg/L)	0,1
Amonyak (mg/L)	0,02

Çalışmamızda Tablo 2 ve 3'de verilen parametrelerden çok daha fazla parametre irdenelecektir. Bu nedenle yukarıdaki kriterlerle birlikte Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri (2015)'ne göre parametrelerin karşılaştırılmasının doğru olduğu düşünülmektedir (Tablo 4).

Tablo 4
Kıtaiçi yerüstü su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (Anonim, 2015'den değiştirilerek)

Su Kalite Parametreleri	**Su Kalite Sınıfları**			
	I	**II**	**III**	**IV**
Genel Şartlar				
Sıcaklık (ºC)	≤ 25	≤ 25	≤ 30	> 30
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	< 6,0 veya > 9,0
İletkenlik (µS/cm)	< 400	1000	3000	> 3000
(A) Oksijenlendirme Parametreleri				
Oksijen doygunluğu (%)	>90	70	40	< 40
Çözünmüş oksijen (mg O_2/L)	> 8	6	3	< 3
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	< 25	50	70	> 70
Biyokimyasal oksijen ihtiyacı ($BOİ_5$) (mg/L)	< 4	8	20	> 20
B) İz Elementler (Metaller) ve İnorganik Kirlilik Parametreleri				
Bakır (µg Cu/L)	≤ 20	50	200	> 200
Kadmiyum (µg Cd/L)	≤ 2	5	7	> 7
Krom (µg Cr+6/L)	Ölçülmeyecek kadar az	20	50	> 50
Krom (toplam) (µg Cr/L)	≤ 20	50	200	> 200
Kurşun (µg Pb/L)	≤ 10	20	50	> 50
Mangan (µg Mn/L)	≤ 100	500	3000	> 3000
C) Bakteriyolojik Parametreler				
Fekal koliform (Membran)	≤10	200	2000	> 2000
Toplam koliform (Membran)	≤100	20000	100000	> 100000

(a) Kalite sınıflarına göre suların kullanım amaçları,

I. Sınıf - Yüksek kaliteli su: Tüm parametrelerin I. sınıf su kalitesi değerinde olması "Çok İyi" su durumunu ifade etmektedir.

II. Sınıf - Az kirlenmiş su: I. ve II. sınıf su kalitesi arasındaki değerler "İyi" su durumunu ifade etmektedir.

III. Sınıf - Kirlenmiş su: II. ve III. sınıf su kalitesi arasındaki değerler "Orta" su durumunu ifade etmektedir.

IV. Sınıf - Çok kirlenmiş su: III. ve IV. sınıf su kalitesi arasındaki değerler "Zayıf" su durumunu ve tüm parametrelerin IV. Sınıf su kalitesi değerinde olması "Kötü" su durumunu ifade etmektedir.

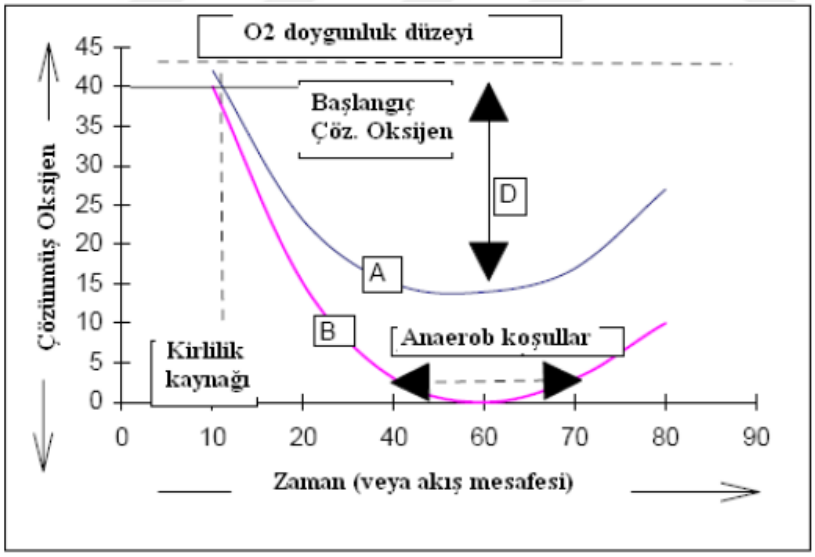
2.2.1. Sıcaklık ve Deniz Kirliliği Açısından Önemi

Deniz suyunun sıcaklığı, su ekosistemindeki tüm canlılar için çok önemli bir ögedir ve sudaki organizmaların metabolik hızlarını ve biyolojik aktivitelerini etkiler. Deniz suyu içindeki canlılar ekosistemde doğal bir denge içerisindedir. Bu ekolojik denge, genellikle insan kaynaklı kirlenmeden dolayı bozulabilmektedir. Deniz suyu, güneşle ve atmosferle ısı alışverişindedir ve bu sayede ısınıp soğuyabilmektedir. Ancak deniz kirliliği olan bir suda bu kirlilik en çok suyun yüzeyinde birikir. Bu da denizlerin güneşle temasını engeller ve su yeterince soğuyamaz. Güneşle teması kesen kirlilikten dolayı sudaki ekolojik denge

bozulur. Bunun sonucunda ekosistemdeki canlı çeşitliliği azalır, insan yaşamı tehlike altına girer, balıkçılık faaliyetleri olumsuz etkilenir ve suyun kalitesi düşer (https://www.fondriest.com/environmental-measurements/parameters/water-quality/water-temperature/Alındığı Tarih: 11.11.2019)

2.2.2. Çözünmüş Oksijen ve Deniz Kirliliği Açısından Önemi

Çözünmüş oksijen, su içinde çözünmüş şekilde olan oksijen konsantrasyonudur ve mg/L olarak gösterilir. Tüm canlılar yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmek için oksijene ihtiyaç duyarlar. Deniz suyundaki mikroorganizmalar, hayatta kalmak ve üremek için gerekli oksijeni suda çözünmüş oksijenden alırlar. Oksijen suda en az çözünen elementlerden biri olmasına rağmen, yaşamsal devamlılık için çok önemli bir yere sahiptir. Sıcaklık arttıkça oksijenin sudaki çözünürlüğü azalır. Bu yüzden soğuk göller ve akış hızı yüksek olan sular daha fazla çözünmüş oksijen barındırır. Su sıcaklığı düşükse sudaki organizmaların hayatta kalması için yeterli oksijen miktarı olmadığından anaerob yaşam gelişir (Şekil 2). Bu yaşam formlarının reaksiyonları sonucunda kötü kokulu metan, amonyak gibi gazlar açığa çıkar (Pasco ve diğerleri, 2003).



Şekil 2. Bir akarsuda kirlenme ve çözünür oksijen düzeyi arasındaki ilişkiler (Karaca, 2008)

2.2.3. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı ($BOİ_5$) ve Deniz Kirliliği Açısından Önemi

$BOİ_5$, belirli bir süre ve sıcaklıkta sulardaki mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılabilen organik maddeler için kullanılan oksijen miktarını gösteren parametredir. Sudaki kirlilik düzeyini ölçmede kullanılır. $BOİ_5$ tayini, sudaki organik kirleticilerin

belirlenmesinde kullanılır. Sudaki oksijen tüketiminin oranı birkaç parametreden etkilenir: sıcaklık, pH, organik ve inorganik maddelerin cinsi vb. Ölçülen $BOİ_5$ değeri ne kadar yüksek ise sudaki oksijen o kadar hızlı tükenir. Bu da sudaki canlılar için daha az oksijen mevcut olduğu anlamına gelir. Yüksek $BOİ_5$ değeri suyun kirlilik derecesinin yüksek olduğunu ve sucul mikroorganizmaların yaşamının tehdit altında olduğunu gösterir. $BOİ_5$ tayini analitik bir yöntem olup, 20 °C'de 5 günlük inkübasyon süresi sonunda kullanılan oksijen miktarının, toplam $BOİ_5$ değerinin yaklaşık %70-80 kadarı olduğu kabul edilir (Pasco ve diğerleri, 2003).

2.2.4. pH ve Deniz Kirliliği Açısından Önemi

pH ölçeği, sularda iyon derişiminin belirlenmesini sağlayan bir yöntemdir. Sudaki hidrojen iyonu konsantrasyonun negatif logaritması alınarak hesaplanır. Suyun asidik ya da bazik olması suda hidrojen (H^+) ve hidroksil (OH^-) iyonlarına ayrılan moleküllerinin oranına bağlıdır. Sudaki pH değerleri 0-14 arasındadır ve hidrojen iyonlarının derişiminin artması pH'ın düşmesine, hidroksil iyonlarının derişiminin artması ise pH' ın yükselmesine sebep olur. pH değer 0-7 arasında ise su asidik, pH 7 ise nötr, 7-14 arasında ise baziktir. Sularda pH seviyesi gün içinde ve mevsimlere göre değişiklik gösterir. Sularda pH, biyolojik ve kimyasal açıdan önemli bir parametredir. pH değişiklikleri bazı zayıf asit ve bazların ayrışmasına sebep olur ve bunun sonucunda ağır metaller gibi birçok bileşiğin zehirlilik düzeyini etkiler. Balıkların gelişimi için uygun pH aralıkları vardır ve bu aralığın dışına çıkılırsa büyüme yavaşlar ve canlı ölümleriyla karşılaşılabilir. Ayrıca yağmur suları ve madencilik drenajları sudaki asitliğin artmasına sebep olurlar. Kömür yıkamalarından dolayı suya demir sülfür karışır ve suyun kirlenmesinin en önemli sebeplerinden birini oluşturur (Pasco ve diğerleri, 2003).

2.2.5. Elektrik İletkenliği ve Deniz Kirliliği Açısından Önemi

Elektriksel iletkenlik, suyun elektrik akımını iletme kabiliyetini gösteren bir parametredir. Suyun sıcaklığına ve suda iyon halinde bulunan maddelerin toplam konsantrasyonuna bağlıdır. İletkenlik değeri sayesinde sudaki tuzluluk derecesi belirlenebilir. İnorganik asit, baz ve tuz çözeltilerinin çoğu elektriği iyi iletirler. Organik bileşiklerin molekülleri suda iyonlarına ayrılmadığından zayıf iletkendirler. Saf suyun iletkenliği yaklaşık 0,055 πS/cm'dir (Pasco ve diğerleri, 2003).

2.2.6. Askıda Katı Madde ve Deniz Kirliliği Açısından Önemi

Suda askıda veya çözünmüş halde bulunan maddelerdir. Askıda katı madde (AKM) miktarının çok olması sudaki mikroorganizmaların yaşamını olumsuz etkiler. Suyun bulanıklığı arttığı için sudaki ışığın geçirgenliği azalır, canlılar fotosentez yapamadığı için üretilen oksijen miktarı azalır. İnsan kaynaklı evsel ve endüstriyel atıklar denizlerdeki kirliliği arttırır böylece askıda katı madde miktarı da artar (https://cevre.erciyes.edu.tr/upload/M4A8NIR5-kati-madde-tayini.pdf/Alındığı Tarih: 11.11.2019).

2.2.7. Ağır Metaller ve Deniz Kirliliği Açısından Önemi

Ağır metaller, yoğunluğu 5 g/cm^3'ten büyük olan, metal özelliği gösteren elementlerdir. Kurşun, civa, arsenik, kadmiyum bunlara örnektir. İnsan ve diğer canlılar için toksik etkilere sahiptir ve sulardaki canlı yaşamını tehdit etmektedirler. Denize genellikle nehir akıntıları, atmosfer kaynaklı birikme ve antropojenik akiviteler yoluyla girerler. Bunun yanı sıra denize atılan kullanılmış piller, elektronik atıkları, böcek ilaçları, boyalar vb. endüstriyel atıklar sebebiyle de ağır metaller suya geçerler. Ağır metaller kararlıdırlar bu da ortamda birikmelerini kolaylaştırır. Deniz organizmalarının toksik metal kirletici maddelere maruz kalması, dokuya zarar verebilir, hasarlı dokuyu yeniden üretememeye, büyüme ve gelişimin engellenmesine sebep olabilir ve DNA'ya zarar verebilir. Deniz ekosisteminde ortaya çıkan ağır metaller çoğunlukla yoğun nüfuslu ve sanayileşmiş bölgelere yakın kıyı bölgelerinde yoğunlaşmıştır. Bu da denizlerdeki ağır metal kirliliğinin çoğunlukla insan kaynaklı olduğunun göstergesidir (Abrahim ve Parker, 2007).

2.2.8. İndikatör Mikroorganizmalar ve Deniz Kirliliği Açısından Önemi

İndikatör organizmalar, 1892 yılında Schardinger tarafından su kaynaklarında *Salmonella typhi* bakterisi yerine *Escherichia coli* bakterisinin indikatör mikroorganizma olarak aranmasını önerilmesinden bu güne su kalite parametreleri arasında oldukça önemli hale gelmiştir. Hijyen belirlemede kullanılan bu organizmalar, su kaynaklarında enfeksiyon ya da intoksikasyon etmeni olan hastalık yapıcı mikroorganizmaların varlığına birere belirteç olarak kullanılmaktadırlar (Bergstein ve diğerleri, 1991). "Mikrobiyal indikatör" terimindeki belirsizliği ortadan kaldırmak için, mikrobiyal indikatörler aşağıdaki üç grup altında sınıflandırılmışlardır (Tablo 5).

Tablo 5
Mikrobiyal indikatör grupları (Anonim, 2001)

Grup	Tanımı
Süreç indikatörü	Toplam heterotrofik bakteri veya toplam dezenfektan için toplam koliformlar gibi bir işlemin etkinliğini gösteren bir organizma grubu.
Fekal indikatör	Bakteriyel gruplar termotolerant koliformlar veya *E. coli* gibi fekal kontaminasyonun varlığını gösteren bir grup organizmadır. Bu nedenle, sadece patojenlerin var olabileceği sonucuna varırlar.
İndeks ve model organizmalar	Sırasıyla patojen varlığını ve davranışını gösteren bir grup/veya tür, örneğin insan enterik virüslerinin modelleri olarak *Salmonella* ve F-RNA kolipajları için bir endeks olarak *E. coli*.

Çalışılan materyal, coğrafi alan, kirletici kaynakların sınıflarına bağlı olarak araştırmalarda kullanılacak uygun mikrobiyal indikatörün seçilmesi önemlidir. Bu anlamda evrensel bir mikrobiyal indikatör yoktur. Bununla birlikte yapılan literatür taramalarındada görüldüğü üzere su kirliliği indikatörü olarak toplam koliform, fekal koliform, fekal streptokok ve heterotrofik plaka sayımı sonucunda elde edilen mikroorganizma grupları indikatör organizmalar olarak yoğun şekilde çalışılmaktadır.

Toplam Koliform

Toplam koliformlar grubu, Gram negatif, çubuk şekilli termotolerant koliformlar ile dışkı kaynaklı bakterileri ve ayrıca çevresel kaynaklardan izole edilebilecek bazı bakterileri içerir. Bu nedenle, toplam koliformların varlığı, her zaman fekal kontaminasyonu göstermeyebilir. Ortamda yüksek oranda bulunması durumunda toplam koliform grubu için yüksek bir sayı, termotolerant koliformlar için düşük veya hatta sıfır bir sayıyla ilişkilendirilebilir. Böyle bir sonuç mutlaka dışkı kontaminasyonunun varlığını göstermez. Toprağın veya organik maddenin suya girmesi veya diğer koliform biçimlerinin büyümesi için uygun koşullar nedeniyle ortaya çıkabilir. Laboratuvarda toplam koliformlar, 35 - 37 °C sıcaklıkta laktoz içeren bir ortamda üretilebilirler. Bu bakteriler laktoz fermantasyonunda asit ve gaz üretimi ile tanımlanırlar. *E.coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Citrobacter freundii, Klebsiella pneumoniae* bu grup üyesi bakterilerdir (Anonim, 2016).

Fekal Koliform

Termotolerant (fekal) koliformlar, 44 – 44,5 °C'de büyüyen laktoz fermentasyonu sonucunda asit ve gaz üreten mikroorganizmalardır. Uygulamada, bu özelliklere sahip bazı organizmalar dış kaynaklı olmayabilir ve "termotolerant koliform" terimi bu nedenle daha

doğrudur ve daha yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bununla birlikte, termostatik koliformların varlığı neredeyse her zaman fekal kontaminasyonu gösterir. Genellikle, sudan izole edilen ısıya dayanıklı koliformların yüzde 95'inden fazlası, fekal kirlenmenin kesin kanıtı olan bağırsak organizması *E.coli*'dir. Sonuç olarak, *E. coli*'nin spesifik varlığını doğrulamak için daha fazla test yapmak çoğu zaman gereksizdir. Laboratuvarda, ısıya dayanıklı koliformlar, 44 – 44,5 °C'lik bir sıcaklıkta laktoz içeren ortam üzerinde büyütülür. Bunlar laktoz fermantasyonundan asit ve gaz üretimi ile tanımlanırlar. Besin bakımından zengin ortamlar, *E. coli'*den başka bazı termotolerant koliform türlerinin büyümesini veya kalıcılığını teşvik edebilir. Bu olasılık, örneğin, nispeten temiz olduğu düşünülen sudan alışılmadık derecede yüksek bir sonuç alındığında dikkate alınmalıdır. Böyle bir durumda, daha spesifik bir gösterge olan *E. coli*'nin belirlenmesi için bir mikrobiyoloji laboratuvarının tavsiyesine başvurulmalıdır (Anonim, 2016).

Fekal Streptokoklar

Fekal streptokokların varlığı, fekal kontaminasyonun kanıtıdır. Dışkı streptokokları, ortamdaki ısıya dayanıklı veya toplam koliformlardan daha uzun süre dayanma eğilimindedir ve kurumaya karşı oldukça dirençlidir. Bu nedenle, fekal streptokokları, örneğin kirlenme kaynağı örnekleme noktasından uzak olsa bile, örnek az miktarda veya hiç termotolerant olmayan koliform içermeyen sudan bile izole etmek mümkündür. Fekal streptokoklar 37 - 44 °C sıcaklıkta sodyum azid içeren bir ortamda veya içinde büyür. Genellikle bir boyanın (genellikle tetrazolium içeren bir bileşik) indirgenmesi veya eskulinin hidrolizi ile tespit edilirler. Rutin yöntemler "yanlış pozitif" verebilir ve ek doğrulama testleri gerekebilir (Anonim, 2016).

Heterotrofik Plaka Sayısı

Heterotrofik plaka sayısı, besin yönünden zengin bir katı agar ortamı içinde veya üzerinde çoğalabilen tüm mikro organizmaları içerir. İki inkübasyon sıcaklığı ve zamanı kullanılır: memeli kökenli bakterilerin büyümesini teşvik etmek için 24 saat boyunca 37 °C ve esas olarak çevresel kaynaklardan türetilmiş bakterileri numaralandırmak için 72 saat boyunca 22 °C. Suda anormal oranlardaki heterotrofik plaka sayımı sonucunda mikroorganizma oranlarındaki artış, suya katılan kirletici kaynaklar bakımından önemli değişimler olduğunun göstergesidir (Anonim, 2016).

2.3. Dünyada ve Ülkemizde Deniz Suyu Kirliliği Sorunu

Doğal hayat, ekolojik döngü ve insan yaşamının devamlılığı açısından en temel kaynak sudur. Özellikle insan kaynaklı su kullanımı sonucunda doğaya tekrar verilen su bu süreçte bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik değişimlere uğrayarak kirlenme durumuyla karşı karşıya kalmaktadır. Kullanılan suyun kirletici faktörlerinden arındırılmadan doğal ortamına verilmesi içerdiği toksik maddeler ve muhtemel patojenler sebebiyle insan ve diğer canlı yaşamı için sorunlar yaratmaktadır. Denizlerin kirlenmesi ve ekosisteminin bozulması açısından tüm kirletici çeşitleri önemli olmakla birlikte, özellikle kanalizasyonlarla deniz suyuna taşınan atıklar taşıdıkları insan ve hayvan kökenli atıklar sebebiyle patojen mikroorganizmaların su kaynaklarımıza geçişi noktasında bir kat daha önemlidir.

Mikroorganizmalar ve özellikle prokaryotik hücresel formları olması sebebiyle bakteriler çevresel değişimlere kısa süreli cevaplar verebilmektedirler. Bu nedenle bakteriler sucul ekosistemlerdeki çevresel kirlilik durumlarının izlenmesinde önemli indikatör canlılar olmuşlardır. Bu nedenle bakteriler bugün su kirliliği ve özellikle denizel kirlilik araştırmalarında sudaki antropojenik kirlenme etmenlerinden olan antibiyotikler, ağır metal, pestisit ve gübre gibi pekçok farklı kirlilik etmeninin izlenmesinde yoğun şekilde kullanılmaktadırlar. Akuatik bakterileri denizel ekosistemlerde katıldıkları pekçok besin döngüsünde antibiyotik ve ağır metal gibi toksik maddelere absorbe ederek dönüşüme uğrattıkları bilinmektedir (Pasco ve diğerleri, 2003).

Akbulut (2012), İstanbul güneybatı sahilinden izole etmiş olduğu *E. coli* suşlarında antibiyotik direncini araştırmıştır. 7 istasyondan örnekler alınıp toplam koliform bakteri sayısı saptanmıştır. İzole edilen 67 *E. coli* suşunda antibiyotik direnç oranları ampisilin (%89,6), amoksisilin (%55,2), tetrasiklin (%49,2), nalidiksik asit (%40,3), trimetoprim-sülfametoksazol (%35,8), streptomisin (%14,9), seftazidim (%15), kloramfenikol (%10,5), amikasin (%4,5) bulunmuştur. İmipeneme karşı direnç tespit edilmemiştir. İzole edilen *E. coli* suşlarında görülen yüksek direnç durumu gözlenmesi örneğin alındığı yerlerde antropojenik etkilerin yoğun görüldüğü ve insan sağlığını olumsuz etkilediği sonucuna ulaştırmıştır.

Manav (2013), İstanbul ili kıyı suları ve topladığı midyelerden enterik bakteri izolasyonu ve antibiyotik dirençlerinin moleküler karakterizasyonunu araştırmıştır. İstanbul'da güneybatıda 6 istasyondan alınan deniz suyu örnekleriyle, Avrupa yakasındaki *Mytilus galloprovincialis* ile *M. galloprovincialis*'in bulunduğu 3 istasyondan deniz suyu örneği alınmıştır. Kıyısal su örneklerinde toplam koliform bakteri sayısı $7x10^1$ - $>11x10^3$

EMS/100 mL, *M. galloprovincialis*'lerde TKBS $3x10^2$ - $>11x10^4$ EMS/100 mL aralığında ölçmüştür. İzole edilen örneklerde en yoğun gözlenen bakteri türü *E.coli* (% 61,11) olup, bu suşlarda en yüksek direnç frekansı ampisilin (%54,54) antibiyotiğinde gözlenmiştir. Tetrasikline dirençli suşlar arasında tet(B) direnç geninin yaygın olduğu belirlenmiştir. 101 *E. coli* suşunun PCR analizleri sonucunda 55 *E. coli* suşunda int I-1 geni (0,5 kb), 60 *E.coli* suşunda int I-2 geni (0,9 kb) ve 4 *E. coli* suşunda sınıf 1 integron (1,2-2,0 kb), 6 *E. coli* suşunda sınıf 2 integron (2,1 kb) tespit edilmiştir.

Kalkan ve Altuğ (2015), Ege Denizinde bulunan Güllük körfezinde 0-30 cm yüzeyden Mayıs 2012 – Şubat 2013 tarihleri arasında aldıkları su örneklerinde toplam koliform, fekal koliform, fekal streptokok parametrelerini incelemişlerdir. En yüksek fekal koliform oranı Haziran ve Ağustos ayları arasında dolayısıyla antropojenik aktivitenin en yüksek olduğu yaz aylarında tespit edildiğini ortaya koymuşlardır.

Kaçar ve Omuzbüken (2017), Ege Denizi İzmir Körfezinde 23 farklı örnekleme sahasında 2015 ve 2017 yılları arasında fekal koliform, fekal streptokok ve bazı fizikokimyasal parametreleri incelemişler ve fekal koliform ve fekal streptokok oranlarını sırasıyla $8{,}8 \times 10^2$ kob/100 mL ve $1{,}1 \times 10^3$ kob/100 mL olarak belirlemişlerdir. Bununla birlikte fizikokimyasal parametrelerle fekal bakteri değerleri arasında negatif korelasyonuda ortaya koymuşlardır.

Heterotrofik bakteriler organik maddelerin ayrışmasında ve besin maddelerinin deniz ortamlarında geri dönüşümünde ana aracılardır. Organik ve inorganik besinlerin işlenmesi de dahil olmak üzere ekolojik ve biyojeokimyasal işlemler, deniz ortamlarındaki bakteri aktivitelerini yönetmektedir. Bakteriyel çeşitlilik ve dağılım, biyotik ve abiyotik çevresel faktörlerin yanı sıra mevcut besinler için rekabetin kontrolü altındadır. Deniz ortamlarının bu dinamik yapısı nedeniyle çevresel faktörlerle ilişkili bakteriyal çeşitlilik çalışmaları yapılmaktadır (Çardak ve diğerleri, 2015a).

16S rRNA veri tabanı çalışmalarına göre denizlerde baskın bakteri grupları, Proteobacteria, özellikle Alphaproteobacteria ve sonra Gammaproteobacteria içerisinde yer alır (Amann ve diğerleri, 1995; Giovannoni ve Rappe, 2000; McIntyre, 2010). Sığ ve derin çökeltilerde, Gammaproteobacteria ve Firmicutes (cins *Bacillus* ve *Clostridium*) baskın hale gelirken *Actinobacteria* daha çok fotik bölgede ve ayrıca çökeltilerde görülmektedir Kouridaki ve diğerleri, 2010; Schauer ve diğerleri, 2010; Da Silva ve diğerleri, 2013).

Çardak ve Altuğ (2010), Şubat 2006 ve Mart 2007 tarihleri arasında Marmara ve Karadeniz'de Enterobacteriaceae familyası üyesi bakterilerin izolasyonu ile bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik parametreleri incelemişlerdir. İzole edilen 126 enterik

bakterinin *E. coli, E. gergoviae* ve *E. aerogenes* türlerine ait olduğunu bildirmişlerdir.

Uğur ve diğerleri (2012), Türkiye'nin güneybatı kıyılarındaki deniz suyundan *Pseudomonas* spp. karakterizasyonu yapmışlardır. Bu çalışmalarında, *Pseudomonas* spp., *Aeromonas* spp., *Chryseomonas* spp., *Burkholderia* spp. ve *Vibrio* spp. genusu üyesi toplam 46 gram negatif bakteriyi tanımlamışlar ve izolatların enzimatik aktivitelerini belirlemişlerdir.

Çardak ve diğerleri (2015b), Antalya Körfezindeki kültüre edilebilen bakteri yoğunluğunu araştırdıkları çalışmalarında kültüre edilebilen heterotrof bakteri yoğunluğunun $8{,}15 \times 10^6$ ve $2{,}54 \times 10^8$ kob/mL arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bununla izole edilen bakterilerin Gamma Proteobacteria, Bacilli, Beta Proteobacteria, Alfa Proteobacteria, Actinobacteria ve Flavobacteria olmak üzere 6 farklı sınıfa dahil oldukları da belirtilmiştir.

Türetken ve Altuğ (2016), Kuzey Ege'de yer alan Gökçeada'da kıyısal deniz alanlarında yaptıkları benzer bir çalışmada farklı sınıflara dahil olan toplam 126 bakteri izole etmişler ve yüksek fekal koliform oranının sebebini bölgedeki karasal kirlilik etmenlerine bağlamışlardır.

Sucul ekosistemde bulunan bakteriler ekosistemin doğal üyesi olanlara ve su kaynağına atılan insan, hayvan ve hastane deşarjı sonucu kontaminasyon etmeni olanlar diye iki gruba ayrılırlar. Atık su ile kirlenmiş su, yüksek miktarda patojen bakteri içerir. Bu bakteriler yutulma, solunma veya bir yara ile temas etmesi gibi farklı yollarla insanları enfekte edebilir. Bu atıklarda bulunan bakterilerin antibiyotiğe direnç geliştirme potansiyeli, antibiyotiklerin insan ve ekosistem sağlığı üzerindeki etkisinin yoğun olarak araştırılmasına yol açan sosyal kaygıları arttırmıştır (Kim ve diğerleri, 2011). Son yirmi yılda, birçok çalışma antibiyotik direnç modellerinin küresel bir sorun haline geldiğini bildirmiştir (Matyar ve diğerleri, 2004; Stachowiak ve diğerleri, 2010).

Aşırı ve yanlış kullanım sonucunda artık antibiyotik direnci insan sağlığı açısından önemli bir sorun haline gelmiştir. Bununla birlikte tıpta, hayvancılıkta ve balık çiftliklerinde kullanılan antibiyotikler toprakta, yeraltı suyunda veya deniz suyunda da birikime sebep olmaya başlamıştır (Kümmerer, 2003; Kümmerer, 2009a; Kümmerer, 2009b). Sucul ortam için, özellikle balık çiftliklerindeki yoğun antibiyotik kullanımı, yalnızca bakteri topluluklarındaki değişiklikleri, yaygın antibiyotik direncini ve çoklu antibiyotik direnç (ÇAD) artışını değil, aynı zamanda sedimentlerdeki yüksek antibiyotik yüklerini de meydana getirmektedir (Hirsch ve diğerleri, 1999; Kümmerer, 2003; Costanzo ve diğerleri, 2005; Kümmerer, 2009a; Kümmerer, 2009b; Chelossi ve diğerleri, 2012).

Kıyı bölgesinde, özellikle de kıyısal sedimentler ve kumlu plajlar çeşitli antimikrobiyal maddelere dirençli ve çoklu antibiyotik direnci taşıyan bakterilerin birikim alanları olmuştur (Oliveira ve diğerleri, 2010; Ruban ve Gunaseelan, 2011; Saravanakumar ve diğerleri, 2011; Çardak ve diğerleri, 2016). Türkiye kıyı ekosistemlerinde sınırlı sayıda çalışma olmasına rağmen, Marmara Denizinde İstanbul'dan Çanakkale'ye, Çanakkale'den İskenderun'a uzanan Ege Denizi kıyı deniz suları ve sedimentlerinde yüksek ÇAD indeksi saptanmıştır (Kimiran-Erdem ve diğerleri, 2007; Altug ve diğerleri, 2010; Sivri ve diğerleri, 2010; Akkan ve diğerleri, 2013; Çardak ve diğerleri, 2016; Tuncer ve Bizsel, 2016).

Manjusha ve diğerleri (2005), denizel ortamlardan 119 adet *Vibrio* spp. izolasyonu yapmış ve izolatların %83,19'nün antibiyotiklere dirençli olduğunu bildirmiştir. ÇAD analizine göre ise %30,3'nün 3 antibiyotiğe, %55,5'nin 4-10 antibiyotiğe, %14,14'nin ise 10'dan fazla antibiyotiğe dirençli olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca elde edilen yüksek antibiyotik direncinin hayvan ve insan sağlığı açısından sorun teşkil ettiğini de ortaya koymuşlardır.

Matyar (2012), Doğu Akdeniz kıyı sularında izole ettiği 225 bakterinin, 16 farklı antibiyotik ve 5 ağır metale direnç profillerini irdelemiştir. En yaygın bulunan türler *Citrobacter koseri* (%9,0), *E. coli* (%8,2) ve *Pantoea agglomerans* (%8,2) olurken; en yüksek direnç ampicillin (%74,0), streptomycin (%70,0) ve cefazolin (%48,3) antibiyotiklerine karşı elde edilmiştir. Ayrıca araştırmacı ÇAD indeksinin ise 0,2 – 0,75 aralığında değiştiğini ve farklı konsantrasyonlara yüksek ağır metal direnci saptandığını bildirmiştir.

Vignesh ve diğerleri (2012), Chennai (Hindistan) kıyılarında Mart ve Mayıs 2010 tarihleri arasında su ve sediment örneklerinde 4 farklı genus üyesi 960 bakteri izole etmiş ve ağır metal direnç profillerini ortaya koymuşlardır. Antibiyotik direnç oranlarının vancomycin (53.6%) ve penicillin (%52,6) antibiyotiklerine karşı çok yüksek olduğunu bununla birlikte *E. coli*, *Vibrio* sp., *Salmonella* sp. ve *Enterococcus* sp. bakterilerinin 2-5 antibiyotiğe karşı ÇAD indeksilerinin ise sırasıyla %60,4, %45,83, %69,16 ve %46,6 olduğunu bildirmişlerdir.

Çardak ve diğerleri (2016), Marmara denizi, İstanbul ve Çanakkale boğazında Enterobacteriaceae familyası üyesi bakterilerin izolasyonu ve vankomisin direnci üzerine çalışmışlardır. Enterik bakteri yoğunluğunun Marmara denizinde, İstanbul ve Çanakkale boğazlarına göre yüksek olduğunu ayrıca izole edilen *E. coli* izolatlarının kanamisin (%82), vankomisin (%78) ve ampisilin (%60) antibiyotiklerine dirençli olduğunu

bildirmişlerdir.

Tuncer ve Bizsel (2016), Doğu Akdeniz deniz suyu 0-1235 m derinlik aralığında bakteri çeşitliliği ve antibiyotik direnci bakımından araştırılmıştır. *Bacillus, Planococcus, Marinobacter, Psychrobacter, Vibrio, Halobacillus, Fictibacillus, Lysinibacillus, Salinimonas, Photobacterium, Planococcus, Psychrobacter* genusu üyesi 185 adet bakteri izole edilmiş olup amikacin ve ceftazidime antibiyotiklerine yüksek direnç gösterdikleri bildirilmiştir. Bununla birlikte karasal ve antropojenik faktörler sebebiyle sığ bölgelerin derin deniz bölgelerine nazaran yüksek direnç oranlarına sahip olduğu da belirtilmiştir.

Ağır metaller ve bileşikleri sucul ekosistemler özellikle deniz ve tatlı su kaynakları için başlıca kirleticilerdir (Ajibola ve Ladipo, 2011; Ghaderi ve diğerleri, 2012; Serbaji ve diğerleri, 2012). Bu ağır metallerin deniz ortamında onlarca yıl bozulmadan kalabilme özelliklerinden dolayı çevre için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır (Kamala-Kannan ve Lee, 2008; Matyar, 2012). Ağır metallerden insan sağlığına yönelik başlıca tehditler kurşun, kadmiyum, krom, civa ve arsenik maruziyetiyle ilişkilidir (Nithya ve diğerleri, 2011). Arsenik ve krom, Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı tarafından öncelikli kirletici olarak sınıflandırılmaktadır (US EPA, 1999; Pazi, 2011). Sedimentte yoğun şekilde bulunan toksik metaller, tüm organizmaların hayatta kalması ve biyolojik çeşitlilik için bir tehdittir (Nasrabadi ve diğerleri, 2010; Haruna ve diğerleri, 2011). Biyoakümülasyon ile bu tür metaller besin zincirine katılırlar.

Mikroorganizmalar her ne kadar çeşitli ağır metal konsantrasyonlarına karşı duyarlı olsalar da, çevreye hızla adapte olmalarını, ortamlarda çoğalabilmelerini ve ağır metalleri biyosorpsiyon veya enzimatik transformasyon yoluyla zararsız formlara dönüştürmelerini sağlayan mekanizmalara sahiptir. Ağır metal dirençli mikroorganizmalar, diğer yaşam formlarına potansiyel toksisite göstergeleri olarak faydalı olabilir ve ağır metal direnç mekanizmasındaki genetik transfer çalışmalarında önemlidir (Jansen ve diğerleri 1994; De Rore ve diğerleri, 1994).

Altuğ ve Balkıs (2009), İstanbul Boğazında yaptıkları çalışmada toplam 192 adet Enterobacteriaceae familyası üyesi bakteri izole etmişler ve suda mevcut bazı ağır metallerin yoğunluğunu ve izolatların ağır metal dirençlerini yorumlamışlardır. Analizler soonucunda sedimentteki ağır metal miktarını Cu 131,5 ppm, Mn 405,5 ppm, Ni 46,5 ppm, Zn 191,2 ppm, Pb 81,5 ppm ve Fe 27668,0 ppm, Ni seviyesinin ise standartların altında olarak saptamışlardır. 192 izolattaki Cu, Zn, Fe, Ni, Mn, Pb ve Cd oranları ise sırasıyla %65,0, %64,4, %62,5, %38,4, %37,3, %36,2 ve %28,4 olarak belirlenmiştir.

Moskot ve diğerleri (2012), Baltık denizinde izole ettikleri 49 strainin Ni^{+2}, Mn^{+2} ve

Zn^{+2} ağır metallerine ve bazı antibiyotiklere karşı direnç profillerini inceledikleri çalışmalarında, Gammaproteobacteria (%78), Alphaproteobacteria (%8), Actinobacteria (%10) ve Bacteroidetes (%4) üyesi bakterileri tespit etmişlerdir. Belirledikleri farklı oranlardaki ağır metal direncinin yanısıra özellikle aminoglikozid sınıfı 4 antibiyotiğe karşıda bakterilerde direnç tespit edilmiştir.

Kaçar ve Koçyiğit (2013), gemi söküm bölgesi olan İzmir ili Aliağa ilçesindeki Doğu Ege Denizi kıyı sularından 13 *Bacillus* genusu üyesi bakteri izole etmişler ve ağır metal (Hg, Cu, Cd, Cr, Zn, Co, Ni, Pb ve As) ve antibiyotik (ampicillin, tetracycline, chloramphenicol, vancomycin, gentamicin ve tobramycin) direnç profillerini incelemişlerdir. Buna göre ağır metal direnç durumları Pb > As > Ni > Co > Cu > Zn > Cr > Cd > Hg şeklinde olurken en yüksek antibiyotik direnç profilleri gentamicin ve tobramycin antibiyotiklerine karşı olduğu tespit edilmiştir.

Tedavi ve korunmadaki ilerlemelere rağmen, bakteriyel patojenler dünya çapında halk sağlığı üzerinde hala önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Bu yüzden patojenik bakterilerin hastalık yapmak için konakçılarla nasıl etkileşime girdiğini anlamak oldukça önemlidir. Bu süreçte anahtar ilk adım, aşı ve ilaç gelişimi için hedef görevi görebilecek yeni virülans determinantların tanımlanmasıdır (Wu ve diğerleri, 2008). Bununla birlikte, hastalık oluşumunun bir bileşeni olan bakteriyel virülans faktörü hakkında çok az şey bilinmektedir. Bakteriyel virülans arttırıcı faktörler arasında biyofilm, kapsül, enzimler, kolonizasyon faktörleri (adezinler), invazinler ve toksinler sayılabilir. Bakterilerin hastalığa neden olma kabiliyetleri büyük ölçüde, konakçıyı istila etmelerine, patolojik etkiler üretmelerine ve konakçı savunmalarından kaçmalarına yardımcı olan virülans faktörlerinin ifadesine bağlıdır. Aşırı etkileşim durumlarında, bir bakteri ökaryotik genom içine kendi genomunu yerleştirerek, patojen lehine genetik aktivitenin değişmesine neden olabilir. Bakteriyel hastalık, bakteri ve konakçı arasındaki karmaşık etkileşimlerin bir sonucudur (Sousa, 2003). Bu süreçte bakterilerin taşıdıkları enzim çeşitlerini ve biyofilm varlığını belirlemek oldukça önemlidir.

Denizel kirlilik etmeni patojen bakterilerin antibiyotik ve ağır metal dirençliliği ve bazı türlerin biyofilm oluşturma kapasiteleri üzerine yoğun çalışmalar olmakla birlikte bakterilerin makromolekülleri parçalamak için kullandıkları ve bu sebeple virülanslarına da büyük katkısı olan enzimatik aktiviteleri ile ilgili çalışma oldukça azdır (Catrangiiu ve diğerleri, 2015). Bu alandaki çalışmalar genellikle denizel mikroorganizmalardan izole edilen enzimlerin biyoteknolojik uygulamaları üzerine yoğunlaşmıştır (Alderkamp ve diğerleri, 2007; Wahyudi ve diğerleri, 2010; Gozari ve diğerleri, 2016).

Deniz suyu ve sedimentlerinde özellikle patojen bakteri gelişiminin ve virülansının artışında etkili bir diğer faktör bu bakterilerin oluşturduğu biyofilm varlığıdır. Sucul yüzeylerde gelişen birçok bakteri, katı ya da sıvı pek çok farklı yüzeyde biyofilm yapısını oluşturmaktadır (Tang ve Cooney, 1998). Yüzeyler üzerinde mikrobiyal hücrelerin tutunması ve üretilen primer polisakkarit bir matriks içinde yer almalarıyla meydana gelen yapı biyofilm olarak tanımlanmaktadır. Mikrobiyoloji tarihinde, mikroorganizmalar yıllarca planktonik formlar olarak karakterize edilmişlerdir. Mikroorganizmalar serbestçe askıda kalan hücreler olarak tanımlanmış ve zengin besin içerikli besiyeri ortamlarında kültüre edilmişlerdir. Ancak yıllar içinde mikrobiyolojik gelişmelere bağlı olarak yapılan çalışmalara göre mikroorganizmalar yüzeylere tutunmakta ve bu tutunmaya maruz kalan yüzeylerde gelişim göstermektedir. Biyofilmi oluşturan mikroorganizmalar; yüzeylere tutunma, bir topluluk yapısı içinde gelişme ve yüzeylerden ayrılma için spesifik mekanizmalar geliştirmektedirler (Donlan, 2002). Besin elementlerine erişim gibi durumları kolaylaştırmaya yardımcı olan biyofilm yapısı, mikroorganizmaların zorlu çevresel şartlara daha iyi direnmelerine de yardımcı olmaktadır (Salta ve diğerleri, 2013). Denizel biyofilmler, sucul ortamda her yerde gözlenebilen mikrobiyal oluşumlardır (Killea, 2014). Coğrafi ve mevsimsel değişikliğe bağlı olarak dağılım sıklıklarında değişiklik gözlenmekle birlikte (Salta ve diğerleri, 2013), canlı materyallerde biyofilm yapısı içinde yer alabilmekte ve ortam koşullarına bağlı olarak biyofilm gelişimine katkı sağlayabilmektedir (Donlan, 2002). Biyofilm gelişimi insan aktivitelerine çeşitli şekillerde zarar verebilmektedir. Bu zararlı etkilerine; kateterlerde, eklem ve kalp protezleri gibi kalıcı ya da kalıcı olmayan tıbbi araçlarda (Altun ve Şener, 2008), hidrotermal kayalarda, fosillerde (Willke, 2012), endüstriyel sutaşıma sistemlerinde, gemi karinaları gibi çok farklı çevrelerde oluşabilme yetenekleri örnek olarak verilmektedir (Türetgen, 2006).

Genelde etkilerinin enerji kaybı, ısı transferi direnci, fazla donanım kapasitesi ihtiyacı, donanım ömrünün kısalması, kalite kontrol sorunları ve güvenlik gibi çeşitli sorunlar şeklinde göstermektedirler (Tang ve Cooney, 1998). Biyofilmler 1930'lu yıllarda Zobell ve Allen tarafından keşfedilmesinden itibaren bugüne kadar yoğun bir şekilde araştırılmıştır (Qian ve diğerleri, 2007). Biyofilmlerin mikrobiyal populasyonun büyümesi için gerekli besin elementlerini tutarak; akış sistemlerinde bulunan yüzeylerden hücrelerin kopmasını engellediği bilinmektedir (Madigan ve Martinko, 2010)

Biyofilmleri meydana getiren mikroorganizmalar çok çeşitli mikrobiyal populasyonlardan oluşmaktadır. Bakteriler, algler, protozoonlar (Rotiferler, Nematodlar) biyofilmlerden genel olarak sorumlu organizmalardır. Bunlardan bazıları biyolojik

parçalanmaya yol açmaktadır. Örneğin filamentli algler ve aktinomisetler yüzey filmine penetre olup gelişerek yüzeyin zarar görmesine yol açmaktadır. Fototrofik organizmalardan algler ve siyanobakteriler organik besin kaynağına ihtiyaç duymadan biyofilm oluşturmaktadır (Gaylarde ve diğerleri, 2011; Omuzbüken, 2016).

Lee ve diğerleri (2003), Mokpo (Kore) limanından biyofilm oluştuma kabiliyetinde α- γ Proteobacteria, CFB grup bakteri, yüksek ve düşük GC, Gram(+) üyesi toplam 17 strain izole etmişlerdir.

Kaçar (2009), İzmir bölgesinde yer alan iki yat limanında yerleştirmiş olduğu plaklarda biyofilm oluşumu ve biyofilm tabakasındaki bakterilerin tanımlamaları üzerine yapmış olduğu araştırmada, γ-Proteobacteria ve Firmicutes (*Pseudoalteromonas, Alteromonas, Klebsiella, Vibrio* ve *Exiguobacterium*) alt sınıflarında yer alan bakterileri belirlemiştir.

Jaisson ve diğerleri (2014), Akdenizde yaptıkları çalışmalarında biyofilm özelliği gösteren 13 denizel bakteri izole etmişler ve *Polaribacter* genusu üyesi bakterinin hidrofobik ve zayıf biyofilm oluşturma özellikleri bakımından diğerlerinden farklı olduğunu bildirmişlerdir.

Sravankumar ve diğerleri (2014), Visakhapatnam kıyılarından kültüre edilebilen biyofilm oluşturan *Bacillus weihenstephanensis, B. flexus, B. halotolerans, B. aerius, B. vallismortis, B. endophyticus, B. thuringiensis, Serratia nematodiphila, Vibrio natriegens, V. hepatarius* bakterilerinin izole etmiş ve *Bacillus* sp. genusu üyesi bakterilerin diğerlerine nazaran baskın türler olduğunu bildirmişlerdir.

Doghri ve diğerleri (2015), Fransa Atlantik kıyılarında iki farklı bölgeden izole ettikleri 156 bakteriden 25'inin biyofilm oluşturma özelliğine sahip olduğunu ve bu bakterilerin *Flavobacterium* sp., *Roseobacter* sp. IV3009, *Shewanella* sp. ve *Roseovarius* sp. genusu üyesi olduklarını bildirmişlerdir.

Omuzbüken (2016), denizel biyofilm bakterilerinin biyositlere ve ağır metallere karşı toleransını araştırdığı çalışmasında izole ettiği ve tanımladığı *Pseudoalteromonas, Alteromonas, Vibrio* ve *Exiguobacterium* genusu üyesi bakterilerin bazı ağır metallere, biyositlere ve bitki ekstraktlarına karşı dirençli oldukları saptamıştır. En etkili ağır metal çinko, en etkili biyosit ise çinko piriton olarak tespit edilmiştir. Ayrıca ağır metal ve biyosit karışımlarının birlikte kullanılması durumunda dirençlilikleri belirlemek için yapılan analizlerde organizmaların hemen hepsinin duyarlı olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanısıra, *Erica manipuliflora* Salisb.'dan elde edilen ekstraktın MIC değerleri belirlendiğinde organizmaların tamamının büyümelerinde azalma olmuştur.

Kavitha ve Raghavan (2018), Pichavaram sahillerinden (Hindistan) aldıkları su örneklerinden 16S rRNA analizleri sonucunda *Psychrobacter celer*, *P. alimentarius* ve *Kocuria rhizophila* türü olarak tanımladıkları 12 bakteri izole etmişler ve ekzopolisakkarit üretimleri biyofilm yapılarının protein ve karbohidrat içeriklerini saptamışlardır.

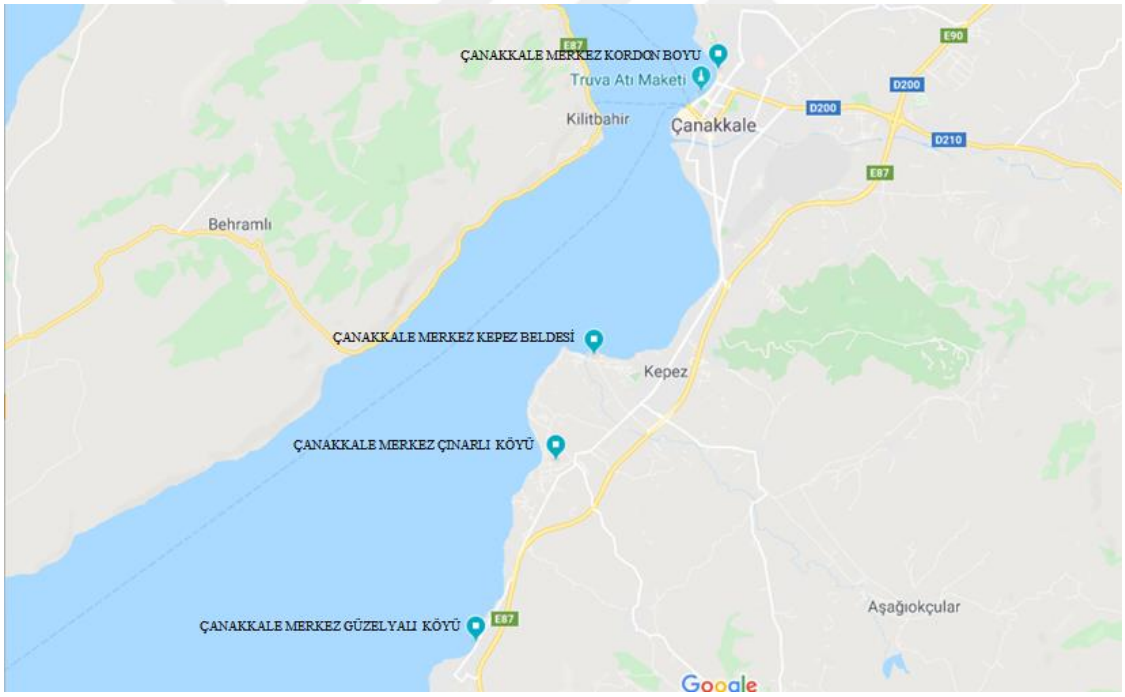
BÖLÜM 3
MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Çalışma Alanının Tanıtımı ve Örneklerin Tedarik Edilmesi

Bu çalışmada Çanakkale merkez ilçe kıyı şeridinde tespit edilmiş olan 4 farklı istasyonda Aralık 2018 ile Eylül 2019 tarihleri arasında üç ayda bir örnekleme yapılarak dört mevsimi temsil edecek şekilde arazi çalışmaları yapılmıştır.

1. Örnekleme zamanı; Aralık 2018
2. Örnekleme zamanı; Mart 2019
3. Örnekleme zamanı; Haziran 2019
4. Örnekleme zamanı; Eylül 2019

Çanakkale merkez ilçe kıyı şeridinde tespit edilmiş olan 4 farklı istasyon Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. Çanakkale kıyı şeridi örnek alım istasyonları

I. İstasyon: Çanakkale-Merkez Güzelyalı köyü olup; Güzelyalı Köyü**,** Çanakkale Merkez ilçesine bağlıdır. Güzelyalı Köyü'nün konumu 40° 2' 35.8152" Kuzey ve 26° 20' 44.3328" Doğu gps koordinatlarıdır. Güzelyalı Köyü'nün Çanakkale şehir merkezine uzaklığı ortalama 13 km'dir (https://tr.wikipedia.org/wiki/Güzelyalı,_Çanakkale) (29.11.2018) (Şekil 4).



Şekil 4. I. İstasyon Güzelyalı köyü kıyı şeridi genel görünüm (Özgün)

II. İstasyon: Çanakkale- Merkez Çınarlı köyü (Dardanos mah.) olup; Çanakkale-Merkez ile Çınarlı köyü 11 km olup yazlık evlerin bulunduğu bir bölge olup rekreasyon amaçlı kullanıldığından antrapojenik kirliliğe maruz bir bölgedir (Şekil 5).



Şekil 5. II. İstasyon Çınarlı köyü (Dardanos mah.) kıyı şeridi genel görünüm (Özgün)

III. İstasyon: Çanakkale-Merkez Kepez beldesi olup; Beldenin Çanakkale merkeze mesafesi 4 km olup denize uzaklığı 300 metredir. Kepez'in yüzölçümü 618 hektardır. Beldede kurulmuş olan Kepez Limanı yolcu ve yük taşımacılığında düzenli olarak Kepez-Eceabat arasında arabalı vapur seferleriyle hizmet vermektedir. Ayrıca limanla birlikte bölge halkının hizmetine açık olan Kepez Belediyesi Piknik alanı ve Halk Plajı kıyı şeridi

üzerindeki antropojenik etkinin önemli sebeplerini oluşturmaktadır (https://www.kepez.bel.tr/kurumsal/belediye-tarihcesi/Alındığı Tarihi: 29.11.2018). (Şekil 6)



Şekil 6. III. İstasyon Kepez beldesi kıyı şeridi genel görünüm (Özgün)

IV. İstasyon: Çanakkale-Merkez kordon boyu olup; Çanakkale Merkez ilçede yer alan kordon boyu rekreasyon alanı olması ve Feribot iskelesi ile kayıkların yanaştığı limanın bulunması sebebiyle antrapojenik kirlilik kaynaklarına açık bir alandır (Şekil 7).



Şekil 7. IV. İstasyon Çanakkale-Merkez kordon boyu kıyı şeridi genel görünüm (Özgün)

3.2. Deniz Suyu Örneklerinin Toplanması

Çanakkale kıyı şeridinde belirlenmiş olan istasyonlarda bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik parametrelerin belirlenmesi amacıyla Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği

(2004) Numune Alma ve Analiz Metotları Tebliği'ne uyularak örnekler 1 m derinlikten alınmış ve soğuk zincir altında laboratuvara en kısa zamanda getirilmiştir. Örnek almada sterilize edilebilir örnek kapları kullanılıp, kontaminasyonu ve diğer girişim yapan maddeleri önlemek için kaplar temizlenmiş ve steril edilmiştir.

Fizikokimyasal ve mikrobiyolojik tayinler için alınan örnek miktarı 1000 mL'dir. Analizleme de çözünmüş oksijen, sıcaklık ve pH örnek alınan yerde, diğer parametreler, örnek mümkün olduğunca çabuk laboratuvara taşınarak analiz edilmiştir. (APHA, 1998).

3.2.1. Fizikokimyasal Değişimlerin Analizi

$BOİ_5$ Tayini

Örnek $BOİ_5$ şişesine sifonlanarak doldurulmuş ve şişelerin kapağı kapatılarak birisi inkübasyon için inkübatöre konmuş, diğeri de çözünmüş oksijen tayini için ayrılmıştır. 20 °C'de, 5 gün sonunda inkübatörden $BOİ_5$ şişesi çıkarılmış ve inkübatörlerden alınan örnek ve kontrolde çözünmüş oksijen tayini yapılmıştır.

Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı hesaplaması aşağıdaki şekildeki yapılır.

Aşı gerekli değilse mg/L $BOİ_5$= $(D_1 - D_2) / P$ (3.1)

(D_1): Numunenin hazırlandıktan 15 dk sonraki çözünmüş oksijen değeri

(D_2): Seyreltik numunenin inkübasyondan sonraki çözünmüş oksijen değeri

(P): Numunedeki aşının kontroldeki aşıya oranıdır (Şengül ve Türkman, 1991).

Çözünmüş Oksijen Tespiti

Çözünmüş Oksijen tayininde BOİ şişesine alınan (250-300 mL) numune hava kabarcığı kalmaması amacıyla iyice karıştırılmıştır. Sırasıyla örnek üzerine 2 mL $MnSO_4$ çözeltisi, 2 mL alkali iyodür-azotür reaktifi eklenmiş ve alt-üst edilen numunede çökelek oluşumu beklenmiştir. Ardından 2 mL H_2SO_4 çözeltisi eklenmiş ve çözünmeden sonra şişedeki çözeltiden 200 mL bir erlene alınmıştır. 0,025 N tiyosülfat çözeltisi kullanılarak açık sarı renk oluşana kadar titrasyon yapılmıştır. Eklenen nşişasta çözeltisi ile mavir renk oluşum beklenmiş ve bu renk kayboluncaya kadar titrasyon gerçekleştirlmiştir. Sonucu hesaplamak için 200 mL orjinal numune için, 1 mL 0,025 N sodyum tiyosülfat 1 mg/L çözünmüş oksijen değerine denktir denilmiş ve sonucu oksijen gazı/litre biriminden yazmak için 0 °C ve 760 mm basınçta düzeltmek üzere (mg/ÇO) x 0,70 olarak yazılmıştır (Şengül ve Türkman, 1991).

Sıcaklık Değerlerinin Ölçümü

Normal olarak sıcaklık ölçümleri civalı celcius termometreleriyle yapılır. Termometrelerin en az 0,1 ^{o}C'lik bölmelerin olması yanında kısa sürede dengeye de ulaşması gerekmektedir (Şengül ve Türkman, 1991). Su sıcaklığı ölçümleri arazide taşınabilir HQ40d18 katalog numaralı Hatch – Lange marka ekolojik kit termometre ile yapılmıştır.

pH Ölçümü

Arazide pH ölçümü HQ40d18 katalog numaralı Hatch – Lange marka ekolojik kit pH metre ile yapılmıştır.

Elektriksel İletkenlik Ölçümü

Elektriksel iletkenlik HQ40d18 katalog numaralı Hatch – Lange marka ekolojik kit ile gerçekleştirilmiştir.

Askıda Katı Madde (AKM) Analizi

AKM analizi için, Whatman 42 nolu 0.45 μm membran filtrelerden su numuneleri süzülmüş ve filtre kâğıtları 102-105 °C'de 1 gün süreyle bekletilmiş ve arada oluşan ağırlık farkından faydalanarak hesaplanmıştır (Anonim, 1995).

Ağır Metal Analizi

Her bir istasyondan alınan deniz suyunun bir defaya mahsus olmak üzere ağır metal analizi hizmet alımı şeklinde yapılmıştır. Bu kapsamda her bir istasyondan alınmış olan su numuneleri Bakır (Cu^{+2}), Kadmiyum (Cd^{+2}), Krom (Cr^{+3}), Kurşun (Pb^{+2}) ve Mangan (Mn^{+2}) metalleri bakımından EPA 200.7 metoduna göre analiz ettirilmiştir.

3.2.2. Mikrobiyolojik Analizler

Su örneklerinde genel sanitasyon durumunun tespiti amacıyla Toplam Canlı Bakteri Sayımı (22 ^{o}C ve 37 ^{o}C, Toplam Koliform, Fekal Koliform, Fekal Streptokok Bakteri sayımları yapılmıştır.

Toplam Canlı Bakteri Sayımı

Deniz ortamından bakteri izolasyonunda Zobell Agar ve Mueller Hinton Agar (MHA, OXOID, UK) kullanılmış olup uygun seyreltmelerden sonra en iyi sonucu veren

MHA besiyeriyle çalışılmaya devam edilmiştir. İzolatlar 4 °C'de saklanmakta ve ayda bir yenilenmekte olan stok kültürleri için besiyeri bileşenleri %25 saf su ile %75 deniz suyu olacak şekilde hazırlanmıştır (APHA, 1998).

Toplam Koliform Sayımı

Su numunelerinde gerekli seyreltme işlemi yapıldıktan sonra, örnekten laktozlu broth besiyeri içeren çift kuvvetli 3 tüpe 10'ar mL, tek kuvvetli tüplerden ilk 3 tüpe 1'er mL, diğer üç tüpe 0,1 mL örnek konulmuşve 37 °C'de 24 - 48 saat inkübe edilmiştir. Bu sürede durham tüplerinde gaz birikimine bakılmış ve EMS Tablolarından yararlanılarak En Muhtemel Toplam Koliform Sayısı belirlenmiştir (Finstein, 1972; Gürgün ve Halkman, 1990).

Fekal Koliform Sayımı

Toplam koliform pozitif olan tüplerden EC Broth (OXOID, UK) besiyerine ekimler yapılmış ve 44,5 °C'de 24 - 48 saat inkübasyonu yapılmıştır. Durham tüplerinde gazın oluşup oluşmadığına bakılarak, En Muhtemel Fekal Koliform Sayısı belirlenmiştir (Finstein, 1972).

Fekal Streptokok Sayımı

Fekal streptokok sayımı için Steril sodyum azidli besiyerlerine uygun seyreltmelerden 1'er mL eklenerek 1-2 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyonun ardından bulanıklık oluşan seyreltmeler pozitif olarak değerlendirilerek fekal streptokok sayısı hesaplanmıştır (Balcı, 2007).

3.2.3. Gram (-) Bakteri Gruplarının İzolasyonu ve Tanımlanması

Enterobacteriaceae ve Vibrionaceae familyası üyesi olan bakterileri izole edebilmek için sırasıyla Mac Konkey agar ve Eosin Methylene Agar (EMB) (Enterobacteriaceae), Thiosulfate Citrate Bile Salts Sucrose (TCBS) Agar, Glutamate Starch Phenol Red Agar (GSP) ve Ampicillin *Aeromonas* Agar, İnositol Brilliant Green Bile Agar besiyerleri kullanılmıştır. *Salmonella* sp. izolasyonu ve tanımlanması için peptonlu suda yapılan ön zenginleştirmeden sonra seçici zenginleştirme için örnekler Selenit Cystine Broth ortamına aktarılmıştır. 37 ºC'de 24 - 48 saat inkübasyon süresi sonunda alt kültür için Brilliant Green Agar, *Salmonella – Shigella* agar kullanılmıştır. *Pseudomonas* sp. izolasyonu için ise MacKonkey Agarda ve Cetrimide Agar kullanılmıştır. 30 - 35 ºC'de 24 - 48 saat

inkübasyon süresi sonunda Tryptic Soya Agar'a (TSA) alınan izolatların identifikasyonu için tüm izolatlara; Gram boyama, solunum-fermentasyon testleri, oksidaz, katalaz, IMVIC testleri, H_2S üretimi, vb. testler uygulanmış ve bununla beraber biyokimyasal testleri doğrulama amacıyla Microgen ID test kitlerine tabi tutulmuşlardır (Tamer ve diğerleri, 1989).

3.2.4. Biyokimyasal Testler

Gram boyama

Saf kültürler elde edildikten sonra hücre morfolojileri, basit boyama teknikleri ile ışık mikroskobunda incelenmiştir. Gram boyama işlemi Bozkurt (2016)'nın belirlediği yönteme göre yapılmıştır. Hazırlanan preparatlar, 100 X'lik objektifte ışık mikroskobu ile incelenmiştir. Koyu mor menekşe renkli olan mikroorganizmalar Gram (+), açık pembe renkli olanlar ise Gram (-) olarak tanımlanmıştır (Bozkurt, 2016).

Oksidaz Testi

İzolatların sitokrom oksidaz üretim özellikleri Tamer ve diğerleri (1989)'a göre yapılmıştır.

Katalaz Testi

Besiortamlarında geliştirilmiş 24 saatlik kültürlerin katalaz aktivitesi Bozkurt (2016)'ya göre belirlenmiştir.

İndol Testi

Triptofan amino asitinden izolatların indol oluşum aktivitesi Bozkurt (2016)'ya göre saptanmıştır.

Sitrat Testi

Sitratın karbon kaynağı olarak izolatlardan belirlenmesi Bozkurt (2016)'ya göre yapılmıştır.

Voges - Proskauer (VP) Testi

İzolatların glikozu kullanıp asit oluşturma özellikleri taşıyıp taşımadıkları Tamer ve diğerleri (1989)'a göre yapılmıştır.

Hidrojen Sülfit Testi

İncelenecek izolat kolonisinden iğne öze ile alınarak Triple Sugar Iron (TSI) yatık agarlı tüpe dikine ve dibine batırılarak ekim yapılmıştır. Yatık olan yüzeye zig zag şeklinde çizilmiştir. Daha sonra 37 °C'de 3 gün inkübe edilmiştir. İnokülasyon çizgisi boyunca siyahlaşma H_2S varlığını göstermiştir (Bozkurt, 2016).

Fenol Testi (Karbonhidrat fermentasyon testi)

İncelenen izolat kolonisinden iğne öze ile alınarak içinde durham tüpü bulunan Fenol redli laktoz Brothlu tüplere aşılama yapılmış ve 37 °C'de 3 gün inkübe edilmiştir. Asit oluşumuyla birlikte gaz oluşumu da varsa deney tüpünün içindeki durham tüpünde gaz oluşumu görülmektedir (Bozkurt, 2016).

3.2.5. İzolatların Tuz Toleransları

Elde edilen izolatlardan tuz isteklerinin belirlenebilmesi için %2, %6, %12, %18 ve %23 oranlarında besiyerine ekimleri gerçekleştirilmiş ve 37 °C'de inkübasyona bırakılmıştır (Karaboz ve diğerleri, 2005).

3.2.6. İzolatların pH Toleransları

İzolatlar pH'sı 5, 7, 9 ve 11'e ayarlanmış Luria Bertani Broth (LB) besiyerlerine ekildikten sonra 37 °C'de inkübasyona bırakılmıştır (Bozkurt, 2016).

3.2.7. İzolatların Sıcaklık Toleransları

İzolatlar, Nutrient agar (NA) ortamına ekilmiş ve farklı sıcaklık değerlerinde (4 ºC, 20 ºC, 37 ºC ve 50 ºC) inkübe edilmiştir. İnkübe edildikten sonra üreme olan izolatlar pozitif kabul edilmiş ve üremenin görülmediği sıcaklığa kadar bu işlem tekrarlanmıştır (Karaboz ve diğerleri, 2005).

3.2.8. İzolatların Farklı Karbon Kaynaklarını Kullanma Durumu

İzolatların farklı karbon ve şeker kaynaklarını kullanabilme yetenekleri ile ilgili test edilen izolatların glukoz, laktoz, galaktoz, sükroz ve dekstroz kullanabilme yetenekleri araştırılmıştır (Bozkurt, 2016).

3.2.9. Antibiyotik Direnç Profilleri

İzole edilip tanımlaması yapılmış tüm izolatların disk difüzyon metodundan yararlanılarak antibiyotik direnç profilleri belirlenmiştir. Hazırlanan MHA besiyerine 24 saatlik Mueller Hinton Broth (MHB) besiyerindeki bakteri kültürlerinden ekimler yapılmış ve üzerine hazır antibiyotik diskleri yerleştirilmiştir. 35 ^{o}C'de 24 - 48 saat inkübasyon süresi sonunda izolatların duyarlı, orta derecede duyarlı ve dirençli şeklinde duyarlılık profilleri ortaya konmuştur (CLSI, 2009). Antimikrobiyal dirençlilik; Trimethoprim (TR5 µg/mL), Tobramycin (TB10 µg/mL), Kanamycin (K30 µg/mL), Amoxycillin (AM10 µg/mL), Oxytetracycline (O30 µg/mL), Cephalothin (CH30 µg/mL), Cefmetazole (CMZ30 µg/mL), Gentamicin (G120 µg/mL), Furazolidone (FR50 µg/mL), Erythromycin (E15 µg/mL), Cefoxitin (CN30 µg/mL), Ampicillin (A10 µg/mL), Cefotaxime (CE30 µg/mL) ve Chloramphenicol (C30 µg/mL) antibiyotiklerine karşı uygulanmıştır.

İzolatların çoklu antibiyotik direnç (ÇAD) indeksi ise, izolatın dirençli olduğu antibiyotik sayısının toplam denenen antibiyotik sayısına oranı ile hesaplanmıştır (a/b). Burada 'a' izolatın dirençli olduğu antibiyotik sayısını, 'b' ise izolatın maruz bırakıldığı antibiyotik sayısını temsil etmiştir. Hesaplanan ÇAD indeksi eğer 0,2'den daha büyükse organizmanın yoğun antibiyotik kullanılan bir kaynaktan geldiği, 0,2'ye eşit veya daha küçük ise, antibiyotiğin hiç kullanılmadığı ya da az kullanıldığı bir ortamdan kaynaklandığı kabul edilmiştir (Krumpermann, 1985).

3.2.10. Ağır Metallere Direnç Özelliklerinin Belirlenmesi

Farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış ağır metalleri içeren MHA içeren petrilere yapılan bakteri inokulasyonundan sonra bakterilerin minimal inhibisyon konsantrasyonları (MİK) belirlenmiştir. Bu amaçla kullanılan ağır metal tuzları Cu^{+2} ($CuSO_4$,$5H_2O$), Cd^{+2} ($CdCl_2.2H_2O$), Cr^{+3} ($CrCl_3$), Pb^{+2} ($Pb(NO_3)_2$) ve Mn^{+2} ($MnCl_2.2H_2O$)'dır. MİK değeri, kontrol straini *E.coli* K12 yabanıl tip bakterinin MİK değerini aşan izolat çalışılan ağır metal bakımından dirençli kabul edilmiştir (Matyar ve diğerleri, 2014).

3.2.11. İzolatların Enzimatik Aktivitelerinin Belirlenmesi

İzolatların virülans özelliklerinin ortaya konması amacıyla aşağıdaki testler uygulanmıştır:

DNAse: İzolatların toluidin indikatörü içeren DNase Test Agar besiyerine ekimleri yapılmış ve üreme çevresinde pembe renk oluşumu pozitif sonuç kabul edilmiştir (Tamer ve diğerleri, 1989).

Hemoliz Aktivitesi: İzolasyon sonucu elde edilen strainler %5 koyun kanı ilave edilmiş TSA besiyerine ekimleri yapılarak ugun sıcaklıkta 1 gün süre ile inkübe edilmiş ve kültür etrafındaki şeffaf zon oluşumu pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir (Singh ve Sanyal, 1997).

Proteolitik Aktivite: Skim milk agarda 30 °C'de 48 saat inkübasyona tabi tutulan strainlerin koloni gelişimlerinin etrafında parlak zonlar oluşumu proteaz üretimi bakımından pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir (Sokol ve diğerleri, 1979).

Lipolitik Aktivite: Tribütrin agarda 30 ºC'de 48 saat inkübasyon sonucunda kolonilerin etrafındaki transparent zon lipolitik aktivite bakımından pozitif olarak değerlendirilmiştir (Collins ve diğerleri, 1989).

Amilolitik aktivite: Nişasta agarda yapılan ekimler 30 °C'de 48 saat inkübasyona tabi tutulmuş ve amilaz aktivitesinin gözlenmesi amacıyla lugol çözeltisi ile muamele edilmiştir (Collins ve diğerleri, 1989).

3.2.12. İzolatların Biyofilm Oluşturma Kapasitelerinin Belirlenmesi

İzolatların biyofilm aktivitelerinin tespit edilmesi için NA besiyerinde 18-24 saat inkübe edilmiş taze kültürleri kullanılmıştır. Kültürler McFarland 0,5 olacak şekilde %1 glukoz içeren LB ortamına inoküle edilmiştir. Mikroplak kuyucuklarına 200 µL bakteri süspansiyonları aktarılmış ve 37 ºC'de 24 saat inkübe edilmiştir Kontrol grubu olarak bakteri ilave edilmemiş 200 µL %1 glukozlu LB besiyeri plaklara aktarılmıştır. İnkübasyondan sonra 3 kez saf su ile yıkanan mikroplak kuyularına 200 µL kristal viyole eklenmiş ve 15 dk oda sıcaklığında bekletilmiştir. Tekrar 3 kez saf su ile yıkanan plaklar kurutma kağıdı üzerinde ters çevrilip kurumaya bırakılmıştır. Daha sonra %95'lik etanolden 200 µL eklenip, plaklar 10 dk bekletilmiş ve spektrofotometre de 540 nm. dalga boyunda okutulmuşlardır. Sonuçlar, kontrol için kullanılan mikroplak kuyucuklarının spektrofotometre cihazında okutulması ile elde edilen değerlere göre 1 pozitif, (+), 2 pozitif (++), 3 pozitif (+++) ve negatif (-) olarak değerlendirilmiştir (Jain ve Agarwal, 2009; Sonkar ve diğerleri, 2018).

3.3. Araştırmada Kullanılan İstatiksel Yöntemler

Parametrelerin arasındaki farkın önemliliğinin belirlenmesinde tek yönlü varyans analizi ve fark gruplarının oluşup oluşmadığının belirlenmesinde de LSD ve TUKEY testleri kullanılmış ve bu amaçla MINITAB Statistical Software 13.20 paket programından yararlanılmıştır. Test de kullanılan aynı harfler benzer grupları, farklı harfler ise aradaki fark gruplarını göstermek için kullanılmıştır (Zar, 1984). Parametreler arası pozitif ve negatif ilişkilerin derecelerini ortaya koymak için Pearson's korelasyon katsayısı kullanılmış ve bu amaçla MINITAB Statistical Software 13.20 paket programından yararlanılmıştır.

BÖLÜM 4
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Fizikokimyasal ve Bakteriyolojik Parametre Bulgularına Göre Genel Değerlendirme

Çanakkale ili kıyı şeridinde 4 farklı istasyonda belirlenen bazı kirlilik parametrelerinin zamansal değişimleri Tablo 6 – 9 ve Şekil 8 – 18'de gösterilmiştir. Bu veriler incelendiğinde çalışılan parametrelerin mevsimsel olarak büyük salınımlar gösterdiği görülmektedir.

Tablo 6
I. istasyondan (Çanakkale-Merkez Güzelyalı köyü) alınan numunelere ait kirlilik parametre değerleri

Parametre/Örnekleme Tarihi	**Aralık 2018**	**Mart 2019**	**Haziran 2019**	**Eylül 2019**
Sıcaklık (°C)	11,3	13,9	24,3	26,6
ÇO (mg/L)	10,24	10,81	9,28	7,95
$BOİ_5$ (mg/L)	1,4	13,0	10,0	8,2
pH	8,06	7,85	8,16	8,10
Eİ (µS/cm)	52,4	51,2	50,1	53,2
AKM (g)	0,0423	0,0243	0,0527	0,0118
TCS (22°C) (kob/1 mL)	$278x10^1$	$87x10^2$	$217x10^2$	$245x10^2$
TCS (37°C) (kob/1 mL)	$92x10^1$	$45x10^2$	$87x10^2$	$9\ x10^2$
TK (EMS/100 mL)	$3x10^2$	$9x10^2$	$4x10^2$	$4x10^2$
FK (EMS/100 mL)	0	$23x10^2$	$4\ x10^1$	$4x10^2$
FS (EMS/100 mL)	0	0	$75\ x10^1$	$11x10^2$

ÇO: Çözünmüş oksijen; $BOİ_5$: Biyokimyasal oksijen ihtiyacı; Eİ: Elektrik iletkenliği; AKM: Askıda katı madde; TCS: Toplam canlı sayımı; TK: Toplam koliform; FK: Fekal koliform; FS: Fekal streptokok

Tablo 7
II. İstasyondan **(**Çanakkale- Merkez Çınarlı köyü) alınan numunelere ait kirlilik parametre değerleri

Parametre/Örnekleme Tarihi	**Aralık 2018**	**Mart 2019**	**Haziran 2019**	**Eylül 2019**
Sıcaklık (°C)	11,5	14,9	26,5	23,1
ÇO (mg/L)	9,98	10,09	11,86	7,54
$BOİ_5$ (mg/L)	6,0	4,5	6,0	4,7
pH	8,04	7,92	8,27	8,01
Eİ (µS/cm)	52,5	52,7	49,3	52,7
AKM (g)	0,0433	0,0167	0,0538	0,054
TCS (22°C) (kob/1 mL)	$44x10^1$	$135x10^1$	$15x10^3$	$116\ x10^3$
TCS (37°C) (kob/1 mL)	$39x10^1$	$34x10^1$	$36x10^1$	$45x10^2$
TK (EMS/100 mL)	0	0	$93\ x10^1$	$9x10^2$
FK (EMS/100 mL)	0	0	$24\ x10^2$	$4x10^1$
FS (EMS/100 mL)	0	$23x10^1$	$93\ x10^1$	$46x10^3$

ÇO: Çözünmüş oksijen; $BOİ_5$: Biyokimyasal oksijen ihtiyacı; Eİ: Elektrik iletkenliği; AKM: Askıda katı madde; TCS: Toplam canlı sayımı; TK: Toplam koliform; FK: Fekal koliform; FS: Fekal streptokok

Tablo 8
III. İstasyondan (Çanakkale-Merkez Kepez beldesi) alınan numunelere ait kirlilik parametre değerleri

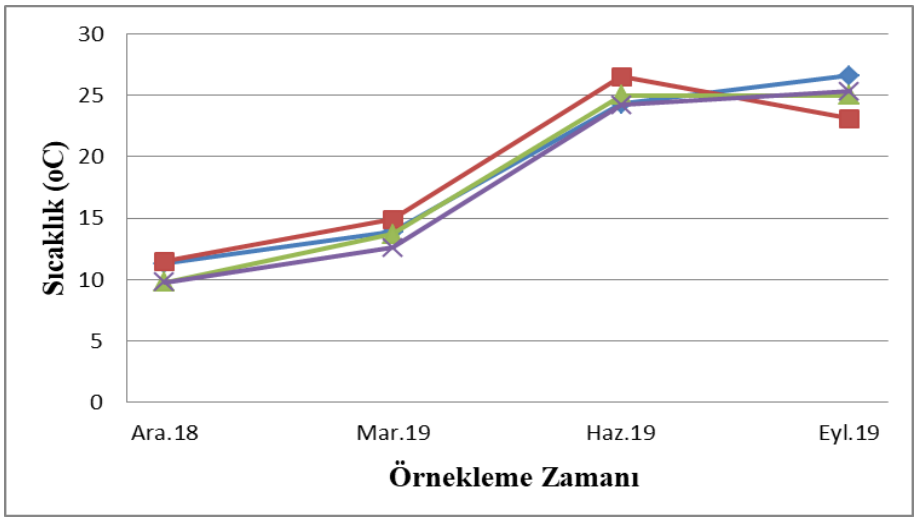
Parametre/Örnekleme Tarihi	**Aralık 2018**	**Mart 2019**	**Haziran 2019**	**Eylül 2019**
Sıcaklık (°C)	9,8	13,7	25	25,0
ÇO (mg/L)	9,35	9,32	7,88	8,03
$BOİ_5$ (mg/L)	0,6	1,2	1,4	1,2
pH	7,96	7,91	8,16	8,19
Eİ (µS/cm)	35,5	35,9	36	42,3
AKM (g)	0,043	0,0116	0,0504	0,0254
TCS (22°C) (kob/1 mL)	$15x10^1$	$14x10^5$	$46x10^3$	$37x10^5$
TCS (37°C) (kob/1 mL)	$149x10^1$	$17x10^6$	$32x10^3$	$54x10^6$
TK (EMS/100 mL)	$11x10^5$	$93x10^4$	$9 x10^4$	$19 x10^4$
FK (EMS/100 mL)	$11x10^5$	$16x10^3$	$24 x10^5$	$94x10^4$
FS (EMS/100 mL)	$11x10^5$	$9x10^4$	$21 x10^3$	$3x10^2$

ÇO: Çözünmüş oksijen; $BOİ_5$: Biyokimyasal oksijen ihtiyacı; Eİ: Elektrik iletkenliği; AKM: Askıda katı madde; TCS: Toplam canlı sayımı; TK: Toplam koliform; FK: Fekal koliform; FS: Fekal streptokok

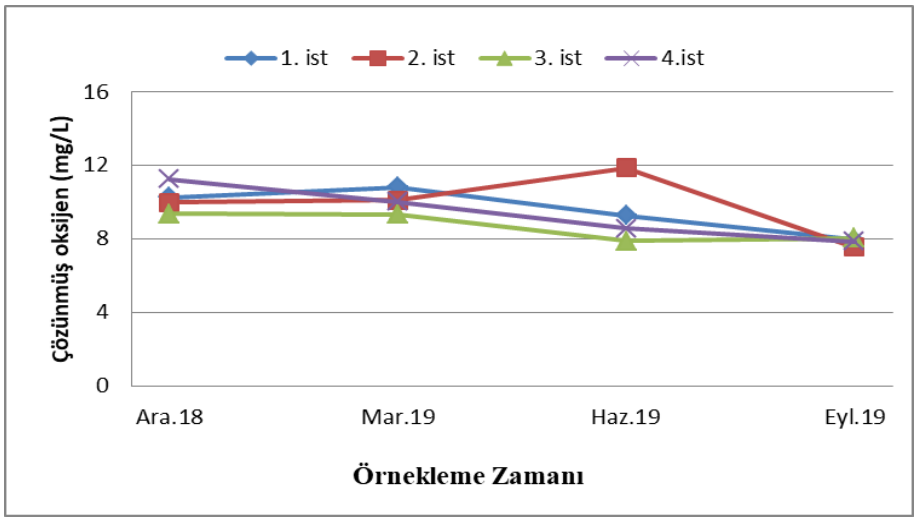
Tablo 9
IV. İstasyondan (Çanakkale-Merkez kordon boyu) alınan numunelere ait kirlilik parametre değerleri

Parametre/Örnekleme Tarihi	**Aralık 2018**	**Mart 2019**	**Haziran 2019**	**Eylül 2019**
Sıcaklık (°C)	9,8	12,6	24,2	25,3
ÇO (mg/L)	11,23	10,01	8,55	7,84
$BOİ_5$ (mg/L)	3,0	8,4	6,2	5,2
pH	8,08	8,06	8,22	8,13
Eİ (µS/cm)	45,7	45,3	42,8	42,3
AKM (g)	0,0479	0,0275	0,0952	0,0210
TCS (22°C) (kob/1 mL)	$119x10^1$	$225x10^1$	$124x10^1$	$92x10^2$
TCS (37°C) (kob/1 mL)	$15x10^1$	$52x10^1$	$36x10^1$	$45x10^1$
TK (EMS/100 mL)	0	$4x10^1$	$15x10^2$	$6 x10^2$
FK (EMS/100 mL)	0	$9x10^1$	$29x10^2$	$2x10^2$
FS (EMS/100 mL)	$4x10^1$	$15x10^2$	$43 x10^1$	$3x10^2$

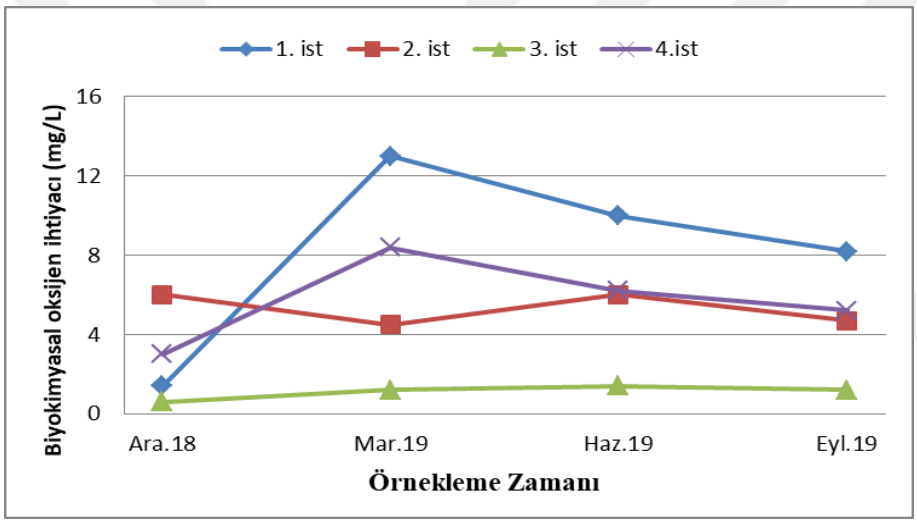
ÇO: Çözünmüş oksijen; $BOİ_5$: Biyokimyasal oksijen ihtiyacı; Eİ: Elektrik iletkenliği; AKM: Askıda katı madde; TCS: Toplam canlı sayımı; TK: Toplam koliform; FK: Fekal koliform; FS: Fekal streptokok



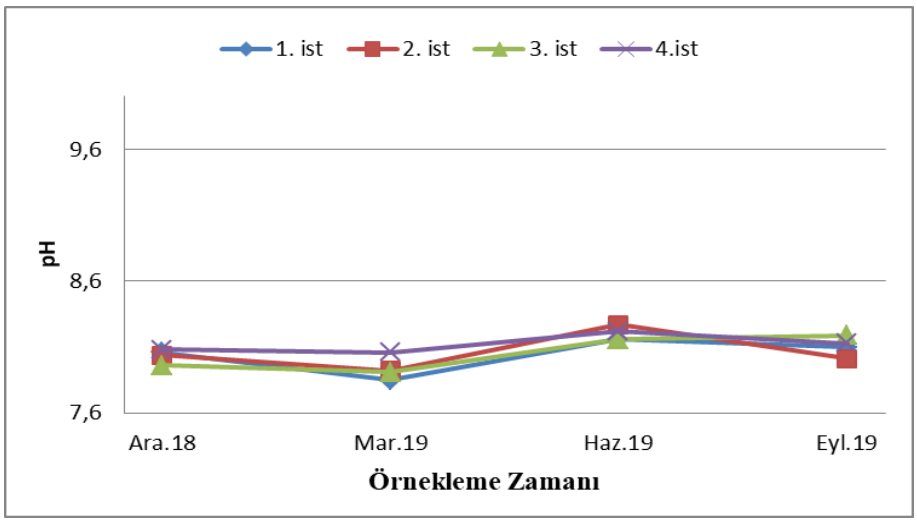
Şekil 8. Çanakkale kıyı şeridi istasyonları sıcaklık değişimi



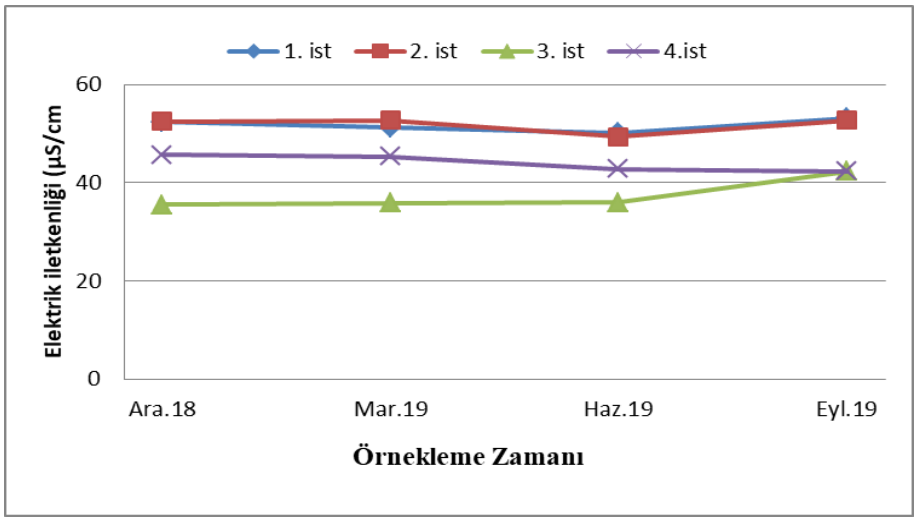
Şekil 9. Çanakkale kıyı şeridi istasyonları çözünmüş oksijen değişimi



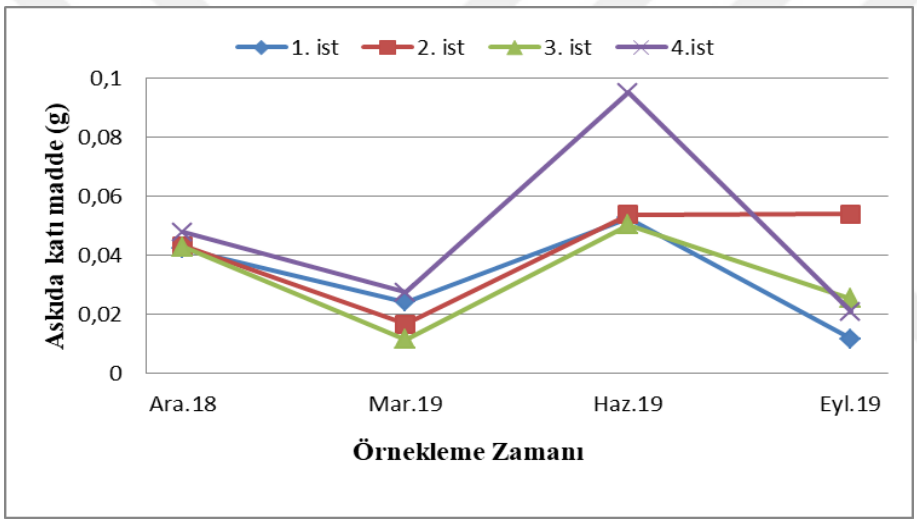
Şekil 10. Çanakkale kıyı şeridi istasyonları biyokimyasal oksijen ihtiyacı değişimi



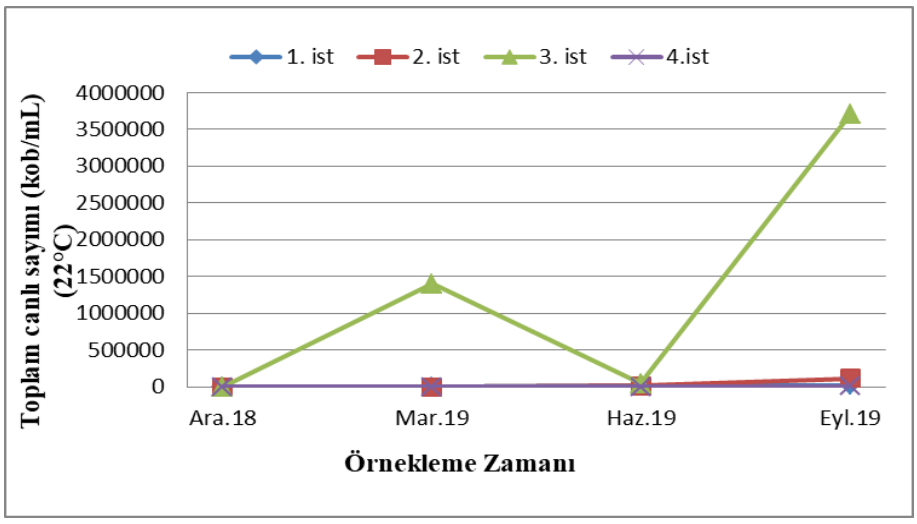
Şekil 11. Çanakkale kıyı şeridi istasyonları pH değişimi



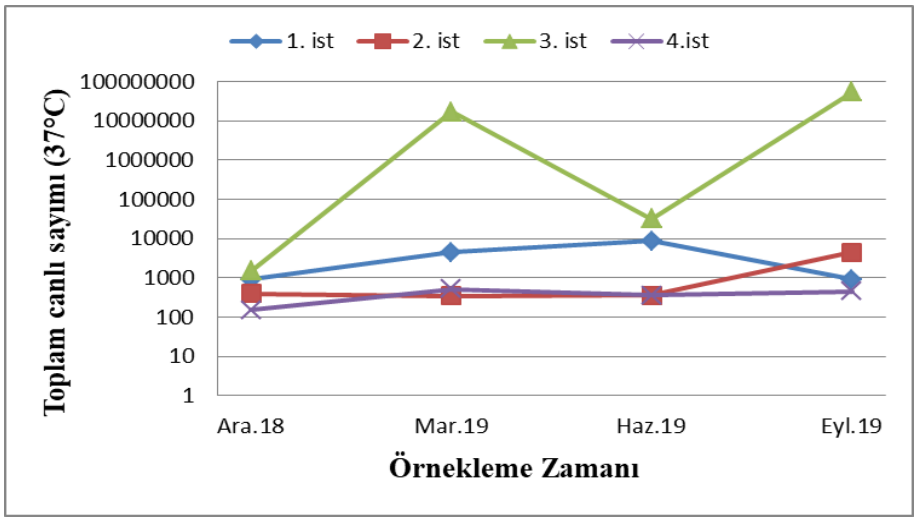
Şekil 12. Çanakkale kıyı şeridi istasyonları elektrik iletkenliği değişimi



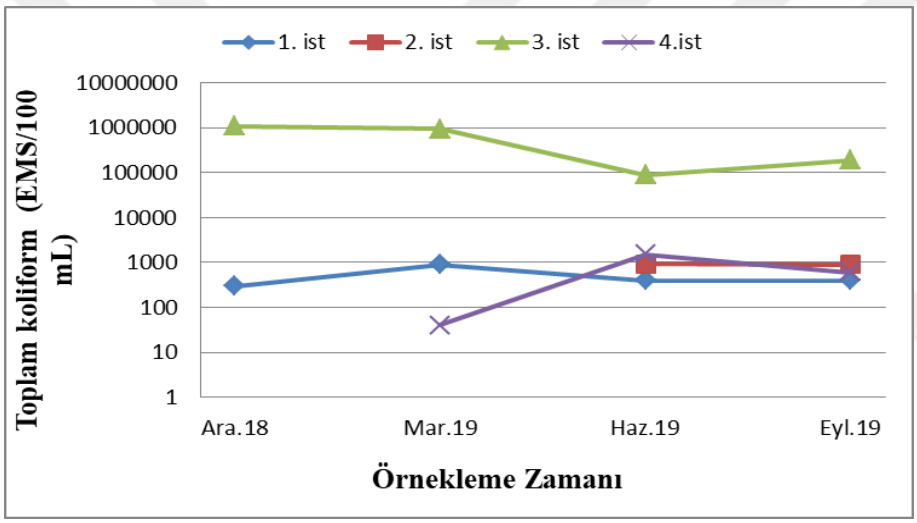
Şekil 13. Çanakkale kıyı şeridi istasyonları askıda katı madde değişimi



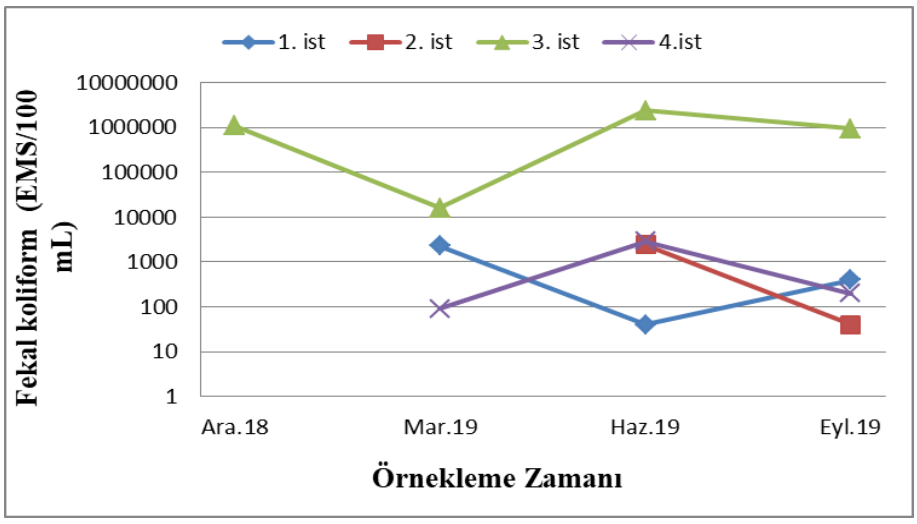
Şekil 14. Çanakkale kıyı şeridi istasyonları toplam canlı sayımı (22°C) değişimi



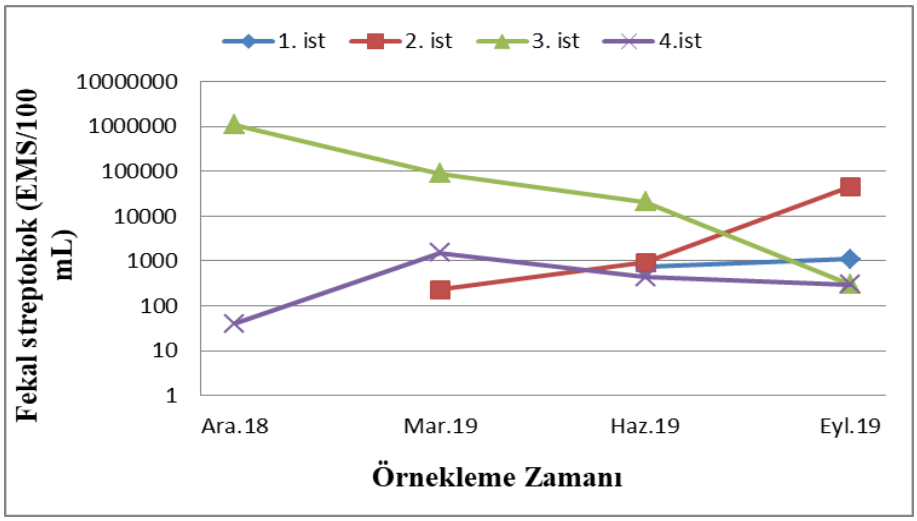
Şekil 15. Çanakkale kıyı şeridi istasyonları toplam canlı sayımı (37°C) değişimi



Şekil 16. Çanakkale kıyı şeridi istasyonları toplam koliform değişimi



Şekil 17. Çanakkale kıyı şeridi istasyonları fekal koliform değişimi



Şekil 18. Çanakkale kıyı şeridi istasyonları fekal streptokok değişimi

Fizikokimyasal ve mikrobiyolojik parametre değerlerinin ortalamaları bir yönlü-varyans analizi ile istatiksel açıdan anlamsız bulunmuştur (Ft > Fh,α: 0,05). Tukey ve LSD testleri sonuçlarına göre de istasyonlar arasında fark grupları oluşmadığı (qt > qh, α: 0,05) saptanmıştır (Tablo 10).

Korelasyon analizine alınan tüm istasyonlar incelendiğinde, sıcaklık değerleri ile pH (r=-0,662), askıda katı madde (r=-0,914) ve fekal koliform (r=-0,502) değerleri arasında negatif yönde önemli derecede korelasyon saptanmıştır. Çözünmüş oksijen değerleri ile elektrik iletkenlik (r=0,577) arasında pozitif, 22 ºC'de toplam canlı sayımı (r=-0,500), 37 ºC'de toplam canlı sayımı (r=-0,500), toplam koliform (r=-0,745) ve fekal streptokok (r=-0,527) değerleri ile ise negatif yönde önemli derecede korelasyon belirlenmiştir. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı değerleri ile 22 ºC'de toplam canlı sayımı (r=-0,675) ve toplam koliform (r=-0,560) değerleri ile negatif yönde önemli derecede korelasyon, pH ile askıda katı madde (r=0,578) değerleri arasında ise pozitif yönde korelasyon saptanmıştır. Elektriksel iletkenlik ile 22 ºC'de toplam canlı sayımı (r=-0,585), 37 ºC'de toplam canlı sayımı (r=-0,586), toplam koliform (r=-0,909), fekal koliform (r=-0,617) ve fekal streptokok (r=-0,662) değerleri arasında, askıda katı madde ile 22 ºC'de toplam canlı sayımı (r=-0,598), 37 ºC'de toplam canlı sayımı (r=-0,598) değerleri arasında negatif yönde önemli derecede korelasyon belirlenmiştir. 22 ºC'de toplam canlı sayımı ile 37 ºC'de toplam canlı sayımı (r=0,997) ve toplam koliform (r=0,575); 37 ºC'de toplam canlı sayımı ile toplam koliform (r=0,587); toplam koliform ile fekal koliform (r=0,734) ve fekal streptokok (r=0,778); fekal koliform ile fekal streptokok (r=0,997) arasında kuvvetli derecede korelasyon saptanmıştır (Tablo 11).

İstasyonlardan alınan su numunelerinde yapılan ölçümlerde, fizikokimyasal parametreler olan sıcaklık değerlerinin minimum 9,8 ºC (III. ve IV. istasyonlarda, aralık örnekleme döneminde) ve maksimum 26,6 ºC (I. istasyonda, eylül örnekleme döneminde), çözünmüş oksijen değerlerinin minimum 7,54 mg/L (II. istasyonda, eylül örnekleme döneminde) ve maksimum 11,86 mg/L (II. istasyonda, haziran örnekleme döneminde), biyokimyasal oksijen ihtiyacı değerlerinin minimum 0,6 mg/L (III. istasyonda, aralık örnekleme döneminde) ve maksimum 13,0 mg/L (I. istasyonda, mart örnekleme döneminde), pH değerlerinin minimum 7,85 (I. istasyonda, mart döneminde) ve maksimum 8,27 mg/L (II. istasyonda, haziran örnekleme döneminde), elektriksel iletkenlik değerlerinin minimum 35,5 µS/cm (III. istasyonda, aralık örnekleme döneminde) ve maksimum 53,2 µS/cm (I. istasyonda, eylül örnekleme döneminde), askıda katı madde değerlerinin ise minimum 0,0116 g (III. istasyonda, mart örnekleme döneminde) ve maksimum 0,0952 g (IV. istasyonda, haziran örnekleme döneminde) aralığında oldukları belirlenmiştir (Tablo 11).

Bakteriyolojik parametreler minimum ve maksimum değerler bakımından incelendiğinde; 22 ºC'de toplam canlı sayımı değerlerinin minimum $15x10^1$ kob/1 mL (III. istasyonda, aralık örnekleme döneminde) ve maksimum $14x10^5$ kob/1 mL (III. istasyonda, mart örnekleme döneminde), 37 ºC'de toplam canlı sayımı değerlerinin minimum $15x10^1$ kob/1 mL (IV. istasyonda, aralık örnekleme döneminde) ve maksimum $54x10^6$ kob/1 mL (III. istasyonda, eylül örnekleme döneminde), toplam koliform değerlerinin minimum 0 (II. istasyonda aralık ve mart; IV. istasyonda aralık örnekleme döneminde) ve maksimum $11x10^5$ EMS/100 mL (III. istasyonda, aralık örnekleme döneminde), fekal koliform değerlerinin minimum 0 (I. ve IV. istasyonda aralık, II. istasyonda aralık ve mart örnekleme döneminde) ve maksimum $24x10^5$ EMS/100 mL (III. istasyonda, haziran örnekleme döneminde) ve fekal streptokok değerlerinin minimum 0 (I. istasyonda aralık ve mart, II. İstasyonda aralık örnekleme döneminde) ve maksimum $11x10^5$ EMS/100 mL (III. istasyonda, aralık örnekleme döneminde) aralığında oldukları saptanmıştır (Tablo 11).

Mevsimsel değişimlerin, yükselen sıcaklıkların yüzey suyunda çözünmüş oksijen seviyelerini azaltması, yetersiz yağışın kirleticilerin daha az seyreltilmesine neden olması, sık sık görülen yağışların yüzeysel akış nedeniyle su kaynağında daha fazla kirlilik ve tortulaşmaya sebep olması gibi sebeplerle su kalitesi üzerindeki etkisi uzun yıllardır bilinen bir gerçektir. Bununla birlikte, antropojenik aktiviteler, jeolojik yapı, toprak durumu ve sızıntı yoluyla kontaminasyon gibi parametrelerle suyun kalitesinde ve bulunabilirliğindeki değişimlerde su kalitesini etkilemektedir (Dhawde ve diğerleri, 2018). Çalışılan

parametrelerin fizikokimyasal ve mikrobiyolojik olarak bu kadar çeşitli seçilmesinin en önemli sebebi su kaynaklarının ve özellikle deniz suyunun bu dinamik yapısıdır.

Su kaynaklarının fiziksel ve kimyasal yapılarının birbirinden farklı çok sayıda parametreden oluşması; jeoloji, coğrafi yapı, mevsimsel ve antropojenik değişimlerin karmaşık bir yapısı olması, bu parametreler bakımından suyun yapısında oluşturulan değişimlerin izlenmesini zorlaştırmaktadır. Bu durum çok sayıda veri setinin karmaşık bir mekanizması konumundaki su kütlelerinin değerlendirilmesinde çok değişkenli istatistik yöntemlerin kullanımını gerekli kılmaktadır. Bu yöntemler tekil elemanlar yerine bütün verileri analiz edebilmekte ve birçok faktörü aynı anda göz önünde bulundurabilmektedir (Mahloch, 1974). Bu nedenle çalışmamızda tek değişkenli istatistik yöntemleri (Anova, Korelasyon) kullanılmıştır. İstatistik yöntemlerin önemli bir bölümünü oluşturan korelasyon analiz, örnekleme bölgelerinden alınan numunelerde fizikokimyasal ve bakteriyolojik parametreler arasındaki ilişkinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Parametreler arasındaki korelasyon oranı 1'e ne kadar yakın ise iki değer arasındaki ilişkinin o kadar kuvvetli olduğunun göstergesidir (Bilgin, 2015).

Tablo 10
Çanakkale kıyı şeridi istasyonlarında saptanan kirlilik parametrelerinin istasyonlara göre Tukey ve LSD testlerine ait fark grupları

Parametreler	**İstasyonlar**					
	I. istasyon	**II. istasyon**	**III. istasyon**	**IV. istasyon**	**Ortalama**	
Sıcaklık (°C)	12,6[a]± 1,83	13,2[a]±2,40	13,45[a]± 0,35	11,2[a]±1,97	12,61[a]± 1,65	Ft>Fh, qt> qh
ÇO (mg/L)	10,525[a]±0,40	10,035[a]±0,07	9,335[a]± 0,021	10,62[a]±0,86	10,12[a] ± 0,65	Ft>Fh, qt> qh
$BOİ_5$ (mg/L)	7,2[a]±8,20	5,25[a]±1,06	1,8[a]±0,424	5,7[a]±3,81	4,76[a] ± 4,26	Ft>Fh, qt> qh
pH	7,95[a]±0,148	7,98[a]±0,084	7,93[a]±0,035	8,07[a]± 0,01	7,98[a]±0,06	Ft>Fh, qt> qh
Eİ (µS/cm)	51,8[a]±0,84	52,6[a]±0,14	35,7[a]±0,28	45,5[a]±0,28	46,4[a]± 7,80	Ft>Fh, qt> qh
AKM (g)	0,032[a]±0,012	0,0479[a]±0,018	0,0326[a]± 0,022	0,041[a]± 0,014	0,038[a]±0,007	Ft>Fh, qt> qh
TCS (22°C) (kob/1 mL)	14420[a] ±12360,82	33197[a]±55601,92	1286537[a]±1735070	3470[a] ±3851,086	334406,12[a]±635202	Ft>Fh, qt> qh
TCS (37°C) (kob/1 mL)	15020[a] ±3705,685	1397,5[a] ±2068,435	71033,49[a]±25452	370[a]±160,62	21955,24[a]±887826	Ft>Fh, qt> qh
TK (EMS/100 mL)	600[a]±424,26	300[a]±519,61	577500[a]±120208,2	535[a]±28,28	578260[a]±449452,2	Ft>Fh, qt> qh
FK (EMS/100 mL)	685[a]±162,34	610[a]±0	1114000[a]±766503,8	797,5[a]±100,16	279023,12[a]±365929,3	Ft>Fh, qt> qh
FS (EMS/100 mL)	462,5[a]±0	11790[a]±162,63	55325[a]±714177,2	567,5[a]±1032,37	17036,25[a]±273377,7	Ft>Fh, qt> qh

*Tukey Testine göre a fark gruplarından birini temsil etmektedir.

Tablo 11
Çanakkale kıyı şeridi istasyonlarına ait korelasyon değerleri

Parametreler	**Sıcaklık**	**ÇO**	**BOİ$_5$**	**pH**	**Eİ**	**AKM**	**TC (22°C)**	**TC (37°C)**	**TK**	**FK**	**FS**
Sıcaklık (°C)	1	-0,112	0,453	- 0,662*	0,281	-0,914*	0,321	0,320	-0,193	-0,502*	-0,484
ÇO (mg/L)		1	0,452	0,219	0,577*	0,328	- 0,500*	- 0,500*	- 0,745*	- 0,489	- 0,527*
BOİ$_5$ (mg/L)			1	-0,312	0,487	-0,236	- 0,675*	- 0,337	- 0,560*	- 0,398	-0,425
pH				1	0,146	0,578*	- 0,350	- 0,351	- 0,341	- 0,123	- 0,146
Eİ (µS/cm)					1	0,122	- 0,585*	-0,586*	-0,909*	- 0,617*	-0,662*
AKM (g)						1	-0,598*	-0,598*	-0,153	0,310	0,272
TCS (22°C) (kob/1 mL)							1	0,997*	0,575*	-0,112	-0,062
TCS (37°C) (kob/1 mL)								1	0,587*	-0,110	-0,061
TK (EMS/100 mL)									1	0,734*	0,778*
FK (EMS/100 mL)										1	0,997*
FS (EMS/100 mL)											1

Çanakkale kıyı şeridi deniz yüzeyi su kalitesinin fizikokimyasal ve mikrobiyolojik parametreler bakımından kapsamlı araştırıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Bu nedenle bu parametrelerle beraber izole edilen bakterilerin farklı direnç profillerinin ve biyofilm gibi virülans faktörlerinin de ortaya konduğu bir çalışma tasarlanmıştır. Fizikokimyasal ve mikrobiyolojik parametrelerin mevsimsel değişimlere bağlı olarak 4 istasyonda da inişler çıkışlar gösterdiği; bununla beraber 3. istasyon olan Kepez beldesinden alınan numunelerde özellikle biyokimyasal oksijen ihtiyacı ve mikrobiyolojik parametreler olan toplam canlı ile toplam koliform, fekal koliform ve fekal streptokok değerleri bakımından çok yüksek değerlerin olduğu görülmektedir. Bu durumun beldede bulunan Kepez limanı ve halk plajı gibi alanların kıyı şeridinde yaratmış olduğu antropojenik baskının bir sonucu olduğu düşünülmektedir.

Rekreasyon amacıyla kullanılan kıyı ve deniz sularının sağlaması gereken standart değerler bakımından istasyonlar incelendiğinde ise yine 3. istasyon olan Kepez beldesinde toplam koliform ve fekal streptokok değerlerinin standart değerlerin çok üstünde oldukları belirlenmiştir.

Yapılan litertür taramalarında Çanakkale kıyı şeridinde fizikokimyasal ve mikrobiyolojik parametrelerin kapsamlı olarak araştırıldığı çalışmaların oldukça sınırlı olduğu görülmektedir. Buna göre;

Türkoğlu ve diğerleri (2004), Çanakkale Boğazı yat limanında mart 2001 ve mart 2002 döneminde fizikokimyasal bazı parametrelerle inorganik besin ve klorofil-a değişimlerini aylık olarak incelemişler, sıcaklık, tuzluluk, pH, iletkenlik ve çözünmüş oksijen değerlerinin belirli aylarda pik yaptıklarını ve tuzluluk ile sıcaklık, çözünmüş oksijen ile sıcaklık, total çözünmüş anyon ve katyon ile sıcaklık arasında negatif yönde; tuzluluk ve iletkenlik ile tuzluluk ve total çözünmüş anyon ve katyon arasında pozitif yönde korelasyon belirlemişlerdir. Ayrıca sudaki madde değişiminin boğazdaki iki yönlü akıntıdan önemli oranda etkilendiğini bildirmişlerdir.

Çardak ve Altuğ (2010), İstanbul Boğazı'nda yaptıkları araştırmalarında sıcaklık değerlerinin 7,00- 26,09 ^{o}C, tuzluluk oranlarının %15,40-33,0 aralığında, pH değerlerinin 8,54-9,58 ve çözünmüş oksijen oranının ise 1,11-8,72 mg/L arasında değiştiğini bildirmişlerdir. İzole edilen enterik bakterilerin %27,28'nin *E. coli* olduğu, fekal koliform oranlarının ise $12x10^3$-$24x10^3$ kob/mL arasında değiştiğini belirtmişlerdir. İndikatör bakterilerle besin değerleri arasında ise herhangi bir korelasyon saptanamamıştır.

Akkan (2013), Giresun kıyı şeridinin fizikokimyasal ve mikrobiyolojik bazı parametreler bakımından kalite düzeyini ortaya koymak için mevsimsel değişimleri

incelemiştir. Buna göre deniz suyu ve sediment kalitesinin fizikokimyasal pek çok parametre bakımından Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nin sınır değerlerini aştığını ve su örneklerinin ötrofik olduklarını bildirmiştir. Ayrıca kıyı şeridinin yüksek koliform, fekal kolifrom ve fekal streptokok oranları sebebiyle halk sağlığı açısından da önemli bir sorun teşkil ettiğini belirtmiştir.

Çardak ve diğerleri (2015b), Antalya Körfezindeki kültüre edilebilen heterotrof bakteri oranlarının $8{,}15x10^6$ ve $2{,}54x10^8$ kob/mL arasında değiştiğini ortaya koymuşlardır.

Kalkan ve Altuğ (2015), Güllük körfezinden aldıkları su numunelerinde en yüksek fekal koliform oranının Haziran ve Ağustos ayları arasında olduğunu bildirmişleridir.

Türetken ve Altuğ (2016), Gökçeada'da kıyısal deniz alanlarında saptamış oldukları yüksek fekal koliform oranının sebebini antrapojenik etmenlere dayandırmışlardır.

Kaçar ve Omuzbüken (2017), Körfezinde 2015 ve 2017 yılları arasında fekal koliform, fekal streptokok ve bazı fizikokimyasal parametreleri incelemişler fizikokimyasal parametrelerle fekal bakteri değerleri arasında negatif korelasyon olduğunu bildirmişlerdir.

Kumar ve diğerleri (2009), Hindistan'ın batı kıyılarındaki su kalitesini inceledikleri çalışmalarında, çözünmüş oksijen ve besin konsantrasyonunun muson yağmurlarıyla artış gösterirken; aynı dönemde tuzluluğun azaldığını ve tuzluluk, nitrat, fosfat, silikat değerleri arasında önemli oranda korelasyon olduğunu bildirmişlerdir.

Jahan ve Strezov (2017), Avustralya'da bazı liman bölgelerinde inceledikleri bazı su kalitesi parametrelerinin (DO, bulanıklık, dışkı koliform) gelgit ile farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuşlardır.

Tanjung ve diğerleri (2019), Endonezya'nın Mimika bölgesinde kıyı sularını bulanıklık, BOİ, NH_3 ve bazı ağır metaller (Hg, As, Cd, Pb, Cu, Zn, Ni ve Cr) bakımından incelemişler ve su kalitesi bakımından çalışılan istasyonları, 3,51 – 6,95 aralığındaki kirlilik indeks değerleri sebebiyle az kirli ve orta kirli olarak iki sınıfa ayırmışlardır. Ayrıca sudaki NO_3, PO_4 ve H_2S elementlerinin yüksek oranlarda olmasının ötrofikasyonu teşvik ettiğini bildirmişlerdir.

Çalışmamızda elde edilen sonuçlar yukarıdaki literatür bilgileriyle benzerlikler göstermektedir. Bununla birlikte Kıtaiçi yerüstü su kalite parametrelerine göre Çanakkale kıyı şeridi su kalite sınıfları Tablo 12'de verilmiştir. Buna göre 3. istasyon hariç tüm istasyonların $BOİ_5$, Eİ, TK VE FK parametreleri bakımından II. kalite (az kirlenmiş su sınıfına), 3. istasyonun ise TK ve FK bakterileri bakımından IV. kalite (çok kirlenmiş su) su sınıfına girdiği tespit edilmiştir.

Tablo 12
Çanakkale kıyı şeridi su kalite sınıfları

Parametre	İstasyonlar				Ortalama
	I	II	III	IV	
Sıcaklık (°C)	12,6 (I)	13,2 (I)	13,45 (I)	11,2 (I)	12,61 (I)
ÇO (mg/L)	10,525 (I)	10,035 (I)	9,335 (I)	10,62 (I)	10,12 (I)
$BOİ_5$ (mg/L)	7,2 (II)	5,25 (II)	1,8 (I)	5,7 (II)	4,76 (II)
pH	7,95 (I)	7,98 (I)	7,93 (I)	8,07 (I)	7,98 (I)
Eİ (µS/cm)	51,8 (II)	52,6 (II)	35,7 (II)	45,5 (II)	46,4 (II)
TK (EMS/100 mL)	600 (II)	300 (II)	577500 (IV)	535 (II)	578260 (IV)
FK (EMS/100 mL)	685 (II-III)	610 (II-III)	1114000 (IV)	797,5 (II-III)	279023,12 (IV)

4.2. Çanakkale İli Kıyı Şeridinde Belirlenen İstasyonlara Ait Ağır Metal Analizi Bulguları

Kıyı şeridinde belirlenen istasyonlardan alınan su numunelerinin bir defaya mahsus yapılmış olan ağır metal analiz sonuçları Tablo 4.8.'de verilmiştir. Buna göre tüm istasyonlardan alınan su numunelerinde Cu^{+2}, Cd^{+2}, Pb^{+2} ve Mn^{+2} değerleri <0,01 mg/L; Cr^{+3} oranı ise tüm istasyonlar için <0,1 mg/L olarak tespit edilmiştir.

Bu değerler bakımından Anonim (2015)'e göre tüm istasyonlar incelendiğinde Cu^{+2}, Cd^{+2}, Pb^{+2} ve Mn^{+2} metalleri bakımından tüm istasyonlar I. kalite Cr^{+3} metali bakımından ise II. kalite su sınıfına dahil olduğu tespit edilmiştir. Bu durum istasyonların metal kirliliği bakımından tehdit altında olmadığını (Cr^{+3} metali hariç) göstermektedir.

Tablo 13
Çanakkale kıyı şeridi istasyonlarına ait ağır metal değerleri

Ağır metal	İstasyonlar			
	I	II	III	IV
Cu^{+2} (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cd^{+2} (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cr^{+3} (mg/L)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Pb^{+2} (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Mn^{+2} (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

4.3. Çanakkale İli Kıyı Şeridinde Belirlenen İstasyonlardan İzolatların Elde Edilmesi

Çalışmamızda su numunelerinden laboratuvar koşullarında bakteri izolasyonları gerçekleştirilmiştir. Her bir istasyondan elde edilen izolatlar ve izole edildikleri mevsimler Tablo 14'da verilmiştir.

Buna göre I. istasyondan 17; II. İstasyondan 15; III. İstasyondan 16 ve IV. istasyondan 20 adet Gram negatif bakteri izolasyonu gerçekleştirilmiştir. İzolasyon çalışmaları için yapılan denemelerde mikroorganizma izolasyonu ve stoklanması için en uygun besiyerinin MHA olduğu belirlenmiş ve tüm izolasyon basamaklarında bu besiyeri kullanılmıştır.

Tablo 14
İzolatların ve izole edildikleri istasyonlar

Örnekleme Zamanı	İstasyonlar			
	I. İstasyon	II. İstasyon	III. İstasyon	IV. İstasyon
Aralık 2018	A1-A8 (n=8)	B1-B4 (n=4)	C1-C3 (n=3)	D1-D2 (n=2)
Mart 2019	A9-A12 (n=4)	B5 (n=1)	C4-C9 (n=6)	D3-D11 (n=9)
Haziran 2019	A13 (n=1)	B6-B11 (n=6)	C10-C12 (n=3)	D12-D17 (n=6)
Eylül 2019	A14-A17 (n=4)	B12-B15 (n=4)	C13-C16 (n=4)	D18-D20 (n=3)
Toplam	**17**	**15**	**16**	**20**

A: I. istasyon izolat kodu; B: II. istasyon izolat kodu; C: III. istasyon izolat kodu; D: IV. istasyon izolat kodu

4.3.1. İzolatların Morfolojik ve Biyokimyasal Karakteristikleri

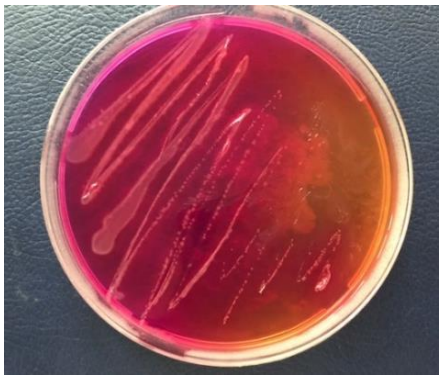
İstasyonlardan alınan su örneklerinden, farklı besiyerlerinde üreme özelliği gösteren ve farklı pigmentasyona sahip izolatların saflaştırmaları yapılmıştır (Şekil 19, Şekil 20, Şekil 21, Şekil 22).



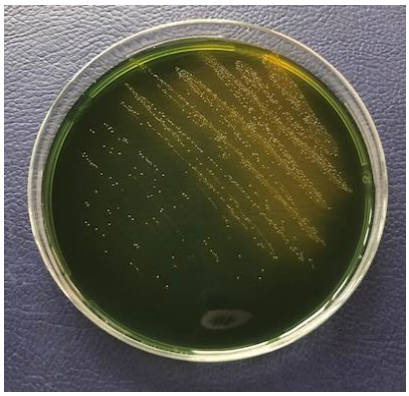
Şekil 19. C4 numaralı izolatın ait EMB agar besiyerindeki görüntüsü



Şekil 20. A4 numaralı izolatın ait GSP agar besiyerindeki görüntüsü



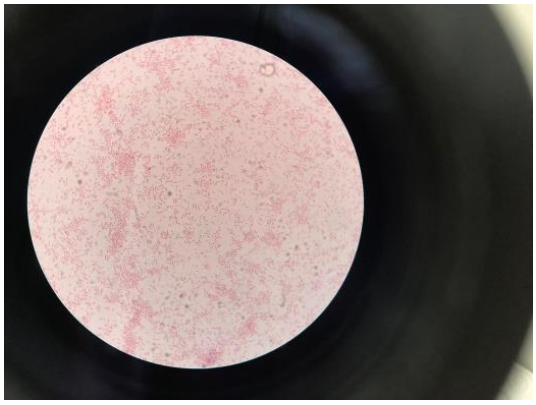
Şekil 21. B3 numaralı izolatın ait Aero-Pseudo Selective agar besiyerindeki görüntüsü



Şekil 22. D15 numaralı izolatın ait TCBS agar besiyerindeki görüntüsü

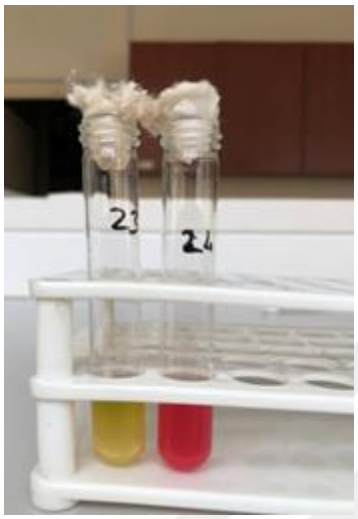
Çalışma konusu biyofilm oluşturma özellikleri yüksek olan Gram (-) bakteriler üzerine yoğunlaştırılmış olup bu amaçla Gram (-) bakteri türlerinin izolasyonuna yönelik seçici besiyerleri izolasyon basamaklarında kullanılmıştır. Mikroskobik ve biyokimyasal analizler sonucunda izolatların morfolojik ve biyokimyasal karakteristikleri ortaya konmaya çalışılmıştır. İzolatların biyokimyasal özelliklerini ortaya koymak için Gram boyama, oksidaz, katalaz, endospor varlığı, indol, sitrat, voges-proskauer, hidrojen sülfit, karbonhidrat fermentasyon testleri yapılmış ve elde edilen bulgular Tablo 15 - 18 ve Şekil 23 – 27'de verilmiştir.

Aralık 2018-Eylül 2019 örnekleme dönemi kapsamında, 1. istasyondan elde edilen izolatların mikroskobik incelemesi sonucunda toplam 17 Gram (-) izolattan 1 izolatın pleomorfik, 2 izolatın kokkobasil ve 14 izolatın basil morfolojiye sahip olduğu belirlenmiştir. A1 izolatına ait Gram boyama görüntüleri Şekil 21'da verilmiştir. İzolatların hiçbirinde endospor yapısı gözlenmezken, oksidaz pozitif 10, katalaz pozitif 17, indol pozitif 5, sitrat pozitif 8, VP pozitif 6, metil red pozitif 10, H_2S pozitif 5, karbonhidrat fermentasyonu pozitif 4 izolat tespit edilmiştir (Tablo 15).



Şekil 23. A1 numaralı izolatın Gram boyama görüntüsü

2. istasyondan elde edilen izolatların mikroskobik incelemesi sonucunda toplam 15 Gram (-) izolattan 2 izolatın kokkobasil ve 13 izolatın basil morfolojiye sahip olduğu belirlenmiştir. İzolatların hiçbirinde endospor yapısı gözlenmezken, oksidaz pozitif 10, katalaz pozitif 12, indol pozitif 3, sitrat pozitif 8 VP pozitif 4 (Şekil 24), metil red pozitif 7, H_2S pozitif 3 (Şekil 25), karbonhidrat fermentasyonu pozitif 2 izolat tespit edilmiştir (Tablo 16).

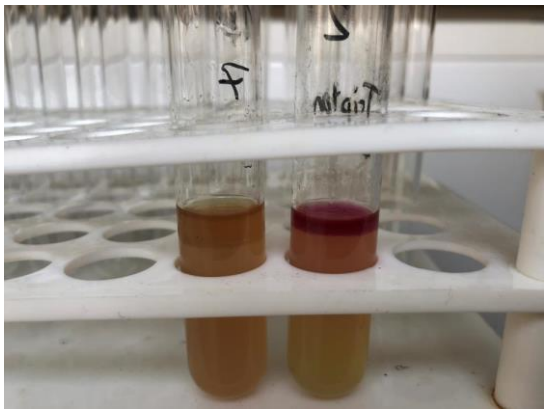


Şekil 24. B5 ve B10 numaralı izolatların VP testi görüntüsü



Şekil 25. B1, C7, D3 ve C10 numaralı izolatların H_2S üretimi testi görüntüsü

3. istasyondan elde edilen 16 Gram (-) izolatın tamamında endospor yapısı gözlenmezken, 3 izolatın kokkobasil ve 13 izolatın basil morfolojiye sahip olduğu, 8 izolatın oksidaz pozitif, 16 izolatın ise katalaz pozitif, 8 izolatın indol testi bakımından pozitif (Şekil 26), 9 izolatın sitrat testine pozitif (Şekil 27), 7 izolatın VP testine pozitif, 9 izolatın metil red testine pozitif, 8 izolatın H_2S testine pozitif, 11 izolatın ise karbonhidrat fermentasyonu testine pozitif sonuç verdikleri gözlenmiştir (Tablo 17).



Şekil 26. C12 ve C8 numaralı izolatların indol testi görüntüsü



Şekil 27. C4 ve C1 numaralı izolatların sitrat testi görüntüsü

4. istasyondan elde edilen izolatların mikroskobik incelemesi sonucunda toplam 20 Gram (-) izolattan 7 izolatın kokkobasil ve 13 izolatın basil morfolojiye sahip olduğu belirlenmiştir. İzolatların hiçbirinde endospor yapısı gözlenmezken, oksidaz pozitif 6, katalaz pozitif 20, indol pozitif 13, sitrat pozitif 14, VP pozitif 10, metil red pozitif 9, H_2S pozitif 8 (Şekil 25), karbonhidrat fermentasyonu pozitif 11 izolat tespit edilmiştir (Tablo 18).

Tablo 15
I. istasyondan elde edilen izolatların kültürel karakteristikleri

Örnekleme Zamanı	İzolat no	Besiyeri	Koloni rengi	Gram reaksiyonu	Morfoloji	Endospor	Biyokimyasal özellikler										
							Oksidaz	Katalaz	İndol	Sitrat	VP	Metil red	H_2S			Fenol testi	
													Dip	Yüzey	Gaz	Renk	Gaz
Aralık 2018	**A1**	TCBS	Krem	-	Pleomorfik	-	+	+	-	-	+/-	+/-	Kırmızı	Kırmızı	-	Kırmızı	-
	A2	IBA	Açık Sarı	-	Basil	-	+	+	+/-	-	-	+/-	Kırmızı	Kırmızı	-	Kırmızı	+
	A3	EMB	Beyaz	-	Basil	-	+	+	+/-	+	-	+/-	Kırmızı	Kırmızı	-	Kırmızı	-
	A4	APA	Pembe	-	Kokkobasil	-	+	+	+/-	-	-	+/-	Kırmızı	Kırmızı	-	Kırmızı	-
	A5	MCA	Pembe	-	Basil	-	-	+	+/-	+	-	+/-	Kırmızı	Kırmızı	-	Kırmızı	-
	A6	APA	Sarı	-	Basil	-	+	+	-	+	-	+	Kırmızı	Kırmızı	-	Kırmızı	+
	A7	SSA	Sarı	-	Basil	-	+	+	+/-	+	-	+	Siyah	Siyah	-	Kırmızı	+
	A8	BGA	Beyaz	-	Basil	-	+	+	+/-	-	-	+	Sarı	Sarı	-	Kırmızı	+
Mart 2019	**A9**	EMB	Siyah	-	Basil	-	-	+	+	+	-	+	Siyah	Sarı	+	Sarı	+
	A10	MCA	Pembe	-	Basil	-	-	+	+	-	+	+	Sarı	Sarı	+	Sarı	+
	A11	MCA	Turuncu	-	Kokkobasil	-	-	+	-	-	+	+	Siyah	Kırmızı	+	Kırmızı	+
	A12	TCBS	Koyu Sarı	-	Basil	-	+	+	+	+	+	+	Siyah	Sarı	-	Sarı	+
Haziran 2019	**A13**	EMB	Pembe	-	Basil	-	-	+	+		+	-	Siyah	Kırmızı	+	Kırmızı	+
Eylül 2019	**A14**	EMB	Pembe	-	Basil	-	-	+	+	+	+	+	Kırmızı	Kırmızı	-	Kırmızı	-
	A15	APA	Pembe	-	Basil	-	+	+	+	+	+	+	Kırmızı	Kırmızı	-	Kırmızı	-
	A16	EMB	Mor	-	Basil	-	-	+	+	-	-	+	Kırmızı	Kırmızı	-	Sarı	+
	A17	IBA	Krem	-	Basil	-	+	+	-	-	-	-	Kırmızı	Kırmızı	-	Kırmızı	-

VP: Voges Proskauer Testi; APA: Aero-Pseudo Selective Agar; BGA; Brilliant Green Agar; EMB Agar: Eosin Methylen Blue Agar; IBA: Inositol Brilliant Agar; MCA: Mac Konkey Agar; SSA: Salmonella-Shigella Agar; TCBS Agar: Thiosulfate Citrate Bile Sucrose Agar

Tablo 16
II. istasyondan elde edilen izolatların kültürel karakteristikleri

Örnekleme Zamanı	İzolat no	Besiyeri	Koloni rengi	Gram reaksiyonu	Morfoloji	Endospor	Biyokimyasal özellikler										
							Oksidaz	Katalaz	İndol	Sitrat	VP	Metil red	H_2S			Fenol testi	
													Dip	Yüzey	Gaz	Renk	Gaz
	B1	IBA	Krem	-	Basil	-	+	+	-	-	+/-	+/-	Kırmızı	Kırmızı	-	Kırmızı	-
Aralık	**B2**	TCBS	Yeşil	-	Basil	-	+	-	+/-	-	-	+/-	Kırmızı	Kırmızı	-	Kırmızı	+
2018	**B3**	APA	Pembe	-	Basil	-	+	+	+/-	+	-	+/-	Kırmızı	Kırmızı	-	Kırmızı	-
	B4	BGA	Pembe	-	Kokkobasil	-	-	+	-	-	-	+/-	Kırmızı	Kırmızı	-	Kırmızı	-
Mart 2019	**B5**	EMB	Siyah	-	Basil	-	-	+	+/-	+	-	+/-	Kırmızı	Kırmızı	-	Kırmızı	-
	B6	SSA	Pembe	-	Basil	-	-	+	-	+	-	+	Kırmızı	Kırmızı	-	Kırmızı	+
	B7	IBA	Krem	-	Basil	-	+	+	+/-	+	-	+	Siyah	Siyah	-	Kırmızı	+
Haziran	**B8**	MCA	Pembe	-	Basil	-	-	-	+/-	-	-	+	Sarı	Sarı	-	Kırmızı	+
2019	**B9**	APA	Kırmızı	-	Basil	-	+	+	+	+	-	+	Siyah	Sarı	+	Sarı	+
	B10	APA	Pembe	-	Basil	-	+	+	+	-	+	+	Sarı	Sarı	+	Sarı	+
	B11	BGA	Sarı	-	Kokkobasil	-	+	-	-	-	+	+	Siyah	Kırmızı	+	Kırmızı	+
	B12	TCBS	Hardal	-	Basil	-	+	+	-	-	-	-	Kırmızı	Kırmızı	-	Kırmızı	-
Eylül	**B13**	EMB	Pembe	-	Basil	-	+	+	-	+	-	-	Kırmızı	Kırmızı	-	Kırmızı	-
2019	**B14**	EMB	Pembe	-	Basil	-	-	+	+	+	+	-	Kırmızı	Kırmızı	-	Kırmızı	-
	B15	APA	Pembe	-	Basil	-	+	+	+	+	+	+	Kırmızı	Kırmızı	-	Kırmızı	-

Tablo 17
III. istasyondan elde edilen izolatların kültürel karakteristikleri

Örnekleme Zamanı	İzolat no	Besiyeri	Koloni Rengi	Gram reaksiyonu	Morfoloji	Endospor	Biyokimyasal özellikler										
							Oksidaz	Katalaz	İndol	Sitrat	VP	Metil red	H_2S			Fenol testi	
													Dip	Yüzey	Gaz	Renk	Gaz
Aralık 2018	**C1**	MCA	Koyu Pembe	-	Kokkobasil	-	-	+	-	-	-	+/-	Siyah	Siyah	-	Kırmızı	+
	C2	EMB	Parlak Yeşil	-	Basil	-	-	+	+/-	-	-	+/-	Sarı	Sarı	-	Sarı	+
	C3	EMB	Koyu Mor	-	Basil	-	-	+	+	+	+/-	+	Sarı	Sarı	+	Sarı	+
Mart 2019	**C4**	EMB	Parlak Yeşil	-	Basil	-	-	+	+	+	+	+	Siyah	Sarı	+	Sarı	+
	C5	IBA	Turuncu	-	Basil	-	+	+	+	+	+	+	Siyah	Sarı	-	Sarı	+
	C6	TCBS	Yeşil	-	Kokkobasil	-	+	+	-	+	+	+	Siyah	Sarı	+	Sarı	+
	C7	TCBS	Sarı	-	Basil	-	+	+	-	+	+	+	Sarı	Kırmızı	-	Sarı	+
	C8	APA	Pembe	-	Basil	-	+	+	+	+	-	+	Siyah	Sarı	+	Sarı	+
	C9	APA	Açık Pembe	-	Basil	-	+	+	-	+	-	+	Siyah	Sarı	+	Sarı	+
Haziran 2019	**C10**	SSA	Krem	-	Kokkobasil	-	-	+	-		-	-	Siyah	Kırmızı	+	Sarı	+
	C11	MCA	Pembe	-	Basil	-	-	+	+		+	+	Siyah	Sarı	+	Sarı	+
	C12	EMB	Parlak Yeşil	-	Basil	-	-	+	-		-	-	Sarı	Kırmızı	+	Sarı	+
Eylül 2019	**C13**	TCBS	Yeşil	-	Basil		+	+	+	+	+	-	Kırmızı	Kırmızı	-	Kırmızı	-
	C14	EMB	Mor	-	Basil	-	+	+	+	-	-	+	Kırmızı	Kırmızı	-	Kırmızı	-
	C15	APA	Pembe	-	Basil	-	-	+	-	-	-	-	Kırmızı	Kırmızı	-	Kırmızı	-
	C16	IBA	Krem	-	Basil	-	+	+	+	+	+	-	Kırmızı	Kırmızı	-	Kırmızı	-

Tablo 18
IV. istasyondan elde edilen izolatların kültürel karakteristikleri

Örnekleme Zamanı	İzolat no	Besiyeri	Koloni rengi	Gram reaksiyonu	Morfoloji	Endospor	Biyokimyasal özellikler										
							Oksidaz	Katalaz	İndol	Sitrat	VP	Metil red	H_2S			Fenol testi	
													Dip	Yüzey	Gaz	Renk	Gaz
Aralık 2018	**D1**	MCA	Pembe	-	Basil	-	-	+	+	+	+	+	Siyah	Sarı	-	Sarı	+
	D2	EMB	Pembe	-	Kokkobasil	-	-	+	+	+	+	+	Sarı	Siyah	+	Sarı	+
Mart 2019	**D3**	EMB	Mor	-	Basil	-	-	+	+	+	+	+	Siyah	Sarı	+	Kırmızı	+
	D4	SSA	Turuncu	-	Basil	-	-	+	-	+	-	-	Kırmızı	Siyah	+	Kırmızı	-
	D5	IBA	Sarı	-	Kokkobasil	-	+	+	+	+	+	+	Sarı	Sarı	-	Sarı	+
	D6	MCA	Pembe	-	Basil	-	-	+	+	+	+	-	Siyah	Sarı	+	Sarı	+
	D7	TCBS	Siyah	-	Basil	-	+	+	+	+	-	+	Siyah	Sarı	+	Sarı	+
	D8	SSA	Pembe	-	Basil	-	-	+	+	+	-	+	Siyah	Siyah	-	Sarı	+
	D9	IBA	Sarı	-	Kokkobasil	-	+	+	+	+	+	+	Siyah	Sarı	+	Sarı	+
	D10	IBA	Beyaz	-	Basil	-	+	+	+	+	+	+	Siyah	Siyah	+	Sarı	+
	D11	MCA	Pembe	-	Basil	-	-	+	-	+	+	-	Siyah	Sarı	+	Kırmızı	+
Haziran 2019	**D12**	SSA	Krem	-	Basil	-	-	+	-	-	-	-	Kırmızı	Kırmızı	-	Kırmızı	-
	D13	SSA	Pembe	-	Kokkobasil	-	-	+	+	-	-	-	Kırmızı	Kırmızı	+	Kırmızı	+
	D14	MCA	Sarı	-	Kokkobasil	-	-	+	+	-	-	+	Sarı	Sarı	+	Sarı	+
	D15	TCBS	Yeşil	-	Kokkobasil	-	+	+	-	-	-	-	Sarı	Sarı	-	Kırmızı	+
	D16	EMB	Pembe	-	Basil	-	-	+	-	-	-	-	Sarı	Sarı	+	Sarı	+
	D17	EMB	Mor	-	Kokkobasil	-	-	+	-	-	-	-	Sarı	Kırmızı	+	Sarı	+
Eylül 2019	**D18**	IBA	Krem	-	Basil	-	-	+	+	+	+	-	Kırmızı	Kırmızı	-	Kırmızı	-
	D19	IBA	Krem	-	Basil	-	+	+	-	+	-	-	Kırmızı	Kırmızı	-	Kırmızı	-
	D20	EMB	Pembe	-	Basil	-	-	+	+	+	+	-	Kırmızı	Kırmızı	-	Kırmızı	-

Kültürel yöntemler kullanılarak izolatların bazı biyokimyasallar özellikleri ortaya konmuş ve tür düzeyinde tanımlamalarını yapmak amacıyla Microgen™ GnA+B-ID Tanımlama Sistemi kullanılmıştır (Şekil 28). Microgen™ GnA+B-ID Tanımlama Sistemi reaksiyon İçerikleri Tablo 19'de verilmiştir. Microgen™ GnA+B-ID Tanımlama Sistemi ile yapılan analizler sonucunda izolatların benzerlik gösterdikleri bakteriyel tür isimleri Tablo 20'de verilmiştir.



Şekil 28. A2, B7, C8, D13 izolatların Microgen test kiti görüntüsü

Tanımlama testi sonucunda I. istasyondan 1 adet *Shewanella putrefaciens,* 1 adet *Plesiomonas shigelloides,* 3 adet *Pseudomonas aeruginosa,* 2 adet *Enterobacter aerogenes,* 3 adet *Aeromonas hydrophila,* 3 adet *Escherichia coli*, 1 adet *Vibrio alginolyticus,* 1 adet *E. cloacae*, 1 adet *Klebsiella oxytoca,* 1 adet *Pantoea agglomerans*; 2. istasyondan 2 adet *P. shigelloides,*1 adet *Vibrio parahaemolyticus,* 4 adet *P. aeruginosa, 1 adet Burkholderia pseudomallei,* 1 adet *Escherichia coli,* 1 adet *K. pneumoniae,* 1 adet *E. aerogenes,* 1 adet *Proteus vulgaris,* 1 adet *P. agglomerans*, 1 adet *K. oxytoca,*1 adet *A.hydrophila;* 3. istasyondan 2 adet *E. aerogenes,* 4 adet *E. coli,* 2 adet *A. hydrophila,* 1 adet *V. parahaemolyticus,* 2 adet *P. agglomerans,* 3 adet *P. aeruginosa,* 1 adet *K. pneumoniae,* 1 adet *K. oxytoca,* 4. istasyondan 3 adet *E. aerogenes,* 3 adet *K. oxytoca,* 3 adet *E. coli,* 4 adet *K. pneumoniae,* 3 adet *P. shigelloides,* 2 adet *V. parahaemolyticus,* 1 adet *Salmonella typhimurium* ve 1 adet *P. aeruginosa* bakterisine yüksek oranda benzerlik gösteren toplam 68 Gram negatif izolat elde edilmiştir (Tablo 20).

Gram negatif bakteriler taşıdıkları biyokimyasal ve fizyolojik uyum mekanizmaları sebebiyle denizel ekosistemlerinin önemli bir parçası konumundadır. Deniz ekosistemi açısından bakıldığında kıyı şeridi, deniz yüzeyi ya da derin deniz tabakası gibi farklı habitatları kendine mesken tutmuşlardır (Omuzbüken, 2016). Bu bilgiler ışığında çalışmamız da kıyı şeridinden bakteri izolasyonu Gram negatif bakterilerle sınırlandırılmıştır.

Son yıllarda, kıyısal deniz sularının ve sahillerindeki bakteriyel kirlenmenin artması, rekreasyon işlevlerini sınırlayan ve halk sağlığı tehdit eden küresel bir sorun haline gelmiştir (Clark ve diğerleri, 2003). Kıyısal deniz sularının ve sahiller için başlıca bakteri kirliliği kaynakları, atık su akıntıları, nehirler, tarımsal ve kentsel akış, yoğun yağış olaylarından sonra oluşan yüzeysel akış, kuş vb. hayvanların atıkları ve rekreasyonel faaliyetlerdir (Edge ve Hill 2007). Fekal bakteriler ile birlikte, normal yaşam alanı deniz ortamı olmayan potansiyel patojen bakteriler de deniz suyuna ve sahillere lokalize olmaktadır (Bonilla ve diğerleri, 2007). *A. hydrophila, Campylobacter* spp., *Clostridium perfringens, K. pneumoniae, Neisseria* spp., *P. aeruginosa, Salmonella* spp., *Shigella* spp., *Staphylococcus aureus* deniz ve sahil bölgelerinden en yoğun şekilde izole edilen patojen bakteri grupları olmuşlardır (Kueh ve diğerleri, 1995; Gabutti ve diğerleri, 2000; Elmanama ve diğerleri, 2005; Heaney ve diğerleri, 2009). Bu ve diğer patojen bakterilerin rekreasyonel deniz suyu ve sahil kumlarında bulunması yüzme, avlanma vb. amaçlarla deniz suyunu kullanan kişiler için potansiyel tehlike teşkil eder, yani potansiyel bir hastalığa yol açar (Elmir ve diğerleri, 2007). Deniz suyunda yüzmek ve patojenik bakterilerle kirlenmiş plajda rekreasyonel aktiviteler cilt, göz, kulak veya burun enfeksiyonu, gastroenterit, hepatit, menenjit, salmonelloz, şigelloz, solunum hastalıkları, dermatit ve mikoz oluşumuna neden olabilir (Kueh ve diğerleri, 1992; Stewart ve diğerleri, 2008). Dünya çağında kıyı bölgelerinden her yıl 250 milyondan fazla gastroenterit vakası, 50 milyon solunum yolu vakası ve 5 - 10 milyon hepatit vakası bildirilmektedir (Yamahara ve diğerleri, 2009).

Tablo 19
Microgen^{TM} GnA+B-ID Tanımlama Sistemi Reaksiyon İçerikleri

Kuyu No	**Reaksiyon**	**Pozitif**	**Negatif**
1	Lizin	Yeşil/Mavi	Sarı
2	Ornitin	Mavi	Sarı/Yeşil
3	H2S	Kahverengi/Siyah	Saman
4	Glukoz	Sarı	Mavi/Yeşil
5	Mannitol		
6	Ksiloz		
7	ONPG	Sarı	Renksiz
7a	Nitrat (oksidaz pozitif bakteriler için)	Kırmızı	Renksiz/Sarı
7b	Nitrat (oksidaz pozitif bakteriler için)	Renksiz/Sarı	Kırmızı
8	İndol	Pembe/Kırmızı	Renksiz
9	Üreaz	Koyu Pembe	Saman renginde pembe renge geçiş
10	VP	Koyu Pembe/Kırmızı	renzksiz yada soluk pembe
11	Sitrat	Mavi	Sarı/Yeşil
12	TDA	Kiraz kırmızısı	Saman rengi
13	Jelatin	Siyah	Renksiz
14	Malonat	Mavi	Sarı
15	İnositol	Sarı	Mavi
16	Sorbitol		
17	Ramnoz		
18	Sukroz		
19	Laktoz		
20	Arabinoz		
21	Adonitol		
22	Rafinoz		
23	Salisin		
24	Arjinin	Yeşil/ Mavi Mavi	Sarı Sarı/Yeşil

Tablo 20
İzolatların GNA+B Biyokimyasal Test Kiti Sonuçları

İzolat No	Bakteri adı	Familya	Benzerlik oranı	İzolat No	Bakteri adı	Familya	Benzerlik oranı
A1	*Shewanella putrefaciens*	Shewanellaceae	%98,25	**B1**	*Plesiomonas shigelloides*	Plesiomonodaceae	%87,48
A2	*Plesiomonas shigelloides*	Plesiomonodaceae	%87,45	**B2**	*Vibrio parahaemolyticus*	Vibrionaceae	%100
A3	*Pseudomonas aeruginosa*	Pseudomonadaceae	%92,45	**B3**	*Pseudomonas aeruginosa*	Pseudomonadaceae	%100
A4	*Pseudomonas aeruginosa*	Pseudomonadaceae	%89,63	**B4**	*Burkholderia pseudomallei*	Burkholderiaceae	%100
A5	*Enterobacter aerogenes*	Enterobacteriaceae	%87,65	**B5**	*Escherichia coli*	Enterobacteriaceae	%98,87
A6	*Aeromonas hydrophila*	Aeromonadaceae	%98,91	**B6**	*Klebsiella pneumoniae*	Enterobacteriaceae	%87,47
A7	*Aeromonas hydrophila*	Aeromonadaceae	%88,55	**B7**	*Plesiomonas shigelloides*	Plesiomonodaceae	%97,48
A8	*Pseudomonas aeruginosa*	Pseudomonadaceae	%97,47	**B8**	*Enterobacter aerogenes*	Enterobacteriaceae	%88,55
A9	*Escherichia coli*	Enterobacteriaceae	%89,25	**B9**	*Pseudomonas aeruginosa*	Pseudomonadaceae	%97,47
A10	*Enterobacter aerogenes*	Enterobacteriaceae	%92,52	**B10**	*Pseudomonas aeruginosa*	Pseudomonadaceae	%89,25
A11	*Escherichia coli*	Enterobacteriaceae	%94,78	**B11**	*Proteus vulgaris*	Enterobacteriaceae	%98,73
A12	*Vibrio alginolyticus*	Vibrionaceae	%77,36	**B12**	*Pantoea agglomerans*	Enterobacteriaceae	%89,47
A13	Enterobacter cloacae	Enterobacteriaceae	%98,71	**B13**	*Pseudomonas aeruginosa*	Pseudomonadaceae	%98,73
A14	*Klebsiella oxytoca*	Enterobacteriaceae	%98,57	**B14**	*Klebsiella oxytoca*	Enterobacteriaceae	%84,73
A15	*Aeromonas hydrophila*	Aeromonadaceae	%95,85	**B15**	*Aeromonas hydrophila*	Aeromonadaceae	%87,48
A16	*Escherichia coli*	Enterobacteriaceae	%98,73				
A17	*Pantoea agglomerans*	Enterobacteriaceae	%84,73				

Tablo 20'nin devamı

İzolat No	Bakteri adı	Familya	Benzerlik oranı	İzolat No	Bakteri adı	Familya	Benzerlik oranı
C1	*Enterobacter aerogenes*	Enterobacteriaceae	%98,73	**D1**	*Enterobacter aerogenes*	Enterobacteriaceae	%91,36
C2	*Escherichia coli*	Enterobacteriaceae	%87,25	**D2**	*Klebsiella oxytoca*	Enterobacteriaceae	%97,86
C3	*Escherichia coli*	Enterobacteriaceae	%95,52	**D3**	*Escherichia coli*	Enterobacteriaceae	%98,89
C4	*Escherichia coli*	Enterobacteriaceae	%98,37	**D4**	*Klebsiella pneumoniae*	Enterobacteriaceae	%99,01
C5	*Aeromonas hydrophila*	Aeromonadaceae	%89,75	**D5**	*Plesiomonas shigelloides*	Plesiomonodaceae	%98,01
C6	*Vibrio parahaemolyticus*	Vibrionaceae	%98,36	**D6**	*Enterobacter aerogenes*	Enterobacteriaceae	%99,36
C7	*Pantoea agglomerans*	Enterobacteriaceae	%97,35	**D7**	*Vibrio parahaemolyticus*	Vibrionaceae	%97,45
C8	*Pseudomonas aeruginosa*	Pseudomonadaceae	%95,45	**D8**	*Klebsiella pneumoniae*	Enterobacteriaceae	%98,45
C9	*Pseudomonas aeruginosa*	Pseudomonadaceae	%87,52	**D9**	*Plesiomonas shigelloides*	Plesiomonodaceae	%97,64
C10	*Klebsiella pneumonia*	Enterobacteriaceae	%94,25	**D10**	*Plesiomonas shigelloides*	Plesiomonodaceae	%89,64
C11	*Enterobacter aerogenes*	Enterobacteriaceae	%97,35	**D11**	*Enterobacter aerogenes*	Enterobacteriaceae	%89,12
C12	*Escherichia coli*	Enterobacteriaceae	%96,45	**D12**	*Klebsiella pneumoniae*	Enterobacteriaceae	%94,37
C13	*Pantoea agglomerans*	Enterobacteriaceae	%98,73	**D13**	*Klebsiella pneumoniae*	Enterobacteriaceae	%97,45
C14	*Pseudomonas aeruginosa*	Pseudomonadaceae	%98,71	**D14**	*Salmonella typhimurium*	Enterobacteriaceae	%98,84
C15	*Klebsiella oxytoca*	Enterobacteriaceae	%98,36	**D15**	*Vibrio parahaemolyticus*	Vibrionaceae	%91,36
C16	*Aeromonas hydrophila*	Aeromonadaceae	%96,45	**D16**	*Escherichia coli*	Enterobacteriaceae	%98,36
				D17	*Escherichia coli*	Enterobacteriaceae	%97,35
				D18	*Klebsiella oxytoca*	Enterobacteriaceae	%87,25
				D19	*Pseudomonas aeruginosa*	Pseudomonadaceae	%93,36
				D20	*Klebsiella oxytoca*	Enterobacteriaceae	%94,12

Yüzme sularındaki patojen bakteri varlığı sadece kirlilik etmenlerine bağlı değildir. Daha önce yapılan bir çalışmada, banyo yapanların ciltleri yoluyla su kolonuna çok sayıda patojen bakteri, özellikle de *S. aureus* döküldüğü ve yüzme ile ilişkili hastalıkların, bakteri kontaminasyon kaynağının yokluğunda bile, mikrobiyal su kalitesiyle ilişkili olduğu görülmüştür (Elmir ve diğerleri, 2007). Potansiyel olarak patojen bakterilerin yüzey sediment tabakasından gelgit hareketleri, rüzgarlar, fırtınalar ve rekreasyonel faaliyetlerle hareketi sebebiyle yeniden su içinde yoğunluğunun yükselmesi sebebiyle enfeksiyon riskinde artış olabilir (Craig ve diğerleri, 2002). Ayrıca sudaki bu fiziki hareketler sebebiyle sudaki mikrobiyal patojenler aerosol haline gelebilir ve hastalık partiküllerin solunması ile yayılabilir (Dutka ve Kwani, 1978). Kirli plaj kumu ile uzun süreli temas, potansiyel olarak daha yüksek patojen yoğunluğu nedeniyle plaj ziyaretçileri için suya maruz kalmaktan daha büyük bir tehdit olabilir. Yoğun olarak kullanılan rekreasyon alanları kumu, patojenlerin kişiden kişiye bulaşmasına (örneğin, dermatofitlere) olanak sağlamaktadır (Field ve Samadpour, 2007).

Dünya Sağlı Örgütü (Ashbolt ve diğerleri, 2001) verilerine göre deniz kıyı şeridi ve plaj suyu kalitesi değerlendirme standartları tipik olarak fekal koliformlar ve streptokoklar gibi fekal indikatör bakteri sayısına dayanmaktadır. Fakat deniz suyu ve sahillerinde elde edilen fekal kontaminant bakterilerle patojen bakteriler arasında yeterli düzeyde korelasyonun tespit edilememiş olması bu gibi alanlarda fekal koliform ve streptokok değerlerinin yanında patojen bakteri varlığının araştırılmasınıda gerekli kılmaktadır (Yamahara ve diğerleri, 2009; Zbigniew ve diğerleri, 2014).

Rekreasyonal amaçlı kullanılan kıyı suları halk sağlığı açısından tehlikeli olabilecek patojenik olmayan ve potansiyel olarak patojenik bakterilerin bir karışımını içermektedir. (Abdallah ve diğerleri, 2005,). Pekçok farklı çalışmada potansiyel insan patojeni pek çok bakteri farklı rekreasyonel deniz sularından ve kıyı sahillerinin kumlarından izole edilmiştir (Kueh ve diğerleri, 1995; Stewart ve diğerleri, 2008).

Kueh ve diğerleri (1992), deniz suyunda bulunan heterotrofik bakterilerin ve *Vibrio* sp. üyesi bakterilerin %0,4-40 aralığında olduğunu, özellikle *Vibrio* sp. üyesi bakterilerin fekal kirliliğe bağlı olmadan deniz doğal flora üyesi olarak ortamda bulunduklarını belirtmişlerdir.

Dünyanın farklı denizel kıyı şeridi alanlarında yapılan çalışmalarda benzer şekilde *P. aeruginosa, Salmonella* spp. ve *S. aureus* vb. bakteri varlığı bildirilmiştir (Clark ve diğerleri, 2003; Abdallah ve diğerleri, 2005, Elmanama ve diğerleri, 2005; Stewart ve diğerleri, 2008),

Zbigniew ve diğerleri (2014), Baltık denizinde Ustka plajında yapmış oldukları çalışmalarında *Aeromonas* sp., *P. aeruginosa*, *Staphylococcus* sp. ve *Vibrio* genusu üyesi patojen bakterileri izole etmişler ve özellikle *Aeromonas* sp., genusu üyesi bakterilerin incelenen dört grup arasında en yüksek orana sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Ülkemizde ise denizel alanların bakteriyal çeşitliliğinin ortaya konduğu pekçok çalışma bulunmaktadır (İnce ve diğerleri, 2006; Aslan Yılmaz, 2008; Cetecioglu ve diğerleri, 2009; Altuğ ve diğerleri, 2011, 2013a, b). Ayrıca bu çalışmalarda Suriye, Lübnan ve Türkiye kıyılarında Aeromonadales, Enterobacteriaceae, Staphylococcaceae, Enterobacteriaceae, Pseudomonadaceae familyalarını kapsayan Gama Proteobacteria üyelerinin yoğunluk gösterdiği de bildirilmiştir.

Altuğ ve diğerleri (2011), Ege Denizi'nin kuzeyi ve Marmara Denizi'nin güneyinde belirledikleri örnekleme alanlarındaki biyoçeşitliliği ortaya koyduklatı çalışmalarında 10 farklı familyadan 25 farklı bakteri türünü ilk kez bölgelerden rapor etmişlerdir. Ayrıca Marmara denizinde Ege denizine göre Gram negatif bakteri yoğunluğunun daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Uğur ve diğerleri (2012), ülkemiz güneybatı kıyılarında izole ettikleri bakteri gruplarının 20 adet *Pseudomonas* spp., 15 adet *Aeromonas* spp., 8 adet *Chryseomonas* spp., 2 adet *Burkholderia* spp. ve 1 adet *Vibrio* spp. genusu üyesi bakteri olduklarını bildirmişlerdir.

Çardak ve diğerleri (2015b), Antalya Körfezindeki kültüre edilebilen bakteri varlığının tespiti için 4 farklı istasyonda çalışmış ve *Aeromonas sobria, A. hydrophila, A. salmonicida, Oligella ureolytica, Alicyclobacillus acidocaldarius, Bacillus coagulans, B. mycoides, B. pumilus, B. thuringiensis, B. vallismortis, B. cereus, Burkholderia cepecia, B. mallei, Cupriavidus pauculus, Brevundimonas diminuta, Delftia acidovorans, Dermacoccus nishinomiyaensis, Myroides* spp., *Citrobacter freundii, Enterobacter sakazaki, E. coli, K. oxytoca, K. pneumoniae, Raoutella planticola, Serratia liqefaciens, Salmonella enterica* ssp. *arizonae, S. plymuthica, E. aerogenes, E. cloacae, E. faecalis, Micrococcus luteus, Acinetobacter baumannii* complex, *A. lwoffii, Brevibacillus borstelensis, Neisserie animaloris, P. luteola, Pasteurella canis, Ralstonia mannitolilytica, Sphingomonas spiritivorum, S. paucimobilis, S. intermedius, S. saprophyticus, Staphylococcus haemolyticus, Stenotrophomonas malthophila, Lactococcus garvieae, Vibrio alginolyticus, V. vulnificus* bakterilerini izole etmişlerdir.

Türetken ve Altuğ (2016), Gökçeada'da kıyısal deniz alanlarında Caulobacteraceae, Sphingomonadaceae, Bacillaceae, Enterococcaceae, Streptococcaceae, Staphylococcaceae,

Paenibacillaceae, Alcaligenaceae, Burkholderiaceae, Comamonadaceae, Ralstoniaceae, Aeromonadales, Enterobacteriaceae, Staphylococcaceae, Enterobacteriaceae, Pseudomonadaceae familyası üyesi pekçok bakteriyi ilk kez belirlemişlerdir.

Çanakkale ili kıyı şeridinde, bu kapsamda bakteriyal çeşitlilik veya patojen bakteri varlığının ortaya çıkarılmasına yönelik herhangi bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Bununla birlikte yapmış olduğumuz çalışmada sayı bakımından en fazla *E. coli* (n=11), *P. aeuruginosa* (n=10), *E. aerogenes* (n=8), *A.hydrohila* (n=6), *K. pneumoniae* (n=6) bakterilerinin izole edildiği belirlenmiştir (Tablo 4.15). İzole edilen bakteri gruplarının çeşitliliği ve tür düzeyindeki dağılımı önceki çalışmalarla benzerlikler göstermektedir.

E. coli, endotermik hayvanların ortak bağırsak florasının bir parçası olduğu ve kültüre edilmesi kolay olduğu için dışkı kirliliğinin bir göstergesi olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. *E. coli* türlerinin deniz suyuna karşı çok düşük toleransı vardır, ancak atık suların denizel ortamlara sürekli deşarjı nedeniyle deniz suyu numunelerinde çalışmamızda olduğu gibi oldukça yüksek oranda tespit edilebilmektedir *E.coli* patojenitesi incelendiğinde bağırsak dışı enfeksiyonlara ve bağırsak enfeksiyonlarına sebep olan iki gruba ayrılmakta olduğu, bununla birlikte intestinal türlerinde kendi içinde enterotoksijenik *E. coli* (ETEC), enteropatojenik *E. coli* (EPEC), Vero- veya Shiga-toksin üreten *E. coli* (VTEC veya STEC), enterohemorajik *E. coli* (EHEC), enteroagregatif *E. coli* (EAEC), enteroinvaziv *E. coli* (EIEC) ve diffuz aderent *E. coli* (DAEC) diye ayrıldıkları bilinmektedir (Omerovic ve diğerleri, 2017). *E. aerogenes* sağlıklı bireylerde nadiren infeksiyona sebep olan fırsatçı patojendir bir enterik bakteri iken *K. pneumoniae* idrar yolu ve cerrahi yara enfeksiyonları, bakteriyemi, pnömoni vb. hastalıklara sebpe olmaktadır (Kılınç ve Besler, 2014).

P. aeruoginosa bakterisi ise kirli deniz suyunda yüzme vb. rekreasyonel kullanımı ile cilt, göz ve kulak enfeksiyonlarında giderek daha fazla yer alan potansiyel bir fırsatçı insan patojenidir (Stewart ve diğerleri, 2008).

Aeromonas cinsi hem kirli hem de kirli olmayan deniz ortamlarında yaygındır. *Aeromonas* genusu üyesi bakterilerin insanlarda farklı bulaşıcı hastalıklara neden olduğu bilinmektedir Bu bakteriler yara enfeksiyonları, gastroenterit, dizanterik peritonit, endokardit, perikardit, menenjit, septisemi, selülit, kangren, idrar yolu enfeksiyonları ve yetişkinlerde veya çocuklarda solunum yolu enfeksiyonlarında rol oynamıştır. Ayrıca *A. hydrophila*, ekzotoksinler, sitotoksinler, sitotonik toksinler, dermonekrotik toksinler, lökosidinler, sitolitik proteinler, hemolizinler ve hücrelere bağlanma yeteneğine sahip hücre dışı virülans faktörleri de üretebilmektedir (Zbigniew ve diğerleri, 2014).

Çanakkale kıyı şeridinde patojenitesi yüksek bu bakterilerin izole edilmiş olması bölgenin halk sağlığı açısından önemli bir sorun teşkil ettiğini ortaya koymaktadır.

4.3.2. İzolatların Çevresel İstekleri

İstasyonlardan izole edilen izolatların biyokimyasal karakteristiklerinin yanısıra çevresel isteklerinin ortaya konması amacıyla bazı fiziksel (tuz, pH ve sıcaklık) ve besinsel (karbohidrat) isteklerinin belirlenmesine çalışılmıştır.

İzolatların Tuz, pH ve Sıcaklık Toleransı Bulguları

Çalışmada 5 farklı tuz konsantrasyonu (%2, %6, %12, %18, %23) içeren besiyerlerinde geliştirilen izolatların farklı tuz konsantrasyonlarına toleransları belirlenmiştir (Tablo 21). Buna göre izolatların tamamı (B9, B11, B13, C7, D12, D13, D15, D16 hariç) tüm tuz konsantrasyonlarında oldukça iyi gelişim göstermişlerdir.

Çalışmada 4 farklı pH konsantrasyonu (5, 7, 9, 11) içeren besiyerlerinde geliştirilen izolatların farklı pH konsantrasyonlarına toleransları belirlenmiştir (Tablo 21). İzolatların tamamı değişen oranlarda olmakla birlikte 5-11 pH aralığında gelişim göstermiştir.

Çalışmada 4 farklı sıcaklık derecesinde (4 °C, 20 °C, 37 °C, 50 °C) besiyerlerinde geliştirilen izolatların farklı sıcaklık değerlerine toleransları incelenmiştir (Tablo 21). Tüm izolatlar, 4 °C ve 50 °C'de iyi üreme gösterirken, 20 – 37 °C aralığının optimum üreme sıcaklıkları olduğu saptanmıştır.

İzolatların Karbohidrat Fermentasyonu Bulguları

İzolatların karbohidrat fermentasyonu özelliklerini belirlemek amacıyla glikoz, laktoz, sükroz ve galaktoz şekerlerini içeren broth besiyerlerinde inkübasyonları yapılmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 22'de verilmiştir.

1. istasyondan elde edilen izolatların %59'unun glikozu, %41'inin laktozu, %53'ünün sükrozu ve %53'ünün galaktozu, 2. istasyondan elde edilen izolatların %93'ünün glikozu, % 87'sinin laktozu, %93'ünün sükrozu ve % 86'sının galaktozu, 3. istasyondan elde edilen izolatların %81'inin glikozu, % 88'inin laktozu, %75'inin sükrozu ve %81'inin galaktozu, 4. istasyondan elde edilen izolatların ise %85'inin glikozu, % 65'inin laktozu, %70'inin sükrozu ve %85'inin galaktozu tek karbon kaynağı olarak kullandıkları belirlenmiştir (Tablo 22).

Tablo 21
İzolatların tuz, pH, sıcaklık toleransları

İzolat numarası	Tuz konsantrasyonu (%)					pH				Sıcaklık (°C)			
	2	6	12	18	23	5	7	9	11	4	20	37	50
A1	++	+	+	+	+	+++	+++	+++	+	+	++	++	+
A2	++	+	+	+	+	+	+++	+++	+	+	++	++	+
A3	++	+	+	+	+	+	+++	+++	+	+	++	++	+
A4	++	+	+	+	+	+	+++	+++	+	+	++	++	+
A5	++	+	+	+	+	+	+++	+++	+	+	++	++	+
A6	++	+	+	+	+	++	+++	+++	+	+	++	++	+
A7	++	++	+	+	+	+++	+++	+++	++	+	++	++	+
A8	++	++	+	+	+	+++	+++	+++	+++	+	++	++	+
A9	+++	+	+	+	+	+++	+++	+++	+	+	+++	+++	+
A10	+++	++	+	+	+	+++	+++	+++	+	+	+++	+++	+
A11	+++	+	+	+	+	+++	+++	+++	++	++	+++	+++	+
A12	+++	+	+	+	+	+++	+++	+++	+++	+	+++	+++	+
A13	++	+	+	+	+	+++	+++	+++	++	+	+++	+++	+
A15	++	+	+	+	+	+++	+++	+++	++	+	+++	+++	+
A16	++	+	+	+	+	+++	+++	+++	++	+	+++	+++	+
A17	++	+	+	+	+	+++	+++	+++	++	+	+++	+++	+
B1	++	+	+	+	+	+++	+++	+++	+++	+	+++	+++	+
B2	++	+	+	+	+	+++	+++	+++	+++	+	+++	+++	+
B3	++	++	+	+	+	+++	+++	+++	+++	+	+++	+++	+
B4	++	++	+	+	+	+++	+++	+++	++	+	+++	++	+
B5	+++	+	+	+	+	+++	+++	+++	+++	++	+++	+++	+
B6	+++	++	+	+	+	+++	+++	+++	++	+	+++	+++	+
B7	+++	++	+	+	+	+++	+++	+++	++	+	+++	+++	+
B8	++	+	+	+	+	+++	+++	+++	++	+	+++	+++	+
B9	+++	+	-	-	-	+++	+++	+++	++	+	+++	+++	+
B10	+++	++	+	+	+	+++	+++	+++	++	+	+++	+++	+
B11	++	+	-	-	-	+++	+++	+++	++	+	+++	+++	+
B12	+++	++	+	+	+	+++	+++	+++	++	+	+++	+++	+
B13	+++	+	-	-	-	+++	+++	+++	++	+	+++	+++	+
B14	+++	+	+	+	+	+++	+++	+++	+++	++	+++	+++	+
B15	+++	+	+	+	+	++	++	++	++	++	++	++	+

+: Üreme var; ++: İyi Üreme; +++: Mükemmel üreme; -: Üreme yok

Tablo 21'in devamı

İzolat numarası	Tuz konsantrasyonu (%)					pH				Sıcaklık (°C)			
	2	6	12	18	23	5	7	9	11	4	20	37	50
C1	+	++	+	+	+	+++	+++	+++	+++	+	++	++	+
C2	++	++	+	+	+	+++	+++	+++	++	+	+++	+++	+
C3	++	++	+	+	+	+++	+++	+++	++	+	+++	+++	+
C4	+++	++	+	+	+	+++	+++	+++	+++	+	+++	+++	+
C5	+++	+	+	+	+	+++	+++	+++	+++	+	+++	+++	+
C6	++	+	+	+	+	+++	+++	+++	+++	+	+++	+++	+
C7	++	+	-	-	-	+	++	++	+	+	+++	+++	+
C8	+++	+	+	+	+	+++	+++	+++	+++	+	+++	+++	+
C9	+++	+	+	+	+	+++	+++	+++	+	+	+++	+++	+
C10	+++	+	-	-	-	+++	+++	+++	++	+	+++	+++	+
C11	+++	++	+	+	+	+++	+++	+++	++	+	+++	+++	+
C12	+++	+	+	+	+	+++	+++	+++	++	+	+++	+++	+
C13	++	++	+	+	+	+++	+++	+++	++	+	+++	+++	+
C14	++	++	+	+	+	+++	+++	+++	+++	+	+++	+++	+
C15	++	+	+	+	+	+++	+++	+++	++	+	++	++	+
C16	++	+	+	+	+	+++	+++	+++	+++	+	++	++	+
D1	++	+	+	+	+	+++	+++	+++	+++	+	+++	+++	+
D2	++	+	+	+	+	+++	+++	+++	++	+	+++	+++	+
D3	+++	++	+	+	+	+++	+++	++	+++	+	+++	+++	+
D4	+++	+	+	+	+	++	+++	++	++	+	+++	+++	+
D5	+++	+	+	+	+	+++	+++	++	+++	+	+++	+++	++
D6	+++	++	+	+	+	+++	+++	++	+++	+	+++	+++	++
D7	+++	++	+	+	+	+++	+++	+++	+++	+	+++	++	+
D8	+++	++	+	+	+	+++	+++	+++	+++	+	+++	+++	+
D9	+++	+++	+	+	+	+++	+++	+++	+++	+	+++	+++	+
D10	+++	++	+	+	+	+++	+++	+++	+++	+	+++	+++	+
D11	+++	++	+	+	+	+++	+++	+++	+++	+	+++	+++	+
D12	+++	+	-	-	-	+++	+++	+++	++	+	+++	+++	+
D13	+++	+	-	-	-	+++	+++	+++	++	+	+++	+++	+
D14	+++	++	+	+	+	+++	+++	+++	++	+	+++	+++	+
D15	+++	+	-	-	-	+++	+++	+++	++	+	+++	+++	+
D16	+++	+	-	-	-	+++	+++	+++	++	+	+++	+++	+

+: Üreme var; ++: İyi Üreme; +++: Mükemmel üreme; -: Üreme yok

Tablo 21'in devamı

	Tuz konsantrasyonu (%)					pH				Sıcaklık (°C)			
İzolat numarası	**2**	**6**	**12**	**18**	**23**	**5**	**7**	**9**	**11**	**4**	**20**	**37**	**50**
D17	+++	+	+	+	+	+++	+++	+++	++	+	+++	+++	+
D18	+++	+	+	+	+	++	+++	++	++	+	+++	+++	+
D19	++	++	+	+	+	+++	+++	+++	+++	+	+++	+++	+
D20	+++	++	+	+	+	+++	+++	+++	+++	+	+++	+++	+

+: Üreme var; ++: İyi Üreme; +++: Mükemmel üreme; -: Üreme yok

Tablo 22
İzolatların karbohidrat fermentasyonu bulguları

İzolat numarası	Karbon kaynağı								İzolat numarası	Karbon kaynağı							
	Glikoz		Laktoz		Sükroz		Galaktoz			Glikoz		Laktoz		Sükroz		Galaktoz	
	Renk	Gaz	Renk	Gaz	Renk	Gaz	Renk	Gaz		Renk	Gaz	Renk	Gaz	Renk	Gaz	Renk	Gaz
A1	Kırmızı	-	Kırmızı	-	Kırmızı	+	Kırmızı	+	**B1**	Sarı	-	Sarı	-	Sarı	+	Sarı	+
A2	Kırmızı	-	Kırmızı	+	Kırmızı	+	Kırmızı	+	**B2**	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+
A3	Kırmızı	+	Kırmızı	-	Kırmızı	+	Kırmızı	+	**B3**	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+
A4	Kırmızı	+	Kırmızı	-	Kırmızı	+	Kırmızı	+	**B4**	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+
A5	Kırmızı	-	Kırmızı	-	Kırmızı	+	Kırmızı	+	**B5**	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+
A6	Kırmızı	-	Kırmızı	+	Kırmızı	+	Kırmızı	+	**B6**	Sarı	+	Kırmızı	-	Kırmızı	-	Sarı	+
A7	Sarı	+	Kırmızı	+	Kırmızı	+	Sarı	+	**B7**	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+
A8	Kırmızı	-	Kırmızı	+	Sarı	+	Sarı	+	**B8**	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+
A9	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	**B9**	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+
A10	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	**B10**	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+
A11	Sarı	+	Kırmızı	+	Sarı	+	Sarı	+	**B11**	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+
A12	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	**B12**	Sarı	-	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+
A13	Sarı	+	Kırmızı	+	Sarı	+	Sarı	+	**B13**	Kırmızı	-	Kırmızı	-	Kırmızı	-	Kırmızı	-

+: Gaz var; -: Gaz yok

Tablo 22'nin devamı

İzolat numarası	Karbon kaynağı								İzolat numarası	Karbon kaynağı							
	Glikoz		Laktoz		Sükroz		Galaktoz			Glikoz		Laktoz		Sükroz		Galaktoz	
	Renk	Gaz	Renk	Gaz	Renk	Gaz	Renk	Gaz		Renk	Gaz	Renk	Gaz	Renk	Gaz	Renk	Gaz
A14	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	**B14**	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+
A15	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	Kırmızı	-	**B15**	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	Kırmızı	-
A16	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	Kırmızı	-									
A17	Sarı	-	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+									
C1	Sarı	+	Kırmızı	+	Sarı	+	Sarı	+	**D1**	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+
C2	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	**D2**	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+
C3	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	**D3**	Sarı	+	Kırmızı	+	Kırmızı	+	Sarı	+
C4	Kırmızı	+	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	**D4**	Kırmızı	-	Kırmızı	-	Kırmızı	+	Kırmızı	-
C5	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	**D5**	Sarı	-	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	-
C6	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	**D6**	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+
C7	Kırmızı	-	Sarı	+	Kırmızı	-	Kırmızı	+	**D7**	Sarı	+	Sarı	+	Kırmızı	+	Sarı	+
C8	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	**D8**	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+
C9	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	**D9**	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+

+: Gaz var; -: Gaz yok

Tablo 22’nin devamı

İzolat numarası	Karbon kaynağı								İzolat numarası	Karbon kaynağı							
	Glikoz		Laktoz		Sükroz		Galaktoz			Glikoz		Laktoz		Sükroz		Galaktoz	
	Renk	Gaz	Renk	Gaz	Renk	Gaz	Renk	Gaz		Renk	Gaz	Renk	Gaz	Renk	Gaz	Renk	Gaz
C10	Sarı	+	Sarı	+	Kırmızı	-	Sarı	+	**D10**	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+
C11	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	-	Sarı	+	**D11**	Sarı	-	Kırmızı	+	Sarı	+	Sarı	+
C12	Sarı	+	Sarı	+	Kırmızı	+	Sarı	+	**D12**	Sarı	-	Kırmızı	-	Kırmızı	-	Sarı	+
C13	Sarı	-	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	**D13**	Kırmızı	-	Kırmızı	+	Kırmızı	-	Kırmızı	-
C14	Kırmızı	-	Kırmızı	-	Kırmızı	-	Kırmızı	-	**D14**	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+
C15	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	**D15**	Sarı	+	Kırmızı	+	Sarı	+	Sarı	+
C16	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	Kırmızı	-	**D16**	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+
									D17	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+
									D18	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+
									D19	Kırmızı	-	Kırmızı	-	Kırmızı	-	Kırmızı	-
									D20	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+	Sarı	+

+: Gaz var; -: Gaz yok

4.3.3. İzolatların Antibiyotik Direnç Profilleri

İzolatların bu çalışmada kullanılan antibiyotiklere karşı göstermiş oldukları duyarlılık ve dirençlilik durumları Tablo 23'de verilmiştir.

1. istasyon olan Güzelyalı kıyı şeridinden elde edilen izolatlardan 3 adet bakteri izolatının TR10, 1 adet bakteri izolatının K30, 3 adet bakteri izolatının AM10, 5 adet bakteri izolatının 030, 13 adet bakteri izolatının CH30, 11 adet bakteri izolatının CMZ30, 1 adet bakteri izolatının G120, 12 adet bakteri izolatının FR50, 17 adet bakteri izolatının E15, 17 adet bakteri izolatının CN30, 2 adet bakteri izolatının A10, 6 adet bakteri izolatının CE30 antibiyotiğine karşı direnç geliştirdiği tespit edilmiştir. TB10 ve C30 antibiyotiklerine karşı ise tüm izolatların duyarlı oldukları belirlenmiştir.

2. istasyon Dardanos sahilinden izole edilen bakterilerden 3 adet bakteri izolatının TR10, 1 adet bakteri izolatının TB10, 4 adet bakteri izolatının K30, 3 adet bakteri izolatının AM10, 7 adet bakteri izolatının 030, 12 adet bakteri izolatının CH30, 10 adet bakteri izolatının CMZ30, 3 adet bakteri izolatının G120, 10 adet bakteri izolatının FR50, 11 adet bakteri izolatının E15, 11 adet bakteri izolatının CN30, 5 adet bakteri izolatının A10, 3 adet bakteri izolatının CE30, 6 adet bakteri izolatının ise C30 antibiyotiğine karşı direnç geliştirdiği saptanmıştır.

3. istasyon Kepez kıyı şeridine ait izolatlardan 5 adet bakteri izolatının TR10, 1 adet bakteri izolatının TB10, 5 adet bakteri izolatının K30, 6 adet bakteri izolatının AM10, 3 adet bakteri izolatının 030, 9 adet bakteri izolatının CH30, 7 adet bakteri izolatının CMZ30, 4 adet bakteri izolatının FR50, 11 adet bakteri izolatının E15, 14 adet bakteri izolatının CN30, 6 adet bakteri izolatının A10, 3 adet bakteri izolatının CE30, 2 adet bakteri izolatının ise C30 antibiyotiğine karşı direnç geliştirdiği bununla birlikte G120 antibiyotiğine karşı ise tüm izolatların duyarlı oldukları belirlenmiştir.

4. istasyona ait izolatlardan ise 8 adet bakteri izolatının TR10, 4 adet bakteri izolatının TB10, 8 adet bakteri izolatının K30, 13 adet bakteri izolatının AM10, 5 adet bakteri izolatının 030, 19 adet bakteri izolatının CH30, 10 adet bakteri izolatının CMZ30, 3 adet bakteri izolatının G120, 4 adet bakteri izolatının FR50, 14 adet bakteri izolatının E15, 16 adet bakteri izolatının CN30, 11 adet bakteri izolatının A10, 7 adet bakteri izolatının CE30, 4 adet bakteri izolatının ise C30 antibiyotiğine karşı direnç geliştirdiği tespit edilmiştir. Bulgulara göre tüm istasyonlardan elde edilen izolatlara en etkili antibiyotikler TB10, C30 ve G120 olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte toplam 41 izolatın CH30, 31 izolatın CMZ30, 53 izolatın E15, 57 izolatın ise CN30 antibiyotiklerine direnç gösterdikleri saptanmıştır.

Dünyada ve ülkemizde denizden izole edilen bakterilerin antibiyotik direnç profilleri ile ilgili çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Kimiran-Erdem ve diğerleri, 2007; Matyar ve diğerleri, 2008; Altug ve diğerleri, 2010; Matyar ve Dinçer, 2010; Sivri ve diğerleri, 2010; Akkan ve diğerleri, 2013; Çardak ve diğerleri, 2016; Tuncer ve Bizsel, 2016).

Literatürde Dünyanın farklı bölgelerinde ve özellikle Türkiye kıyı şeridinde elde edilen bakteriyal izolatların antibiyotik direnç profillerinin belirlenmesi için yapılan çalışmalarda ampicillin, streptomycin, vancomycin, kanamisin gibi antibiyotiklere karşı yüksek direnç elde edilirken (Matyar ve Dinçer, 2010; Matyar ve diğerleri, 2012; Vignesh ve diğerleri, 2012; Çardak ve diğerleri, 2016) çalışmamızda bu antibiyotiklerden farklı cephalothin, cefmetazole, eritromisin, cefoxitin antibiyotiklerine karşı yüksek direnç saptanmıştır. Bu durum bölgede bilinçsiz ve aşırı antibiyotik tüketiminin yanısıra, Çanakkale ve çevresinde bilinçsiz olarak kullanılan antibiyotik sınıfları hakkında da fikir vermektedir.

Son yıllarda antibiyotiklerin rastgele ve yüksek oranda gelişigüzel kullanımı enfeksiyon etmenleri olan mikroorganizmalar karşı tedavide önemli direnç sorununu da beraberinde getirmektedir. Bir antibiyotiğe karşı gelişitirilen direnç kısa sürede çok sayıda antibiyotiğe karşı direnç durumuna evrilmektedir. Özellikle su kaynaklarına tarımsal, hayvansal ve antrapojenik atıkların deşarjı çoklu antibiyotik direnci dediğimiz bu sürecin oluşumunu teşvik etmektedir. Su kaynaklarında plazmid ve transpozon gibi genetik sistemler antibiyotiklere ve beraberinde ağır metallere gen trabnsferi yoluyla direnç durumlarını daha da arttırmaktadır (Tuncer ve Bizsel, 2016).

İstasyonlardan izole edilen bakterilerin ÇAD indeksleri Tablo 4.18'de verilmiştir. ÇAD indeksi eğer 0.2'den daha büyükse organizmanın yoğun antibiyotik kullanılan bir kaynaktan geldiği, 0.2'ye eşit veya daha küçük ise, antibiyotiğin hiç kullanılmadığı ya da az kullanıldığı bir ortamdan kaynaklandığı kabul edilmiştir. Tüm istasyonlar ÇAD indeksi bakımından incelendiğinde, tamamında (2. istasyon için B12; 3. istasyon için C7 ve C13 izolatları hariç) ÇAD indeksinin 0.2'den büyük olduğu, dolayısıyla tüm istasyonların yoğun antibiyotik kalıntıları içeren atık maddelere maruz kaldıkları anlaşılmaktadır.

Türkiye kıyı ekosistemlerinde sınırlı sayıda çalışma olmasına rağmen, Marmara Denizi'nde İstanbul'dan Çanakkale'ye, Çanakkale'den İskenderun'a uzanan Ege Denizi kıyı deniz suları ve sedimentlerinde yüksek ÇAD indeksi saptanmıştır (Kimiran-Erdem ve diğerleri, 2007; Altug ve diğerleri, 2010; Sivri ve diğerleri, 2010; Akkan ve diğerleri, 2013; Çardak ve diğerleri, 2016; Tuncer ve Bizsel, 2016).

Tablo 23
İzolatlarının antibiyotik direnç profilleri

Izolat numarası	Antibiyotik														ÇAD İndeksi
	TR10	TB10	K30	AM10	O30	CH30	CMZ30	G120	FR50	E15	CN30	A10	CE30	C30	
A1	I	S	S	S	I	R	R	S	R	R	R	S	I	S	0,35
A2	I	S	S	S	S	I	R	R	R	R	R	S	R	S	0,35
A3	I	S	S	S	R	R	R	S	R	R	R	S	R	S	0,50
A4	I	S	S	S	S	R	R	S	R	R	R	S	R	S	0,42
A5	I	S	S	S	I	R	R	S	R	R	R	S	I	S	0,35
A6	I	S	S	S	S	R	R	S	R	R	R	S	I	S	0,35
A7	R	S	R	R	R	R	R	S	R	R	R	I	R	S	0,71
A8	R	S	I	R	S	R	S	S	R	R	R	I	R	S	0,50
A9	R	S	I	S	R	R	S	S	R	R	R	I	R	S	0,50
A10	S	S	I	S	I	R	S	S	R	R	R	S	I	S	0,28
A11	S	S	I	S	I	R	R	S	S	R	R	R	I	S	0,35
A12	S	S	S	I	I	R	R	S	S	R	R	S	I	I	0,28
A13	S	S	I	R	S	R	R	S	S	R	R	R	I	S	0,42
A14	S	S	S	S	S	R	R	S	R	R	R	S	S	S	0.35
A15	S	S	S	S	S	S	I	S	R	R	R	S	S	S	0.21
A16	S	S	S	S	R	I	I	S	S	R	R	S	I	S	0.21
A17	I	S	S	S	R	S	S	S	I	R	R	S	S	S	0.21
B1	S	S	S	R	R	R	R	S	R	R	R	R	R	R	0,71
B2	S	S	S	I	R	R	R	S	R	R	R	R	I	R	0,57
B3	R	S	S	I	R	R	R	S	R	R	R	R	R	R	0,71
B4	I	S	R	R	R	R	R	R	I	R	I	R	I	S	0,57
B5	I	S	R	S	R	R	R	R	I	S	S	S	S	R	0,42

S: Duyarlı; R: Dirençli; I: Orta derecede duyarlı; Trimethoprim (TR10 µg/mL), Tobramycin (TB10 µg/mL), Kanamycin (K30 µg/mL), Amoxycillin (AM10 µg/mL), Oxytetracycline (O30 µg/mL), Cephalothin (CH30 µg/mL), Cefmetazole (CMZ30 µg/mL), Gentamicin (G10 µg/mL), Furazolidone (FR50 µg/mL), Erythromycin (E15 µg/mL), Cefoxitin (CN30 µg/mL), Ampicillin (A10 µg/mL), Cefotaxime (CE30 µg/mL) ve Chloramphenicol (C30 µg/mL)

Tablo 23'ün devamı

Izolat numarası	Antibiyotik														ÇAD İndeksi
	TR10	**TB10**	**K30**	**AM10**	**O30**	**CH30**	**CMZ30**	**G120**	**FR50**	**E15**	**CN30**	**A10**	**CE30**	**C30**	
B6	R	S	S	R	S	R	R	R	I	S	S	S	S	R	0,42
B7	I	S	I	I	S	R	R	S	R	R	R	I	I	I	0,35
B8	S	S	I	S	R	R	S	S	S	R	S	I	I	S	0,21
B9	S	S	I	S	I	R	R	S	R	R	R	S	S	I	0,35
B10	S	S	I	S	I	R	S	S	R	R	R	S	I	R	0,35
B11	S	S	S	S	S	R	R	S	R	R	R	S	R	S	0,42
B12	S	S	I	S	S	I	I	S	I	R	R	S	S	S	0.14
B13	S	S	R	S	R	R	R	S	R	R	R	R	I	S	0.57
B14	R	R	I	S	S	S	S	S	R	S	R	S	S	S	0.28
B15	S	S	R	S	S	S	I	S	R	I	R	I	I	I	0.21
C1	R	S	S	R	I	R	R	R	R	R	R	R	R	S	0,71
C2	S	S	S	R	S	R	I	S	I	R	R	S	I	S	0,28
C3	R	S	S	R	S	R	R	S	R	R	R	R	I	S	0,57
C4	R	S	S	S	R	R	R	S	R	I	R	R	I	S	0,50
C5	S	S	R	R	S	R	S	S	S	I	R	R	I	S	0,35
C6	S	S	R	S	I	S	R	S	I	R	R	S	I	S	0,28
C7	I	S	S	S	S	S	I	S	R	R	S	S	I	S	0,14
C8	I	S	S	S	S	S	I	S	R	R	R	S	I	S	0,21
C9	I	S	I	I	S	S	R	S	I	R	R	R	I	S	0,28
C10	R	S	R	R	S	R	R	S	I	R	R	S	R	R	0,64
C11	S	S	I	S	I	R	I	S	S	I	R	S	S	R	0,21
C12	S	S	S	R	R	R	S	S	S	R	S	I	R	S	0,35
C13	S	S	I	S	S	I	I	S	I	R	R	S	S	S	0.14

Tablo 23'ün devamı

İzolat numarası	Antibiyotik														ÇAD İndeksi
	TR10	**TB10**	**K30**	**AM10**	**O30**	**CH30**	**CMZ30**	**G120**	**FR50**	**E15**	**CN30**	**A10**	**CE30**	**C30**	
C14	S	S	R	S	R	R	R	S	R	R	R	R	I	S	0.57
C15	R	R	I	S	S	S	S	S	R	S	R	S	S	S	0.28
C16	S	S	R	S	S	S	I	S	R	I	R	I	I	I	0.21
D1	I	R	R	R	S	R	R	S	R	R	R	I	R	S	0,64
D2	R	R	R	R	S	R	R	S	I	R	R	R	I	S	0,64
D3	R	S	S	R	I	R	R	S	R	R	R	I	I	S	0,50
D4	R	S	R	R	R	R	R	S	R	R	R	R	I	R	0,78
D5	S	S	S	R	R	R	S	S	I	S	R	S	R	S	0,35
D6	S	S	S	S	I	R	S	S	S	R	I	R	S	S	0,21
D7	S	S	I	S	S	R	S	S	S	I	R	I	R	S	0,21
D8	I	S	S	R	I	R	S	S	S	R	R	R	I	S	0,35
D9	R	I	S	R	R	R	S	R	S	R	R	R	I	S	0,57
D10	S	S	S	R	I	R	S	S	S	I	I	R	I	S	0,21
D11	S	S	S	R	I	R	R	S	S	I	I	R	I	S	0,28
D12	R	S	S	S	I	R	R	R	S	R	R	S	R	I	0,50
D13	R	S	R	R	S	R	I	R	S	R	R	R	R	R	0,71
D14	S	S	R	S	R	R	R	S	S	R	R	I	R	S	0,50
D15	S	S	I	R	R	R	R	S	S	R	R	R	S	R	0,57
D16	R	S	R	R	S	R	S	S	S	R	R	R	I	S	0,50
D17	S	S	R	R	I	R	S	S	S	R	I	R	R	R	0,50
D18	S	R	R	S	S	R	R	S	S	S	R	S	I	S	0.36
D19	S	S	I	S	S	R	R	S	S	R	R	S	I	S	0.28
D20	R	R	I	S	S	S	S	S	R	S	R	S	S	S	0.28

4.3.4. İzolatların Ağır Metal Direnci Bulguları

Çalışmada kullanılan metal tuzları $CuSO_4.5H_2O$, $MnCl_2.2H_2O$, $CdCl_2.2H_2O$, $K_2Cr_2O_7$ ve $Pb(NO_3)_2$'e karşı izolatların ağır metal dirençliliği MİK'e göre hesaplanmıştır. İzolatların ağır metal dirençliliklerine ait bulgular Tablo 24'da verilmiştir.

Çalışılan ağır metallere karşı izolatların direnç profilleri *E.coli* K12 strainin bu metallere karşı MİK değeriyle kıyaslanarak belirlenmiştir. *E.coli* K12 straininin $CuSO_4.5H_2O$, $MnCl_2.2H_2O$, $CdCl_2.2H_2O$, $K_2Cr_2O_7$ ve $Pb(NO_3)_2$ metallerine karşı MİK değeri sırasıyla 100 µg/mL, 800 µg/mL, 100 µg/mL, 100 µg/mL, 100 µg/mL'dir (Matyar ve diğerleri, 2014). Bu veriler ışığında tüm izolatların 5 farklı ağır metal bakımından *E.coli* K12 strainin MİK değerinden yüksek ağır metal konsantrasyonlarında üreyebildikleri saptanmıştır (Tablo 24). Bu durum, su numunelerinde çok düşük oranda çözünmüş şekilde ağır metal bulunmakla birlikte, Çanakkale kıyı şeridinde çalışılan tüm istasyonlara ağır metal deşarjının bakteriyel ağır metal direncine sebep olduğunu ortaya koymaktadır. Literatürde benzer şekilde deniz suyunda standartların altında ağır metal oranları belirlenmiş olmasına rağmen, deniz suyundan izole edilen bakterilerde ağır metal dirençlilik oranlarının oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir (Altuğ ve Balkıs, 2009; Ajibola ve Ladipo, 2011; Moskot ve diğerleri, 2012; Kaçar ve Koçyiğit, 2013).

Deniz kıyı sistemlerinde özellikle gemi söküm faaliyetleri, demontajın yapıldığı kıyı bölgesini etkileyen zararlı ve kalıcı kirleticilerin deşarjı, derin deniz suyu için birçok soruna yol açmaktadır. Bu tür faaliyetler çoğunlukla ağır metaller ve petrol hidrokarbonları gibi kirleticilerin çevreye yayılmasına neden olur. Gemilerin, aküleri (Pb, Cd, Ni), kaplama ve boyaları (Cu, Zn, Cl, TBT) ile elektrik sistemi (Cu, Pb, Hg) gibi birçok aksamında ağır metaller bulunur. Ağır metaller ve bunların bileşikleri kıyı bölgeleri için başlıca kirleticilerdir. Bu ağır metallerin deniz ortamında bulunması ve yüzlerce yıl bozulmadan kalabilmelerinden dolayı çevre için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Ağır metallerden insan sağlığına yönelik başlıca tehditler kurşun, kadmiyum, krom, civa ve arsenik maruziyetiyle ilişkilidir.

Bu metallerin özellikle sedimentte kalıcı olmaları tüm organizmaların hayatta kalması ve biyolojik çeşitlilik için bir tehdittir. Biyoakümülasyon ile bu tür metaller besin zincirine girer ve biyolojik olarak dönüştürülürler. Bu durum balıkçılık ve denizde yapılan tüm rekreasyon faaliyetleri bakımından insan sağlığı açısından önemli bir sorun oluşturmaktadır (Kaçar ve Koçyiğit, 2013).

Her ne kadar mikroorganizmalar çeşitli ağır metal konsantrasyonlarına karşı hassas olsalar da, çevreye hızla adapte olmaları ve ortamdaki biyosorpsiyon veya enzimatik

dönüşüm yoluyla ağır metallere karşı direnç geliştirmelerini sağlayan mekanizmalara sahiptirler (Moskot ve diğerleri, 2012). Ağır metal dirençli mikroorganizmalar, diğer yaşam formlarına potansiyel toksisite göstergeleri olmaları sebebiyle araştırmamızdaki bulgular oldukça önemli hale gelmiştir.

Tablo 24
İzolatların ağır metal direnç profilleri

İzolat numarası	Ağır metal (µg/mL)																			
	Bakır				Mangan				Kadmiyum					Kurşun				Krom			
	200	400	800	>800	3200	6400	12800	>12800	1600	3200	6400	12800	>12800	400	800	1600	>1600	400	800	1600	>1600
A1	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+++	+	-	-	+	+	-	-
A2	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+++	+	-	-	+	+	-	-
A3	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+++	-	+	-	+	+	-	-
A4	+	+	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+++	+	+	-	+	+	-	-
A5	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+++	+	+	-	++	+	-	-
A6	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	-	+++	-	+	-	++	+	-	-
A7	++	+	-	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	+++	++	-	-	++	+	-	-
A8	++	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	-	++	+	-	-
A9	++	++	++	-	++	++	+	-	+	+	+	-	-	+++	++	+	-	++	+	-	-
A10	++	++	++	-	++	++	+	-	+	+	+	-	-	+++	++	+	-	++	+	-	-
A11	++	++	+	-	++	++	+	-	+	+	+	-	-	+++	++	+	-	++	+	-	-
A12	++	++	++	-	++	++	+	-	+	+	+	-	-	+++	++	+	-	++	+	-	-
A13	+++	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+++	+++	-	-	++	+	-	-
A14	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-
A15	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-
A16	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-
A17	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-

+: Üreme var; ++: İyi Üreme; +++: Mükemmel üreme; -: Üreme yok

Tablo 24'ün devamı

İzolat numarası	Ağır metal (µg/mL)																			
	Bakır				Mangan				Kadmiyum					Kurşun				Krom			
	200	400	800	>800	3200	6400	12800	>12800	1600	3200	6400	12800	>12000	400	800	1600	>1600	400	800	1600	>1600
B1	++	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	++	+	+	-	++	+	-	-
B2	+	+	-	-	++	+	+	-	+	+	+	-	-	+++	++	++	-	++	+	-	-
B3	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+++	++	++	-	++	+	-	-
B4	++	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+++	++	++	-	++	+	-	-
B5	++	++	+	-	++	+		-	+	+	+	-	-	+++	++	+	-	++	+	-	-
B6	+++	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+++	+	-	-	++	+	-	-
B7	+++	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+++	+++	-	-	++	+	-	-
B8	++	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+++	+++	-	-	++	+	-	-
B9	++	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+++	+++	-	-	++	+	-	-
B10	+++	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+++	+++	-	-	++	+	-	-
B11	++	-	-	-	++	++	+	-	+	+	+	-	-	+++	+++	-	-	++	+	-	-
B12	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-
B13	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-
B14	+	+	+	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
B15	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

+: Üreme var; ++: İyi Üreme; +++: Mükemmel üreme; -: Üreme yok

Tablo 24'ün devamı

İzolat numarası	Ağır metal (µg/mL)																			
	Bakır				Mangan				Kadmiyum					Kurşun				Krom			
	200	400	800	>800	3200	6400	12800	>12800	1600	3200	6400	12800	>12800	400	800	1600	>1600	400	800	1600	>1600
C1	+++	+	-	-	++	+	+	-	++	+	++	-	-	+++	++	++	-	++	+	-	-
C2	+++	+++	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+++	++	+	-	++	+	-	-
C3	+++	+++	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+++	+	+	-	++	+	-	-
C4	+++	++	+	-	++	++	-	-	+	+	-	-	-	+++	++	+	-	++	+	-	-
C5	++	++	+	-	++	+	-	-	+	+	-	-	-	+++	+	+	-	++	+	-	-
C6	++	++	+	-	++	+	-	-	+	+	-	-	-	+++	+	+	-	++	+	-	-
C7	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+++	+	+	-	++	+	-	-
C8	++	++	+	-	++	++	-	-	+	+	-	-	-	+++	+	+	-	++	+	-	-
C9	++	++	+	-	++	+	-	-	+	+	-	-	-	+++	+	+	-	++	+	-	-
C10	++	++	-	-	++	++	+	-	+	+	+	-	-	+++	+++	-	-	++	+	-	-
C11	+++	++	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+++	+++	-	-	++	+	-	-
C12	+++	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+++	+++	-	-	++	+	-	-
C13	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+++	+++	-	-	+	+	+	-
C14	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-
C15	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-
C16	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-

+: Üreme var; ++: İyi Üreme; +++: Mükemmel üreme; -: Üreme yok

Tablo 24'ün devamı

İzolat numarası	Ağır metal (µg/mL)																			
	Bakır				Mangan				Kadmiyum					Kurşun				Krom			
	200	400	800	>800	3200	6400	12800	>12800	1600	3200	6400	12800	>12800	400	800	1600	>1600	400	800	1600	>1600
D1	++	++	++	-	++	+	+	-	+	+	-	-	-	+++	+++	++	-	++	+	-	-
D2	++	++	++	-	+	-	+	-	+	+	+	-	-	+++	+++	++	-	++	+	-	-
D3	++	++	++	-	+++	++	-	-	+	+	-	-	-	+++	++	-	-	++	+	-	-
D4	++	++	++	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+++	++	-	-	++	+	-	-
D5	++	++	+	-	+++	+	-	-	+	+	-	-	-	+++	++	-	-	++	+	-	-
D6	++	++	+	-	++	++	-	-	+	+	-	-	-	+++	+++	-	-	++	+	-	-
D7	++	++	+	-	++	+	-	-	+	+	-	-	-	+++	+	-	-	++	+	-	-
D8	++	++	+	-	+++	+	-	-	+	+	-	-	-	+++	++	-	-	++	+	-	-
D9	+++	+++	+	-	+++	+	-	-	+	+	-	-	-	+++	+++	-	-	++	++	-	-
D10	+++	+++	+	-	+++	+	-	-	+	+	-	-	-	+++	+++	-	-	++	++	-	-
D11	+++	+++	+	-	+++	+	-	-	++	+	-	-	-	+++	+++	-	-	++	++	-	-
D12	+++	+++	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+++	+++	-	-	++	+	-	-
D13	+++	+++	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+++	+++	-	-	++	+	-	-
D14	+++	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+++	+++	-	-	++	+	-	-
D15	+++	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+++	+++	+	-	++	+	-	-

+: Üreme var; ++: İyi Üreme; +++: Mükemmel üreme; -: Üreme yok

Tablo 24'ün devamı

İzolat numarası	Ağır metal (µg/mL)																			
	Bakır				Mangan				Kadmiyum					Kurşun				Krom			
	200	400	800	>800	3200	6400	12800	>12800	1600	3200	6400	12800	>12800	400	800	1600	>1600	400	800	1600	>1600
D16	+++	+++	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+++	+++	-	-	++	+	-	-
D17	+++	+++	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+++	+++	-	-	++	+	-	-
D18	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	+	-	-
D19	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+	-
D20	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-

+: Üreme var; ++: İyi Üreme; +++: Mükemmel üreme; -: Üreme yok

4.3.5. İzolatların Enzimatik Aktivite Bulguları

Çalışmada kullanılan 5 farklı enzime karşı izolatların enzimatik aktivite bulguları Tablo 25'de verilmiştir. 1.istasyondan elde edilen izolatların DNaz, hemoliz, proteaz, lipaz ve amilaz enzim aktiviteleri sırasıyla %0,29, %0,17, %0,35, %0,23 ve %0,52; 2.istasyondan elde edilen izolatların DNaz, hemoliz, proteaz, lipaz ve amilaz enzim aktiviteleri %0,26, %0,20, %0,40, %0,40 ve %0,53; 3.istasyondan elde edilen izolatların DNaz, hemoliz, proteaz, lipaz ve amilaz enzim aktiviteleri %0,18, %0,18, %0,18, %0,12 ve % 0,81; 4.istasyondan elde edilen izolatların DNaz, hemoliz, proteaz, lipaz ve amilaz enzim aktiviteleri ise %0,15, %0,20, %0,45, %0,10 ve %0,50 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca A7, A9, A10, B5, B7, D2, D7, D17 izolatlarında ise herhangi bir enzimatik aktivite belirlenememiştir.

Bakterilerin patojenitesinin bazı virülans faktörleriyle ilişki olduğu hatta hastalık oluşumu ile ekstrasellüler bazı ürünler (hemolizin, enterotoksinler vb.) arasında pozitif korelasyon bulunduğu bildirilmiştir (Soler ve diğerleri, 2002). Bu nedenle izole edilen bazı bakteri türlerinin patojenitesini ortaya koymak amacıyla DNaz, hemolitik, proteolitik, lipolitik, amilaz aktiviteleri taranmıştır. Çalışmamızda tüm istasyonlarda, izolatların amilaz aktiviteleri (%52, %53, %81, %50) oldukça yüksek bulunurken; özellikle 1. ve 4. istasyonda da yüksek proteaz (%35 ve %45) ve 2. istasyonda ise yüksek lipaz (%40) oranı dikkate değerdir. Bu durum izolatların virülans özellikleri bakımından halk sağlığınıda tehdit edici patojenler olduklarını düşündürmektedir.

Bakteriyel patojenite, mikroorganizmaların patolojinin görünümünü belirlediği biyokimyasal mekanizma olarak kabul edilmektedir. Tüm patojenler çok işlevli bir kompleks olarak bu kabiliyete sahip değildir (Catrangiiu ve diğerleri, 2015). Çalışmamızda izole ettiğimiz bazı izolatlarda, doku invazivliğinin ve DNazın bütünlüğünün tespitinde rol alan enzimlerin varlığı, ökaryotik hücreleri istila etme, fagosomi'den kaçma ve enfekte olmuş hücrelerde dış kaynak kullanma, böylece sistemik enfeksiyonlar üretme yeteneklerini olduğunu ve virülanslarının yüksek olduğunu düşündürmektedir.

Tablo 25
İzolatların bazı enzimatik aktiviteleri

İzolat numarası	Enzim					İzolat numarası	Enzim				
	DNaz	Hemoliz	Proteaz	Lipaz	Amilaz		DNaz	Hemoliz	Proteaz	Lipaz	Amilaz
A1	-	-	-	-	+	**B1**	+	-	+	-	+
A2	-	-	-	+	+	**B2**	-	-	+	+	+
A3	-	-	+	-	+	**B3**	-	-	+	-	+
A4	-	-	-	-	+	**B4**	-	-	-	-	+
A5	-	-	-	+	+	**B5**	-	-	-	-	-
A6	-	-	-	-	+	**B6**	-	-	+	+	-
A7	-	-	-	-	-	**B7**	-	-	-	-	-
A8	-	-	+	-	-	**B8**	-	-	-	+	-
A9	-	-	-	-	-	**B9**	+	-	-	+	-
A10	-	-	-	-	-	**B10**	+	-	-	-	+
A11	-	-	-	+	-	**B11**	-	-	-	+	-
A12	+	-	-	-	-	**B12**	-	-	+	-	+
A13	+	-	+	-	-	**B13**	+	+	+	+	-
A14	-	+	-	+	-	**B14**	-	+	-	-	+
A15	+	+	+	-	+	**B15**	-	+	-	-	+
A16	+	+	+	-	+						
A17	+	-	+	-	+						

Tablo 25'in devamı

İzolat numarası	Enzim					İzolat numarası	Enzim				
	DNaz	Hemoliz	Proteaz	Lipaz	Amilaz		DNaz	Hemoliz	Proteaz	Lipaz	Amilaz
C1	-	-	-	-	+	**D1**	-	-	-	-	+
C2	-	-	-	-	+	**D2**	-	-	-	-	-
C3	-	-	-	-	+	**D3**	-	-	-	-	+
C4	+	-	-	-	+	**D4**	-	-	+	-	-
C5	-	-	-	-	+	**D5**	-	-	-	-	-
C6	-	-	-	-	+	**D6**	-	-	+	-	-
C7	-	-	-	-	+	**D7**	-	-	-	-	-
C8	-	-	-	-	+	**D8**	-	-	+	-	+
C9	-	-	-	-	+	**D9**	-	-	+	-	+
C10	+	-	+	-	-	**D10**	-	-	+	-	+
C11	-	-	-	-	+	**D11**	-	-	+	-	+
C12	-	-	-	+	-	**D12**	+	-	+	-	-
C13	-	-	+	-	+	**D13**	+	-	+	-	-
C14	+	+	+	+	-	**D14**	-	-	-	+	-
C15	-	+	-	-	+	**D15**	+	+	-	+	+
C16	-	+	-	-	+	**D16**	-	-	+	-	-
						D17	-	-	-	-	-
						D18	-	+	-	-	+
						D19	-	+	-	-	+
						D20	-	+	-	-	+

4.3.6. İzolatların Biyofilm Oluşturma Kapasitesi Bulguları

İstasyonlardan elde edilen izolatların biyofilm oluşturma kapasiteleri spektrofotometrede ölçülmüş ve 1 pozitif, (+), 2 pozitif (++), 3 pozitif (+++) ve negatif (-) şeklinde elde edilen değerler Tablo 4.21'de verilmiştir. Buna göre izolatların %52,94'ünde mükemmel; %10,29'unda çok iyi; %16,17'sinde iyi biyofilm biyofilm oluşumu gözlemlenirken; %8.82'sinden ise biyofilm oluşumu belirlenememiştir.

Bakteriler sucul ekosistemlerde hem planktonik hem de bentik yaşam sergileyen buna uygun yaşam stratejileri olan organizmalardır. Bentik yaşamın önemli bir bileşeni olan bakteriyel biyofilmler, doğadaki organik madde, kirletici etmenleri ve besin geri dönüşümü için gerekli olan biyoparçalanmada önemli bir rol oynar. Biyofilm tabakası bakteriye kritik ekolojik ve biyojeokimyasal fonksiyonları destekleme, gelişmiş organizma iletişimi ve daha fazla çevresel kararlılık gibi pekçok özellik kazandırır. Öte yandan, bakteriyel biyofilm, deniz taşımacılığı endüstrisi için, mikrobiyal slaym tabakalarının önemli bir bileşeni olmaları sebebiyle ciddi bir problem oluşturmaktadırlar. Ayrıca biyofilm tabakası bakteriyal patojenitenin artışında önemli bir sebeptir (Rampadarath ve diğerleri, 2017). Bu durum sucul ekosistemlerden izole edilen bakterilerin biyokimyasal özellikleri ve antibiyotik-ağır metal dirençlilikleri ile enzim varlığının araştırılmasının yanında biyofilm oluşturup oluşturmadıklarının belirlenmesini de önemli kılmaktadır.

Denizel bakteri izolatlarının biyofilm aktivitelerinin irdelendiği çalışmaların literatürde özellikle Türkiye denizlerinde oldukça sınırlı olduğu görülmektedir (Lee ve diğerleri, 2003; Kaçar, 2009; Jaisson ve diğerleri, 2014; Omuzbüken, 2016). Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgular literatürdeki sonuçlarla benzerlik göstermekte olup, izolatlar oldukça yüksek biyofilm oranı sergilemiştir. Bakteri virülansının önemli etmenlerinden biri olan biyofilmin denizel bakteri izolatlarında tespit edilmiş olması halk sağlığı açısından Çanakkale kıyı sularını tehlikeli hale getirmektedir.

Tablo 26
İzolatların biyofilm oluşturma kapasiteleri

İzolat No	Biyofilm oluşturma kapasitesi	İzolat No	Biyofilm oluşturma kapasitesi	İzolat No	Biyofilm oluşturma kapasitesi	İzolat No	Biyofilm oluşturma kapasitesi
A1	+++	**B1**	+	**C1**	+++	**D1**	+++
A2	+	**B2**	+++	**C2**	++	**D2**	+++
A3	+++	**B3**	+++	**C3**	++	**D3**	+
A4	+++	**B4**	-	**C4**	++	**D4**	+++
A5	+++	**B5**	+	**C5**	++	**D5**	+
A6	+++	**B6**	+++	**C6**	+++	**D6**	+++
A7	+	**B7**	-	**C7**	-	**D7**	+++
A8	+++	**B8**	+++	**C8**	+++	**D8**	+++
A9	++	**B9**	+++	**C9**	+++	**D9**	-
A10	++	**B10**	+++	**C10**	+++	**D10**	-
A11	+	**B11**	-	**C11**	+++	**D11**	+++
A12	+++	**B12**	-	**C12**	++	**D12**	+++
A13	+++	**B13**	+++	**C13**	-	**D13**	+++
A14	+++	**B14**	+++	**C14**	+++	**D14**	+
A15	+	**B15**	+	**C15**	+++	**D15**	+++
A16	+++			**C16**	+	**D16**	++
A17	+					**D17**	++
						D18	+++
						D19	+++
						D20	+++

BÖLÜM 5
SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmamız sonucunda elde ettiğimiz bulgular, Çanakkale ilinin önemli rekreasyon alanları olan istasyonların boğaz sisteminin akış özelliğine bağlı olarak fizikokimyasal parametreler bakımından yüksek kirlilik oranına sahip olmadığını bununla birlikte mikrobiyal kirlilik indikatörleri bakımından kirlenmiş su sınıfına dahil olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca tüm istasyonlardan elde edilen bakteriyal izolatların yüksek antibiyotik ve ağır metal dirençliliği ve beraberinde yüksek enzim aktivitesi ile biyofilm oluşturma kapasitelerinin olması Çanakkale il merkezinde bulunan kıyı alanlarının halk sağlığı açısından önemli bir tehdit oluşturduğunu göstermektedir. Bu çalışmayla bölgede ilk kez Deniz suyundandan elde edilen bakteriyal izolatların kapsamlı antibiyotik-ağır metal dirençliliği, enzim aktiviteleri ve biyofilm varlığının tespit edilmesine çalışılmıştır.

Elde edilen bu bulgular, Çanakkale kıyı şeridinin antropojenik atıkların arıtılmadan ya da yetersiz arıtımla su kaynaklarına bırakıldığı alanlar olduğunu ve beraberinde çeşitli kimyasallara dirençli, yüksek patojenite gösteren bakteriyal türlerin ortamda bulunmasına yol açtığını kanıtlamaktadır. Bu sebeple Çanakkale Boğazı, ekolojik denge, halk sağlığı ve doğal kaynakların sağlıklı kullanımı açısından sürekli kontrol edilmesi ve bu amaçla gereken önlemlerin alınması gereken bir alan konumundadır.

Bu amaçla bölgede kirletici kaynakların uzun süreli takibinin yapılabilmesi amacıyla daha kapsamlı çalışmalara ihtiyaç vardır. Rekreasyon ve su ürünleri üretimi yapılan denizlerde meydana gelen kirliliğin kontrolü ve izlenmesi, çevre ve halk sağlığı ile biyolojik çeşitliliğin korunması açısından oldukça önem taşımaktadır. Bu nedenle Çanakkale kıyı şeridinde fekal kirlenmenin önlenmesi ve su kalitesinin iyileştirilmesi amacıyla kanalizasyon atık sularının bu bölgelere uygun olmayan deşarjı önlenmelidir. Çevrede bulunan mevcut atık su arıtma tesislerinin işletme planları güçlendirilmeli ve mevcut arıtma teknolojileri geliştirilerek, atık su arıtma tesisleri tam verimle çalıştırılmalıdır. Enfeksiyon hastalıklarının etkili bir şekilde tedavi edilmesi ve antibiyotiğe dirençli mikroorganizmaların gelişmesini ve yayılmasını en aza indirmek amacıyla akılcı (rasyonel) antibiyotik kullanım politikaları geliştirilmeli, toplum bilinçlendirilmeli ve ilaç endüstrisinin ilaç pazarlama uygulamaları düzeltilmelidir. Kamu kurum ve kuruluşlarının çevre kirliliği ve takibi konusunda kapasiteleri geliştirilmeli ve özellikle yerel yönetimler ile üniversiteler arasında koordinasyonun sağlandığı kapsamlı araştırmalara zemin hazırlanmalıdır.

KAYNAKLAR

Abdallah, S.A., Elmanama, A.A., Fahd M.I. & Afifi S. (2005). Microbiological beach sand quality in the Gaza strip in comparison to seawater. Pol. J. Environ. Stud. 14, 841-850. doi: 10.1016/j.envres.2004.12.014

Abrahim, G.M.S., Parker, R.J. (2007). Assessment of heavy metal enrichment factors and the degree of contamination in marine sediments from Tamaki estuary, Auckland, New Zealand. *Environmental Monitoring and Assessment, 136*: 227–238. doi: 10.1007/s10661-007-9678-2

Ajibola, V.O., Ladipo, M.K. (2011). Sediment quality of effluent discharge channels from six industrial sites in Lagos, Nigeria. *International Journal of Environmental Research*, *5*(4): 901-908. doi: //10.22059/ijer.2011.447

Akbulut, V. (2012). *İstanbul güneybatı sahili'nden izole edilen Escherichia coli suşlarında antibiyotik direnç karakterizasyonu* (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi

Akkan, T. (2013). *Giresun kıyı şeridi deniz suyu kalitesi mevsimsel değişiminin belirlenmesi* (Doktora Tezi). Erişim adresi: https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi

Akkan, T., Kaya, A., Dincer, S. (2013). Antibiotic levels and heavy metal resistance in gram-negative bacteria isolated from seawater, Iskenderun Organized Industrial Zone. *Journal of Applied Biological Sciences*, *7*(1):10-14. doi: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2008.08.014

Alderkamp, A., Van Rijssel M., Bolhuis H. (2007). Characterization of marine bacteria and the activity of their enzyme systems involved in degradation of the algal storage glucan laminarin. *FEMS Microbiology Ecology*, *59*(1): 108–117. doi: 10.1111/j.1574-6941.2006.00219.x

Altuğ, G., Balkıs, N. (2009). Levels of some Toxic elements and frequency of bacterial heavy metal resistance in sediment and seawater. *Environmental Monitoring and Assessment, 149*: 61–69. doi: https://doi.org/10.1007/s10661-008-0183-z

Altuğ, G., Çardak, M., Gürün, S., Çiftçi, P.S., Saad, A.A., Ibrahim, A., Fakhri, M. (2010) Biodiversity of culturable aerobic heterotrophic bacteria in the coastal areas of Syria, Lebanon and the offshore areas of the Northern Aegean Sea and the Mediterranean. *INOC-Tischreen University, International conference on Biodiversity of the Aquatic Environment,* 115–124. Erişim adresi: https://www.researchgate.net/publication/263007348_Biodiversity_of_Culturable_A

erobic_Heterotrophic_Bacteria_in_the_Coastal_Areas_of_Syria_Lebanon_and_the_offshore_Area_in_the_Northern_Aegean_Sea

Altuğ, G., Aktan, Y., Oral, M., Topaloğlu, B. (2011). Biodiversity of the northern Aegean Sea and southern part of the Sea of Marmara, Turkey Marine Biodiversity Records, page 1 of 17. Marine Biological Association of the United Kingdom, 2011 doi: 10.1017/S1755267211000662

Altuğ, G., Aktan, Y., Oral, M., Topaloğlu, B., Dede, A., Keskin, Ç., İşinibilir, M., Çardak, M., Çiftçi, P. S. (2011). Biodiversity of the northern Aegean Sea and southern part of the Sea of Marmara, Turkey. *Marine Biodiversity Records, 4*, 1–17. doi: 10.1017/S1755267211000662

Altuğ, G., Balkıs, N., Çardak, M., Gürün, S., Çiftçi Türetken, P.S., Kalkan, S., Hulyar, O. (2013b) The investigation of Güllük Bay ecosystem using by bacteriologıcal analyses. *The Scientific and Technological Research Council of Turkey. TUBITAK 105Y039 Technical Report.* doi: 10.1007/s10661-016-5109-6

Altuğ, G., Çardak, M., Çiftçi, P. S., Gürün, S. (2013a). First records and micro-geographical variations of culturable heterotrophic bacteria in an inner sea (the Sea of Marmara) between the Mediterranean and the Black Sea, Turkey. *Turk J Biol, 37*, 184–90. doi: 10.3906/biy-1112-21

Altun, H.U., Şener, B. (2008). Biyofilm enfeksiyonları ve antibiyotik direnci. *Hacettepe Tıp Dergisi*, *39*: 82-88. Erişim adresi: https://docplayer.biz.tr/16289165-Biyofilm-infeksiyonlar-ve-antibiyotik direnci.html.

Amann, R.I., Ludwig, W., Schleifer, K.H. (1995). Phylogenetic identification and in situ detection of individual microbial cells without cultivation. *Microbiology and Molecular Biology. Reviews*, *59*: 143-169. Erişim adresi: https://mmbr.asm.org/content/59/1/143.long.

Anonim, 1995. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 19 th Ed. APHA, AWWA, WPCF, Washington. Erişim adresi: https://mmbr.asm.org/content/59/1/143.long

Anonim, 2001. Water quality: Guidelines, standards and health. 438 p. London, UK.

Anonim, 2007. Çanakkale İli Çevre Durum Raporu 2006 - 2007, Çanakkale Valiliği, İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, Çanakkale, 410 s.

Anonim, 2015. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Resmi Gazete Sayı 29327.

Anonim, 2017. Deniz İzleme Klavuzları, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara, 442 s.

APHA, 1998. American Public Health Association: Standard Methods for the Examination

of Water and Wastewater, 20th ed, American Public Health Association, Washington, D.C.

Ashbolt, N. J., Grabow, W. O. K., & Snozzi, M. (2001). Indicators of microbial water quality. In World Health Organization (WHO), L. Fewtrell, & J. Bartram (Eds.), *Water quality: guidelines, standards and health, Fewtrell*. London, UK: IWA. 1 900222 28 0. Erişim adresi: https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/iwachap13.pdf

Aslan Yılmaz, A. (2008). *Karadeniz ve Marmara Denizi'nde aerobik heterotrofik bakterilerin incelenmesi* (Doktora Tezi) Erişim adresi: https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Uğur, A., Ceylan, Ö., Aslım, B. (2012). Characterization of Pseudomonas spp. from seawater of the southwest coast of Turkey J. BIOL. ENVIRON. SCI., 2012, 6(16), 15-23. Erişim adresi: https://pdfs.semanticscholar.org/2b51/30d0ece57dfa2a0741e79171ef83b6a9f59f.pdf

Balcı, R.S. (2007). *Seyhan baraj gölünün bakteriyolojik kirlilik düzeyinin belirlenmesi ve Enterobacteriaceae üyelerinde antibiyotik dirençliliği* (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: http://libratez.cu.edu.tr/tezler/6403.pdf.

Bergstein, T., Dan, B., Stone, L. (1991). The Distribution of fecal pollution indicator bacteria in Lake Kinneret. *Water Research*, *25*: 263-270. Erişim adresi: https://m.tau.ac.il/lifesci/zoology/members/lewi_files/documents/Bergstein_WatRes_1991.pdf

Bilgin, A. (2015). Borçka baraj gölü su kalitesinin çok değişkenli istatistiksel yöntemle değerlendirilmesi. *CBÜ Fen Bilimleri Dergisi*, *11*(2): 287-293. doi: http://dx.doi.org/10.18466/cbujos.81428

Bonilla, T.D., Nowosielski, K., Cuveiler, M., Hartz, A., Green, M., Esiobu, N., McCorquodale, D.S., Fleisher J.M. & Rogerson A. (2007). Prevalence and distribution of fecal indicator organisms in South Florida beach sand and preliminary assessment of health effects associated with beach sand exposure. Mar. Pollut. Bull. 54, 1472-1482. doi: 10.1016/j.marpolbul.2007.04.016

Bozkurt, D. (2016). *Bor İçeren Ortamlarda Prokaryotik Çeşitliliğin Belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi

Çardak, M., Altuğ, G. (2010). Distribution of members of the family Enterobacteriaceae in the Istanbul strait. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, *16*(3): 295-310. Erişim adresi: http://blackmeditjournal.org/volumes-archive/vol16-2010/vol-16-

2010-no-3/distribution-of-members-of-the-family-enterobacteriaceae-in-the-istanbul-strait/

Çardak, M, Özbek, Ö.E., Kebapçioğlu, T., (2015b). Seasonal Abundance and Diversity of Culturable Heterotrophic Bacteria in Relation to Environmental Factors in the Gulf of Antalya, Eastern Mediterranean, Turkey., 31 (4): 569-82. doi: 10.1007/s11274-015-1810-9.

Çardak, M., Altuğ, G., Türetken, P.S.Ç. (2015a). Variations of Culturable and Metabolically Active Bacteria in a Stratified Water Column: The Example of Istanbul and Çanakkale Straits, Turkey. Int. J. Environ. Res., 9 (4): 1333-1340. doi: 10.22059/ijer.2015.1025

Çardak, M., Altuğ, G., Ay, M., Erol, O., (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, 45: 182-190. doi: https://.org/10.1515/ohs-2016-0017

Catrangiiu, A., Atrangiu, D., Niculescu, D., Lucaciu, I., Chifiriu, C., Mihaescu, G. (2015). Virulence factors of gram negative bacteria isolated from natural aquatic ecosytsems. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, *16*(1): 33–39. Erişim adresi: http://dspace.incdecoind.ro/bitstream/123456789/587/1/2015ecosystems.pdf

Cengiz, Ö., Öztekin, A., Özekinci, U. (2012). Gelibolu Yarımadası ve Çanakkale Boğazı (Kuzeydoğu Akdeniz, Türkiye) kıyılarında dağılım gösteren balıklar üzerine bir araştırma. *Fırat Üniv. Fen Bilimleri Dergisi*, *24*(2): 47-55. Erişim adresi: https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/89136

Cetecioglu, Z., Ince, B. K., Kolukırık, M., & Ince, O. (2009). Biogeographical distribution and diversty of bacterial and archaeal communities within highly polluted anoxic marine sediments from the Marmara Sea. *Mar Pollut Bull, 58*(3), 384–95. doi: 10.1016/j.marpolbul.2008.10.009

Chaudhary, A., Gupta, LK., Gupta, JK. (1997). Studies on slime-forming organisms of a paper mill—slime production and its control. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology, Volume 18, Issue 5, pp 348–352. doi: https://doi.org/10.1038/sj.jim.2900393

Chelossi, E., Vezzulli, L., Milano, A., Branzoni, B.M., Fabiano, M. (2003). Antibiotic resistance of benthic bacteria in fish farm and control sediments of the western mediterranean. *Aquaculture*, *219*: 83-97. doi: https://doi.org/10.1016/S0044-

8486(03)00016-4

Clark, A., Turner, T., Dorothy, K.P., Goutham, J., Klavati C. & Rajanna B. (2003). Health hazards due to pollution of waters along the coast of Visakhapatnam, east coast of India. Ecotox. Environ. Safe. 56, 390-397. doi: 10.1016/s0147-6513(03)00098-8

CLSI, 2009. (Clinical and Laboratory Standard Institute). Clinical and Laboratory Standarts Institute. Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria That Grow Aerobically; Approved Standard-Seventh Edition. M07- A7, Villanova, PA, USA.

Collins, M.D., Phillips, B.A., Zanoni, P. (1989). Deoxyribonucleic Acid Homology Studies of *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus parucasei* sp. nov., subsp. *parucasei* and subsp. *toleruns*, and *Lactobacillus rhamnosus* sp. nov., *comb*. nov. *lnternational Journal of Systematic Bacteriology*, *39*: 105-108. Erişim adresi: https://www.microbiologyresearch.org/docserver/fulltext/ijsem/39/2/ijs-39-2-105.pdf?expires=1577349615&id=id&accname=guest&checksum=7A6920B21044DBC526B90A61EA7C07CF

Costanzo, S.D., Murby, J., Bates, J. (2005). Ecosystem response to antibiotics entering the aquatic environment. *Marine Pollution Bulletin*, *51*: 218-223. doi: https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2004.10.038

Craig, D., Fallowield, J. & Cromar, N. (2002). Enumeration of faecal coliforms from recreational coastal sites: evaluation of techniques for the separation of bacteria from sediments . J. Appl. Microbiol. 93, 557-565. doi: 10.1046/j.1365-2672.2002.01730.x

Da Silva, M.A.C., Cavalett, A., Spinner, A., Rosa, D.C., Jasper, R.B., (2013). Phylogenetic Identification of Marine Bacteria Isolated from Deep-sea Sediments of the Eastern South Atlantic Ocean. SpringerPlus, 2: 127-137. doi: 10.1186/2193-1801-2-127

Dawson, M., Kisku, D. R., Gupta, P., Sing, JK., Li, W., (2016). Developing Next-Generation Countermeasures for Homeland Security Threat Prevention. doi: 10.4018/978-1-5225-0703-1

De Rore, H., Top, E., Houwen, F., Mergeay, M., Verstraete, W., (1994). Evolution of heavy metal resistant transconjugants in a soil environment with a concomitant selective pressure. doi: https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.1994.tb00112.x

Dhawde, R., Surve, N., Macaden, R., Wennberg, A.C., Seifert-Dähnn, I., Ghadge, A., Birdi, T., (2018). Physicochemical and Bacteriological Analysis of Water Quality in Drought Prone Areas of Pune and Satara Districts of Maharashtra, India

Environments, 5 (61): 1- 20. doi: 10.3390/environments5050061

Doghri, I., Rodrigues, S., Bazire, A., Dufour, A., Akbar, D., Sopena, V., Sablé, S., Lanneluc, I., (2015). Marine Bacteria from the French Atlantic Coast Displaying High Forming-Biofilm Abilities and Different Biofilm 3D Architectures. BMC Microbiol., 15: 231- 241. doi: 10.1186/s12866-015-0568-4

Donlan, R.M., (2002). Biofilms: Microbial Life on Surfaces. Emerging Infectious Diseases, 8 (9): 881-890. doi: 10.3201/eid0809.020063

Dutka, B.J. & Kwan, K.K. (1978). Health - indicator bacteria in water-surface microlayers. Can. J. Microbiol. 24, 187-188. doi: https://.org/10.1139/m78-032

Edge, T.A. & Hill, S. (2007). Multiple lines of evidence to identify the source of fecal pollution at a freshwater beach in Hamilton Harbour, Lake Ontario. Water Res. 41, 3585-3594. doi: 10.1016/j.watres.2007.05.012

Elmanama, A.A., Fahd, M.I., Afifi, S., Abdallah S. & Bahr S. (2005). Microbiological beach sand quality in Gaza Strip in comparison to seawater quality. Environ. Res. 99, 1-10.. doi: 10.1016/j.envres.2004.12.014

Elmir, S.M., Wright, M.E., Abdelzaher, A., Solo - Gabriele, H.N., Fleming, L.E., Miller, G., Rybolowik, M., Shih, M.T., Pillai, P., Copoer J.E. & Quaye E.A. (2007). Quantitative evaluation of bacteria released by bathers in marine water. Water Res. 41, 3-10. doi: 10.1016/j.watres.2006.10.005

El-Tamer, M., Chaglassian, T., Martini, N., (1989). Resection and debridement of chest-wall tumors and general aspects of reconstruction. Surgical Clinics of North America. doi: 10.1016/s0039-6109(16)44931-5

Field, K.G. & Samadpour M. (2007). Faecal source tracking the indicator paradigm, and managing water quality. Water Res. 41, 3517-3538. doi: https://doi.org/10.1016/j.watres.2007.06.056

Finstein, M.S., (1972). Pollution microbiology a laboratory manual. Marcel Dekker Inc., New York. 213 p. Erişim adresi: https://eric.ed.gov/?id=ED069480

Gabutti, G., de Donno, A., Bogordo F. & Montanga M.T. (2000). Comparative survival of fecal and human contamination and use of Staphylococcus aureus as an effective indicator of human pollution. Mar. Pollut. Bull. 40, 697-700. doi: https://doi.org/10.1016/S0025-326X(00)00007-2

Gadd, G. M., (2000). Microbial interactions with tributyltin compounds: detoxification, accumulation, and environmental fate. Science of The Total Environment. doi: https://doi.org/10.1016/S0048-9697(00)00512-X

Gaylarde, C., Morton, L.H.G., Loh, K., Shirakawa, M.A. (2011). Biodeterioration of external architectural paint films: a review. International Biodeterioration & Biodegradation, 65: 1189-1198. doi: https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2011.09.005

Ghaderi, A.A., Abduli, M.A., Karbassi, A.R., Nasrabadi, T., Khajeh, M. (2012). Evaluating the effects of fertilizers on bioavailable metallic pollution of soils, Case study of Sistan farms. Iran. Int. J. Environ. Res., 6 (2): 565-570. doi: 10.22059/IJER.2012.526

Giovannoni, S., Rappe, M. (2000). Evolution, diversity and molecular ecology of marine prokaryotes. In DL. Kirchman, (Ed). Microbial Ecology of the Oceans, 47-84. Erişim adresi: https://www.semanticscholar.org/paper/Evolution%2C-diversity%2C-and-molecular-ecology-of-Giovannoni-Rapp%C3%A9/a9bda9ac0414e34e88aa5585aa12e206f74ff765

Gozari, M., Mortazavi, M.S., Bahador, N., Jahromi, T.S. Rabbaniha, M. (2016). Isolation and screening of antibacterial and enzyme producing marine actinobacteria to approach probiotics against some pathogenic *vibrios* in shrimp litopenaeus vannamei. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 15 (1): 630-644. Erişim adresi: http://aquaticcommons.org/22898/1/IFRO-v15n2p630-en.pdf

Gürgün, V., Halkman, A.K. (1990). Mikrobiyolojide sayım yöntemleri. Gıda Teknoloji Derneği, Yayın no. 7: (2. Baskı), Ankara. 2-98. Erişim adresi: http://www.mikrobiyoloji.org/TR/Genel/BelgeGoster.aspx?F6E10F8892433CFFAAF6AA849816B2EFB6DE0D48D507A18A

Haruna, A., Uzairu, A., Harrison, G.F.S. (2011). Chemical fractionation of trace metals in sewage water – ırrigated soils. Int. J. Environ. Res., 5 (3): 733-744. doi: 10.22059/IJER.2011.379

Heaney, Ch.D., Sams, E., Wing, S., Marshall, S., Brenner, H., Dufour A.P. & Wade T.J. (2009). Contact with beach sand among beachgoers and risk of illness. Am. J. Epidemiol. 170, 164-172. doi: 10.1093/aje/kwp152.

Hirsch, R., Ternes, T., Haberer, K., Kratz, K.L. (1999). Occurrence of Antibiotics in the Aquatic Environment. Sci. Total Environ., 225: 109-118. doi: 10.1016/s0048-9697(98)00337-4

Hossain, M., Islam, M. (2006). Ship Breaking Activities and its Impact on the Coastal Zone of Chittagong, Bangladesh: Towards Sustainable Management. M.Institute of Marine Sciences, University of Chittagong, Chittagong-4331, Bangladesh. Erişim adresi:

https://www.shipbreakingbd.info/report/Ship%20Breaking%20Activities%20and%20its%20Impact%20on%20the.pdf

Ince, K. B., Usenti, I., Eyigor, A., Oz, N. A., Kolukırık, M., & Ince, O. (2006). Analysis of methanogenic archaeal and sulfate reducing bacterial populations in the sediments of the Black Sea using FISH. *J Geophys Res, 23*, 1–8. doi: https://.org/10.1080/01490450600760724

Jahan, S., Strezov, V. (2017). Water quality assessment of Australian ports using water quality evaluation indices. PLoS ONE, 12 (12): e0189284. doi: https://.org/10.1371/journal.pone.0189284

Jain, A., Agarwal, A. (2009). Biofilm production, a marker of pathogenic potential of colonizing and commensal staphylococci. J. Microb. Meth., 76 (1): 88-92. doi: https://.org/10.1016/j.mimet.2008.09.017

Jaisson, F.B., Magné, A.O., Dombrowsky, L.G., Armougom, F., Blache, Y., Molmeret, M. (2014). Identification of Bacterial Strains Isolated from the Mediterranean Sea Exhibiting Different Abilities of Biofilm Formation. Microbial Ecology, 68 (1): 94-110. doi: 10.1007/s00248-013-0342-9.

Jansen, E., Michels, M., Van, Til, M. et al. (1994). Effects of heavy metals in soil on microbial diversity and activity as shown by the sensitivity-resistance index, an ecologically relevant parameter. doi: https://.org/10.1007/BF00336319

Kaçar, A. (2009). *Anti-fouling boyaların denizdeki bakteriyal biyofilm gelişimi üzerine etkisi.* (Doktora Tezi). Erişim adresi: https://acikerisim.deu.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/20.500.12397/9211/276568.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Kaçar, A., Koçyiğit, A. (2013). Characterization of heavy metal and antibiotic resistant bacteria isolated from aliaga ship dismantling zone, Eastern Aegean Sea, Turkey Int. J. Environ. Res., 7 (4): 895-902. doi: 10.22059/ijer.2013.671

Kaçar, A., Omuzbüken, B. (2017). Assessing the seawater quality of a coastal city using fecal indicators and environmental variables (Eastern Aegean Sea) marine pollution bulletin, 123 (1-2): 400-403. doi: 10.1016/j.marpolbul.2017.08.052

Kalkan, S., Altuğ, G. (2015). Bio-indicator Bacteria & Environmental Variables of the Coastal Zones: The example of the Güllük Bay, Aegean Sea, Turkey. Marine Pollution Bulletin, 95 (1): 380-384. doi: 10.1016/j.marpolbul.2015.04.017.

Kamala-Kaanan, S., Lee, K.J. (2008). Metal tolerance and antibiotic resistance of *bacillus* species isolated from Snchon Bay sediments, South Korea. Biotechnology, 7 (1):

149-152. doi: 10.3923/biotech.2008.149.152

Kamala-Kannan, S., Batvari, B.P.D., Lee, K. J., Kannan, N., Krishnamoorthy, R., Shanthi, K., Jayaprakash, M. (2008). Assessment of heavy metals (Cd, Cr and Pb) in water, sediment and seaweed (Ulva lactuca) in the Pulicat Lake, South East India. doi: https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2007.12.004

Karaboz, İ., Özcan, N., Hilal, N. (2005). İzmir ve Aydın yöresindeki topraklardan izole edilen *azotobacter chroococcum* (beijerinck, 1901) izolatlarının tuz, sıcaklık ve bazı ağır metallere toleranslarının belirlenmesi. Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi, 3 (3): 2-10. Erişim adresi: https://avesis.ege.edu.tr/yayin/006c3c4c-5c70-4a0e-8407-9e45c666e8ca/izmir-ve-aydin-yoresindeki-topraklardan-izole-edilen-azotobacter-chroococcum-beijerinck-1901-izolatlarinin-tuz-sicaklik-ve-bazi-agir-metallere-toleranslarinin-belirlenmesi

Kavitha, S., Raghavan, V. (2018). Isolation and characterization of marine biofilm forming bacteria from a ship's hull. Front. Biol., 13 (3): 208–214. doi: https://doi.org/10.1007/s11515-018-1496-0

Keleş, Y., Öncel, I. (2002). Response of antioxidative defence system to temperature and water stress combinations in wheat seedlings. Plant Science. doi: https://.org/10.1016/S0168-9452(02)00213-3

Kılınç, B., Besler, A. (2014). The occurrence of enteric bacteria in marine environment and pollution. Mar. Sci. Tech. Bull. 3(2):39-43 ISSN Erişim adresi: https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/207923

Killea, L.M. (2014). *Microbial community composition of marine biofilms in a northern temperate* (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: http://digitalcommons.uri.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1289&context=theses

Kim, K.R., Owens, G., Kwon, S.I. (2011). Occurence and environmental fate of veterinary antibiotics in the terrestrial environment. Water Air Soil Pollut., 214: 163 174. doi: 10.1007/s11270-010-0412-2)

Kimiran-Erdem, A., Arslan, E.O., Şanlı Yürüdü, N.O., Zeybek, Z., Doğruöz, N. (2007). Isolation and identification of enterococci from seawater samples: assessment of their resistance to antibiotics and heavy metals. Environ. Monit. Assess., 125: 219-228. doi: 10.1007/s10661-006-9506-0

Kouridaki, I., Polymenakou, P.N., Tselepides, A., Mandalakis, M., Smith, K.L. (2010). Phylogenetic diversity of sediment bacteria from the Deep Northeastern Pacific Ocean: A comparison with the Deep Eastern Mediterranean Sea. Int Microbiol, 13:

143-150. doi: 10.2436/20.1501.01.119

Krumpermann, P.H. (1983). Multiple antibiotic resistances ındexing of *e. coli* to identify high-risk sources of fecal contamination of foods. Appl. Environ. Microbiol., 46 (1): 165–170. Erişim adresi: https://aem.asm.org/content/aem/46/1/165.full.pdf

Kueh, C.S., Tam, T.Y., Lee, T., Wong, S.L., Lloyd, O.L., Yu, I.T., Wong, T.W., Tam S.J. & Basett D.C. (1995). Epidemiological study of swimming - associated illnesses relating to bathing-beach water quality. Water Sci. Technol. 31, 1-4. doi: https://.org/10.1016/0273-1223(95)00231-B

Külköylüoğlu, O. (2009). Çevre ve Çevre: insan-doğa ilişkisi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Baskısı. Mart 2006. 278 sayfa. Genişletilmiş 2. Baskı. Erişim adresi: https://docs.google.com/file/d/0BwZ-K9WC0XGBSDYxU25od0hJWWM/edit

Külköylüoğlu O. (2009). Ecological succession of freshwater ostracoda (crustacea) in a newly developed rheocrene spring. Abant İzzet Baysal University, Faculty of Arts and Science, Department of Biology, TR-14280 Gölköy, Bolu – TURKEY. doi: 10.3906/zoo-0712-12

Kumar, J.I.N., George, B., Kumar, R.N.,. Sajish, P.R., Viyol, S. (2009). Assessment of spatial and temporal fluctations in water quality of a tropical permanent estuarine system- tapi, West Coast India. Applied Ecology and Environmental Research 7 (3): 267-276. Erişim adresi: http://www.ecology.kee.hu/pdf/0703_267276.pdf

Kümmerer, K. (2003). significance of antibiotics in the environment. J. Antimicrob. Chemother., 52: 5-7. doi: 10.1093/jac/dkg293

Kümmerer, K. (2009a). Antibiotics in the aquatic environment--a review--part I. Chemosphere, 75: 417-434. doi: 10.1016/j.chemosphere.2008.11.086.

Kümmerer, K. (2009b). Antibiotics in the aquatic environment--a review--part II. Chemosphere, 75: 435-441. doi: 10.1016/j.chemosphere.2008.12.006.

Lee, Y.K., Kwon, K.K., Cho, K.H., Kim, H.W., Park, J.H., Lee, H.K. (2003). Culture and identification of bacteria from marine biofilms. The Journalof Microbiology, 41 (3): 183-188. Erişim adresi: https://www.researchgate.net/profile/Yoo_Kyung_Lee2/publication/259644458_Culture_and_Identification_of_Bacteria_from_Marine_Biofilms/links/54bce3e90cf29e0cb04c5328.pdf

Madigan, M.T., Martinko, J.M. (2010). Brock Biology of Microorganisms (Eleventh Edition).(C. Çökmüş, Çev.). Ankara: Palme Yayıncılık. (Orijinal çalışma basım tarihi 2009). Erişim adresi:

https://www.researchgate.net/profile/Michael_Madigan/publication/48363170_Brock_Biology_of_Micro-Organisms/links/5573057208aeb6d8c017dcd8.pdf

Mahloch, J.L. (1974). Multivariate Techniques for water quality analysis. Journal of the Environmental Engineering Division, 100 (5):1119- 1132. Erişim adresi: https://cedb.asce.org/CEDBsearch/record.jsp?dockey=0021707

Manav, Ş.U. (2013). *Kıyısal sular ve midyelerden izole edilen enterik bakterilerin antibiyotik direncinin moleküler karakterizasyonu* (Doktora Tezi). Erişim adresi: https://www.ulusaltezmerkezi.net/

Manjusha, S., Sarita, G.B., Elyas, K.K, Chandrasekaran, M. (2005). Multiple antibiotic resistances of *vibrio* ısolates from coastal and Brackish Water areas. American Journal of Biochemistry and Biotechnology, 1 (4): 201-206. doi: 10.3844/ajbbsp.2005.193.198

Matsubara, Y., Sakurai, Y., Faloutsos, C., Iwata, T., Yoshikawa, M. (2012). Fast mining and forecasting of complex time-stamped events. Beijing, China. doi: 10.1145/2339530.2339577

Matyar, F. (2012). Antibiotic and heavy metal resistance in bacteria isolated from the Eastern Mediterranean Sea Coast. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 89: 551-556. doi: 10.1007/s00128-012-0726-4.

Matyar, F., Akkan, T., Uçak, Y., Eraslan, B. (2009). *Aeromonas* and *Pseudomonas*: antibiotic and heavy metal resistance species from Iskenderun Bay, Turkey (northeast Mediterranean Sea). doi: https://.org/10.1007/s10661-009-1051-1

Matyar, F., Dinçer, S. (2010). Doğu Akdeniz'den izole edilen *enterococcus faecalis* bakterilerinin antibiyotik ve ağır metal dirençliliği. SDU Journal of Science (E-Journal), 5 (2): 172-178. Erişim adresi: https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/116322

Matyar, F., Dinçer, S., Kaya, A., Çolak, O. (2004). Prevalence and resistance to antibiotics in gram-negative bacteria isolated from retail fish in Turkey. Ann. Microbiol., 54: 151–160. doi: 10.1111/j.1745-4557.2005.00037.x

Matyar, F., Gülnaz, O., Güzeldağ, G., Mercimek, H.A., Aktürk, S., Arkut, A., Sumengen, M. (2014). Antibiotic and heavy metal resistance in gram-negative bacteria isolated from the Seyhan Dam Lake and Seyhan River in Turkey. Annals of Microbiology, 64 (3): 1033-1040. doi: https://.org/10.1007/s13213-013-0740-8

Matyar, F., Kaya, A., Dinçer, S. (2008). Antibacterial agents and heavy metal resistance in gram negative bacteria isolated from seawater, shrimp and sediment in Iskenderun

Bay, Turkey. Science of the Total Environment, 407: 279–285. doi: 10.1016/j.scitotenv.2008.08.014.

McIntyre, A. (2010). A global census of marine microbes. In Life in the World's Oceans: Diversity, Distribution and Abundance. doi: https://.org/10.1002/9781444325508.ch12

Mudryk Z. J., Gackowska J., Skórczewski P., Perliński P., Zdanowicz, M. (2014). Occurrence of potentially human pathogenic bacteria in the seawater and in the sand of the recreational coastal beach in the southern Baltic Sea. Oceanological and Hydrobiological Studies International Journal of Oceanography and Hydrobiology Volume 43, Issue 4 (366–373). doi: 10.2478/s13545-014-0154-7

Omerovic, M., Müştak, H. K., Kaya, İ. B. (2017). Escherichia coli patotiplerinin virülens faktörleri. Etlik Vet Mikrobiyal Dergi, 2017; 28 (1): 1-6 Erişim adresi: https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/654127

Moskot, M., Kotlarska, E., Jakóbkiewicz-Banecka, J., Gabig-Cimińska, M., Fari, K., Węgrzyn, G., Wróbel, B. (2012). Metal and antibiotic resistance of bacteria isolated from the Baltic Sea. International Microbiology, 15: 131-139. Erişim adresi: http://eprints.ibb.waw.pl/384/

Nasrabadi, T., Nabi, Bidhendi, G.R., Karbassi, A.R., Mehrdadi, N. (2010). Evaluating the efficiency of sediment metal pollution ındices in ınterpreting the pollution of Haraz River sediments. Southern Caspian Sea basin. Environ. Monit. Assess., 171 (1-4): 395-410. doi: 10.1007/s10661-009-1286-x

Nithya, C., Gnanalakshmi, B., Pandian, S.K. (2011). Assessment and characterization of heavy metal resistance bacteria in Palk Bay sediment. Mar. Environ. Res., 7(1): 283-294. doi: https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2011.02.003

Oliveira, A.J.F.C., Franca, P.T.R, Pinto, A.B. (2010). Antimicrobial resistance of heterotrophic bacteria isolated from seawater and sands of recreational beaches with different organic pollution levels in Southeastern Brazil: Evidences of Resistance Dissemination. Environ. Monit. Assess., 169: 335–384. doi: 10.1007/s10661-009-1180-6.

Omuzbüken, B. (2016). *Denizel biyofilm bakterilerinin biyositlere ve ağır metallere karşı toleranslarının araştırılması* (Yüksek Lisans Tezi). doi: 10.21923/jesd.399223

Öztürk, B., Altuğ, G., Çardak, M., Çiftçi, PS. (2007). Doğu Akdeniz ve Ege Denizi Türkiye kıyılarının yüzey suyu petrol kirliliği. Erişim adresi: http://blackmeditjournal.org/wp-content/uploads/1-petrol-makale.pdf

Pangestuti, R., Kim, S. K. (2011). Biological activities and health benefit effects of natural pigments derived from marine algae. doi: https://doi.org/10.1016/j.jff.2011.07.001

Pasco, N., Baronian, K., Jeffries, C., Hay, J. (2003). Biochemical mediator demand - a novel rapid alternative for measuring biochemical oxygen demand. Appl Microbiol, 53: 613-618. doi: 10.1007/s002530051666

Pazi, I. (2011). Assessment of heavy metal contamination in Candarli Gulf sediment, Eastern Aegean Sea. Environ. Monit. Assess., 174: 199–208. doi: https://doi.org/10.1007/s10661-010-1450-3

Qian, P.Y., Lau, S.C.K., Dahms, H.U., Dobretsov, S., Harder, T. (2007). marine biofilms as mediators of colonization by marine macroorganisms: implications for antifouling and aquaculture. Marine Biotechnology, 9: 399–410. Erişim adresi: https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10126-007-9001-9.pdf

Rampadaratha, S., Bandhoab, K., Puchooaa, D., Jeewonb, R., Balc, S. (2017). Early bacterial biofilm colonizers in the coastal waters of Mauritius. Electronic Journal of Biotechnology, 29: 13-21. doi: https://doi.org/10.1016/j.ejbt.2017.06.006

Rebijith, K. B., Asokan, R., Ranjitha Hande, H., Sunil, Joshi, Siddharthan Surveswaran Ramamurthy, V. V., Krishna Kumar, N. K. (2017). Reconstructing the macroevolutionary patterns of aphids (Hemiptera: Aphididae) using nuclear and mitochondrial DNA sequences. doi: https://doi.org/10.1093/biolinnean/blx020

Ruban, P., Gunaseelan, C. (2011). Antibiotic resistance of bacteria from Krishna Godovari Basin, Bay of Bengal, India. Environmental and Experimental Biology, 9: 133-136. Erişim adresi: http://eeb.lu.lv/EEB/201112/EEB_9_Ruban.pdf

Salta, M., Wharton, J.A., Blache, Y., Stokes, K.R., Briand, J.F. (2013). Marine biofilms on artificial surfaces: structure and dynamics. Environmental Microbiology, 15 (11): 2879–2893. doi: https://doi.org/10.1111/1462-2920.12186

Saravanakumar, R., Ronald, J., Maheswari, K., Ramesh, U. (2011). Phylogenetic identification of antimicrobial active marine bacteria from sediments of the coasts of Southeast India DERGİ 1: 5-14. doi: 10.13189/ujg.2017.050504

Schauer, R., Bienhold, C., Ramette, A., Harder, J. (2010). Bacterial diversity and biogeography in deep-sea surface sediments of the South Atlantic Ocean. ISME J., 4: 159-170. Erişim adresi: https://www.nature.com/articles/ismej2009106.pdf

Şengül, F., Türkman, A. (1991). Su ve atıksu analizleri lab. notları. Dokuz Eylül Üniv. Müh. Mim. Fak., İzmir. 12-67.

Serbaji, M.M., Azri, C., Medhioub, K. (2012). Anthropogenic contributions to heavy metal

distributions in the surface and sub-surface sediments of the Northern Coast of Sfax, Tunisia. Int. J. Environ. Res., 6 (3): 613-626. doi: 10.22059/IJER.2012.531

Shukla, R., Shukla, H., Sonkar, A., Pandey, T., Tripathi, T. (2018). Structure-based screening and molecular dynamics simulations offer novel natural compounds as potential inhibitors of *Mycobacterium tuberculosis* isocitrate lyase. doi: 10.1080/07391102.2017.1341337.

Singh, D.V., Sanyal, S.C. (1992). Haemolysin and enterotoxin production by *aeromonas caviae* isolated from diarrhoeal patients. Fish and Environment Journal of Diarrhoeal Diseases Research, 10(1): 16-20. Erişim adresi: https://www.jstor.org/stable/23498246?seq=1#metadata_info_tab_contents

Sivri, N., Ozbayram, G., Karatut, Z. (2010). Antibiotic resistance of enteric bacteria isolated from South-western Istanbul Coast (Turkey). Advances in Biotechnology & Microbiology, 6 (4): 1-4. Erişim adresi: http://www.ciesm.org/online/archives/abstracts/pdf/39/PG_0402.pdf

Sokol, P.A., Ohman, D.E., Iglewski, B.H. (1979). A more sensitive plate assay for detection of protease production by *pseudomonas aeruginosa*. Journal of Clinical Microbiology, 9: 538-540. Erişim adresi: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC273070/

Soler, L., Figueras, M.J., Chacón, M.R., Vila, J., Marco, F., Martínez-Murcia, A., Guarro, J. (2002). Potential virulence and antimicrobial susceptibility of *Aeromonas popoffii* recovered from freshwater and seawater. FEMS Immunology and Medical Microbiology, 32: 243–247. doi: 10.1111/j.1574-695X.2002.tb00560.x

Sonak, S., Bhosle, N.B. (1995). Observations on biofilm bacteria isolated from aluminium panels immersed in estuarine waters. Biofouling- The Journal of Bioadhesion and Biofilm Research,Volume 8, - Issue 3. doi: https://.org/10.1080/08927019509378277

Sousa, C.P. (2003). Pathogenicity mechanisms of prokaryotic cells: An evolutionary view. The Brazilian Journal of Infectious Diseases, 7 (1): 23-31. doi: http://dx.doi.org/10.1590/S1413-86702003000100004

Sravankumar, G., Durgaprasad, Y.V., Ramana, T., Devi, C.S.L.V. (2014). Isolation and identification of bacteria from marine biofilm on the artificial plat forms (iron panels) from Visakhapatnam Coast, India. Indian Journal of Geo-Marine Sciences, 43 (6): 961-965. Erişim adresi:

http://hdl.handle.net/123456789/28966

Stachowiak, M., Clark, S.E., Templin, R.E., Baker, K.H. (2010). Tetracycline-resistant *Escherichia coli* in a small stream receiving fish hatchery effluent. Water Air Soil Pollut., 211: 251–259. doi: https://doi.org/10.1007/s11270-009-0296-1

Stewart, J.R., Gast, R.J., Fujioka, R.S., Solo - Gabriele, M., Meschke, J.S., Amaral - Zettker, L.A., del Castillo, E., Polz, M.F., Collier, T.K., Strom, M.S., Singigalliano, D., Moeller P.D. & Holland A.F. (2008). The coastal environment and human health: microbial indicators, pathogens, sentinels and reservoirs. Environ. Health 7, 1-14. doi: https://doi.org/10.1186/1476-069X-7-S2-S3

Tang, R.J., Cooney, J.J. (1998). Effects of marine paints on microbial biofilm development on three materials. Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology, 20: 275–280. doi: https://doi.org/10.1038/sj.jim.2900523

Tanjung, R.H.R., Hamuna, B., Alianto, B. (2019). Assessment of water quality and pollution ındex in coastal waters of Mimika, Indonesia Journal of Ecological Engineering, 20 (2): 87–94. doi: https://doi.org/10.12911/22998993/95266

Tuncer, İ., Bizsel, N. (2016). Antibiotic resistance and phylogeny of bacterial isolates with biogeochemical analysis from sediments of Eastern Mediterranean Sea. J. Clin. Exp. Immunol., 1 (2): 1-3. doi: 10.13189/ujg.2017.050504

Tunçer,, S., Yılmaz, M. (2016). Çanakkale ve Gökçeada kıyılarında yaşayan deniz kestanesi türlerinin izlenmesi ve korunması üzerine araştırmalar. ulusal deniz turizmi sempozyumu doi: 10.18872/DEU.b.UDTS.2016.0006

Türetgen, İ. (2006). Su şebeke sistemlerinde mikrobiyal biyofilm tabakası. Tesisat Mühendisliği Dergisi, 92: 29-32. Erişim adresi: https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/07f88018f722375_ek.pdf

Türetken, P.S.Ç., Altuğ, G. (2016). Bacterial pollution, activity and heterotrophic diversity of the northern part of the Aegean Sea, Turkey. Environ. Monit. Assess., 188(2): 127. doi: 10.1007/s10661-016-5109-6.

Türkoğlu, M., Yenici, E., İşmen, A., Kaya, S. (2004). Çanakkale Boğazı'nda nütrient ve klorofil-a düzeylerinde meydana gelen aylık değişimler. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 21 (1-2): 93-98. Erişim adresi: http://www.egejfas.org/tr/download/article-file/57874

Ünal, D. (2011). *Çeşitli klinik örneklerden izole edilen Pseudomonas, Klebsiella, Staphylococcus ve Candida cinsi mikroorganizmalarda biyofilm varlığının*

araştırılması. (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

US EPA (1999). Integrated risk information system (IRIS). Washington, DC: National Center for Environmental Assessment, Office of Research and Development. Erişim adresi: https://www.epa.gov/iris/basic-information-about-integrated-risk-information-system

Valls, M., De Lorenzo, V. (2002). Exploiting the genetic and biochemical capacities of bacteria for the remediation of heavy metal pollution. *FEMS Microbiology Reviews*, Volume 26, Issue 4, November 2002, Pages 327–338. doi: https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2002.tb00618.x

Vignesh, S., Muthukumar, K., James,, R.A. (2012). Antibiotic resistant pathogens versus human impacts: a study from three eco-regions of the Chennai coast, Southern India. Mar. Pollut. Bull., 64(4): 790-800. Volume 258, Issues 1–2, Pages 119-127. doi: https://doi.org/10.1016/S0048-9697(00)00512-X

Wahyudi, A.T., Qatrunnada, S., Mubarik, N.R. (2010). Screening and characterization of protease inhibitors from marine bacteria associated with sponge *Jaspis* sp. Hayati Journal of Biosciences, 17(4): 173-178. doi: https://doi.org/10.4308/hjb.17.4.173

Willke, A.T. (2012). Mikroorganizmalar ve biyofilm. 2. Ulusal Diyabetik Ayak İnfeksiyonları Sempozyumu, Istanbul: Türk Klinik Mikrobiyoloji ve İnfeksiyon Hastalıkları Derneği. Erşim adresi: https://www.klimik.org.tr/wp-content/uploads/2016/06/UDA%C4%B0S-2016-%C3%96zet-Kitab%C4%B1.pdf

Wu, H.J., Wang, A.H.J., Jennings, M.P. (2008). Discovery of virulence factors of pathogenic bacteria. Current Opinion in Chemical Biology, 12: 93-101. doi: https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2008.01.023

Yamahara, K.M., Walters S.P. & Boehem A.B. (2009). Growth of enterococci in unaltered, unseeded beach sands subjected to tidal wetting. Appl. Environ. Microb. 75, 1517-1524. doi: 10.1128/AEM.02278-08

Yılmaz, F., Özdemir, N., Demirak, A., Tuna, A.L. (2007). Heavy metal levels in two fish species Leuciscus cephalus and Lepomis gibbosus. doi: https://.org/10.1016/j.foodchem.2005.09.020

Zar, J.H. (1984). Biostatistical analyses. Printice- Hall International Inc. Second Edition. 185- 309. Erişim adresi: https://trove.nla.gov.au/version/45006676

http://www.canakkale.gov.tr/nufusu (20.08.2019)

http://www.canakkaleili.com/canakkale-fiziki-haritasi.html (20.08.2019)

https://tr.wikipedia.org/wiki/Güzelyalı,_Çanakkale (29.11.2018)

https://www.fondriest.com/environmental-measurements/parameters/water-quality/water-temperature/ (11.11.2019)

https://cevre.erciyes.edu.tr/upload/M4A8NIR5-kati-madde-tayini.pdf/ (11.11.2019)

https://www.kepez.bel.tr/kurumsal/belediye-tarihcesi/ (29.11.2018)

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Buket ONAT

Doğum Yeri : Çanakkale

Doğum Tarihi : 02.01.1991

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, 2015

Yüksek Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Biyoloji Programı, 2020

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

a) Yayınlar

1) SCI---

2) Diğer ----

b) Bildiriler

1) Uluslararası : Onat, B., Hacıoğlu Doğru, N. (2019). Çanakkale Kıyı Sularında Bazı Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Parametrelerin Analizi, s. 25, 3. Uluslararası Farkındalık Kongresi, 05-07 Aralık 2019, Çanakkale, Türkiye.

2) Ulusal --------

c) Katıldığı Projeler

İ. İnci, **B. Onat,** "Etilen Glikol Üretimi" (Araştırmacı) İstanbul Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümü Lisans Bitirme Projesi.

N. Hacıoğlu Doğru, **B. Onat,** "Çanakkale İli Kıyı Sularında Bazı Kirlilik Parametrelerinin ve Mikrobiyal Biyofilm Oluşumunun İncelenmesi." (Araştırmacı) ÇOMÜ BAP (FYL-2019-2919) [Devam ediyor]

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl: Aş-San Catering – Proje Yöneticisi, 2016-2016

İLETİŞİM

E-posta Adresi : bkt.onat@hotmail.com

ORCID : 0000-0001-6349-5854